МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ISSN 2413-2667 (Print)
ISSN 2415-3079 (Online)

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ фізико-математичного факультету ДДПУ

Заснований у 2010 році

Випуск №9

Рекомендовано вченою радою
Донбаського державного педагогічного університету
в якості наукового видання

Слов'янськ – 2019

УДК 51+53+37.016:[51+53+004].
ББК 22.1+22.3+74.262.21+74.262.22.

З – 414

Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. Слов'янськ: ДДПУ, 2019. Випуск № 9. 216 с.

Для студентів, аспірантів та науковців в галузі фізико-математичних наук; вчителів та викладачів фізико-математичних дисциплін та інформатики в закладах загальної середньої та вищої освіти.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

доктор фіз.-мат. наук, професор Надточій В.О. – головний редактор (ДДПУ);
доктор фіз.-мат. наук, доцент Чайченко С.О. – заст. гол. ред. (ДДПУ);
доктор фіз.-мат. наук, доцент Костіков О.П. – заст. гол. ред. (ДДПУ);
кандидат фіз.-мат. наук, доцент Кадубовський О.А. – заст. гол. ред. (ДДПУ);
кандидат фіз.-мат. наук, доцент Величко В.Є. (ДДПУ);
кандидат педагогічних наук, доцент Беседін Б.Б. (ДДПУ);
кандидат фіз.-мат. наук, доцент Чуйко О.В. (ДДПУ);
кандидат фіз.-мат. наук, доцент Рябухо О.М. («Керченський державний морський технологічний університет»);
кандидат педагогічних наук, доцент Лимарєва Ю.М. (ДДПУ).

РЕЦЕНЗЕНТИ

АВРАМЕНКО О.В. — доктор фізико-математичних наук, професор; завідувач кафедри прикладної математики, статистики та економіки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

ТУЛУПЕНКО В.М. — доктор фізико-математичних наук, професор; завідувач кафедри фізики Донбаської державної машинобудівної академії.

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ДРУКУ

вченою радою державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет», протокол № **10** від **20.06.2019** р.

За достовірність посилань, цитат і результатів експериментів відповідальність несуть автори.

© Слов'янськ, ДДПУ, 2019

Від редакційної колегії

Шановні читачі!

Ви тримаєте в руках *дев'ятий* випуск «Збірника наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ» ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет». Видання наукових праць викладачів, студентів та молодих науковців фізико-математичного факультету ДДПУ започатковано у 2010 році, коли результати наукових досліджень було опубліковано окремою серією «Фізико-математичні науки» в збірнику наукових праць «Пошуки і знахідки» за матеріалами науково-практичної конференції «Актуальні питання науки і освіти» (Слов'янськ, СДПУ, 20-22 квітня 2010 р.)

Метою збірника є підтримка наукової активності як серед студентів, так і серед молодих викладачів ДДПУ та інших ВНЗ.

Основу *дев'ятого* випуску збірника складають оригінальні повнотекстові статті (в авторській редакції) переважно із числа доповідей, зроблених під час секційних засідань на цьогорічній Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів і молодих учених «Перспективні напрямки сучасної науки та освіти», Слов'янськ, ДДПУ, 22–23 травня 2019 р. Основні результати доповідались на секційних засіданнях та були рекомендовані до друку головами секцій, завідувачами випускових кафедр («фізики», «математики та інформатики», «методики навчання математики та методики навчання інформатики») та керівниками студентських наукових робіт.

Засновники збірника мають намір зробити його максимально відкритим як для авторів, так і для читачів. Він виходить один раз на рік у друкованому та електронному вигляді. Електронна версія журналу та інформація щодо співпраці з авторами є доступною на офіційному сайті збірника за адресою `URL: http://ddpu.edu.ua/fizmatzbirnyk/begin.htm`.

Запрошуємо до співпраці. Наснаги та творчих успіхів!
Члени редакційної колегії.

ПАМ'ЯТІ ОЛЕГА ОЛЕКСАНДРОВИЧА НОВІКОВА

І те, що вже було — це те, що буде потім,
Та буде звершено все те, що вже було і
одночасно не збувалося і досі.
І згинуть згадки всі про те, що ми до цього знали,
І не згадаємо вже тих, хто буде після нас у цьому
світі і не з нами.

Новіков О.О.

12 грудня 2018 року внаслідок важкої хвороби пішов з життя декан фізико-математичного факультету Донбаського державного педагогічного університету, кандидат фізико-математичних наук, доцент Олег Олександрович Новіков. Факультет втратив досвіченого і висококваліфікованого викладача, вченого, Людину з великої літери. Життєвий шлях Олега Олександровича — зразок людської гідності, добропорядності і щирості.

Народився Олег Олександрович Новіков 19 червня 1960 року в місті Слов'янськ Донецької області. В 1982 році закінчив фізико-математичний факультет Слов'янського державного педагогічного інституту за фахом «вчитель математики і фізики». Після закінчення інституту пішов працювати до Горлівської спеціалізованої школи для неповнолітніх правопорушників, з 1982 по 1984 р. служив у лавах Радянської армії. Після закінчення служби з 1984 по 1985 р. працював вчителем математики в середній школі № 2 міста Дружківка Донецької області.

Трудова діяльність Олега Олександровича у Слов'янському державному педагогічному інституті, на сьогодні, Донбаському державному педагогічному університеті, розпочалась у 1985 році на посаді старшого лаборанта кафедри фізики. У 1988 р. він перейшов на посаду асистента кафедри методики викладання математики і в цьому ж році вступив до аспірантури Інституту математики АН УРСР. Науковим керівником Олега Олександровича був член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділу теорії функцій, заступник директора Інституту математики НАН України Олександр Іванович Степанець.

Після закінчення аспірантури у 1991 році Олег Олександрович захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за темою «Наближення неперервних періодичних функцій лінійними середніми їх рядів Фур'є» і повернувся до Слов'янського державного педагогічного інституту на посаду старшого викладача кафедри методики викладання математики. У 1994 році він перейшов на кафедру математичного аналізу де у 1996 р. отримав звання доцента по цій кафедрі. У 2005 році був обраний на посаду декана фізико-математичного факультету Слов'янського державного педагогічного університету, де працював до самої смерті.

На фізико-математичному факультеті Олег Олександрович був одним з провідних лекторів: читав курси математичного аналізу, теорії функцій, функціонального аналізу, теорії імовірностей. До кола наукових інтересів Олега Олександровича Новікова входили проблеми теорії наближення функцій і теорії лінійних методів підсумовування рядів Фур'є. Олег Олександрович Новіков — автор монографії та понад 100 наукових праць з теорії функцій.

Перші наукові роботи О.О. Новікова, написані під час навчання в аспірантурі [1–3], присвячено питанням наближення класів неперервних періодичних функцій сумами Фавара, а також іншими наближуючими агрегатами, які для заданої непервної функції будуються за допомогою певних перетворень часткових сум її ряду Фур'є. Цей напрямок став провідним у науковій роботі О.О. Новікова впродовж наступного десятиліття. Ним було розв'язано низку екстремальних задач на класах неперервних періодичних функцій, що визначаються мультиплікатрами та зсувами аргументів.

У 2000-х роках увагу О.О. Новікова привертають задачі теорії наближення, в яких розглядаються класи періодичних функцій багатьох змінних. У роботах [12 – 14] ним було одержано низку результатів, які забезпечують розв'язок відомої задачі Колмогорова-Нікольського для прямокутних сум Фур'є, Валле Пуссена та інших прямокутних лінійних методів наближення на класах функцій багатьох змінних обмеженої і малої гладкості, а у працях [15–18] розглянуто аналогічні питання у випадку наближення прямокутними лінійними методами на класах функцій високої гладкості.

Починаючи з 2008 року О.О. Новіков зі своїми учнями публікує серію робіт, в яких розглядає методи наближення, які породжуються повторним застосуванням методу підсумовування Валле Пуссена. Тут слід відзначити роботу [35], в якій отримано асимптотичну рівність для точних верхніх меж відхилень r-повторних сум Валле Пуссена на класах інтегралів Пуассона неперервних функцій.

Олег Олександрович Новіков відзначений нагрудним знаком Відмінник освіти України та грамотою НАПН України. Численні друзі запам'ятають його як активного прихильника спорту і здорового способу життя. Олег Олександрович був всебічно ерудованою, цікавою, чуйною і цілковито безкорисливою людиною, володів безмежною повагою викладачів і студентів. Світла пам'ять про Олега Олександровича Новікова завжди буде жити в наших серцях.

С.М. Чуйко, С.О. Чайченко, О.В. Чуйко, О.Г. Ровенська,
О.А. Кадубовський, Є.С. Сілін, Т.В. Шулик

Основні наукові праці О.О. Новікова

Література

1. Новиков О.А. Приближение классов непрерывных периодических функций суммами Фавара / Исследование по теории приближения функций. К. : Ин-т математики АН Украины. — 1991. — С. 45–56.
2. Новиков О.А. Приближение классов непрерывных периодических функций суммами Фавара / Препр./ АН Украины Ин-т математики; 91.21, Киев, 1991. 35 с.
3. Новиков О.А. Приближение классов непрерывных периодических функций линейными методами / Препр. АН Украины Ин-т математики; 91.50, Киев, 1991. 38 с.
4. Рукасов В.И., Новиков О.А. Приближение классов непрерывных периодических функций аналогами сумм Валле–Пуссена / Ряды Фурье: теория и приложения. — К. : Ин-т математики АН Украины. — 1992. — С. 57–63.
5. Новиков О.А., Рукасов В.И. Приближение непрерывных периодических функций обобщенными суммами Валле–Пуссена / Укр. мат. журнал. — 1995. — Т. 47, № 8. — С. 1069–1079. (Translated to Novikov O.A., Rukasov V.I. Approximation of classes of continuous functions by generalized de la Vallee–Poussin / Ukrain. Math. J. — 1995. — Vol. 47, № 8. — P. 1222–1233.)
6. Рукасов В.И., Новиков О.А. Приближение непрерывных периодических функций тригонометрическими полиномами : учеб. пособие для студентов физико-математических специальностей педагогических институтов и университетов. — Славянск :СГПИ, 1995. — 98 с.
7. Рукасов В.И., Новиков О.А. Приближение классов $C^{\psi}_{\beta}H_{\omega}$ обобщенными суммами Валле Пуссена / Укр. мат. журн. — 1997. — Т. 49, № 4. — С. 606–610. (Translated to Rukasov V.I., Novikov O.A. Approximation of the classes $C^{\psi}H_{\infty}$ by generalized de la Vallée–Poussin sums / Uklrain. Math. J. — 1997. — Vol. 49, № 4. — P. 672–677.)
8. Рукасов В.И., Новиков О.А. Приближение аналитических функций суммами Валле Пуссена / Ряди Фур'є: теорія і застосування. — К. : Ін-т математики НАН України, 1998. — С. 228–241.
9. Рукасов В.И., Новиков О.А., Чайченко С.О. Приближение классов $C^{\overline{\psi}}_{\infty}$ методами Валле Пуссена / Теорія наближення функцій та її застосування. — К. : Ін-т математики НАН України, 2000. — С. 396–406.

10. Рукасов В.И., Новиков О.А. Приближение функций с небольшой гладкостью из классов $C^{\overline{\psi}}_{\infty}$ линейными методами / Теорія наближень та гармонічний аналіз. — К. : Ін-т математики НАН України, 2002. — С. 184–193.
11. Рукасов В.И., Новиков О.А., Чайченко С.О. Приближение классов периодических функций с малой гладкостью суммами Валле Пуссена / Теорія наближення функцій та суміжні питання. — К. : Ін-т математики НАН України, 2002. — С. 119–133.
12. Рукасов В.И., Новиков О.А., Бодрая В.И. Приближение классов ψ-интегралов периодических функций двух переменных линейными методами / Проблеми теорії наближення функцій та суміжні питання. – К. : Ін-т математики НАН України, 2004. — С. 250–269.
13. Рукасов В.И., Новиков О.А., Бодрая В.И. Приближение классов ψ-интегралов периодических функций многих переменных прямоугольными линейными средними их рядов Фурье / Укр. мат. журн. — 2005. — Т. 57, № 4. — С. 564–570. (Translated to Rukasov V.I., Novikov O.A., Bodraja V.I. Approximation of classes of ψ–integrals of periodic functions of many variables by rectangular linear of their fourier series / Ukrain. Math. J. — 2005. — Vol. 57, № 4. — P. 678–685.)
14. Рукасов В.И., Новиков О.А., Бодрая В.И. Приближение классов ψ -интегралов периодических функций двух переменных прямоугольными линейными средними их рядов Фурье / Проблеми теорії наближення функцій та суміжні питання. — К. : Ін-т математики НАН України, 2005. — С. 228—237.
15. Рукасов В.И., Новиков О.А., Бодрая В.И. Приближение периодических функций высокой гладкости двух переменных прямоугольными линейными средними их рядов Фурье / Проблеми теорії наближення функцій та суміжні питання. — К. : Ін-т математики НАН України, 2007. — С. 270–283.
16. Рукасов В.И., Новиков О.А., Величко В.Е. [и др.] Приближение периодических функций высокой гладкости многих переменных прямоугольными суммами Фурье / Труды Ин-та прикладной математики и механики НАН Украины. — 2008. — Т. 16. — С. 163 –170.
17. Рукасов В.И., Новиков О.А., Ровенская О.Г. Приближение периодических функций двух переменных с высокой гладкостью прямоугольными суммами Валле Пуссена // Теорія наближення функцій та суміжні питання : Зб. праць Ін-ту математики НАН України. — 2008. — Т. 5, № 1. — С. 286 –296.

18. Рукасов В.И., Новиков О.А., Ровенская О.Г. [и др.] Приближение периодических функций многих переменных с высокой гладкостью прямоугольными суммами Валле Пуссена / Вісник Одеського нац. ун-ту. Матем. і мех. — 2008. — Т. 13, вип. 18. — С. 87–96.
19. Ровенская О.Г., Новиков О.А. Приближение интегралов Пуассона повторными суммами Валле Пуссена / Нелінійні коливання. — 2010. — Т. 13, № 1. — С. 96 — 99. (Translated to Rovenska O.G., Novikov O.A. Approximation of Poisson integrals by repeated de la Vallee Poussin sums / Nonlinear Oscillations. — 2010. — Vol. 13, № 1. — P. 108–111.)
20. Новиков О.А., Шулик Т.В. Интегральные представления уклонений повторных сумм Валле Пусена на класах аналитических функций / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету СДПУ. 2010. — вип. 0(1). — С. 15–24.
21. Новиков О.А., Ровенская О.Г. Приближение периодических функций высокой гладкости прямоугольными линейными методами / Компьютерные исследования и моделирование. — 2011. — Т. 3, № 3. — С. 255–264.
22. Величко В.Е., Новиков О.А., Ровенская О.Г. [и др.] Приближение аналитических функций повторными суммами Валле Пуссена / Труды ИПММ НАН Украины. — 2011. — Т. 22. — С. 33–42.
23. Новиков О.А., Ровенская О.Г., Шулик Т.В. Приближение интегралов Пуассона r-повторными суммами Валле Пуссена / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету СДПУ. — 2011. — вип.1. — С. 17–25.
24. Новиков О.А., Ровенская О.Г., Обухов А.Н. Спектральный анализ периодического сигнала / Науковий вісник Донбаської державної машинобудівної академії. — 2011. — № 2 (8E). — С. 119–124.
25. Novikov O.O., Rovenska O.G. Approximation of analytic functions by rrepeated de la Vallee Poussin sums / Contemporary problems of mathematics, mechanics and computing sciences. — Kharkov. — 2011. — P. 295–301.
26. Новіков О.О., Ровенська О.Г. Наближення періодичних функцій прямокутними лінійними методами: Краматорськ : ДДМА, 2012. — 300 с.
27. Ровенская О.Г., Новиков О.А. Приближение периодических функций высокой гладкости прямоугольными линейными средними рядов Фурье / Компьютерные исследования и моделирование. — 2012. — Т. 4, № 3. — С. 521–529.
28. Новиков О.А., Ровенская О.Г., Шулик Т.В. Приближение периодических функций многих переменных прямоугольными методами / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету СДПУ. — 2012. — вип. 2. — С. 14–22.

29. Кадубовский А.А., Новиков О.А., Ровенская О.Г. [и др.] Приближение интегралов Пуассона r-повторными суммами Валле Пуссена / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету СДПУ. — 2012. — вип. 2. — С. 23–27.
30. Новіков О.О., Ровенська О.Г. Наближення періодичних функцій високої гладкості прямокутними сумами Фур'є / Карпатські математичні публікації. — 2013. — Vol. 5, № 1. — С. 111–118.
31. Новиков О.А., Ровенская О.Г., Шулик Т.В. [и др.] Представление повторних методов Валле Пуссена в виде λ-методов / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету СДПУ. — 2013. — вип. 3. — С. 13–16.
32. Новиков О.А., Кондрашина Г.М., Больбат И.А. [и др.] Приближение периодических функций многих переменных / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету СДПУ. — 2013. — вип. 3. — С. 17–26.
33. Бодрая В.И., Новиков О.А., Прокопчук А.Г. [и др.] Приближение периодических функций суммами Фавара и Фейера / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету СДПУ. — 2013. — вип. 3. — С. 27–34.
34. Новиков О.А., Ровенская О.Г. Приближение периодических функций высокой гладкости прямоугольными суммами Фурье / Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика. Физика. — 2013. — № 5 (148). — С. 88–97.
35. Новиков О.А., Ровенская О.Г. Приближение классов интегралов Пуассона r-повторными суммами Валле Пуссена / Вестник Одесского национального университета. Мат. и мех. — 2014. — Т. 19, вып. 3 (23). — С. 14–26.
36. Новіков О.О., Ровенська О.Г., Воронцова Ю.М. [та ін.] Наближення класів інтегралів Пуассона операторами Фейєра / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2014. — вип. 4. — С. 17–21.
37. Новіков О.О., Ровенська О.Г., Циганок А.А. [та ін.] Співвідношення для елементів підсумовуючих матриць потрійних операторів Валле Пуссена / Збірник наукових праць фізико- математичного факультету ДДПУ. — 2014. — вип. 4. — С. 22–27.
38. Новиков О.А., Ровенская О.Г. Приближение классов интегралов Пуассона суммами Фейера / Компьютерные исследования и моделирование. — 2015. — Т. 7, № 4. — С. 813–819.
39. Новиков О.А., Ровенская О.Г. Приближение классов интегралов Пуассона повторными суммами Фейера / Труды ИПММ НАН Украины. — 2015. — Т. 29. — С. 78–86.
40. Новіков О.О., Ровенска О.Г., Чабанова Є.О. [та ін.] Задача Колмогорова-

Нікольського для подвійних операторів Фейера на класах інтегралів Пуассона / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2015. — вип. 5. — С. 15–19.

41. Новіков О.О., Шумякіна А.В., Ліпкіна В.Ю. [та ін.] Асимптотичні формули для відхилень подвійних операторів Фейера / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2015. — вип. 5. — С. 23–25.
42. Новіков О.О., Овсій Є.Ю., Шаповалов М.С. [та ін.] Щодо наближення нескінченних матриць / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2015. — вип. 5. — С. 27–29.
43. Ровенская О.Г., Новиков О.А. Аппроксимация периодического сигнала автоматической регулируемой системы / Науковий Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. — 2016. — № 1 (19E). — С. 96–102.
44. Ровенская О.Г., Новиков О.О Приближение аналитических периодических функций линейными средними рядов Фурье / Чебышевский сб. — 2016. — Т. 17, вып. 2. — С. 170–183.
45. Новіков О. О., Ровенська О. Г., Козаченко Ю. О. [та ін.] Екстремальна задача для потрійних операторів Фейєра / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2016. — вип. 6. — С. 13–17.
46. Новіков О. О., Стьопкін А.В., Волик С.В. [та ін.] Наближення потрійними сумами Фейєра / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2016. — вип. 6. — С. 22–25.
47. Novikov O., Rovenska O. Approximation of Classes of Poisson Integrals by Repeated Fejer Sums / Lobachevskii Journal of Mathematics. — 2017. — Vol. 38, № 3. — P. 502–509.
48. Новіков О.О., Ровенська О.Г. Наближення класів функцій високої гладкості прямокутними сумами Фейєра / Труды ИПММ НАН Украины. — 2016. — Т. 30. — С. 92–99.
49. Новіков О.О., Ровенська О.Г., Кадубовський О.А. [та ін.] Біноміальні коефіцієнти в екстремальних задачах теорії наближення функцій / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2017. — вип. 7. — С. 7–23.
50. Новіков О.О., Ровенська О.Г., Козаченко Ю.О. [та ін.] Екстремальна задача для подвійних операторів Валле Пуссена на класі аналітичних функцій / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2017. — вип. 7. — С. 29–34.
51. Novikov O. O., Rovenska O. G. Approximation of periodic analytic functions by Fejer sums / Matematchni Studii. — 2017. — Vol. 47, № 2. — P. 196–201.

52. Новіков О.О., Ровенська О.Г. Наближення аналітичних періодичних функцій повторними сумами Валле Пуссена / Буковинський математичний журнал. — 2017. — Т. 5, № 3–4. — С. 137–143.
53. Новиков О.А., Ровенская О.Г., Козаченко Ю.В. Приближение интегралов Пуассона линейными методами / Праці Інституту прикладної математики і механіки НАН України. — 2017. — Т. 31. — С. 92–108.
54. Новіков О.О., Ровенська О.Г., Козаченко Ю.О. [та ін.] Оцінка знизу головного члена асимптотичної рівності відхилень операторів Фейєра на класі інтегралів Пуассона / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2018. — вип. 8. — С. 8–11.
55. Бодра В.І., Новіков О.О., Козаченко Ю.О. [та ін.] / Поведінка головного члена асимптотичної рівності відхилень операторів Фейєра / Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — 2018. — вип. 8. — С. 12–21.
56. Novikov, O., Rovenska, O., Kozachenko, Y. Approximation of classes of Poisson integrals by Fejer sums / Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Ser. Mathematics, Applied Mathematics and Mechanics. — 2018. — Vol. 87. — P. 4–12.
57. Новиков О.А., Ровенская О.Г. Интегральные представления уклонений прямоугольных линейных средних рядов Фурье на классах периодических дифференцируемых функций / Праці ІПММ НАН України. — 2018. — Т. 32. — С. 78–89.

МАТЕМАТИКА

УДК 517.5

Ровенська О.Г.

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри вищої математики Донбаської державної машинобудівної академії

e-mail: rovenskaya.olga.math@gmail.com

НАБЛИЖЕННЯ АНАЛІТИЧНИХ ФУНКЦІЙ СУМАМИ ФЕЙЄРА

Розглянуто питання наближення сумами Фейєра класів аналітичних періодичних функцій однієї змінної. Отримано асимптотичну формулу для точних верхніх меж відхилень сум Фейєра на класах періодичних функцій, що дозволяють регулярне подовження у фіксовану смугу комплексної площини.

Ключові слова: *суми Фейєра, аналітична функція, асимптотична формула.*

Вступ

Нехай $S_n(f;x)$ — часткові суми ряду Фур'є функції $f(x) \in L_{2\pi}$, $p \in \mathbb{N}$. Суми Валле Пуссена функції $f(x)$ задаються співвідношеннями

$$V_{n,p}(f;x) = \frac{1}{p}\sum_{k=n-p}^{n-1} S_k(f;x).$$

Частинним випадком поліномів $V_{n,p}(f;x)$ є суми Фейєра

$$\sigma_n(f;x) = \frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1} S_k(f;x).$$

Поліноми $V_{n,p}(f;x)$ і $\sigma_n(f;x)$ представляються у вигляді лінійних середніх рядів Фур'є, які породжуються нескінченними трикутними матрицями чисел $\Lambda = ||\lambda_k^{(n)}||$, k, $n = 0, 1, \ldots$

$$U_n(f;x;\Lambda) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{n-1} \lambda_k^{(n)}(a_k \cos kx + b_k \sin kx).$$

Нехай $\psi(k)$ — фіксована послідовність і β — фіксоване дійсне число. Множина функцій $f(x) \in C_{2\pi}$, для яких ряд

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

є рядом Фур'є деякої сумовної функції $f_\beta^\psi(x)$, позначається через C_β^ψ. Якщо $f \in C_\beta^\psi$ і $f_\beta^\psi(x) \in S_M^0$, тобто

$$\int\limits_{-\pi}^{\pi} f_\beta^\psi(t)dt = 0, \quad \operatorname{ess\,sup}|f_\beta^\psi(t)| \leqslant 1, \quad t \in [-\pi;\pi],$$

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

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

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

За цих умов множини $C_{\beta,\infty}^\psi$ складаються з 2π-періодичних функцій, що дозволяють подовження до функцій $F(z) = F(x+iy)$, регулярних у смузі $|Im\ z| < \ln\frac{1}{q}$.

Одним із прикладів таких класів функцій є класи неперервних 2π-періодичних функцій $f(x)$, які можна подати у вигляді

$$f(x) = A_0 + \frac{1}{\pi}\int\limits_{-\pi}^{\pi} f_\beta^\psi(x+t)P_\beta^q(t)dt,$$

де

$$P_\beta^q(t) = \sum_{k=1}^{\infty} q^k \cos(kt + \frac{\beta\pi}{2}), \quad q \in (0;1), \quad \beta \in \mathbb{R}$$

— ядро Пуассона. В цьому випадку класи $C_{\beta,\infty}^\psi$ позначаються $C_{\beta,\infty}^q$ і називаються класами інтегралів Пуассона.

У 1946 році С.М. Нікольський [1] (також [2]) показав, що для точних верхніх меж відхилень часткових сум Фур'є на класах $C_{\beta,\infty}^q$, має місце

$$\mathcal{E}(C_{\beta,\infty}^q; S_n) := \sup_{f\in C_{\beta,\infty}^q} ||f(x) - S_n(f;x)||_C = \frac{8q^n}{\pi^2}\int\limits_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{du}{\sqrt{1-q^2\sin^2 u}} + O(1)\frac{q^n}{n}.$$

Аналогічну задачу для точних верхніх меж відхилень сум Фур'є на класах $C_{\beta,\infty}^\psi$ розв'язано у роботі [3]

$$\mathcal{E}(C_{\beta,\infty}^\psi; S_n) := \sup_{f\in C_{\beta,\infty}^\psi} ||f(x) - S_n(f;x)||_C =$$

$$= \psi(n)\left(\frac{8}{\pi^2}K(q) + O(1)(\frac{q}{n(1-q)} + \frac{\varepsilon_n}{(1-q)^2})\right),$$

де

$$\varepsilon_n = \sup_{k \geqslant n} \left| \frac{\psi(k+1)}{\psi(k)} - q \right|,$$

$O(1)$ — величина, рівномірно обмежена щодо n, q, β і $\psi(k)$.

Питання наближення класів аналітичних функцій, зокрема, класів інтегралів Пуассона іншими лінійними методами вивчалися у багатьох роботах [4–11].

Основна частина

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

$$\mathcal{E}(C^{\psi}_{\beta,\infty}; \sigma_n) := \sup_{f \in C^{\psi}_{\beta,\infty}} ||f(x) - \sigma_n(f;x)||_C,$$

що є точними верхніми межами відхилень сум Фейєра на класах аналітичних періодичних функцій $C^{\psi}_{\beta,\infty}$, $\psi(k) \in D_q$, $q \in (0;1)$.

Теорема 1. *Нехай* $\psi(k) \in D_q$, $q \in (0; 2-\sqrt{3}]$, $\psi(k) > 0$. *Тоді при* $n \to \infty$ *має місце асимптотична формула*

$$\mathcal{E}(C^{\psi}_{0,\infty}; \sigma_n) = \frac{4q}{\pi n(1+q^2)} + O(1)\left(\frac{q^n}{n} + \varepsilon_0\right),$$

де $O(1)$ *— величина, рівномірно обмежена щодо* n, $\psi(k)$.

Доведення. Зазначимо, що $\forall f(x) \in C^{\psi}_{\beta}$, у кожній точці $x \in \mathbb{R}$ має місце

$$\delta_n(f;x) := f(x) - \sigma_n(f;x) = f(x) - \frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1} S_k(f;x) =$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f^{\psi}_{\beta}(x+t) \sum_{k=0}^{\infty}(1-\lambda_k^{(n)})\psi(k)\cos(kt + \frac{\beta\pi}{2})dt.$$

Виконаємо елементарні перетворення

$$\delta_n(f;x) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f^{\psi}_{\beta}(x+t) \sum_{k=0}^{\infty}(1-\lambda_k^{(n)})q^k\cos(kt + \frac{\beta\pi}{2})dt +$$

$$+\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f^{\psi}_{\beta}(x+t) \sum_{k=0}^{\infty}(1-\lambda_k^{(n)})[\psi(k) - q^k]\cos(kt + \frac{\beta\pi}{2})dt =$$

$$= \frac{1}{\pi}\int\limits_{-\pi}^{\pi} f_\beta^\psi(x+t)\sum_{k=0}^{\infty}(1-\lambda_k^{(n)})q^k\cos(kt+\frac{\beta\pi}{2})dt + \frac{1}{\pi}\int\limits_{-\pi}^{\pi} f_\beta^\psi(x+t)r(t)dt,$$

де

$$r(t) = (\psi;\beta;t) = \sum_{k=0}^{\infty}(1-\lambda_k^{(n)})[\psi(k)-q^k]\cos(kt+\frac{\beta\pi}{2}).$$

Розглянемо величину $r(t)$. Оскільки

$$\prod_{l=1}^{k}\frac{\psi(l)}{\psi(l-1)} = \psi(k),$$

то має місце рівність

$$r(t) = \sum_{k=0}^{\infty}(1-\lambda_k^{(n)})\left[\prod_{l=1}^{k}\frac{\psi(l)}{\psi(l-1)} - q^k\right]\cos(kt+\frac{\beta\pi}{2}).$$

Враховуючи оцінку із [3]

$$\left|\prod_{l=0}^{i-1}\frac{\psi(m+l+1)}{\psi(m+l)} - q^i\right| \leqslant (q+\varepsilon_m)^i - q^i,$$

де

$$\varepsilon_m = \sup_{k\geqslant m}\left|\frac{\psi(k+1)}{\psi(k)} - q\right|,$$

та умову $0 \leqslant 1-\lambda_k^{(n)} \leqslant 1$, маємо

$$|r(t)| \leqslant \sum_{k=0}^{\infty}[(q+\varepsilon_0)^k - q^k] = \frac{1}{1-q-\varepsilon_0} - \frac{1}{1-q} = \frac{\varepsilon_0}{(1-q-\varepsilon_0)(1-q)}.$$

Позначимо

$$R(f_\beta^\psi;x) = \frac{1}{\pi}\int\limits_{-\pi}^{\pi} f_\beta^\psi(x+t)r(t)dt.$$

Має місце

$$\|R(f_\beta^\psi;x)\|_C = O(1)\frac{\varepsilon_0}{(1-q)^2}.$$

Нехай далі $J_\beta^\psi(\varphi)$ — функція, для якої $(J_\beta^\psi(\varphi))_\beta^\psi = \varphi,\ \varphi \in S_M^0$. У випадку $\psi(k) = q^k$, $q \in (0;1)$ позначимо $J_\beta^\psi(\varphi) = J_\beta^q(\varphi)$. Тоді $\forall f \in C_\beta^\psi$, $x \in \mathbb{R}$

$$\delta_n(J_\beta^q(f_\beta^\psi);x) = \frac{1}{\pi}\int\limits_{-\pi}^{\pi} f_\beta^\psi(x+t)\sum_{k=0}^{\infty}(1-\lambda_k^{(n)})q^k\cos(kt+\frac{\beta\pi}{2})dt.$$

Маємо

$$\delta_n(f;x) = \delta_n(J^q_\beta(f^\psi_\beta);x) + R(f;x).$$

Використовуючи міркування роботи [3] можна показати, що для $f \in C^\psi_{\beta,\infty}$ має місце

$$\|\delta_n(f;x)\|_C = \|\delta_n(J^q_\beta(f^\psi_\beta);x)\|_C + O(1)\frac{\varepsilon_0}{(1-q)^2}.$$

Враховуючи, що

$$\sup_{f\in C^\psi_{\beta,\infty}} \|\delta_n(J^q_\beta(f^\psi_\beta);\cdot)\|_C = \sup_{\varphi\in S^0_M} \|\delta_n(J^q_\beta(\varphi);\cdot)\|_C,$$

отримуємо

$$\mathcal{E}(C^\psi_{\beta,\infty};\sigma_n) = \mathcal{E}(C^q_{\beta,\infty};\sigma_n) + O(1)\frac{\varepsilon_0}{(1-q)^2},$$

де

$$\mathcal{E}(C^q_{\beta,\infty};\sigma_n) := \sup_{f\in C^q_{\beta,\infty}} \|\delta_n(f;x)\|_C.$$

У випадку $\beta = 0$ і $q \in (0; 2-\sqrt{3}]$ для величини $\mathcal{E}(C^q_{\beta,\infty};\sigma_n)$ в роботі [12] (також [13]) отримано асимптотичну рівність

$$\mathcal{E}(C^q_{0,\infty};\sigma_n) = \frac{4q}{\pi n(1+q^2)} + O(1)\frac{q^n}{n},$$

де $O(1)$ — величина, рівномірно обмежена щодо n.

Поєднуючи останні два співвідношення, отримаємо твердження теореми.

Висновки

Для того, щоб одержане співвідношення було асимптотично точним, окрім наведених у теоремі, мають виконуватися додаткові умови для параметру $\psi(k)$, $k \in \mathbb{N}$, що визначає клас.

Література

1. Никольский С.М. Приближение функций тригонометрическими полиномами в среднем // Изв. АН СССР. Сер. мат. — 1946. — **10**, № 3. — С. 207–256.
2. Стечкин С.Б. Оценка остатка ряда Фурье для дифференцируемых функций // Тр. Мат. ин-та им. В. А. Стеклова АН СССР. — 1980. — **145**. — С. 126–151.
3. Степанец А.И., Сердюк А.С. Приближения суммами Фурье и наилучшие приближения на классах аналитических функций // Укр. мат. журн. — 2000. — **52**, № 3. — С. 375–395.

4. Рукасов В.І., Чайченко С.О. Наближення інтегралів Пуасона сумами Валле Пуссена // Укр. мат. журн. – 2002. — **54**, № 12. — С. 1653–1668.
5. Рукасов В.И. Приближение суммами Валле Пуссена классов аналитических функций // Укр. мат. журн. —2003. — **55**, № 6. — С. 806–816.
6. Сердюк А.С. Наближення інтегралів Пуасона сумами Валле Пуссена // Укр. мат. журн. — 2004. — **56**, № 1. — С. 97–107.
7. Ровенская О.Г., Новиков О.А. Приближение интегралов Пуассона повторными суммами Валле Пуссена // Нелінійні коливання. — 2010. — **13**, № 1. — С. 96–99.
8. Новиков О.А., Ровенская О.Г. Приближение классов интегралов Пуассона r-повторными суммами Валле Пуссена // Вісник Одеськ. нац. ун-ту. Матем. і мех. —2014. — **19**, вип. 3(23). — С. 14–26.
9. Ровенская О.Г., Новиков О.А. Приближение аналитических периодических функций линейными средними рядов Фурье // Чебышевский сб. — 2016. — **17**, вып. 2. — С. 170–183.
10. Novikov O., Rovenska O. Approximation of classes of Poisson integrals by repeated Fejer sums // Lobachevskii Journal of Mathematics. — 2017. — **38**, no 3. — P. 502–509.
11. Новіков О.О., Ровенська О.Г. Наближення аналітичних періодичних функцій повторними сумами Валле Пуссена // Буковинський математичний журнал. — 2017. — **5**, № 3-4. — 137–143.
12. Novikov O.O., Rovenska O.G. Approximation of periodic analytic functions by Fejer sums // Matematchni Studii. — **47**, no 2. — 2017. — P. 196–201.
13. Novikov O.O., Rovenska O.G., Kozachenko Yu.A. Approximation of classes of Poisson integrals by Fejer sums // Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Ser. Mathematics, Applied Mathematics and Mechanics. — 2018. — **87**. — P. 4–12.

Rovenska O.G.
Donbas State Engineering Academy, Kramators'k, Ukraine.

Approximation of analytic functions by Fejer sums

In the paper is studied the approximative properties of Fejer sums on the classes of periodic functions that can be regularly extended into the corresponding strip of the complex plane. Under certain conditions, we obtained asymptotic formulas for upper bounds of deviations in the uniform metric of Fejer sums on classes of analytic functions. The obtained formulas provide a solution of the corresponding Kolmogorov-Nikolsky problem with additional conditions.

Keywords: *Fejer sums, analytic function, asymptotic formula.*

УДК 512.53

Величко В.Є.

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»

e-mail: vladislav.velichko@gmail.com

ЛІВІ ТА ПРАВІ ІДЕАЛИ НАПІВГРУПИ ЕНДОМОРФІЗМІВ ВІЛЬНОЇ ГРУПИ

В статті описуються ліві та праві ідеали напівгрупи ендоморфізмів вільної групи і на їх основі – головний квазіідеал напівгрупи ендоморфізмів вільної групи.

Ключові слова: *вільна група, ліві ідеали напівгруп, праві ідеали напівгруп, квазіідеали напівгруп*

Вступ

Дослідження напівгрупи ендоморфізм будь-якої алгебраїчної системи завжди становить значний інтерес. Деякі властивості алгебраїчної системи знаходять своє відображення у властивостях напівгрупи ендоморфізм цієї системи. Найбільший інтерес представляє випадок, коли напівгрупа ендоморфізм визначає структуру вихідної алгебраїчної системи, тобто характеризує її з точністю до ізоморфізму. Одним з перших результатів такого роду отриманий Л.М. Глускіним. В роботі [1] він показав, що відношення квазіпорядку характеризується напівгрупою ендоморфізм з точністю до ізоморфізму або антиізоморфізму. Для визначення структури напівгрупи будемо використовувати ліві та праві ідеали напівгрупи.

Основна частина

1. Наведемо опис лівих ідеалів напівгрупи ендоморфізмів вільної групи F скінченного рангу або зліченого рангу в термінах вербальних підгруп. Для довільної послідовності слів $w_1, w_2, \ldots, w_k \in F$ прямий добуток вербальних підгруп

$$w_1(F) \times w_2(F) \times \ldots \times w_k(F) \tag{1}$$

групи F містить піднапівгрупу, яка складається з "узгоджених"елементів, тобто наборів вигляду

$$(w_1(g_1, g_2, \ldots), w_2(g_1, g_2, \ldots), \ldots, w_k(g_1, g_2, \ldots)) \tag{2}$$

Означення 1. *Піднапівгрупу прямого добутку (1), яка складається з узгоджених елементів вигляду (2) називатимемо узгодженим підпрямим добутком вербальних підгруп групи F.*

Теорема 1. *Довільних головний лівий ідеал напівгрупи ендоморфізмів вільної групи F зліченого або скінченного рангу ізоморфний як напівгрупа деякому узгодженому підпрямому добутку вербальних підгруп цієї групи.*

Д о в е д е н н я. Нехай $I_l = \Sigma^{(1)}$ – деякий лівий ідеал напівгрупи $\Sigma = End\,F$. Ендоморфізм α, можна однозначно задати набором $[\alpha] =< w_1(g_1,\ldots,g_n), w_2(g_1,\ldots,g_n),\ldots,w_n(g_1,\ldots,g_n) >$. Будь-який елемент лівого ідеалу I_l має вигляд:

$$< w_1(g_1,\ldots,g_n), w_2(g_1,\ldots,g_n),\ldots,w_n(g_1,\ldots,g_n) >,$$

де $(g_1, g_2, \ldots, g_n)$ довільний кортеж над групою F.

Нехай $\upsilon(x_1,\ldots,x_n)$ – деяке незвідне слово з вільної групи зліченного рангу, F – вільна група скінченного або зліченного рангу. Вербальна підгрупа $\upsilon(F)$ складається з найможливіших суперпозицій виду $\upsilon(g_1, g_2, \ldots, g_n)$, $g_1, g_2, \ldots, g_n \in F$.

При довільному i, $1 \leqslant i \leqslant n$ множина $w_i(g_1,\ldots,g_n)$, $g_1, g_2, \ldots, g_n \in F$ породжує вербальну підгрупу $w_i(F)$. Таким чином дістаємо прямий добуток $w_1(F) \times w_2(F) \times \ldots \times w_n(F)$ вербальних підгруп $w_1(F), w_2(F), \ldots, w_n(F)$. За побудовою, кожен з кортежів, що завдають автоморфізми, є узгодженим. А тому набір таких кортежів збігається з узгодженим підпрямим добутком вербальних підгруп $w_1(F), w_2(F), \ldots, w_n(F)$ і теорему доведено. $\square$

Таким чином, в напівгрупі $End\,F$ виділяються ліві ідеали, які породжуються, наприклад, вербальними підгрупами з прикладів а)-г) в попередньому параграфі.

2. Нехай $F(X)$ — вільна група над зліченим алфавітом $X = \{x_1, x_2, \ldots\}$, $\Sigma = End\,F(X)$ — напівгрупа ендоморфізмів групи $F(X)$. Символом Q позначимо відношення правої подільності на напівгрупі Σ: для $\varphi, \psi \in \Sigma$ співвідношення $(\varphi, \psi) \in Q$ має місце тоді й лише тоді, коли $\psi = \sigma\varphi$ для деякого $\sigma \in \Sigma$. Це відношення для $F(X)$ може бути охарактеризовано в термінах їх зображень.

Лема 1. *Для довільних $\varphi, \psi \in \Sigma$ співвідношення $(\varphi, \phi) \in Q$ має місце тоді й лише тоді, коли $Im \quad \psi \leqslant Im \quad \varphi$.*

Д о в е д е н н я. Якщо для ендоморфізмів $\varphi, \psi \in \Sigma$ має місце $(\varphi, \psi) \in Q$ і $\upsilon \in Im\ \psi$, то $\psi = \sigma\varphi$, $\quad \upsilon = u\psi$ для деяких $\sigma \in \Sigma$, $\quad u \in F(X)$. Звідки дістаємо $\upsilon = (u\sigma)\varphi \in Im\ \varphi$, тобто $Im\ \psi \leqslant Im\ \varphi$.

Навпаки, якщо, $Im\ \psi \leqslant Im\ \varphi$, то для кожного елемента $x \in X$ знайдеться елемент $t_x \in F(X)$ такий, що $x\psi = t_x\varphi$. Позначивши символом σ

ендоморфізм групи $F(X)$, який визначається відображенням

$$\sigma(x) = t_x,\ x \in X,$$

отримуємо, як легко пересвідчитись, $\psi = \sigma\varphi$. $\square$

Нехай $S_F = Sub\ F(X)$ — решітка всіх підгруп вільної групи $F(X)$. Підмножину $\mathfrak{M} \subset S_F$ назвемо спадковою, якщо для всіх $H \in \mathfrak{M}$, $U \in S_F$ із $U \leqslant H$ випливає, що $U \in \mathfrak{M}$. Родину всіх спадкових множин з S_F позначимо символом $\mathfrak{L}(S_F)$. Безпосередньо перевіряється, що $\mathfrak{L}(S_F)$ є решіткою відносно теоретико-множинних операцій об‘єднання та перетину.

Нехай, далі, $Lat_l\Sigma$ — решітка всіх лівих ідеалів напівгрупи $\Sigma = End\ F(X)$. Визначимо відображення

$$s : Lat_l\Sigma \to S_F$$

поклавши для довільного $\Lambda \in \Sigma_l$

$$s(\Lambda) = \{Im\ \sigma \mid \sigma \in \Lambda \in \Sigma_l\}. \tag{3}$$

Лема 2. *Для довільного лівого ідеалу $\Lambda \in \Sigma_l$ його образ $s(\Lambda)$ є спадковою множиною.*

Д о в е д е н н я. Нехай $H \in s(\Lambda)$ и $U \leqslant H$, $U \in S_F$. Тоді $H = Im\ \sigma$, $U = Im\ \eta$ для деяких $\sigma \in \Lambda$, $\eta \in \Sigma$ (існування η випливає з того, що система вільних твірних довільної підгрупи з S_F не більш, ніж злічена). З $U \leqslant H$ за лемою п.1 випливає, що $\eta = \tau\sigma$ для деякого $\tau \in \Sigma$ і, таким чином $\eta \in \Lambda$. Звідки $U \in s(\Lambda)$. $\square$

З леми 1 отримуємо, що $s(\Lambda) \in \mathfrak{L}(S_F)$ за довільного $\Lambda \in \Sigma_l$, тобто $Ims \subseteq \mathfrak{L}(S_F)$. Більше того, має місце

Лема 3. *Відображення*

$$s : Lat_l(\Sigma) \to \mathfrak{L}(\mathcal{S}_{\mathcal{F}}),$$

визначене рівністю (3) є сюр'єктивним.

Д о в е д е н н я. Нехай $\mathcal{P} \in \mathfrak{L}(\mathcal{S}_{\mathcal{F}})$. Покладемо

$$\lambda(\mathcal{P}) = \{\sigma \in \Sigma \mid Im\ \sigma \in \mathcal{P}\}. \tag{4}$$

Тоді $\lambda(\mathcal{P}) \in Lat_l(\Sigma)$. Справді, якщо $\sigma \in \lambda(\mathcal{P})$, $\tau \in \Sigma$, то за лемою 1 отримуємо $Im\ \tau\sigma \leqslant Im\ \sigma$, а це в силу спадковості $\mathcal{P}$ означає що $\tau\sigma \in \lambda(\mathcal{P})$. Неважко пересвідчитись, що $s(\lambda(\mathcal{P})) = \mathcal{P}$. $\square$

З леми 3 випливає, що відображення

$$\lambda : \mathfrak{L}(\mathcal{S}_{\mathcal{F}}) \to Lat_l\Sigma$$

задане рівністю (4) є оберненим до s, тобто λs – тотожне перетворення на $\mathcal{F}(\mathcal{S}_{\mathcal{F}})$. Неважко перевірити, що $s\lambda$ тотожньо на $Lat_l\Sigma$. Таким чином, маємо таке твердження

Лема 4. *Відображення*

$$s : Lat_l\Sigma \to \mathfrak{L}(S_F),$$

що визначене умовою (3) бієктивне.

Відображення s визначаючи взаємно однозначну відповідність між елементами решіток $Lat_l\Sigma$ та $\mathfrak{L}(S_F)$, зберігає і відповідні операції в решітках. Тобто, має місце

Лема 5. *Для всіх* $\Lambda_1, \Lambda_2 \in Lat_l\Sigma$ *виконуються співвідношення:*

$$s(\Lambda_1 \cap \Lambda_2) = s(\Lambda_1) \cap s(\Lambda_2),$$

$$s(\Lambda_1 \cup \Lambda_2) = s(\Lambda_1) \cup s(\Lambda_2). \tag{4}$$

Д о в е д е н н я. Нехай $\sigma \in \Lambda_1 \cap \Lambda_2$, де $\Lambda_1, \Lambda_2 \in Lat_l\Sigma$. За означенням відображення s отримуємо $Im\ \sigma \in s(\Lambda_1) \cap s(\Lambda_2)$. Звідки $s(\Lambda_1 \cap \Lambda_2) \subset s(\Lambda_1) \cap s(\Lambda_2)$. Якщо, обернено, $H \in s(\Lambda_1) \cap s(\Lambda_2)$, то знайдуться $\sigma_1 \in \Lambda_1$, $\sigma_2 \in \Lambda_2$, для яких $H = Im\ \sigma_1 = Im\ \sigma_2$. Але тоді $\sigma_1 = \tau_1\sigma_2 \in \Lambda_2$, $\sigma_2 = \tau_2\sigma_1 \in \Lambda_1$, звідки $\sigma_1, \sigma_2 \in \Lambda_1 \cap \Lambda_2$ і, таким чином, $s(\Lambda_1) \cap s(\Lambda_2) \subset s(\Lambda_1 \cap \Lambda_2)$.

Аналогічно доводиться друге співвідношення. □

Враховуючи встановлені леми, можна тепер довести таке твердження

Теорема 2. *Решітка* $Lat_l\Sigma$ *лівих ідеалів напівгрупи* Σ *ендоморфізмів вільної групи* $F(X)$ *зчисленного рангу ізоморфна решітці* $\mathfrak{L}(S_F)$ *усіх спадкових множин підгруп групи* $F(X)$.

Д о в е д е н н я. Задамо відображення

$$s : Lat_l\Sigma \to \mathfrak{L}(S_F)$$

рівністю (3). За лемою 4 відображення s є бієктивним. За лемою 5 воно узгоджене з діями $\cap$ і $\cup$, що визначені в решітках $Lat_l\Sigma$ і $\mathfrak{L}(S_F)$. Отже це ізоморфізм решіток. □

Нехай тепер F_n – вільна група рангу n, S_F^n – множина всіх підгруп групи F, ранг яких не перевищує n (Зазначимо, що це є власне підмножина множини S_F, бо група F_n містить вільні підгрупи довільного скінченого та зчисленого рангів). Символом $\mathfrak{L}(S_F^n)$ позначимо решітку усіх спадкових множин підгруп із S_F^n. Має місце таке твердження

Теорема 3. *Решітка $Lat_l\Sigma^n$ лівих ідеалів напівгрупи Σ^n ендоморфізмів вільної групи F_n рангу n ізоморфна решітці $\mathfrak{L}(S_F^n)$ усіх спадкових множин підгруп з S_F^n.*

Доведення цієї теореми цілком подібне до доведення теореми 2 і ми його не наводимо.

3. Дамо тепер певну характеризацію правих ідеалів напівгрупи Σ.

Лема 6. *Нехай $(w_1, w_2, \ldots, w_n)$ – фіксований впорядкований набір незвідних слів з вільної групи F рангу n. Множина суперпозицій*

$$g(w_1, w_2, \ldots, w_n),\ g \in F,$$

збігається з підгрупою групи F, що породжена елементами $w_1, w_2, \ldots, w_n$.

Доведення очевидне.

Теорема 4. *Правий ідеали напівгрупи $End\,F$, який породжений ендоморфізмом $\alpha =< w_1, w_2, \ldots, w_n >$, є ізоморфний прямому степеню підгрупи групи F, яка породжена елементами $w_1, w_2, \ldots, w_n$.*

Д о в е д е н н я. Довільний елемент ідеалу $(\alpha)_r$ має зображення впорядкованими наборами слів із F вигляду

$$< g_1(w_1, \ldots, w_n), g_2(w_1, \ldots, w_n), \ldots, g_n(w_1, \ldots, w_n) >, \tag{5}$$

де $g_1(w_1, \ldots, w_n), g_2(w_1, \ldots, w_n), \ldots, g_n(w_1, \ldots, w_n)$ можуть бути будь-якими елементами групи F, причому незалежно один від одного. Звідси за лемою 6 дістаємо, що кожна компонента наборів виду (5) незалежно від інших пробігає підгрупу, що породжена $w_1, w_2, \ldots, w_n$. Це й означає, що множина таких наборів для дії суперпозиції є групою, яка ізоморфна прямому добутку груп $< w_1, w_2, \ldots, w_n >$. $\square$

Оскільки головні квазіідеали є перетином відповідних лівих і правих головних ідеалів, то з теорем 1 та 4 дістаємо таку характеризацію головних квазіідеалів напівгрупи Σ.

Теорема 5. *Головний квазіідеал напівгрупи ендоморфізмів вільної групи рангу* n, *який породжений ендоморфізмом* $\alpha =< w(x_1, x_2, \ldots, x_n), w_2(x_1, x_2, \ldots, x_n), \ldots, w_n(x_1, x_2, \ldots, x_n) >$, *складається з усіх узгоджених кортежів виду*

$$< w_1(g_1, g_2, \ldots, g_n), \ldots, w_n(g_1, g_2, \ldots, g_n >$$

кожна компонента яких міститься в підгрупі, що породжена елементами $w_1, w_2, \ldots, w_n$.

Доведення випливає безпосередньо з теорем 1 та 4.

Висновки

Виконаний опис лівих та правих ідеалів напівгрупи ендоморфізмів вільної групи дозволив визначити головний квазіідеал напівгрупи ендоморфізмів вільної групи породжений довільним ендоморфізмом.

Література

1. Глускин, Л. М. (1959). Полугруппы и кольца эндоморфизмов линейных пространств. Известия Российской академии наук. Серия математическая, 23(6), 841-870.
2. Глускин, Л. М. (1961) Полугруппы изотонных преобразований. Успехи мат. наук., 16(5). 157–162.
3. Валуцэ, И. И. (1963). Левые идеалы полугруппы эндоморфизмов свободной универсальной алгебры. Математический сборник, 62(3), 371-384.

Velychko V.Ye.

Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Left and right ideals of the semigroup of endomorphisms of a free group

The article describes the left and right ideals of the semigroup of endomorphisms of a free group and on their basis the main quasi-ideal semigroup of endomorphisms of a free group

Keywords: *free group, left ideals of semigroups, right ideals of semigroups, quasi-ideal semigroups.*

УДК 519.175

Кадубовський О.А.

канд. фізико-математичних наук, доцент каф. математики та інформатики, ДВНЗ «ДДПУ»

e-mail: kadubovs@ukr.net

ПЕРЕРАХУВАННЯ ДВОКОЛЬОРОВИХ ХОРДОВИХ O-ДІАГРАМ РОДУ 1, ЯКІ МАЮТЬ ТРИ СІРИХ (АБО ЧОРНИХ) ЦИКЛИ, ВІДНОСНО ДІЇ ГРУПИ ДІЕДРА

Для натуральних $n \geqslant 5$ встановлено формули підрахунку числа нееквівалентних 2-кольорових хордових O-діаграм (з n хордами), які мають лише три сірих (чорних) та $(n-4)$ чорних (відповідно сірих) циклів відносно дії діедральної групи (порядку $2n$). Крім того, для натуральних 5 і 6 в явному вигляді наведено всі неізоморфні та нееквівалентні діаграми із зазначених класів, а для $5 \leqslant n \leqslant 30$ — точні значення числа неізоморфних та відповідно нееквівалентних таких діаграм.

Ключові слова: *2-кольорова хордова O-діаграма з n хордами, род діаграми, цикл діаграми, група діедра.*

Вступ

Нагадаємо, що *хордовою діаграмою* або, коротко, n-діаграмою називають конфігурацію на площині, що складається з кола, $2n$ точок на ньому (які є вершинами правильного $2n$-кутника) та n хорд, що сполучають вказані точки. Хордові діаграми називають *ізоморфними*, якщо одну можна одержати з іншої в результаті повороту. Діаграми називають *еквівалентними*, якщо їх можна сумістити за допомогою повороту, дзеркального відбиття, або ж їх композиції.

Питаннями переліку певних класів хордових n-діаграм (відносно дії циклічної групи порядку $2n$ та діедральної групи порядку $4n$) займалась ціла низка відомих математиків: T.R.S. Walsh, A.B. Lehman, J. Riordan, J. Harer, D. Zagier. Серед сучасників слід виділити авторів робіт [6], [2], [7], [4], [1].

Задачі про підрахунок числа неізоморфних та нееквівалентних n-діаграм були повністю розв'язані у 1997–1998 рр. в роботах [6], [4], [2], [7]. Формули для підрахунку числа неізоморфних *планарних* (роду 0), *тороїдальних* (роду 1) n-діаграм та $2m$-діаграм *максимального роду* m було встановлено у 2000 р. в роботі [2]. Причому задача про підрахунок числа нееквівалентних діаграм *максимального роду* була повністю розв'язана лише у 2017 р. в роботі [5].

Крім того, слід констатувати, що *одержання явних формул для підрахунку числа неізоморфних (а тому і нееквівалентних)*, зокрема двокольорових, n-діаграм *фіксованого роду* виявилося досить складною задачею і в загальному випадку до сьогодні *нерозв'язаною проблемою.*

Для **двокольорових** діаграм найбільш вагомими є наступні результати:

задачі про підрахунок числа неізоморфних та нееквівалентних O- і N-діаграм (відповідно) повністю розв'язано в 2010 р. у роботі [10];

формули для підрахунку числа неізоморфних та нееквівалентних O-діаграм (N-діаграм), які мають *точно один цикл певного кольору* (чорний або ж сірий) одержано в 2010 та 2012 рр. у роботах [11] і [12] відповідно;

формули для підрахунку числа неізоморфних та нееквівалентних *планарних* O-діаграм (з n хордами) було встановлено у 2000 р. в роботі [1]; проте питання про узагальнення цієї задачі на випадок фіксованого числа чорних (або ж сірих) циклів було повністю розв'язано лише у 2014 р. в роботі [13];

задача про підрахунок числа неізоморфних O-діаграм *максимального роду* (з одним чорним та одним сірим циклом) була розв'язана у 2006 р. в роботі [9], а про число нееквівалентних таких діаграм — лише у 2015 р. в [14].

Слід зазначити, що навіть для класу $\Im^{n,1}_{k;l}$ O-діаграм (з n хордами) роду 1, які мають *точно* k чорних (або ж сірих) та $l = n-k-1$ сірих (відповідно чорних) циклів, питання про підрахунок числа нееквівалентних діаграм відносно дії циклічної та діедральної груп в загальному випадку **залишаються відкритими**. Явні формули для підрахунку числа неізоморфних та нееквівалентних діаграм з класів $\Im^{n,1}_{n-2;1}$ та $\Im^{n,1}_{n-3;2}$ (для початкових $l = 1$ та $l = 2$) одержано в роботах [15] і [16] відповідно.

Крім того, нерозв'язними залишаються й задачі про підрахунок числа неізоморфних та нееквівалентних діаграм з більш ємного класу $\Im^{n,1}$ двокольорових хордових O-діаграм (з n хордами) роду 1 (без фіксації кількості чорних та/або сірих циклів).

Дана стаття є логічним продовженням робіт [15] і [16] та присвячена встановленню формул для підрахунку числа неізоморфних та нееквівалентних діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$. А її основною метою — виклад одержаних результатів, анонсованих автором в роботі [17].

2. Основна частина

В подальшому через $\Im^{n,g}_{k,l}$ будемо позначати клас двокольорових хордових O-діаграм (з n хордами) роду $g = \dfrac{n+1-k-l}{2}$, які мають точно l сірих та k чорних циклів.

Більш детально з основними поняттями та попередніми відомостями з теорії переліку двокольорових хордових діаграм, можна ознайомитися в роботах [10], [15], [16].

2.1. Число діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ та його характеристичні підкласи

У 1997 р. в роботі [8, С. 4] вперше встановлено рекурентні формули, за допомогою яких є принципово можливим підрахунок числа діаграм з класу $\Im^{n,g}_{k,l}$ ($2g = n+1-k-l$).

Крім того, для початкових $g = 0;1;2;3$ в [8, С. 8-9] встановлено явні формули, які пізніше також були одержані та уточнені й в [3, С. 833]. Так, наприклад, для випадку $g = 1$ в роботі [3] наведено наступну формулу

$$t(n;k,l) = \left|\Im^{n,1}_{k,l}\right| = \frac{1}{3!}\cdot C^2_{n+1}\cdot C^{k-1}_{n-1}\cdot C^{l-1}_{n-1}, \tag{1}$$

звідки маємо, що число $t(n) = t(n;n-4,3)$ діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ можна знайти за формулою

$$t(n;n-4,3) = \frac{1}{3!}\cdot C^2_{n+1}\cdot C^{n-5}_{n-1}\cdot C^{3-1}_{n-1} = \frac{1}{3!}\cdot C^2_{n+1}\cdot C^4_{n-1}\cdot C^2_{n-1} =$$

$$= \frac{5}{4}(n-1)(n-2)C^6_{n+1} = t(n). \tag{2}$$

Зауваження 1. *Оскільки діаграми з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ (крім 3 сірих циклів) мають точно $k = n-4$ чорних циклів (які містять всі n чорних дуг двокольорового $2n$-шаблону), то кожна з таких діаграм може мати лише один з наступних наборів чорних циклів:*

або один 5-*цикл (довжини 5) та* $(n-5)$ 1-*циклів (довжини 1);*

або один 4-*цикл,* один 2-*цикл та* $(n-6)$ 1-*циклів;*

або два 3-*цикли та* $(n-6)$ 1-*циклів;*

або один 3-*цикл,* два 2-*цикли та* $(n-7)$ 1-*циклів;*

або чотири 2-*цикли та* $(n-8)$ 1-*циклів.*

Таким чином, всі діаграми з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ умовно можна поділити на п'ять зазначених вище класів — A, B, D, E та F відповідно.

Більше того, якісний аналіз можливих типів діаграм із класів A, B, D, E і F дозволяє виділити лише 34 характеристичних підкласи (об'єднання яких дає $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ та перетин будь-яких двох із них є порожньою множиною), типові представники яких зображено на рис. 1 нижче та (заради зручності) позначено у спосіб: $A1-A3$, $B1-B8$, $D1-D4$, $E1-E10$ та $F1-F9$ відповідно.

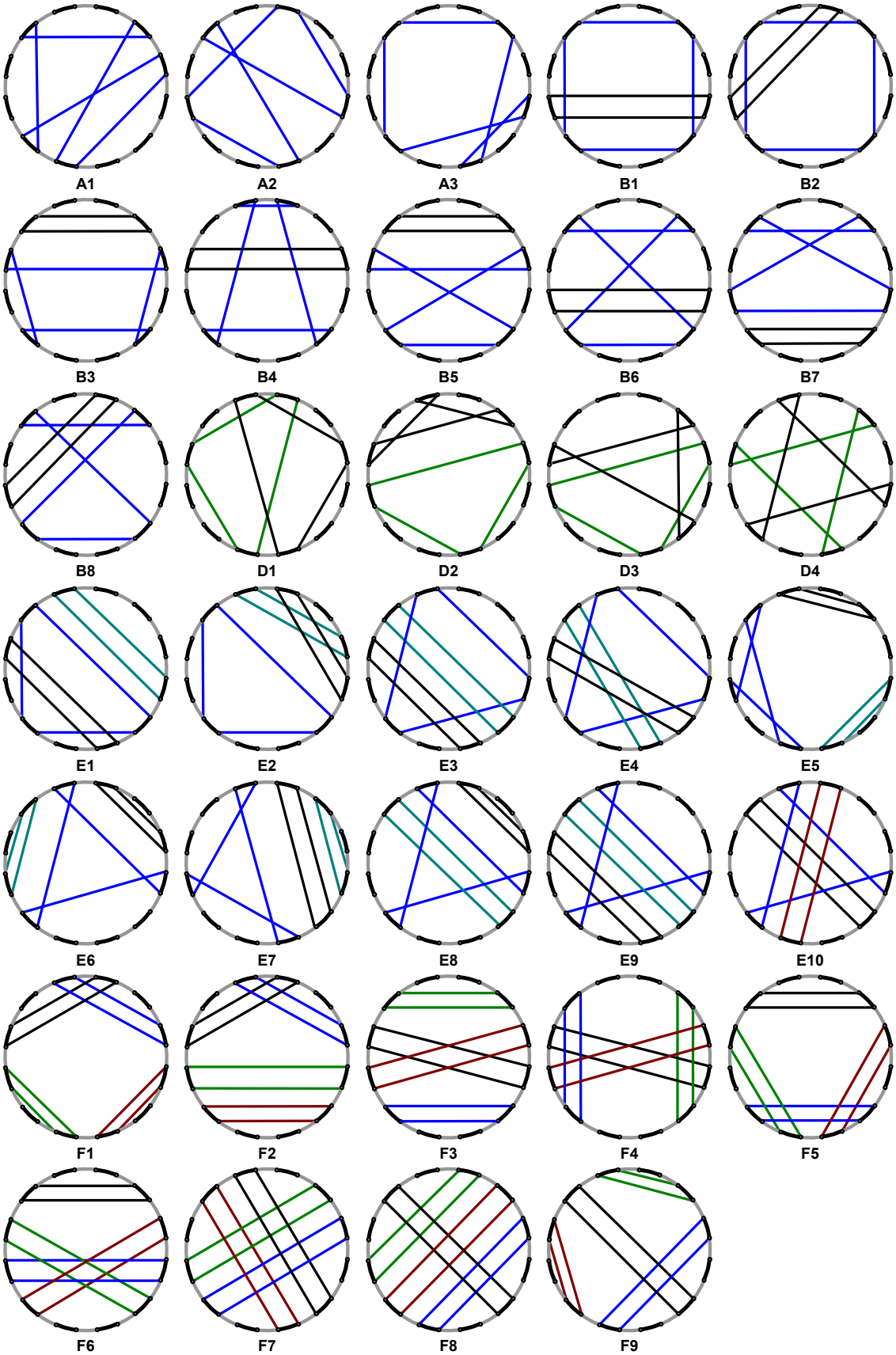


Рис. 1: типові представники характеристичних підкласів діаграм з класу $\mathcal{S}^{n,1}_{n-4;3}$

2.2. Число неізоморфних діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$

За лемою Бернсайда (див. напр. [2], [10], [11]) число $t^*(n)$ неізоморфних (нееквівалентних відносно дії циклічної групи порядку n) діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ можна знайти за допомогою співвідношення

$$t^*(n) = \frac{1}{n}\left(t(n) + \sum_{i|n,\ i\neq n} \phi\left(\frac{n}{i}\right)\cdot \rho\,(n,i)\right), \tag{3}$$

де $t(n) = \left|\Im^{n,1}_{n-4;3}\right|$; $\phi(q)$ — функція Ейлера (кількість натуральних менших за q чисел, взаємнопростих із ним), а $\rho\,(n,i)$ — число тих діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, які самосуміщуються при повороті (за годинниковою стрілкою) на кут $\omega(n,i) = \frac{2\pi}{2n}\cdot 2i = 2\pi\cdot\frac{i}{n}$.

Очевидно, що для дільників $i \neq n$ числа n кут $\omega(n,i) \leqslant 180^0$. Більше того, поклавши $j = \frac{n}{i}$, співвідношення (3) можна подати у вигляді

$$t^*(n) = \frac{1}{n}\left(t(n) + \sum_{j|n,\ j\neq 1} \phi(j)\cdot \rho\left(n, \tfrac{n}{j}\right)\right), \tag{4}$$

де $\rho\left(n, \frac{n}{j}\right)$ — число тих діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, які самосуміщуються при повороті (за годинниковою стрілкою) на кут $\omega\left(n, \frac{n}{j}\right) = \frac{2\pi}{j}$.

Теорема 1. *Для натуральних $n \geqslant 5$ число $t^*(n)$ неізоморфних (нееквівалентних відносно дії циклічної групи порядку n) діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ можна обчислити за формулою*

$$t^*(n) = \frac{1}{n}\left(\frac{5}{4}(n-1)(n-2)C^6_{n+1} + \sum_{j|n,\ j\in\{2;3;4;6\}} \phi(j)\cdot \rho\left(n, \tfrac{n}{j}\right)\right), \tag{5}$$

де: $\phi(q)$ — функція Ейлера; $\forall j \in N : \frac{n}{j} \notin N$ величини $\rho\left(n, \frac{n}{j}\right) \equiv 0$, а $\forall j \in \{2;3;4;6\} : \frac{n}{j} \in N$ величини $\rho\left(n, \frac{n}{j}\right)$ визначаються за допомогою співвідношень

$$\begin{aligned} &\rho\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = \frac{n(n-2)^2(n-4)}{192}, \quad \rho\left(n, \tfrac{n}{3}\right) = \frac{n(n-3)}{18}, \\ &\rho\left(n, \tfrac{n}{4}\right) = \frac{n(n-4)}{16}, \qquad\qquad \rho\left(n, \tfrac{n}{6}\right) = \frac{n}{6}. \end{aligned} \tag{6}$$

Доведення. Не важко переконатися, що серед діаграм з характеристичних підкласів $A1, A2, A3$; $B2, B3$, $B5-B8$, $D1-D3$, $E1-E10$, $F1, F2, F5, F8$ та $F9$ взагалі немає таких, які самосуміщуються при повороті на певний кут

$$\omega_j = \omega\left(n, \tfrac{n}{j}\right) = \tfrac{2\pi}{j} < 2\pi, \quad \text{при} \quad j \in \{2, ..., n\}.$$

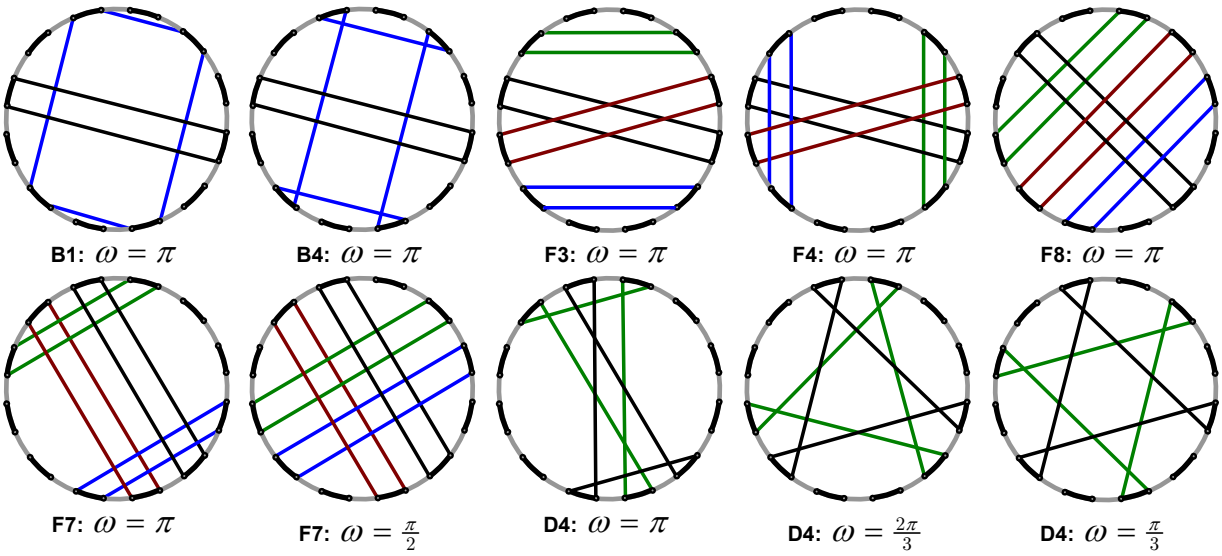


Рис. 2: всі типи діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, які самосуміщуються при повороті на кут $\omega \leqslant \pi$

1) Діаграми з підкласів $B1$ та $B2$ самосуміщуються при повороті на певний кут $\omega_j < 2\pi$ лише за умов, коли n ділиться на 2, а поворот здійснюється на кут $\omega = \frac{2\pi}{2}$ (при $j = 2$); для натуральних $n = 2k \geqslant 6$ число таких діаграм (для кожного з підкласів $B1$ та $B2$) становить $3 \cdot C_k^3$; звідки для натуральних $\frac{n}{2} \geqslant 3$ число зазначених діаграм становить

$$\rho_{B1}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = \rho_{B4}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = 3 \cdot C^3_{\frac{n}{2}}.$$

2) Діаграми з підкласів $F3$, $F4$ та $F8$ самосуміщуються при повороті на певний кут $\omega_j < 2\pi$ лише за умов, коли n ділиться на 2, а поворот здійснюється на кут $\omega = \frac{2\pi}{2}$ (при $j = 2$); для натуральних $n = 2k \geqslant 8$ число таких діаграм (для кожного з підкласів $F3$, $F4$ та $F8$) становить $4 \cdot C_k^4$; звідки для натуральних $\frac{n}{2} \geqslant 4$ число зазначених діаграм становить

$$\rho_{F3}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = \rho_{F4}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = \rho_{F8}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = 4 \cdot C^3_{\frac{n}{2}}.$$

3) Діаграми з підкласу $F7$ самосуміщуються при повороті на певний кут $\omega_j < 2\pi$ лише за умов, коли n ділиться на 2 або ж на 4. Причому:

в 1-му випадку поворот здійснюється на кут $\omega = \frac{2\pi}{2}$ (при $j = 2$);

в 2-му випадку — на кут $\omega = \frac{2\pi}{4}$ (при $j = 4$).

Крім того, не важко перевірити, що:

в 1-му випадку для $n = 2k \geqslant 8$ число відповідних діаграм становить $2 \cdot C_k^4$; звідки для натуральних $\frac{n}{2} \geqslant 4$ число зазначених діаграм становить

$$\rho_{\mathbf{F7}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = 2 \cdot C_{\frac{n}{2}}^4;$$

в 2-му випадку для $n = 4k \geqslant 8$ число відповідних діаграм становить $2 \cdot C_k^2$; звідки для натуральних $\frac{n}{4} \geqslant 2$ число зазначених діаграм становить

$$\rho_{\mathbf{F7}}\left(n, \tfrac{n}{4}\right) = 2C_{\frac{n}{4}}^2 = \frac{n(n-4)}{16}.$$

4) Діаграми з підкласу $D4$ самосуміщуються при повороті на певний кут $\omega_j < 2\pi$ лише за умов, коли n ділиться на 2, 3 або ж на 6. Причому:

в 1-му випадку поворот здійснюється на кут $\omega = \frac{2\pi}{2}$ (при $j = 2$);

в 2-му випадку — на кут $\omega = \frac{2\pi}{3}$ (при $j = 3$);

в 3-му випадку — на кут $\omega = \frac{2\pi}{6}$ (при $j = 6$).

Не важко перевірити, що:

в 1-му випадку для $n = 2k \geqslant 6$ число відповідних діаграм становить C_k^3; звідки для натуральних $\frac{n}{2} \geqslant 3$ число зазначених діаграм становить

$$\rho_{\mathbf{D4}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = C_{\frac{n}{2}}^3;$$

в 2-му випадку для $n = 3k \geqslant 6$ число відповідних діаграм становить C_k^2; звідки для натуральних $\frac{n}{3} \geqslant 2$ число зазначених діаграм становить

$$\rho_{\mathbf{D4}}\left(n, \tfrac{n}{3}\right) = C_{\frac{n}{3}}^2 = \frac{n(n-3)}{18};$$

в 3-му випадку для $n = 6k \geqslant 6$ число відповідних діаграм становить C_k^1; звідки для натуральних $\frac{n}{6} \geqslant 1$ число зазначених діаграм становить

$$\rho_{\mathbf{D4}}\left(n, \tfrac{n}{6}\right) = \frac{n}{6}.$$

Таким чином маємо, що:

$$\rho\left(n, \tfrac{n}{6}\right) = \rho_{\mathbf{D4}}\left(n, \tfrac{n}{6}\right) = \frac{n}{6}; \qquad \rho\left(n, \tfrac{n}{4}\right) = \rho_{\mathbf{F7}}\left(n, \tfrac{n}{4}\right) = \frac{n(n-4)}{16};$$

$$\rho\left(n, \tfrac{n}{3}\right) = \rho_{\mathbf{D4}}\left(n, \tfrac{n}{3}\right) = \frac{n(n-3)}{18};$$

$$\rho\left(n, \tfrac{n}{2}\right) = \rho_{\mathbf{B1}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) + \rho_{\mathbf{B4}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) + \rho_{\mathbf{D4}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) +$$
$$+\rho_{\mathbf{F3}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) + \rho_{\mathbf{F4}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) + \rho_{\mathbf{F7}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) + \rho_{\mathbf{F8}}\left(n, \tfrac{n}{2}\right) =$$
$$= 3 \cdot C_{\frac{n}{2}}^3 + 3 \cdot C_{\frac{n}{2}}^3 + 1 \cdot C_{\frac{n}{2}}^3 + 4 \cdot C_{\frac{n}{2}}^4 + 4 \cdot C_{\frac{n}{2}}^4 + 2 \cdot C_{\frac{n}{2}}^4 + 4 \cdot C_{\frac{n}{2}}^4 =$$
$$= 7 \cdot C_{\frac{n}{2}}^3 + 14 \cdot C_{\frac{n}{2}}^4 = \frac{n(n-2)^2(n-4)}{192}. \qquad \square$$

Зауваження 2. *Оскільки клас $\Im_{k;l}^{n,1}$ $(n = k+l+1)$ двокольорових O-діаграм є підмножиною класу («звичайних») хордових n-діаграм роду 1, то, з урахуванням результатів робіт [2], [15] і [16], є всі підстави стверджувати:*

якщо діаграма з класу $\Im_{k;l}^{n,1}$ самосуміщується при повороті на певний кут $\varphi < 360^0$, то цей кут обов'язково 60^0 або 90^0, або 120^0, або ж 180^0.

2.3. Число нееквівалентних діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$

Застосовуючи лему Бернсайда (див. напр. [2], [10], [11]), не важко встановити, що число $t^{**}(n)$ нееквівалентних (відносно дії діедральної групи) діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ можна визначити за допомогою співвідношень

$$t^{**}_n = \tfrac{1}{2}\left(t^*(n) + S(n)\right), \tag{7}$$

де $t^*(n)$ — число неізоморфних діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-3;2}$,

$$S(n) = \begin{cases} s_0(n), & n = 2m+1 \\ \frac{1}{2}(s_1(n) + s_2(n)), & n = 2m, \end{cases} \tag{8}$$

$s_0(n)$ – число тих діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, що є симетричними відносно **фіксованої осі симетрії**, яка проходить через середини протилежних чорної та сірої дуг 2-кольорового $2n$-шаблону;
$s_1(n)$ ($s_2(n)$) — число тих діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, що є симетричними відносно **фіксованої осі симетрії**, яка проходить через середини протилежних сірих (відповідно чорних) дуг 2-кольорового $2n$-шаблону.

Таким чином, з урахуванням співвідношень $(7), (8)$ та встановлених формул $(5), (6)$ для обчислення величини $t^*(n)$, задача про підрахунок числа $t^{**}(n)$ нееквівалентних діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$ зводиться до задач про підрахунок величин $s_0(n)$, $s_1(n)$, $s_2(n)$.

Лема 1. *Нехай $n = 2m+1$. Тоді число $s_0(n)$ діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, що є симетричними відносно фіксованої осі симетрії, яка проходить через середини протилежних чорної та сірої дуг 2-кольорового $2n$-шаблону, можна обчислити за формулою*

$$s_0(n) = \tfrac{1}{192}(n-1)(n-3)(7n^2 + 8n - 143). \tag{9}$$

Доведення. Всі діаграми з класу $\Im^{n,1}_{n-3;2}$, що є симетричними відносно фіксованої осі симетрії, яка проходить через середини протилежних чорної та сірої дуг 2-кольорового $2n$-шаблону ($n = 2m+1$), вичерпуються діаграмами, зображеними на рис. 3 та (заради зручності) позначеними у спосіб $1.1-1.3$, $2.1-2.23$ та $3.1-3.14$.

Оскільки $n = 2m+1$, то *сумарне* число $s_0(n)$ діаграм зазначених типів становить

$$3 \times C^2_{\frac{n-1}{2}} + 23 \times C^3_{\frac{n-1}{2}} + 14 \times C^4_{\frac{n-1}{2}} = 3 \times C^2_m + 23 \times C^3_m + 14 \times C^4_m =$$
$$= \tfrac{1}{12} m(m-1)(7m^2 + 11m - 32),$$

звідки, з урахуванням рівності $m = \frac{n-1}{2}$, одержуємо, що

$$s_0(n) = \frac{1}{192}(n-1)(n-3)(7n^2+8n-143).$$

□

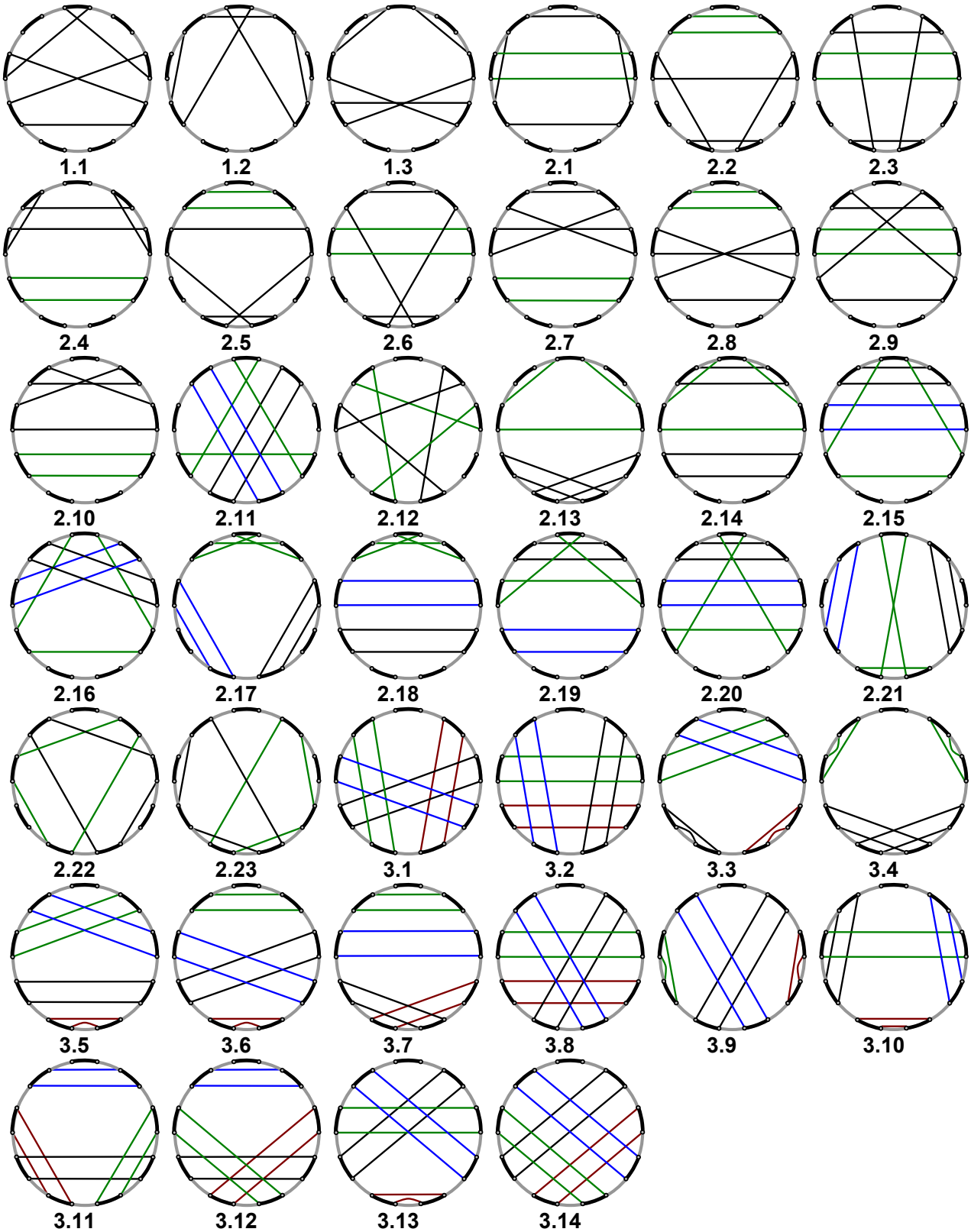


Рис. 3: до леми 1

Лема 2. *Нехай* $n = 2m$. *Тоді мають місце рівності*

$$s_1(n) = \frac{1}{192} n(n-2)(n-4)(7n+10), \tag{10}$$

$$s_2(n) = \frac{1}{192}(n-2)(n-4)(7n^2+50n-240); \tag{11}$$

$$\frac{1}{2}\left(s_1(n)+s_2(n)\right) = \frac{1}{192}(n-2)(n-4)(7n^2+30n-120). \tag{12}$$

Доведення. Всі діаграми з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, що є симетричними відносно фіксованої осі симетрії, яка проходить через середини протилежних **сірих** дуг 2-кольорового $2n$-шаблону, вичерпуються діаграмами, зображеними на рис. 4 та (заради зручності) позначеними у спосіб 1.1–1.13 та 2.1–2.14.

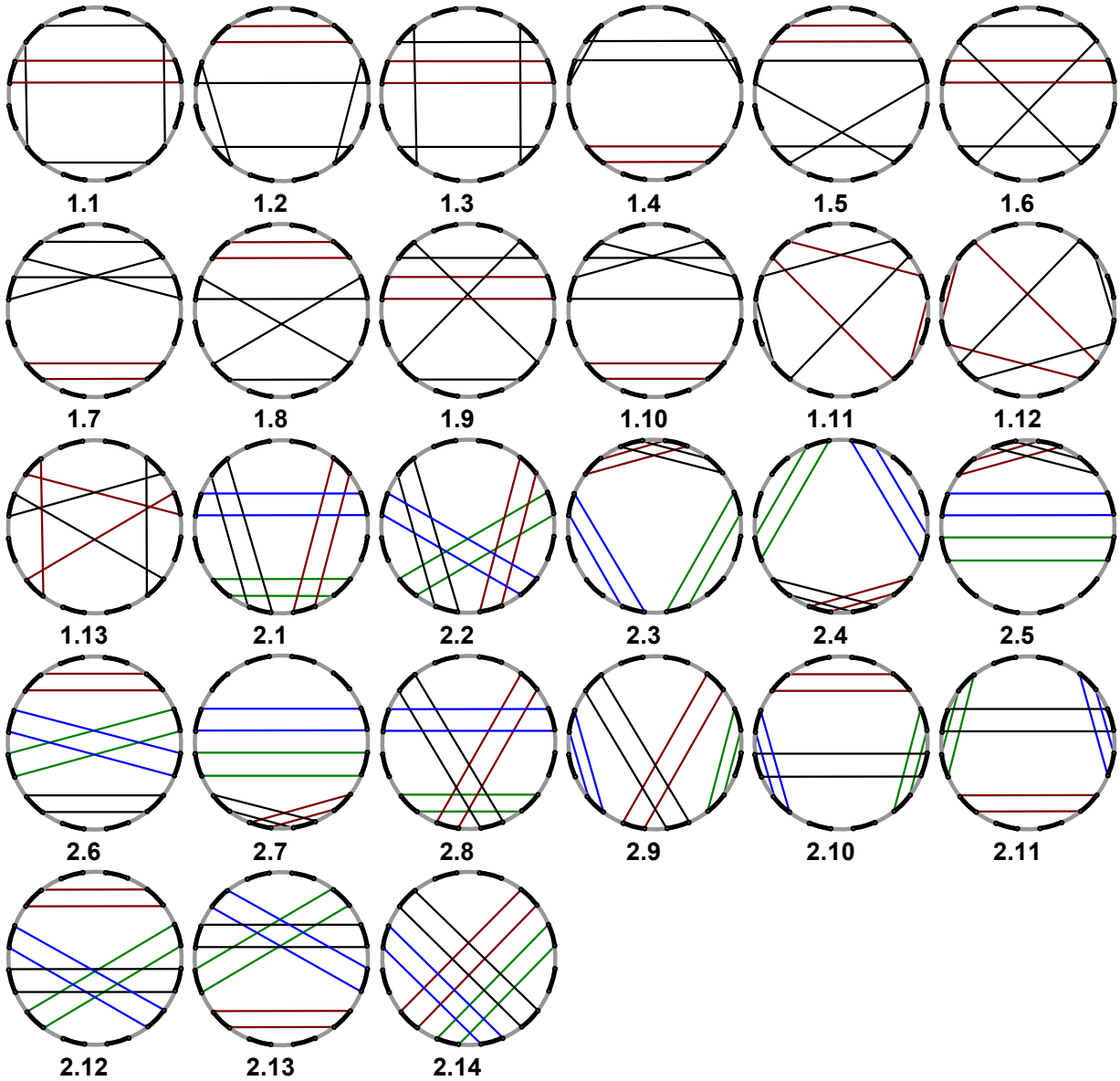


Рис. 4: до леми 2

Оскільки $n = 2m$, то *сумарне* число $s_1(n)$ діаграм зазначених типів становить

$$13 \times C^3_{\frac{n}{2}} + 14 \times C^4_{\frac{n}{2}} = 13 \times C^3_m + 14 \times C^4_m = \tfrac{1}{4!}m(m-1)(m-2)(10+14m),$$

звідки, з урахуванням рівності $m = \frac{n}{2}$, одержуємо, що

$$s_1(2m) = s_1(n) = \tfrac{1}{192}n(n-2)(n-4)(7n+10).$$

Діаграми з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$, що є симетричними відносно фіксованої осі симетрії, яка проходить через середини протилежних **чорних** дуг 2-кольорового $2n$-шаблону, вичерпуються діаграмами, зображеними на рис. 5 і 6 та позначеними у спосіб 1.1–1.13, 2.1–2.14 та 3.1–3.37 відповідно.

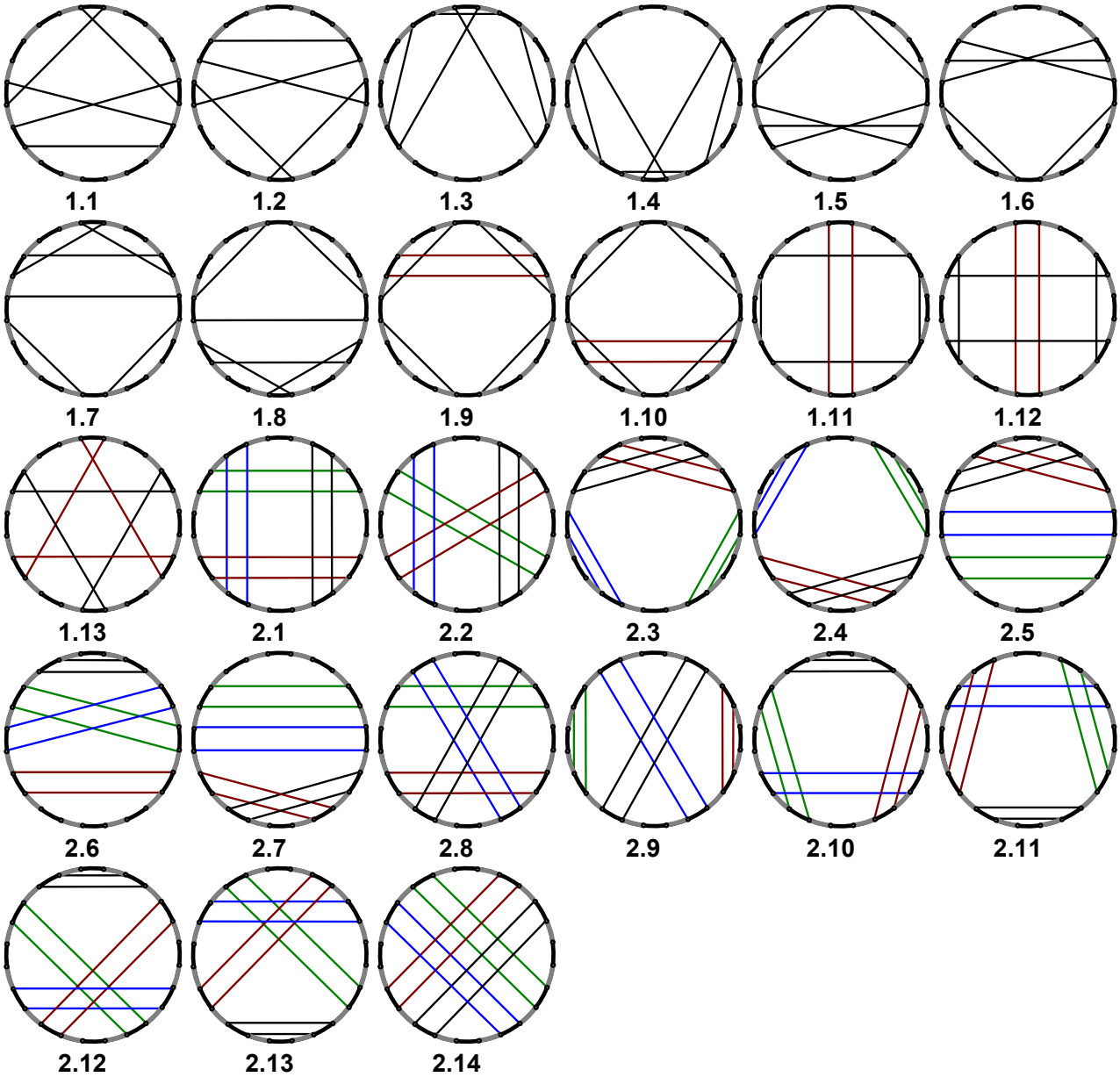


Рис. 5: до леми 2

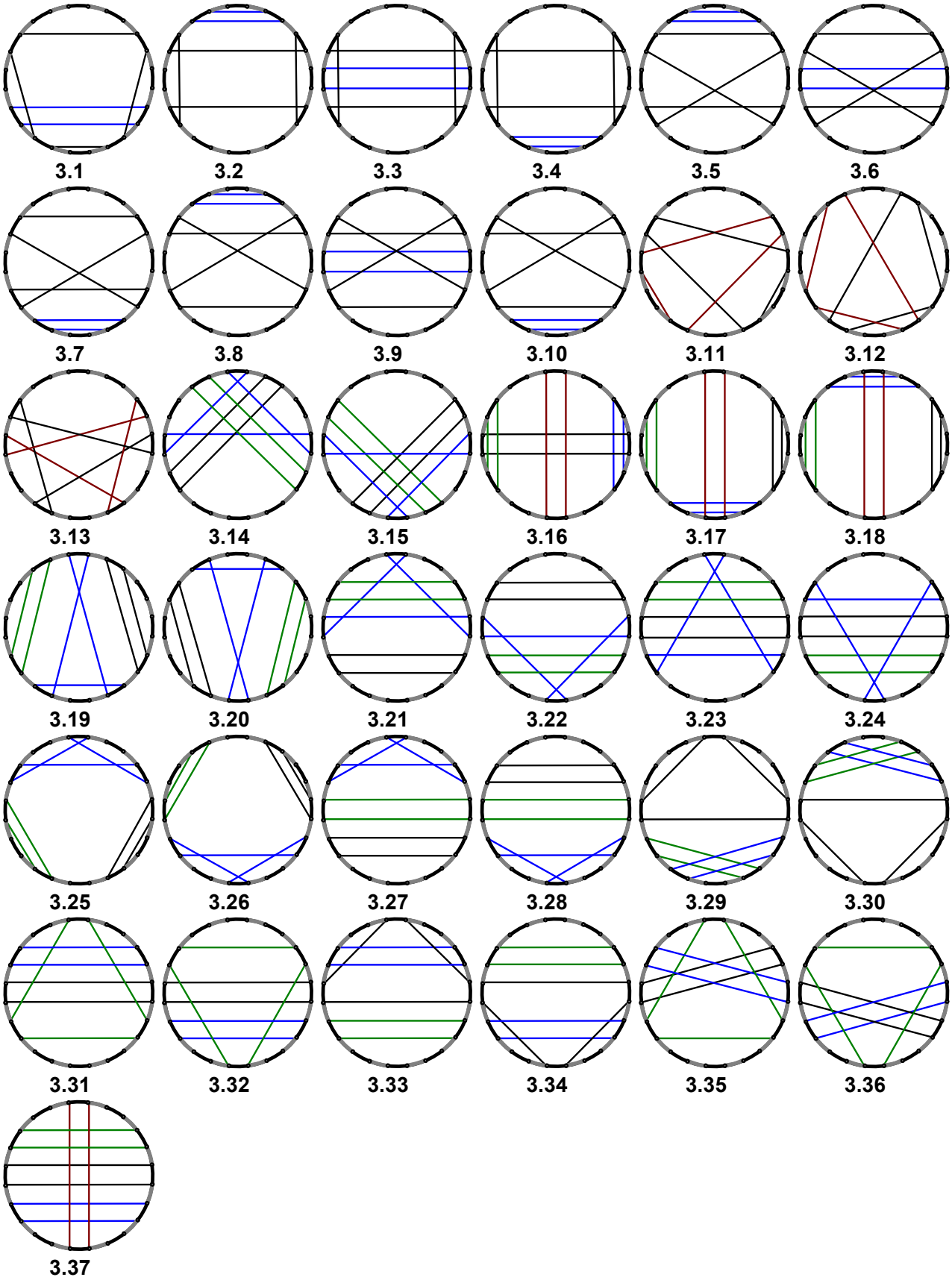


Рис. 6: до леми 2

Оскільки $n = 2m$, то *сумарне* число $s_2(n)$ діаграм зазначених типів становить

$$13 \times C^2_{\frac{n-2}{2}} + 14 \times C^4_{\frac{n-2}{2}} + 37 \times C^3_{\frac{n-2}{2}} = 13 \times C^2_{m-1} + 14 \times C^4_{m-1} + 37 \times C^3_{m-1} =$$

$$= \tfrac{1}{12}(m-1)(m-2)(7m^2 + 25m - 60)\,,$$

звідки, з урахуванням рівності $m = \frac{n}{2}$, одержуємо, що

$$s_2(2m) = s_2(n) = \frac{1}{192}(n-2)(n-4)(7n^2 + 50n - 240).$$

Крім того, безпосередньою перевіркою не важко переконатися, що

$$\frac{1}{2}\left(s_1(n) + s_2(n)\right) = \frac{1}{192}(n-2)(n-4)(7n^2 + 30n - 120).$$

□

З урахуванням співвідношень (7), (8) та лем 1 і 2, має місце

Теорема 2. *Для натуральних $n \geqslant 5$ число $t^{**}(n)$ нееквівалентних (відносно дії діедральної групи) діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$. можна обчислити за формулою*

$$t^{**}(n) = \frac{1}{2}\left(t^*(n) + S(n)\right), \tag{13}$$

де $t^*(n)$ визначається за формулами (5), (6), а

$$S(n) = \begin{cases} \dfrac{1}{192}(n-1)(n-3)(7n^2 + 8n - 143), & n = 2m+1 \\ \dfrac{1}{192}(n-2)(n-4)(7n^2 + 30n - 120), & n = 2m. \end{cases} \tag{14}$$

3. Додатки та прикінцеві зауваження

Зауваження 3. *За допомогою одержаних формул можна підрахувати й число нееквівалентних діаграм з класу $\Im^{n,1}_{3;n-4}$*

Повторюючи міркування, аналогічні наведеним в роботі [4], не важко встановити справедливість наступного твердження

Твердження 1. *При $n \to \infty$ величини $t^{**}(n)$ та*

$$\delta(n) = \frac{t(n)}{2n} = \frac{(n+1)\cdot(n-1)^2\cdot(n-2)^2\cdot(n-3)\cdot(n-4)}{1152}$$

є еквівалентними нескінченно великими величинами.

n	$t(n)$	$t^*(n)$	$t^{**}(n)$
5	15	3	3
6	175	31	22
7	1 050	150	91
8	4 410	557	314
9	14 700	1 634	879
10	41 580	4 172	2 196
11	103 950	9 450	4 890
12	235 950	19 694	10 107
13	495 495	38 115	19 415
14	975 975	69 765	35 405
15	1 821 820	121 456	61 407
16	3 248 700	203 131	102 507
17	5 569 200	327 600	164 976
18	9 224 880	512 626	257 881
19	14 825 700	780 300	392 052
20	23 197 860	1 160 084	582 502
21	35 441 175	1 687 677	846 756
22	52 997 175	2 409 225	1 208 295
23	77 729 190	3 379 530	1 694 055
24	112 015 750	4 667 681	2 339 148
25	158 858 700	6 354 348	3 183 268
26	222 007 500	8 539 212	4 277 020
27	306 101 250	11 337 086	5 676 954
28	416 830 050	14 887 382	7 453 779
29	561 117 375	19 348 875	9 685 767
30	747 325 215	24 911 587	12 469 216

Табл. 1: початкові значення величин $t(n)$, $t^*(n)$ та $t^{**}(n)$

Нижче на рис. 7 та 8 в явному вигляді наведено всі неізоморфні (нееквівалентні відносно дії циклічної групи / «поворотів») діаграми з класів $\Im_{1;3}^{5,1}$ та $\Im_{2;3}^{6,1}$ відповідно.

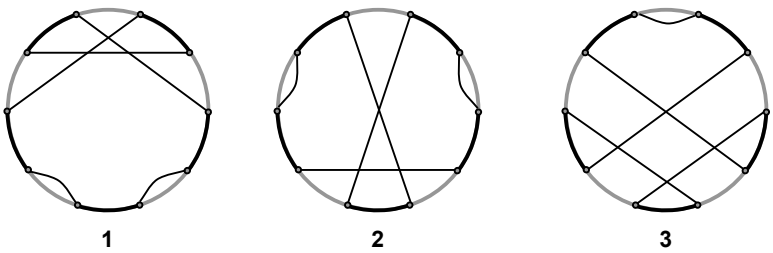


Рис. 7: всі неізоморфні (нееквівалентні) діаграми з класу $\Im_{1;3}^{5,1}$

Очевидно, що:
у випадку $n = 5$ всі вони (неізоморфні) є також і нееквівалентними (відносно дії діедральної групи);

у випадку $n = 6$ з 31 неізоморфних діаграм пари $\{14; 15\}$, $\{16; 17\}$, $\{19; 20\}$, $\{21; 22\}$, $\{18; 23\}$, $\{24; 5\}$, $\{26; 27\}$, $\{28; 29\}$ та $\{30; 31\}$ є еквівалентними, а тому існує лише $31 - 9 = 22$ нееквівалентні діаграми з класу $\mathfrak{S}_{2;3}^{6,1}$.

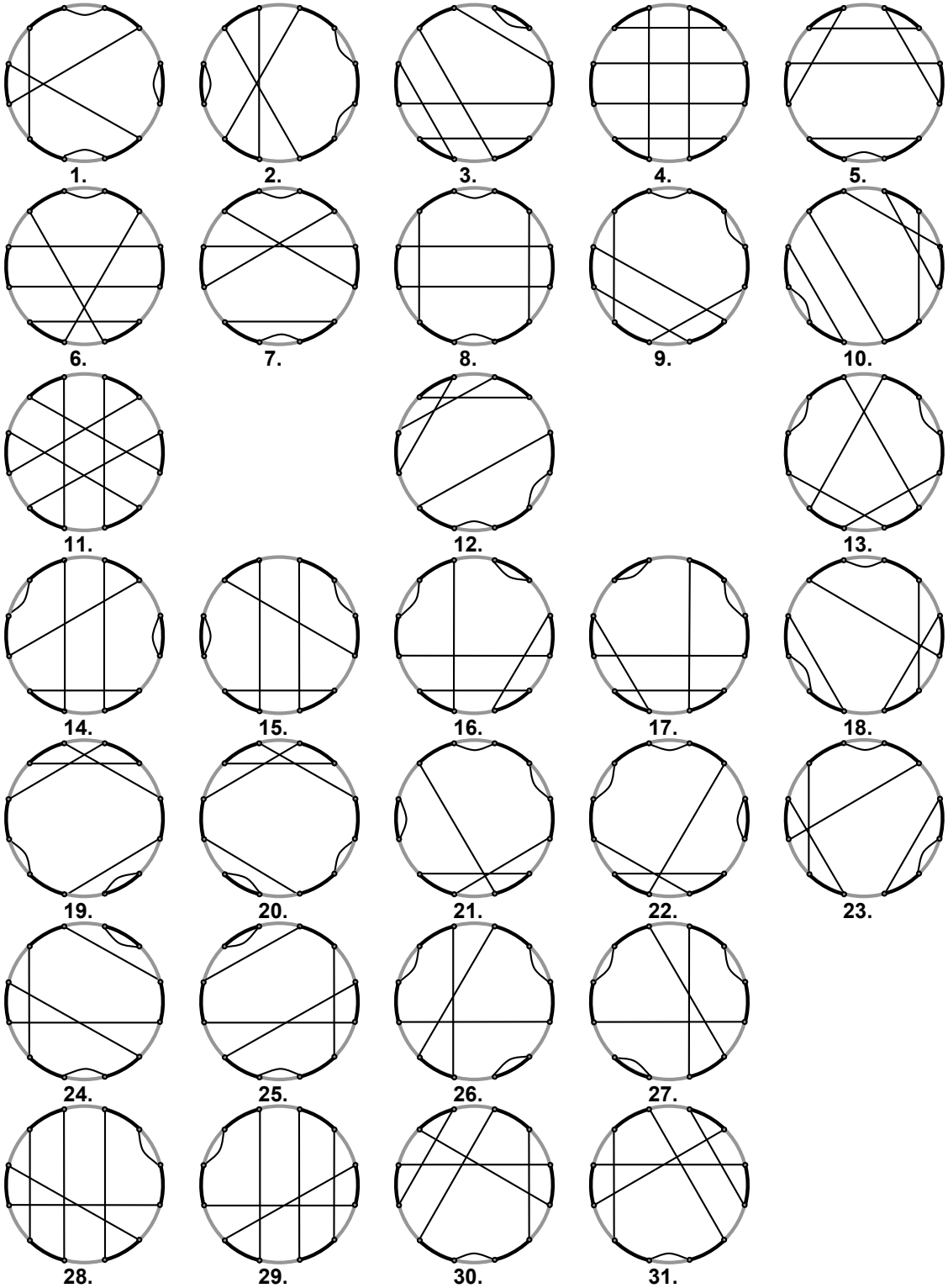


Рис. 8: всі неізоморфні діаграми з класу $\mathfrak{S}_{2;3}^{6,1}$

Висновки

Таким чином, в представленій роботі повністю розв'язано задачі про підрахунок числа неізоморфних та нееквівалентних діаграм з класу $\Im^{n,1}_{n-4;3}$.

Крім того, для $n = 5$ та $n = 6$ в явному вигляді наведено всі неізоморфні та нееквівалентні діаграми з відповідних класів, а для $5 \leqslant n \leqslant 30$ — точні значення числа неізоморфних та нееквівалентних таких діаграм.

Цілком природно подальшу роботу спрямувати на узагальнення одержаних результатів для класу $\Im^{n,g}_{k,l}$ на випадок довільного $1 \leqslant l \leqslant n-2$.

Література

1. *Callan D., Smiley L.* Noncrossing partitions under reflection and rotation; preprint, arXiv:math/0510447 [math.CO], 2000.
2. *Cori R., Marcus M.* Counting non-isomorphic chord diagrams. Theoretical Computer Science. 1998. Vol. 204. P. 55–73.
3. *Goupil A., Schaeffer G.* Factoring n-cycles and counting maps of given genus. European Journal of Combinatorics. 1998. Vol. 19, No. 7. P. 819–834.
4. *Khruzin A.* Enumeration of chord diagrams; preprint, arXiv:math/0008209 [math.CO], 1998.
5. *Krasko E.* Counting Unlabelled Chord Diagrams of Maximal Genus; preprint, arXiv:1709.00796 [math.CO], 2017.
6. *Li B., Sun H.* Exact number of chord diagrams and an estimation of the number of spine diagrams of order n. Chinese Science Bulletin. 1997. Vol. 42, No. 9. P. 705–720.
7. *Stoimenov A.* Enumeration of chord diagrams and an upper bound for Vassiliev invariants. Journal of Knot and its Ramifications. 1998. Vol. 7, No. 1. P. 93–114.
8. *Адрианов Н. М.* Аналог формулы Харера-Цагира для одноклеточных двукрашенных карт. Функциональный анализ и его приложения. 1997. Том 31, № 3. С. 1–9.
9. *Кадубовський О.* Про один клас хордових діаграм максимального роду. Вісник Київського університету Серія: фізико-математичні науки. 2006. Вип. 1. С. 17–27.
10. *Кадубовський О. А., Сторожилова О. В., Сторожилова Н. В.* Двокольорові O- і N-діаграми. Пошуки і знахідки. Серія: фізико-математичні науки. 2010. Том I, Вип. 10. С. 41–50.
11. *Кадубовський О. А., Саприкіна Ю. С., Мазур С. Ю.* Двокольорові O-діаграми з одним чорним циклом. Пошуки і знахідки. Серія: фізико-математичні науки. 2010. Том I, Вип. 10. С. 51–60.

12. *Кадубовский А.А.* Двухцветные хордовые N-диаграммы с одним черным циклом. Труды института прикладной математики и механики НАН Украины. 2012. Том 24. С. 134–146.
13. *Кадубовский А.А.* О числе топологически неэквивалентных функций с одной вырожденной критической точкой типа седло на двумерной сфере, II. Труды международного геометрического центра. 2015. Том 8, № 1. С. 46–61.
14. *Кадубовський О.А.* Перерахування топологічно нееквівалентних гладких мінімальних функцій на замкнених поверхнях // Топологія відображень маловимірних многовидів : Збірник праць Інституту математики НАН України. 2015. Том 12, № 6. С. 105–145.
15. *Кадубовський О. А., Баляса Н. П.* Перерахування двокольорових хордових O-діаграм роду 1, які мають один чорний (або сірий) цикл, відносно дії циклічної та діедральної груп. Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. 2016. Вип. 6. С. 31–46.
16. *Кадубовський О. А., Калініченко Я. В.* Перерахування двокольорових хордових O-діаграм роду 1, які мають два чорних (або сірих) циклів, відносно дії групи діедра. Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. 2018. Вип. 8. С. 30–45.
17. Кадубовський О. А. Перерахування двокольорових хордових О-діаграм роду один з трьома сірими (або чорними) циклами // Матеріали XXI Міжнародного науково-практичного семінару «Комбінаторні конфігурації та їх застосування». — Кропивницький, 17-18 травня 2019 р. (в друці).

Kadubovs'kyi Oleksandr A.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Enumeration of 2-color chord O-diagrams of the genus one that have three grey (or black) faces under rotation and reflection

In this paper we consider 2-color chord O-diagrams (of order n) with three grey and $(n-4)$ black faces under the action of (i) the rotation group (cyclic of the order n) and of (ii) the rotation/reflection group (dihedral of the order $2n$).

For natural 5 and 6 we have illustrated all non-isomorphic and non-equivalent of such diagrams. We have established explicit formulas for counting the number of non-isomorphic and non-equivalent diagrams from the specified class. In addition, for natural $5 \leqslant n \leqslant 30$ we have also listed the exact value of the number of non-isomorphic and non-equivalent such diagrams accordingly.

Keywords: *2-color chord O-diagrams, genus of a diagram, faces of a diagram, cyclic and dihedral groups.*

УДК 51(091)

Лібгобер Т.О., Рябухо О.М., Турка Т.В.

[1] *студентка 4 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *кандидат фізико-математичних наук, доцент, КДМТУ*

[3] *кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: liebhaber.t@gmail.com

ДО 100-РІЧЧЯ ОЛЕКСІЯ ВАСИЛЬОВИЧА ПОГОРЄЛОВА

У статті розглядається освітня діяльність академіка О.В. Погорєлова. Наводиться короткий огляд створеного ним підручника з геометрії для середньої школи.

Ключові слова: *Погорєлов, геометрія, система аксіом, логічне обгрунтування*

Вступ

Цього року відзначається видатна подія, 100-річчя з дня народження видатного математика, ученого зі світовим ім'ям, академіка Російської Академії наук, академіка Національної Академії наук України, заслуженого діяча науки і техніки України Олексія Васильовича Погорєлова.

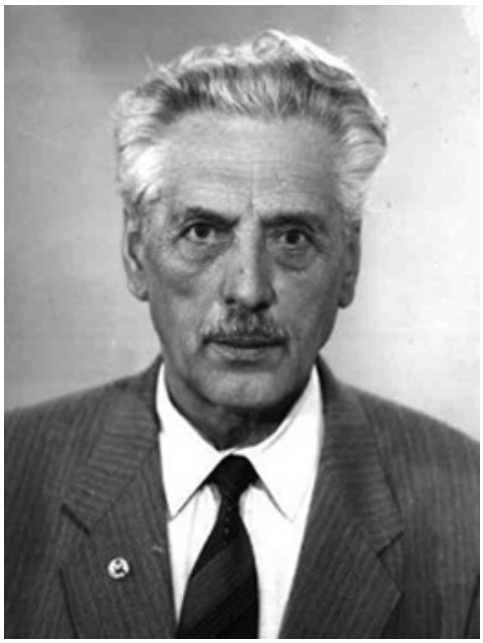
Олексій Васильович Погорєлов удостоєний багатьох нагород і звань. Він є лауреатом міжнародної премії ім. Н.І. Лобачевського (1959 р.), Ленінської премії (1962), Державної премії України (1974), іменних премій Національної академії наук України. Заслужений діяч науки і кавалер урядових нагород. Помер 17 грудня 2002 року. Похований в Москві на Ніколо-Архангельському кладовищі.

У 2007 році НАН України заснувала премію імені О.В. Погорєлова за наукові роботи в галузі геометрії і топології. На честь О.В. Погорєлова названо астероїд 19919 Pogorelov.

Біографічні факти.

> *«Едва ли можно сегодня назвать второго математика, который обогатил бы науку таким количеством сильных глубоких конкретных результатов в области геометрии... » (О.Д. Александров).*

О.В. Погорєлов народився 3 березня 1919 року в місті Короча (Білгородська область). Закінчив Харківський державний університет (1937-1941) і Військово-Повітряну академію ім. М.Є. Жуковського (Москва, 1941-1945). З 1945 року працював в ЦАГІ і одночасно навчався в заочній аспірантурі за фахом «Геометрія і топологія» при Московському державному університеті.



Вчителями Олексія Васильовича були відомі математики і педагоги професори Н.В. Єфімов та О.Д. Александров. Захистивши кандидатську, а через рік і докторську дисертації, він повертається до Харкова (1947), де незабаром очолює кафедру геометрії в ХДУ.

У 1960 р. Погорєлов переходить у Фізико-технічний інститут низьких температур АН України (ФТІНТ). У 1951 р. Олексій Васильович обраний членом-кореспондентом, в 1960 р. — академіком АН України, з цього ж року він член-кореспондент, а з 1976 р. — академік АН СРСР.

Освітня діяльність академіка О.В. Погорєлова.

О.В. Погорєлов приділяв велику увагу проблемам викладання математики, як в університеті, так і в школі. У 1950-ті роки він написав університетські підручники з основ геометрії, аналітичної геометрії і диференціальної геометрії, які потім перевидавалися багато років, а саме «Лекции по дифференциальной геометрии» (1955, 1956, 1961, 1967), «Лекции по аналитической геометрии» (1957, 1963), «Лекции по основаниям геометрии» (1959, 1964), «Геометрия (пособие для учителей)» (1979) та інші.

Вершиною педагогічної діяльності Олексія Васильовича слід визнати підручник з геометрії для середньої школи, створений ним в 1980-і роки. З моменту масового впровадження в школи (1982) підручник «Геометрия, 6-10 кл.», а пізніше «Геометрия, 7-11 кл.» (після реформи і переходу на 11-річне навчання) понад два десятиліття перевидавався багатомільйонними тиражами на різних мовах.

Академік О.В. Погорєлов вважав, що в процесі вивчення геометрії в школі учні набувають знань про властивості абстрактних просторових форм оточуючого нас світу та навчаються логічно міркувати, аргументувати свої переконання та доводити теореми. В результаті повинна досягатися мета, яка полягає в єдності сформованих наочних уявлень про властивості реального простору та опанування строгого логічного обґрунтування цих властивостей. Відповідно до поставленої мети навчальний посібник Погорєлова містить систематизований виклад геометричного матеріалу на базі оригінальної лаконічної системи аксіом.

Дедуктивність побудови геометрії визначається її аксіоматичною основою. Але неможна плутати аксіоматичну побудову навчального курсу геометрії в школі з аксіоматичною побудовою власне геометрії як науки. Будь-які спроби їх ототожнення завжди приводили авторів шкільних підручників до невдач. Проблема строгої дедуктивної побудови шкільного курсу геометрії залишається дискусійною і досі, та у підручнику Погорєлова вона розв'язана вперше і досить вдало. Автор вважає, що шкільний курс геометрії має бути аксіоматичним починаючи з шостого класу. І тільки при такій побудові посібника можна досягти названої мети. Але при цьому не треба ставити за мету - навчання учнів формальним аксіоматичним доведенням Для автора є важливою з педагогічної точки зору необхідність виховання в учнів мотивованої потреби аргументувати свої висловлювання, доводити твердження. Тільки такий підхід дозволить поступове, глибоке оволодіння учнями ідеєю логічної упорядкованості геометричних фактів, їх наукового взаємозв'язку.

Запропонована О.В. Погорєловим система аксіом, що будується на аксіоматиці Евкліда–Гілберта, дозволяє досягти досить високого рівня розуміння доведення, а логічна послідовність викладу та запропоновані автором нові математичні підходи до викладу складних розділів дозволили суттєво скоротити зміст і обсяг посібника. В четвертому виданні посібник має 335 сторінок і містить близько 100 теорем, тоді як підручник Кисельова містить 260 теорем, а підручник Колмогорова–Скопеца — 156.

Метрична система аксіом дозволяє вже з 7 класу ефективно використовувати координатний метод в доведення геометричних тверджень, і тим самим, суттєво скоротити об'єм матеріалу та впровадити міжпредметні зв'язки геометрії та алгебри.

Ставлення до підручника Погорєлова було і є неоднозначним. Звучали критичні висловлювання та зауваження. Автора звинувачували у дуже стислому викладі матеріалу, при якому половина важливих теорем зведена до рангу «завдань». При цьому не зрозуміло, чи можна користуватися результатами цих завдань як готовими теоремами при міркуваннях, або всякий раз повторювати ці докази, що в умовах дефіциту часу може стати критичним.

Висновки

Видатний вітчизняний математик, учений зі світовим ім'ям, академік Національної Академії наук України, заслужений діяч науки і техніки України, академік Російської Академії наук О.В. Погорєлов — автор підручників з усіх основних розділів геометрії для вищих навчальних закладів, що відрізняються оригінальністю викладу, математичною строгістю написані в зрозумілій і доступній формі. Багато й успішно займався він питаннями удосконалення

шкільної математичної освіти, підготував підручник з геометрії за власною програмою, поклавши в його основу «сувору і прозору систему аксіом». У школах України цей підручник використовувався до 2008 року.

Література

1. Погорелов А. В. Геометрия (экспериментальное пособие для учащихся общеобразовательной школы).- Киев: Радянська школа, 1980, 224 с.
2. Погорелов А. В. Геометрия (пробный учебник для средней школы).- М.: Просвещение, 1981,261 с.
3. Погорелов А.В. Геометрия, 6-10 (учебное пособие для средней школы) / А.В. Погорелов. – М: Просвещение, 1982. – 288 с.
4. Погорелов А. В. Геометрия (учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности"Математика").- М.: Наука, 1983, 288 с.
5. Геометрия, 7-11 (учебник для средней школы). — М.: Просвещение, 1990, 384с.; 2-е - 5-е издания 1991-1995. Перевод на украинский язык: Киев: Радянськашкола, 1991, 352 с.
6. Погорелов А. В. Геометрія, 7 - 9. - Київ, Освіта, 1994, 224 с.
7. Погорелов А. В. Геометрія, 10 - 11. - Київ, Освіта, 1994, 128 с.
8. Погорелов А. В. Избранные труды: в 2 т. Т.1. Геометрия «в целом» / А. В. Погорелов. – Київ: Наукова думка, 2008. – 415 с.
9. Погорелов А.В. Избранные труды: в 2 т. Т.2. Основания геометрии, механики, физики / А.В. Погорелов. – Київ: Наукова думка, 2008. – 393 с.
10. Как бесконечна сама геометрия... [Електронний ресурс] // 3. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://www.krainaz.org/2019-03/490-geometry.
11. Петренко С. В. Аксіоматичний підхід до вивчення шкільного курсу геометрії / С. В. Петренко, І. О. Нестеренко. // Наукові та методичні засади математичної освіти. – 2013.

Libhober T.O., Ryabukho O.M., Turka T.V.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine,
Kerch State Marine Technological University.

To Alexey Vasilyevich Pogorelov's 100 anniversary

The educational activity of the academician A.V. Pogorelov is considered in the article. A short review of his textbook on geometry for high school is given.

Keywords: *Pogorelov, geometry, system of axioms, logical justification*

ФІЗИКА

УДК 602.3

Надточий В.А., Беш А.Н.

[1] *доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой физики, ГВУЗ «ДГПУ»*

[2] *студент 1 курса магистратуры физико-математического факультета, ГВУЗ «ДГПУ»*

e-mail: kaffizik@ukr.net

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИФРАКЦИОННО-МОДУЛИРОВАННОГО ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКА

Изложены теоретические основы расчета голографического распределения интенсивности лазерного излучения при дифракции от двумерных экранов. Решение дифракционных задач выполнено с использованием интегралов Френеля или Кирхгофа в зависимости от формы ограничивающих экранов, на которые направлен лазерный луч.

Ключевые слова: *модуляция, дифракция, лазер, кластер, наноструктура, полупроводник.*

Введение

В соответствии с принципом Мура в ближайшем будущем производительность цифровых электронных устройств будет возрастать по экспоненциальному закону [1]. Такая тенденция форсирует применение в микроэлектронике полупроводниковых соединений с большой подвижностью носителей заряда, к числу которых относится арсенид галлия (GaAs) [2]. В настоящее время на базе этого соединения уже созданы микросхемы, работающие на частотах до 8 ГГц [3], квантово-размерные структуры и высокочастотные лазеры, которые позволяют проектировать оптические линии передачи данных со скоростями до 10 Гбит/с [4].

Прямое лазерное воздействие позволяет активировать дефектно-диффузионные процессы в поверхностном слое кристалла и формировать в полупроводниковой подложке атомные кластеры [5, 6]. Кластер – атомное образование, оказывающее влияние на фундаментальные свойства полупроводниковой матрицы при сохранении неизменным фазового состава основного вещества [5]. Достигнутый процесс в технологии получения кластеров позволяет уже сегодня использовать их в приборах полупроводниковой электроники.

В данной работе основное внимание уделяется физическим основам получения дифракционно-модулированного по интенсивности лазерного излучения, которое при воздействии на поверхность кристалла порождает массивы наноструктур, изменяя их размеры и плотность в широком диапазоне до 10^8 1/см^2.

Основная часть

Расчет голографического [7] распределения интенсивности лазерного излучения при дифракции от двухмерных преград.

Согласно построению Гюйгенса, каждую точку волнового фронта можно считать центром вторичного возмущения, которое вызывает элементарные сферические волны, а волновой фронт в более поздний момент времени - огибающей этих волн. Для определения светового возмущения dE , создаваемого от элемента волновой поверхности dS в некоторой точке пространства (рис. 1), можно воспользоваться выражением [8]

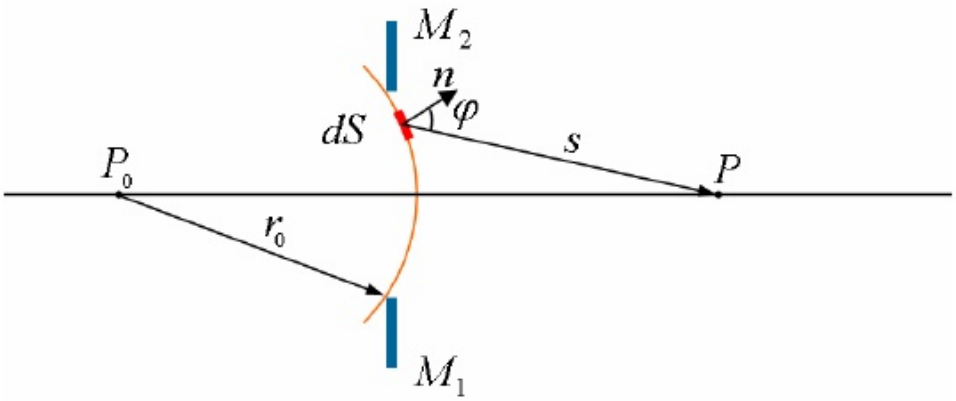


Рис. 1: Определение интенсивности света в точке от элемента волновой поверхности dS [8]

$$dE = -\frac{i}{2\lambda} \cdot \frac{E_0 \exp(ikr_0)}{r_0} \frac{\exp(iks)}{s} (1 + \cos\varphi)\, dS, \qquad (1)$$

где s – расстояние между элементом волновой поверхности dS и точкой облучаемой поверхности P, φ – угол между нормалью к элементу dS и направлением s , r_0 – расстояние от мгновенного положения dS до точечного источника света P_0, E_0 – амплитуда световой волны на расстоянии единицы длины от источника, i – мнимая единица. В точке P сказывается влияние только той части поверхности волнового фронта, которая не заграждается препятствием M_1M_2, поэтому полное возмущение в ней

$$E(P) = -\frac{i}{2\lambda} \cdot \frac{E_0 \exp(ikr_0)}{r_0} \int\limits_M \frac{\exp(iks)}{s} (1 + \cos\varphi)\, dS, \tag{2}$$

В случае бесконечно отдаленного источника P_0 , что соответствует нормальному падению лазерных лучей, волновой фронт можно считать плоским и выражение (2) примет вид

$$E(P) = -\frac{i}{2\lambda} E_0 \int\limits_M \frac{\exp(iks)}{s} (1 + \cos\varphi)\, dS. \tag{3}$$

Это уравнение решено для ряда простых задач методом зон Френеля. В частности, распределение интенсивности монохроматического света у края непрозрачного экрана можно рассчитать, используя выражение для коэффициента интенсивности [9]

$$\kappa = \frac{I}{I_0} = \left\{ \left[\frac{1}{2} + \xi(\vartheta) \right]^2 + \left[\frac{1}{2} + \eta(\vartheta) \right]^2 \right\} \Big/ 2, \tag{4}$$

где $\xi(\vartheta)$ и $\eta(\vartheta)$ –интегралы Френеля, описывающие спираль Корню, уравнение которой в параметрической форме имеет вид

$$\xi = \int\limits_0^{\vartheta} \cos\left(\frac{\pi u^2}{2}\right) du, \ \eta = \int\limits_0^{\vartheta} \sin\left(\frac{\pi u^2}{2}\right) du. \tag{5}$$

Параметр ϑ связан с расстоянием x от точки P на экране той бесконечно узкой зоны, для которой вектор амплитуды dE совпадает с участком спирали, отвечающим данному значению ϑ [8]

$$\vartheta = x\sqrt{2/\lambda b}, \tag{6}$$

где b – высота расположения экрана над поверхностью. Задавая расстояние b порядка 10λ, можно создать квазипериодическое распределение плотности энергии лазерного импульса по облучаемой поверхности.

В случае облучения через дифракционный экран с прямоугольным вырезом закон модуляции излучения определяется как произведение волновых коэффициентов интенсивности от двух взаимно перпендикулярных перекрывающихся плоскостей (рис. 2, вставка)

$$\gamma = \prod_{i=1}^{2} \frac{I_0}{I_1} = \frac{1}{4} \prod_{i=1}^{2} \left\{ \left[\frac{1}{2} + \xi(\vartheta_i) \right]^2 + \left[\frac{1}{2} + \eta(\vartheta_i) \right]^2 \right\}. \tag{7}$$

Как показывают расчеты, в этом случае градиент интенсивности увеличивается и принимает максимальные значения вдоль биссектрисы прямоугольного выреза (рис. 2).

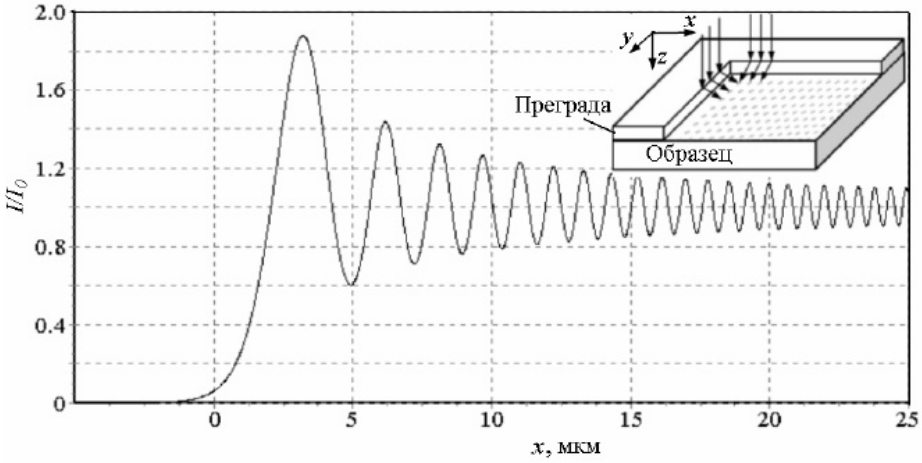


Рис. 2: Распределение интенсивности лазерного излучения ($\lambda = 694$ нм) вдоль биссектрисы прямоугольного выреза дифракционной маски ($b = 10$ мкм) [9]

Решение дифракционных задач с применением интегралов Френеля (5) ускоряет расчеты, но для преград более сложной формы необходимо воспользоваться методом интегральных сумм, что позволяет синтезировать на ЭВМ качественные микрограммы. Согласно этому методу интеграл Кирхгофа (3) заменяется суммой

$$E(P) = -\frac{i}{2\lambda} E_0 \sum_{j=0}^{N} \frac{\exp(iks)}{s} (1 + \cos\varphi)\, \Delta S, \tag{8}$$

где ΔS – дискретное значение элементарной площадки волнового фронта, j – номер элемента ΔS, N – полное число элементарных площадок. Экспоненциальная запись комплексного числа заменяется тригонометрической, что более удобно для большинства языков программирования, и выражение (8) принимает вид

$$E(P) = -\frac{i}{2\lambda} \sqrt{\left(\sum_{j=0}^{N} \cos(ks_j)(1 + \cos\varphi_j)\right)^2 + \left(\sum_{j=0}^{N} \sin(ks_j)(1 + \sin\varphi_j)\right)^2} \tag{9}$$

где s_j – расстояние от выбранной точки на облучаемой поверхности до элементарной площадки с номером j волнового фронта в плоскости экрана. Полученное выражение было положено в основу авторского комплекта

программ (Electronics Realizes Arrays of Holographic Images). Эта утилита позволяет синтезировать голографические изображения от дифракционных двумерных масок произвольной формы с наноразмерным разрешением. В частности, были проведены вычисления по дифракции Френеля от дифракционной маски с квадратным отверстием, расположенной на высоте 10 мкм от облучаемой поверхности. В результате проведенных расчетов было установлено, что распределение излучения на поверхности происходит симметрично относительно центра отверстия. В центральной части голограммы период распределения интенсивности света равен длине волны лазерного излучения, что соответствует фундаментальному ограничению для данной оптической схемы [10, 11].

Выводы

Численными решениями методами зон Френеля и интегральных сумм Кирхгофа с применением ЭВМ найдены распределения интенсивности лазерного излучения при дифракции от различного рода преград: полуплоскости, прямоугольного выреза в экране и квадратного отверстия. Таким способом можно задавать требуемое распределение лазерно-индуцированных структурных образований на поверхности полупроводника, обладающих особыми физическими свойствами.

Литература

1. Cooke. Chanel to faster logic // III-Vs Review. — 2006. — Vol. 19, № 6. — P. 30-31.
2. Passlack M., Droopad R., Rajagopalan K., Abrokwah J., Zurcher P. High mobility III-V mofset technology //CS Conference. — Austin Texas, 2007. — P. 235-238.
3. Cooke M. Restructuralism, models and experiments // III-V Review. — 2006. — Vol. 19, № 7. — P. 32-36.
4. Жуков А.Е., Ковш А.Р., Никитина Е.В., Алферов Ж.И. Инжекционные лазеры с широким спектром генерации на основе самоорганизующихся квантовых точек // ФТП. — 2007. — Т. 41, № 5. — С. 625-630.
5. Мильвидский М.Г., Чалдышев В.В. Наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках - новый подход к формированию свойств материалов. Обзор // ФТП. — 1998. — Т. 32, № 5. — С. 513-522.
6. Винценц С.В., Зайцева А.В., Зайцев В.Б., Плотников Г.С. Генезис наноразмерных дефектов и разрушений в $GaAs$ при многократном квазистатическом фотодеформировании микронных областей полупроводника //

ФТП. — 2004. — Т. 38, № 3. — С. 257-264.
7. *Гинзбург М., Степанова Б.М.* Голография. Методы и аппаратура. — М.: Сов. Радио, 1974. — 376 с.
8. *Борн М., Вольф Э.* Основы оптики. — М.: Наука, 1970. — 836 с.
9. Moskal D., Nadtochy V., Golodenko M. Periodic structure formation in $GaAs$ near-surface layer by laser beam with diffraction modulated intencity // Functional Materials. — 2006. — V. 13, № 1. — P. 100-103.
10. *Дитчберн Р.В.* Физическая оптика. — М.: Наука, 1965. — 631 с.
11. Moskal D.S., Nadtochy V.A., Golodenko N.N. Analysis of the relief of the $GaAs$ surface formed upon exposure to diffraction-modulated laser radiation // Russian study - Springer New York (USA). — 2007. — Vol. 50, № 11. — P. 1154-1157.

Nadtochy V.A., Besh A.N.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Distribution of intensity-diffracted laser radiation on a semiconductor surface

The theoretical basis for calculating the holographic intensity distribution of laser radiation during diffraction from two-dimensional screens is presented. The solution of diffraction problems is performed using the Fresnel or Kirchhoff integrals depending on the shape of the limiting screens, to which the laser beam is directed.

Keywords: *modulation, diffraction, laser, cluster, nanostructure, semiconductor.*

УДК 577.32

Костиков А.П.

доктор физико-математических наук, доцент кафедры физики, ГВУЗ «ДГПУ»

e-mail: a.kostikov@hotmail.com

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРИПТОФАНА, ВЛИЯЮЩИЕ НА СВЕТОИНДУЦИРОВАННУЮ ДЕЗАКТИВАЦИЮ ФОСФОРЕСЦЕНЦИИ БЕЛКОВ

Получены экспериментальные данные об обратимой светоиндуцированной дезактивации фосфоресценции триптофана в замороженных растворах молекул белков. Показано, что эффект фотодезактивации фосфоресценции триптофана в белках обусловлен взаимодействием карбонильной группы с плоскостью индольного кольца триптофана. При этом в качестве взаимодействующей карбонильной группы может выступать как собственая группа триптофанового остатка или такая группа другого аминокислотного остатка.

Ключевые слова: фотофизика белка, триптофан, фосфоресценция, светоиндуцированная дезактивация фосфоресценции.

Введение

После наших первых работ [1,2] в которых был обнаружен эффект обратимого светового тушения фосфоресценции триптофана, появилось понимание основных деталей механизма фотофизических процессов, ответственных за наблюдаемый эффект. К настоящему времени получено достаточное количество экспериментальных результатов, которые позволяют утверждать что в основе механизма обратимого светового тушения фосфоресценции триптофана и его аналогов лежит взаимодействие индольного кольца триптофана с карбонильной группой, сближенной с ним на расстояние порядка 3-5 Å. В сложных молекулярных образованиях, которыми являются молекулы белка, понятие фотофизических процессов для одной из структур, входящих в состав молекулы белка, должно отличаться от понятий фотофизики одиночных небольших молекул. Триптофан входит в состав многих белков в виде триптофановых аминокислотных остатков. В данной работе исследование светового тушения фосфоресценции триптофановых остатков для разных белков проводили параллельно с изучением геометрических параметров тех структур, которые непосредственно касаются ближайшего окружения каждого триптофанового остатка.

Для геометрической интерпретации предлагаемых механизмов явления светового тушения фосфоресценции триптофана в белках использовались данные о структуре молекул, полученные из Банка Данных Белков (Protein Data Bank - http://www.ncbi.nlm.nih.gov/). В качестве инструмента для наблюдения геометрической структуры молекул использовалась программа визуализации RasMol - http://www.openrasmol.org/.

Материалы и методы

Измерения фосфоресценции проводили на фосфороскопической установке, описанной в работах [1, 4], в одинаковых для всех образцов условиях. Растворы помещали в кварцевую трубку с внутренним диаметром 2 мм и замораживали до 77 К. Оптическая плотность образца не превосходила 0,2.

Для моделирования молекул и анализа особеностей их пространственной структуры использовали компьютерные программы визуализации молекул, в частности, программу *RasMol*. Структурные данные молекул в формате *PDB* получены из общедоступной международной базы данных *Protein Data Bank*.

Результаты и обсуждение

Были проведены измерения фосфоресценции ряда молекул белков, в условиях, позволяющих наблюдать не только фосфоресценцию молекул, но также эффект тушения этой фосфоресценции при дополнительном облучении образца светом в области триплет-триплетного поглощения. Наличие во всех этих белках триптофанового ароматического аминокислотного остатка позволяло предположить, что для всех белков можно наблюдать эффект светового тушения фосфоресценции, обнаруженный нами ранее для растворов триптофана [1, 2].

Некоторые результаты таких измерений представлены в таблице 1. В ней показаны данные, характеризующие количество остатков триптофана (Trp) в молекуле белка, время затухания фосфоресценции (τ), а также параметр фототушения фосфоресценции (δ).

Наиболее интересным результатом из представленных в таблице представляется результат, полученный для сывороточного альбумина человека (САЧ). В этом белке всего один триптофановый аминокислотный остаток, однако для него параметр ($\delta = 0{,}65$) заметно выше, чем для остальных белков (таблица).

Остальные исследованные белки имеют в своем составе больше, чем один триптофановый остаток. Поэтому интерпретация результатов эксперимента по наблюдению фосфоресценции и ее световому тушению для них должна

учитывать возможность переноса энергии между триптофановыми остатками одной и той же молекулы белка. Но перенос энергии должен скорее усиливать триптофановую фосфоресценцию белка. При этом следовало ожидать и более высокое значение параметра (δ). Из таблицы видно, что такое ожидание не оправдалось.

Таблица 1. Параметр фототушения фосфоресценции (δ) исследованных белков. Смысл других данных, представленных в таблице, указан в тексте.

Белок	К-во Trp	τ (сек)	δ
САЧ (Сывороточный альбумин человека)	1	4,2	0,65
РНКаза	2	4,0	0,33
Папаин	5	5,5	0,29
Лизоцим	5	2,2	0,52

Для понимания наблюдаемых результатов следовало рассмотреть особенности пространственной структуры фосфоресцирующих фрагментов различных белков.

В предварительных экспериментах нашей целью было убедиться, что карбонильная группа $> C = O$ триптофана в результате вращения вокруг соответствующих одинарных связей $C - C$ может располагаться достаточно близко от индольного фрагмента молекулы. Поскольку за оптические свойства индола ответственна сопряженная π - электронная система, нас интересовали такие ориентации карбонильной группы, при которых она находится **над** плоскостью индольной группы. Именно такие ориентации позволяют взаимодействовать электронам π - системы индола с электронами карбонильной группы. В результате исследований мы убедились, что в одной из допустимых конформаций расстояние от атома кислорода до плоскости индольного кольца составляет 2,82 Å. Ранее нами было показано [4], что в растворах индола с ацетоном или уксусной кислотой (эти небольшие молекулы содержат карбонильную группу) расстояние эффективного тушения составляло 4,6 Å.

На рис.1 показан фрагмент молекулы САЧ в окрестности триптофанового остатка Trp214. Из рисунка можно видеть, что единственная группа C=O, достаточно близкая к плоскости индольного кольца, - это собственная группа триптофанового остатка Trp214. Причем эта группа находится в конфигурации, похожей на теоретическую, полученную нами для одиночной молекулы триптофана. Таким образом, высокая эффективность фототушения триптофанового остатка Trp214 в молекуле сывороточного альбумина человека обусловлена оптимальной ориентацией атома кислорода карбониль-

ной группы TRP214 относительно индольной группы этого остатка. Для других белков, как следует из представленных в таблице данных, наличие не одного а нескольких триптофановых остатков в молекуле, не приводило к какому-либо пропорциональному увеличению исследуемого эффекта фототушения фосфоресценции.

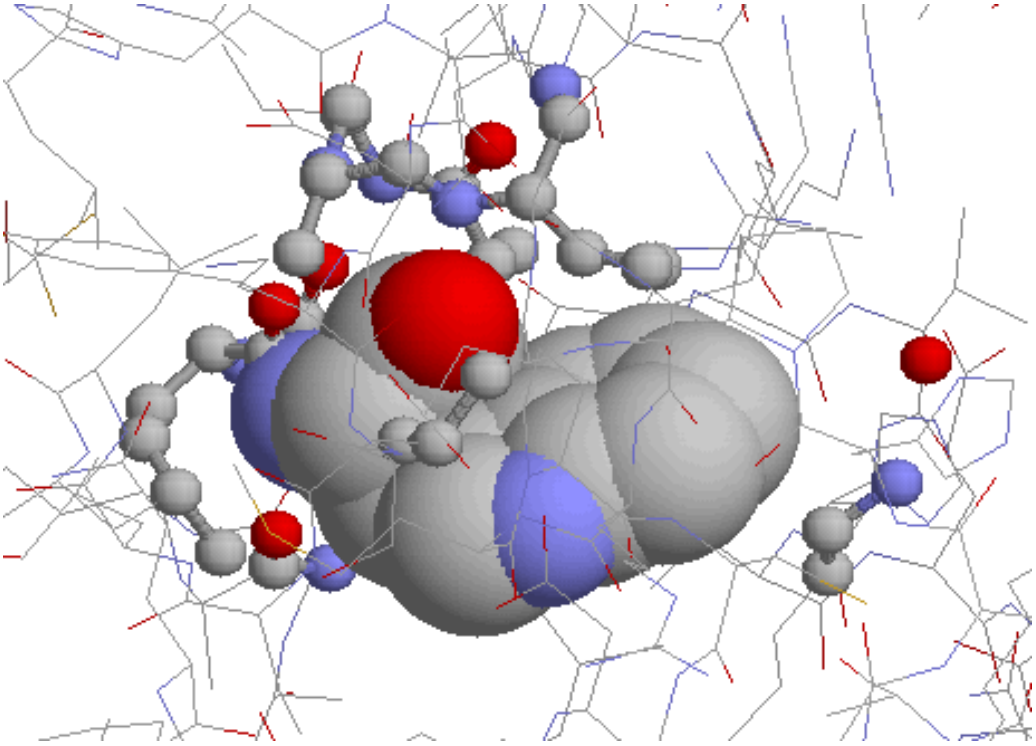


Рис. 1: Фрагмент молекулы сывороточного альбумина человека (САЧ) в окрестности триптофанового остатка Trp214. Атомы аминокислотных остатков, находящихся на расстоянии не больше, чем 5,0Å от атомов Trp214, отображены как небольшие шарики. Удаленные фрагменты белка показаны схематически в виде наборов коротких линий, соответствующих длинам химических связей. Атомы, входящие в состав Trp214, отображены как сферы радиуса сил Ван дер Ваальса. Видно, что атом кислорода (красный) карбоксильной группы триптофана находится **над поверхностью** индольного кольца. Расстояние от него до ближайшего атома индольного кольца 3,3 Å

.

Например, в молекуле **РНКазы** имеется два остатка триптофана (Trp10, Trp35). Однако ни параметры фосфоресценции, ни параметр фототушения фосфоресценции (δ) для этого белка не свидетельствовали о двукратном увеличении. Более того, эффект фототушения флуоресценции был вдвое ниже, чем для молекулы САЧ с одним триптофановым остатком.

Из данных PDB, имеющихся в международной базе данных, следует, что оба остатка триптофана – Trp10 и Trp35 практически полностью находятся на поверхности молекулы и не могут взаимодействовать ни с одной из карбонильных групп белка, кроме своей карбонильной группы. Расстояния от

плоскости индольного кольца до карбонильной группы для них составляют, соответственно 3,46 Å и 3,42 Å.

На первый взгляд, наше исследование геометрии белка РНКазы в окрестности триптофановых остатков этого белка и результаты по фототушению фосфоресценции не согласуются с результатами, полученными для других белков (Таблица 1). С одной стороны, оба триптофановых остатка имеют благоприятную для фототушения фосфоресценции ориентацию индольных колец и собственных карбонильных групп. С другой стороны, коэффициент, характеризующий фототушение фосфоресценции для этого белка в нормальных условиях, заметно ниже, чем для САЧ или папаина. Однако следует приять во внимание, что оба триптофановых остатка молекулы РНКазы находятся на поверхности белковой глобулы и, следовательно, способны достаточно легко изменять свою конформацию. Видимо в условиях нашего эксперимента, реальные конформации обоих триптофановых остатков заметно отличались от конформации, представленной по данным PDB. В связи с этим нужно заметить, что рентгеноструктурные данные, на основе которых получены результаты о пространственном расположении всех атомов молекулы, получены для кристаллов белка, т.е. в условиях, когда поверхность белковой молекулы находится в достаточно специфических условиях. Для молекулы в разбавленном растворе аминокислотные остатки на поверхности белка должны быть весьма подвижны, поэтому в растворе возможны не такие конформации, как в жесткой кристаллической среде. Для решения этого вопроса необходимы дополнительные исследования.

В молекуле **папаина** имеется 5 остатков триптофана - Trp7, Trp26, Trp69, Trp177 и Trp181. Триптофановые остатки находятся в молекуле в виде трех отдельно расположенных групп: Trp26 и Trp69, Trp177 и Trp181, Trp7.

Из наших измерений однозначно следует, что ни для одного из триптофановых остатков папаина собственные карбонильная и индольная группы в нормальных условиях не могут эффективно взаимодействовать друг с другом. Поэтому эффективность светового тушения фосфоресценции для этого белка невысока (см. таблицу).

Триптофановый остаток Trp7, удаленный от остальных двух пар остатков на расстояние около 20 Å, практически не обменивается энергией возбуждения ни с одним из остальных четырех триптофановых остатков. В окрестности Trp7 нет ни одной группы $-C = O$, способной взаимодействовать с сопряженной системой электронов индольного кольца. Группа $-C = O$, принадлежащая этому остатку. находится в плоскости его индольного кольца, поэтому также не может участвовать в эффекте светового тушения фосфо-

ресценции. Другими словами, если даже этот остаток триптофана и дает вклад в фосфоресценцию молекулы папаина, то он не может давать вклада в эффект фототушения фосфоресценции.

Можно предположить, что внутри групп Trp26, Trp69 и Trp177, Trp181 происходит эффективный обмен энергией возбуждения. Trp26 и Trp69 расположены близко друг от друга, причем Trp69 расположен на поверхности белковой молекулы. Между ними возможен перенос энергии возбуждения по любому механизму, в частности и по обменному.

Измеренные нами расстояния от плоскости индольного кольца соответствующего триптофанового остатка до ближайших карбонильных групп других аминокислотных остатков приведены ниже (атомы O соответствующих карбонильных групп показаны рядом с каждой такой группой).

Trp69 – Tyr67.O 5,0 Å
Trp69 – Ser70.O 4,9 Å
Trp26 – Ser60.O 3,5 Å
Trp26 – Gly66.O 3,6 Å
Trp26 – Ser24.O 4,0 Å

Из приведенных данных видно, что Trp26 может эффективно взаимодействовать с тремя карбонильными группами, принадлежащими остаткам серин-60, серин-24 и глицин-66. Trp69 способен взаимодействовать с двумя карбонильными группами, принадлежащими тирозину-67 и серину-70. Однако эффективность такого взаимодействия невысока из-за относительной удаленности соответствующих карбонильных групп (около 5 Å).

Trp177 и Trp181 расположены близко друг от друга, причем оба остатка находятся практически на поверхности белковой молекулы. Между ними также как и в случае пары Trp26 и Trp69 возможен перенос энергии возбуждения. Измеренные нами расстояния до ближайших карбонильных групп приведены ниже.

Trp177 – Asn175.O 4,04 Å
Trp181 – Tyr144.O 3,82 Å

В наиболее выгодной ориентации карбонильных групп по отношению к индольной группировке для светового тушения фосфоресценции находятся индольная группа Trp26.

Примечательно, что по нашим данным за взаимодействие с индольным кольцом ответственны карбонильные группы аминокислотных остатков, удаленных по первичной последовательности от фосфоресцирующего триптофанового остатка. За их пространственное сближение ответственна вторичная и третичная структуры белка. Видимо, именно с этим фактором связано рез-

кое усиление эффекта светового тушения фосфоресценции при изменении pH среды. Хорошо известно, что изменение pH среды приводит к существенным перестройкам вторичной и, особенно, третичной структуры белков. Таким образом, из этих данных следует, что изменение эффекта светового тушения фосфоресценции позволяет регистрировать изменение структуры белковой молекулы. Но это означает, что фототушени фосфоресценции триптофановых остатков белков может использоваться как метод наблюдения за пространственными перестройками таких молекул.

В молекуле **лизоцима** имеется 6 остатков триптофана (Trp28, Trp62, Trp63, Trp108, Trp111, Trp123). С учетом достаточно малых размеров молекулы (30x40 Å) триптофановые группы расположены компактно.

Ниже представлены данные о расположении ближайших атомов кислорода карбонильных групп, расположенных **над** плоскостью индольного кольца каждого из остатков триптофана.

Trp28	–	Leu17.O	4,00 Å
Trp62	–	Arg61.O	4,03 Å
Trp63	–	Arg62.O	4,11 Å
Trp108	–	Ala107.O	4,42 Å
Trp111	–	Trp111.O	3,46 Å
Trp111	–	Met105.O	3,25 Å
Trp123	–	Val29.O	4,97 Å

Из представленных результатов измерений видно, что в особом положении находится только один остаток триптофана - Trp111. В этом остатке собственная карбонильная группа ориентирована так, что она способна заимодействовать с плоскостью своего индольного кольца. Аналогичная ситуация наблюдалась для САЧ. Видимо такая конфигурация атомов триптофанового остатка является наиболее выгодной для осуществления фототушения фосфоресценции. Кроме того, для этой молекулы возможно одновременное взаимодействие индольного кольца триптофанового остатка TRP111 двумя карбоксильными группами: собственной и карбоксильной группой метионина105 (Met105). Видимо результатом такого одновременного взаимодействия и является короткое время жизни фосфоресценции для этого белка - 2,2 сек. Для остальных представленных в таблице белков это время вдвое больше. Исследование деталей фотофизических процессов в этом белке необходимо продолжить.

Выводы

Полученные результаты убедительно свидетельствуют о важной роли карбонильных групп в процессах световой дезактивации триплетного состояния триптофанового аминокислотного остатка молекул белков. Выполнены оценки оптимального расстояния от плоскости индольной группы триптофанового остатка белка до атома кислорода карбонильной группы того же остатка белка или карбонильных групп других ближайших аминокислотных остатков белка. По нашим оценкам такое расстояние не должно превышать 4 Å.

Литература

1. *Львов К.М., Кузнецов С.В., Костиков А.П.* Обратимое снижение интенсивности фосфоресценции триптофана при действии света в области триплетного поглощения при 77К. Биофизика. 1993. Т. 38. С. 568–573.
2. *Львов К.М., Кузнецов С.В., Костиков А.П.* Кинетическая модель обратимого снижения заселенности триплетного состояния триптофана при действии света. Биофизика. 1993. Т. 38. С. 574–579.
3. *Kostikov A.P.* Light induced deactivation of tryptophan phosphorescence in proteins. Biophysical Journal. 2003. Vol. 84. p. 500A.
4. *Костиков А.П.* Светоиндуцированная дезактивация фосфоресценции триптофана, роль карбонильной группы в механизме этого явления. Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. 2018. Вип. 8. С. 65–70.

Kostikov Alexander P.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Structural particular qualities of tryptophan influencing on the light induced deactivation of proteins phosphorescence.

Experimental data on the reversible light-induced deactivation of tryptophan phosphorescence in frozen solutions of protein molecules were obtained. It was shown that the photo deactivation of phosphorescence of tryptophan in proteins is due to the interaction of the carbonyl group with the plane of the indole ring of tryptophan. At the same time, as an interacting carbonyl group, it can act as an own group of the tryptophan residue or such a group of another amino acid residue.

Keywords: *protein photophysics, tryptophan, phosphorescence, light-induced deactivation of phosphorescence.*

УДК 520.2

Шиманська Л.А., Калугін В.В., Бєлошапка О.Я.

[1] *старший учитель, учитель фізики та астрономії КЗ «Маріупольський технічний ліцей» Маріупольської міської ради Донецької області*

[2] *учень 10 класу КЗ «Маріупольський технічний ліцей» Маріупольської міської ради Донецької області*

[3] *старший викладач кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: poshtaukr71@ukr.net

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ГІДУВАННЯ ТЕЛЕСКОПА

Стаття присвячена дослідженню властивостей моделей павутинного та графічного прицілу гіда телескопа на прозорій основі. Розглянуто недоліки існуючих моделей. Наведено конструкцію проектора оптичного прицілу, що усуває існуючі недоліки графічного та павутинного перехрестя. Обґрунтовано доцільність використання оптичного прицілу гіда телескопа, його переваги над існуючими моделями.

Ключові слова: *телескоп, гід, гідування, оптичний приціл, графічне перехрестя, павутинне перехрестя.*

Вступ

Астрономічні спостереження завжди відігравали велику роль в житті людства. Орієнтуючись за положенням і рухом небесних світил наші пращури знаходили шлях, складали календарі та вимірювали час, визначали найбільш сприятливі терміни сільськогосподарських робіт.

Телескоп дає велике збільшення, тому його незручно наводити на небесне тіло. Чим більше збільшення телескопу, тим вужче поле зору, тобто меншу ділянку нічного неба можна спостерігати. На відміну від телескопів, видошукачі (або гіди) для телескопа мають невелике збільшення, тому, більш широке поле зору. Тому їх використання спрощує процес наведення телескопа на небесні тіла.

Гіди в астрономічній оптиці забезпечені оптичним прицілом (перехрестям) для прив'язки оптичної системи до зображення шляхом їх поєднання. Необхідність підсвічування прицілу обумовлена тим, що на темному небі воно непомітне. Існуючі моделі прицілу, наприклад, павутинне та графічне перехрестя на прозорій основі мають деякі недоліки: на їх поверхні може осаджуватись пил та роса які суттєво впливають на якість зображення об'єктів. Тому використання світлової моделі прицілу може усунути існуючі недоліки та покращити якість астрономічних спостережень.

Тому за **мету** ставимо розгляд виготовленої та випробуваної моделі оптичного прицілу гіда телескопа, виявлення його переваг над існуючими моделями.

Основна частина

Астрономічні спостереження, в більшості випадків, пасивні по відношенню до досліджуваних об'єктів, тобто якось активно впливати на небесні тіла, ставити досліди (за винятком рідкісних випадків) не має можливості. Ще одна особливість астрономічних спостережень пов'язана з тим, що всі небесні світила знаходяться від нас дуже далеко і майже усі вони здаються нам однаково далекими. Також дуже важливою особливістю є те, що спостереження за небесними тілами відбуваються з поверхні Землі, яка сама рухається: обертається навколо власної вісі та навколо Сонця. Тому вигляд небесної сфери для земного спостерігача залежить не тільки від того, в якому місці Землі він знаходиться, але і від того, в яку пору року і час доби він спостерігає.

За час обертання небесної сфери видиме положення небесних об'єктів істотно змінюється, через що їх зображення, наприклад, на фотографії виходять дугоподібними або, взагалі, вони можуть вийти з поля зору. Для отримання ж якісної астрофотографії необхідно утримувати зображення в нерухомому положенні під час всього часу експозиції. Для цього використовують спеціальні годинникові механізми, що повертають телескоп в екваторіальній площині в напрямі добового обертання Землі зі швидкістю, що дорівнює швидкості її обертання.

Астрономічні спостереження та процес отримання астрофотографій тривають інколи багато годин, тому доводиться стежити за правильністю наведення телескопа і час від часу його підправляти. Цей процес називається гідування. Гідуванння здійснюється за допомогою гіда – невеликого допоміжного телескопа, встановленого на спільному монтуванні з головним телескопом.

Існує три механізми ведення телескопа:

– годинниковий: дозволяє вести телескоп тільки по паралелях небесної сфери, при цьому сам механізм має бути досить точним та при великих експозиціях та фокусних відстанях потребує корекції ходу за допомогою ручного гіду;

– автоматичний: самостійно наводить телескоп на необхідний об'єкт та утримує його в полі зору незалежно від характеру руху цього об'єкту;

– ручний: дозволяє утримувати об'єкт в полі зору під час спостережень або фотографуванні при різних обставинах (різний час експозиції, різна фокусна відстань, складний характер руху, тощо).

В таблиці представлена порівняльна характеристика різних варіантів гідування.

Порівняльна характеристика різних механізмів гідування

Годинниковий	Автоматичний	Ручний
Гарна точність, але неможливо спостерігати за кометами, Місяцем, ШСЗ та об'єктами, що рухаються зі швидкістю більшою за швидкість обертання Землі	Гарна точність, можна налаштовувати для спостережень за усіма тілами	Гарна точність, можна налаштовувати для спостережень за усіма тілами
Потребує втручань під час роботи тільки за необхідністю	Не потребує втручань під час роботи	Потребує безпосереднього постійного контролю
Необхідне джерело живлення для електричного механізму або періодичного заводу механічного механізму	Необхідне джерело живлення, потужний мотор, комп'ютер та ПЗ для нього	Не потребує додаткових пристроїв (тільки присутність людини)

Приціл з підсвічуванням в астрономії відіграє важливу роль. Гіди в астрономічній оптиці забезпечені перехрестям для прив'язки оптичної системи до зображення шляхом їх поєднання. Необхідність підсвічування прицілу обумовлена тим, що на темному небі воно непомітне.

Існує декілька моделей прицілу, наприклад, павутинне перехрестя та графічне на прозорій основі. Павутинне перехрестя – це хрест з тонких дротів, який кріпиться в фокальній площині окуляра (рис. 1). Графічне перехрестя уявляє собою зображення прицільної сітки на прозорій основі (рис. 2).

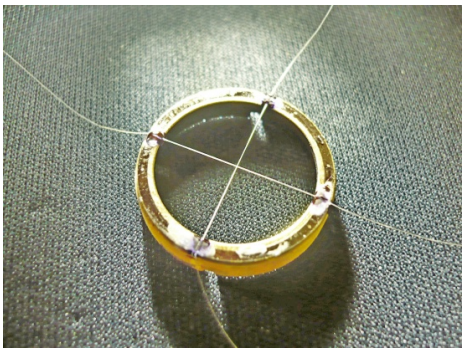


Рис. 1: Павутинне перехрестя

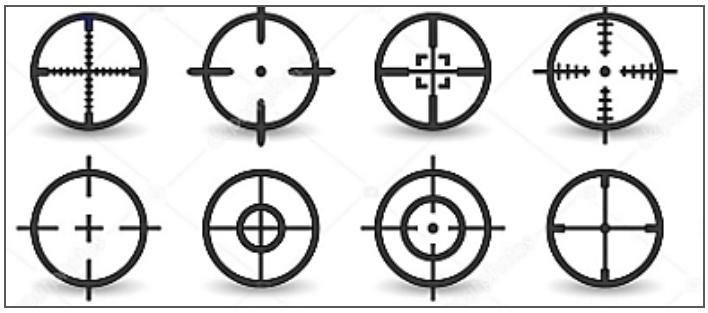


Рис. 2: Приклади графічного перехрестя

Ці види перехресть мають ряд недоліків, а саме: необхідно розміщувати перехрестя у фокальній площині окуляра, а це незручно, тому що в цій зоні мало місця та досить складно забезпечити його підсвічування; неможливо замінити окуляр окремо від перехрестя; екранування дрібних зірок, і як наслідок – зниження точності при гідуванні та фотозйомці; осадження пилу та роси на поверхні перехрестя; графічне перехрестя на прозорій основі – це додаткова скляна пластина на оптичному шляху світла, яка неминуче приводить до втрат світла (близько 4% для однієї непросвітленої поверхні), і, як наслідок, до зниження яскравості та контрастності зображення; неможливо швидко видалити перехрестя не розбираючи окуляр.

Пропонується конструкція проектора світлового оптичного прицілу яка не потребує прозорої основи, тому усувається проблема екранування дрібних об'єктів, і як наслідок, підвищується точність гідування. Таку конструкцію проектора можна монтувати на гід або телескоп, причому різного типу, без зміни конструкції та налаштування телескопа чи гіда. Для утворення зображення перехрестя застосовуються діоди різного кольору, що дає можливість відрізняти його від зображень об'єктів спостереження різних типів та кольорів. На відміну від існуючих моделей оптичних прицілів запропонована модель не монтується всередині оптичної системи телескопа, тобто її можна знімати або змінювати в будь який час, не змінюючи конструкцію та налаштування телескопа.

Складові частини сконструйованого проектора оптичного прицілу: корпус, об'єктив, оптичний приціл, електричне коло живлення світлодіода для підсвічування прицілу. Схема проектора оптичного прицілу представлена на рис. 3, електричного кола живлення світлодіода – на рис. 4.

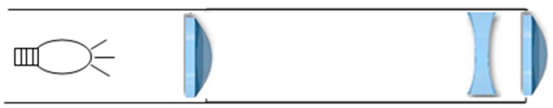


Рис. 3: Схема проектора світлодіода оптичного прицілу

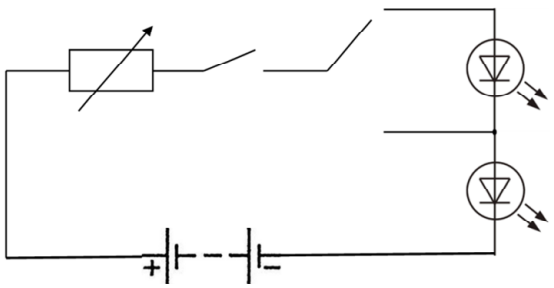


Рис. 4: Схема електричного кола живлення

Корпус проектора складається з двох труб довжиною по 100 мм кожна та діаметрами 13 мм та 15 мм, які знаходяться одна в середині іншої та мають можливість ковзати одна вздовж іншої для фокусування (рис. 5.).

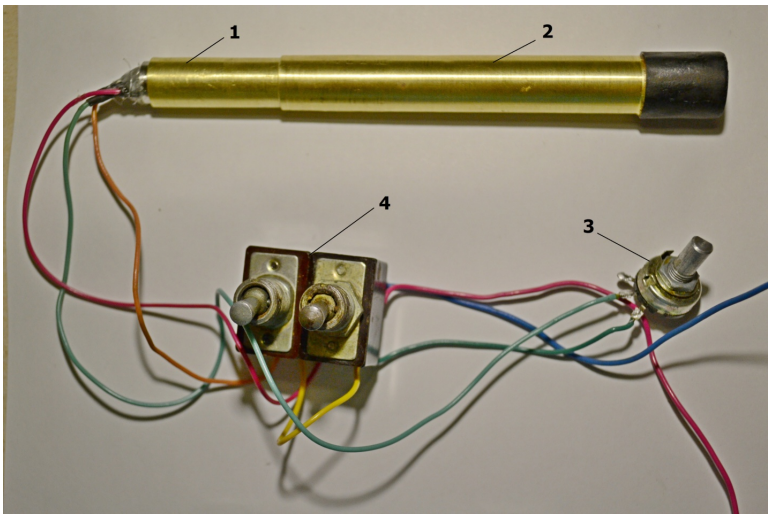


Рис. 5: Проектор оптичного прицілу
1 – металева трубка діаметром 13 мм, 2 – металева трубка діаметром 15 мм, 3 – резистор змінного опору, 4 – перемикачі

Об'єктив являє собою комбінацію трьох лінз: дві плоско-опуклі лінзи і одна двовгнута (рис. 6.). Лінзи розміщені і зафіксовані в трубці більшого діаметру. Фокусна відстань отриманої оптичної системи була визначена експериментально і дорівнює 120 мм.

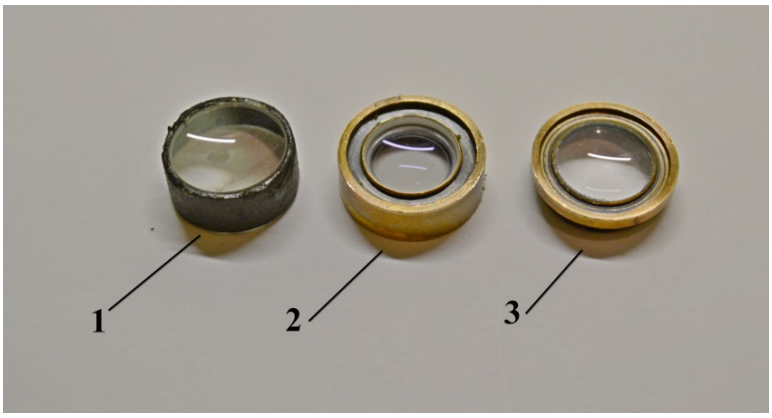
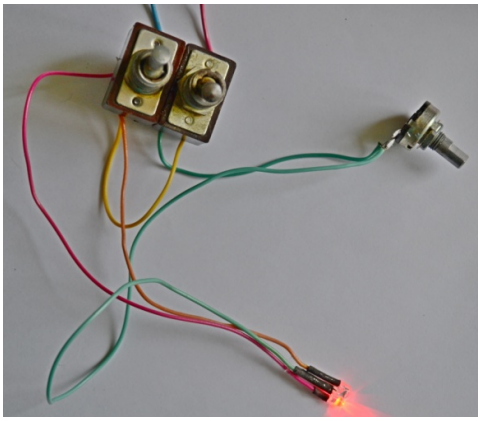


Рис. 6: Лінзи об'єктива (1, 3 – плоско-опуклі, 2 – двовгнута)

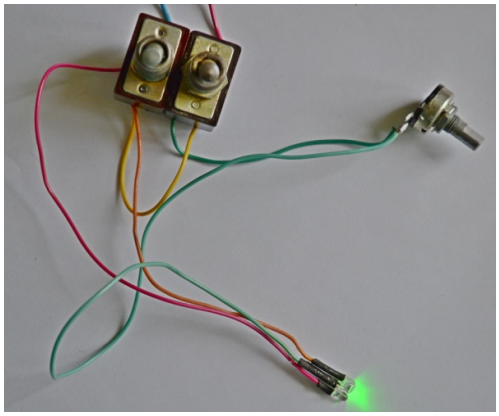
Підсвічування прицілу здійснюється за допомогою світлодіоду. Для того, щоб мати можливість гідувати об'єкти різного кольору в конструкції використовуються два світлодіода різних кольорів – червоного та зеленого, розраховані на 3 В та 40 мА (рис. 7.). Світлодіоди розміщені в трубці меншого діаметру.

В залежності від яскравості небесного об'єкту виникає необхідність змінювати яскравість зображення проекції прицілу. Для цього в конструкції використовується резистор змінного опору, $R = 0 \div 100$ кОм (рис. 5.).

Для живлення електричного кола проектору використовується батарея, що складається з двох гальванічних елементів типу ААА.



а)



б)

Рис. 7: Світлодіоди червоний (а), зелений (б)

Зображення прицілу формується за допомогою шайби з оргскла: поверхня шайби спочатку фарбується чорною фарбою, а потім на ній робиться гравірування зображення перехрестя (рис. 8). Можна використовувати кілька варіантів зображення – перехрестя, крапка, кільце, тощо. Для цього виготовлено декілька шайб з різними варіантами зображень.

Під'єднання електричного кола до джерела живлення та вибір світлодіоду певного кольору здійснюється за допомогою відповідних перемикачів (рис. 5).

Конструкція проектору монтується на кріпленні вторинного дзеркала телескопа (рис. 9).

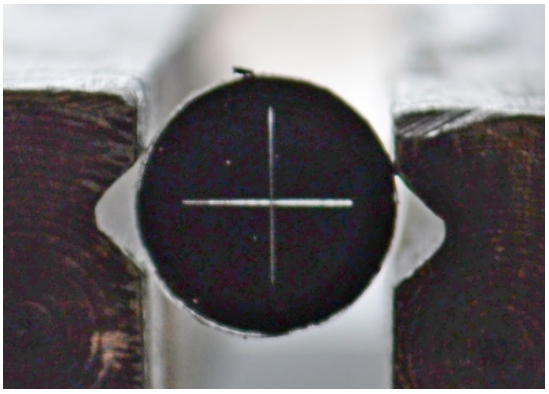


Рис. 8: Шайба з перехрестям

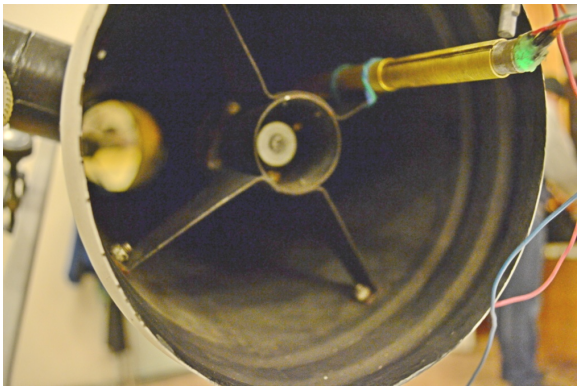


Рис. 9: Монтування проектора

Світлові промені від світлодіоду проходять крізь гравіювання перехрестя на шайбі і потрапляють в об'єктив проектора. Після проходження системи лінз об'єктива утворюється стійке зображення оптичного прицілу (перехрестя) яке можна спостерігати в окуляр гіда телескопа на тлі зоряного неба (рис. 10).

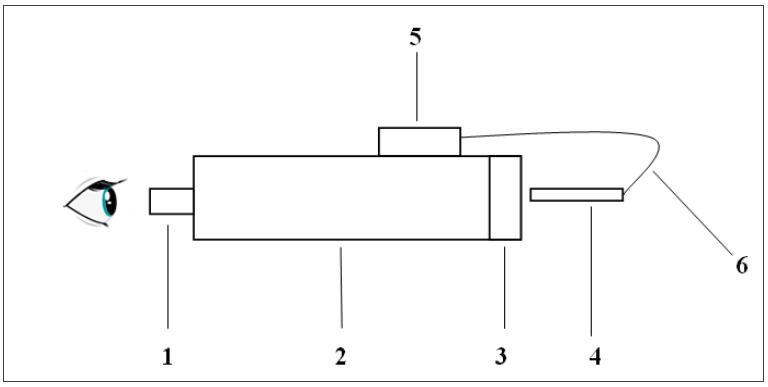


Рис. 10: Схема монтування проектора
1 – окуляр, 2 – корпус, 3 – місце кріплення проектора, 4 – проектор оптичного прицілу, 5 – електрична складова проектора, 6 – з'єднувальні дроти

При необхідності можна змінити колір і форму зображення перехрестя, не втручаючись при цьому в роботу телескопа (не розбираючи окуляр і гід і не змінюючи налаштування оптичної системи гіда і телескопа). Колір змінюється шляхом зміни під'єднання відповідного світлодіода, а вид перехрестя – шляхом заміни шайби. Вони мають різьбу з двох боків, що дозволяє встановлювати різні шайби для зміни зображення проекції.

Оптичний приціл з підсвічуванням в астрономії грає велику роль. Необхідність підсвічування перехрестя викликана тим, що на тлі темного неба воно погано помітне.

Павутинне та графічне перехрестя на прозорій основі має ряд недоліків. Описана конструкція проектора оптичного прицілу усуває недоліки графічного та павутинного перехрестя.

Висновки

1. Оптичний приціл з підсвічуванням в астрономії грає велику роль. Астрономічні гіди забезпечені перехрестям для прив'язки оптичної системи до зображення. Необхідність підсвічування перехрестя викликана тим, що на тлі темного неба воно погано помітне.
2. Павутинне та графічне перехрестя на прозорій основі має ряд недоліків.

   По-перше, його необхідно розміщувати у фокальній площині окуляра, а це не досить зручно, тому що там не так багато місця та й досить складно змонтувати підсвічування в цьому місці.

   По-друге, неможливо при необхідності зробити заміну окуляра без зміни налаштування оптичної системи гіда та телескопа.

По-третє, спостерігається екранування дрібних об'єктів і, як наслідок, знижується точність гідування при фотографуванні.

По-четверте, з часом на поверхні перехрестя осідає пил, а при зміні температури – роса.

По-п'яте, неможливо швидко демонтувати приціл, не розбираючи окуляр.

3. Запропонована в роботі конструкція проектора оптичного прицілу усуває перелічені недоліки графічного та павутинного перехрестя. Таку конструкцію проектора можна монтувати як на гід, так і при необхідності безпосередньо на телескоп, причому різного типу. При цьому змінювати конструкцію і налаштування телескопа чи гіда не потрібно, оскільки, на відміну від існуючих моделей оптичних прицілів, запропонована модель не монтується всередині оптичної системи телескопа тобто її можна знімати або змінювати в будь-який час.
4. Оскільки зображення перехрестя оптичне, для його утворення не потрібна прозора основа, як для графічного, тому відсутнє екранування дрібних об'єктів, що приводить до підвищення точності гідування.
5. Використання діодів різного кольору для утворення зображення перехрестя дозволяє відрізняти його від зображень різних типів об'єктів спостереження.

Література

1. *Засекина Т. Н.* Физика, [Текст] : учебник для 11 кл. / Т. Н. Засекина, Д. А. Засекин. – Харьков : Сиция, 2011. – 284 с.
2. *Климишин І. А.* Шкільний астрономічний довідник [Текст] : кн. для вчителя / І. А. Климишин, В. В. Тельнюк-Адамчук. – Київ : Радян. шк., 1990. – 287 с.
3. Небо и телескоп [Текст] / ред.-сост. В. Г. Сурдин. – М. : Физматлит, 2008. – 424 с.
4. *Сикорук Л. Л.* Телескопы для любителей астрономии [Текст] / Л. Л. Сикорук. – М. : Наука, 1989.
5. *Наумов Д. А.* Изготовление и исследование оптики для любительских телескопов-рефлекторов и ее контроль [Текст] / Д. А. Наумов. – М. : Наука, 1988. – 264 с.
6. *Михельсон Н. Н.* Оптика астрономических телескопов и методы ее расчета [Текст] / Н. Н. Михельсон. – М. : ФМЛ, 1995. – 345 с.
7. *Навашин М. С.* Телескоп астронома-любителя [Текст] / М. С. Навашин. – М. : Наука, 1979. – 440 с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ
http://shkolyar.in.ua
http://space.vn.ua/inshe/telescope.html
http://vseslova.com.ua/word
https://mozok.click
http://moyaosvita.com.ua
http://tepka.ru/astronomiya/2.html
https://knowledge.allbest.ru/air/2c0b65635b2bc68b4c53b89521206d27_0.html

---

Shymanska Liudmila, Kalyhin Vitalii, Beloshapka Alexander
Municipal Institution «Mariupol technical lyceum» of Mariupol City Counsil, Donetsk region, Ukraine;
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

The improvement of the telescope's guide system

The article is devoted to the study of the properties of the web and graphic sights models of the telescope guide on a transparent basis. The disadvantages of existing models are considered. The design of optical sight, which eliminates the existing disadvantages of graphic and web cross-section is substantiated. The feasibility of using an optical sight of a telescope guide, its pros over existing models are presented.

Keywords: *telescope, guide, guide system, optical sight, graphical intersection, web cross-section.*

ІНФОРМАТИКА ТА МЕТОДИКА ЇЇ ВИКЛАДАННЯ

UDC 681.5

Barkovska O.Yu., Kazmina D.R., Rosinskyi D.M., Slabouz V.V.

[1] *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electronic Computers, Kharkiv National University of Radio Electronics*

[2] *Student of the 4th Year of Studying of the Faculty of Computer Engineering and Control*

[3] *Senior Lecturer of the Department of Electronic Computers, Kharkiv National University of Radio Electronics*

[4] *Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Department of Foreign Languages of Donbas State Pedagogical University*

e-mail: queen_viktoriya28@ukr.net

INTELLECTUALIZATION OF THE SMART HOUSE SYSTEM (THE AGENT-ORIENTED APPROACH)

The paper presents some aspects of the problem of intellectualization of the «smart house» system based on the agent-oriented approach. Two types of the agents of the «smart house» – programming and intellectual – are analyzed. It is offered to use the ontology with the help of which the important concepts and logical rules concerning the «smart house» system can be described. It is proved that the «smart house» is the most evident use of the agent-oriented approach in the sphere of the Internet of Things, one of the simplest and most understandable one.

Keywords: *agent, agent-oriented approach, intellectualization, Internet of Things, ontology, smart house.*

Introduction

Problem statement. The term «smart house» or «smart home» (often «intellectual building») was first formulated by the Institute of Intellectual Building in Washington in the 70s of 20th century. It means modern office and residential premises with the integrated software and hardware control and monitoring system for all the facilities and systems located in the building (security, lighting, communication systems, microclimate), and the networks serving this building. The notion «intellectual building» is used when spoken of large office building or apartment buildings, and the name «smart home» is more appropriate for private houses, apartments or small offices. In the paper the term «smart

house» is used, as the authors consider it more appropriate and unified to join the above mentioned notions.

The basic objective of the «smart house» is to improve the safety and comfort of its inhabitants. At present, the following main systems are used to «intellectualize» buildings in the world: **centralized systems** (AMX, Crestron, Lutron); **decentralized (bus)** systems (EIB, LonWorks, C-Bus, BACnet); **radio** and **power** systems (GIRA, LEGRAND, BTCINO).

The systems of «smart houses» became popular and implemented in the middle of the 80s of the 20th century. Currently the volume of the global market of intellectual systems and automation services is about $ 20 billion. At the same time, Japan occupies one fifth of the market, North America accounts for a quarter, and the European countries account for more than 40%.

Main Body

Purpose and objectives. The purpose of the paper is to analyze some aspects of the problem of intellectualization of the «smart house» system taking into account the agent-oriented approach. The purpose stated presupposes solving the following **objectives**:

1) to consider two types of the agents of the «smart house»;

2) to determine the role of ontology when describing the important concepts and logical rules concerning the structure of the «smart house»;

3) to prove that the «smart house» is the most evident use of the agent-oriented approach in the sphere of the Internet of Things, one of the simplest and most understandable.

The scientific novelty of the study is in the interaction of the intelligent agent with the «smart house» system and in the description of the intelligent agent as a smart software bot that performs the commands and actions specified by the user of the «smart house» system.

Presentation of the main material. With regard to the «smart house» systems, the «Internet of Things» (the IoT) concept can be implemented by transferring some data from a variety of sensors used in the system to the cloud, where they will be processed and stored, as well as by sending commands from the user to the final controlled devices [1]. In turn, the user will have access to the interface (via a browser or a mobile application) designed to monitor data from sensors, as well as to control devices. But the «smart house» can be made smarter with the help of the agent-oriented approach, namely, single intellectual agents or a family of such agents (the so-called multi-agent system).

The agent-oriented approach involves breaking some applications into the large-scale granulated, loosely torn components that encapsulate more functionality than such software abstractions as methods and classes. The theory of agents and multi-agent systems offers such high-level concepts as agent roles, plans, goals, communication and negotiation protocols. Unlike traditional object-oriented software servers, which have developed means of interacting with the environment and other objects and providing certain services to clients, the agents are able to act rationally and draw logical conclusions under the conditions of incomplete and contradictory information received.

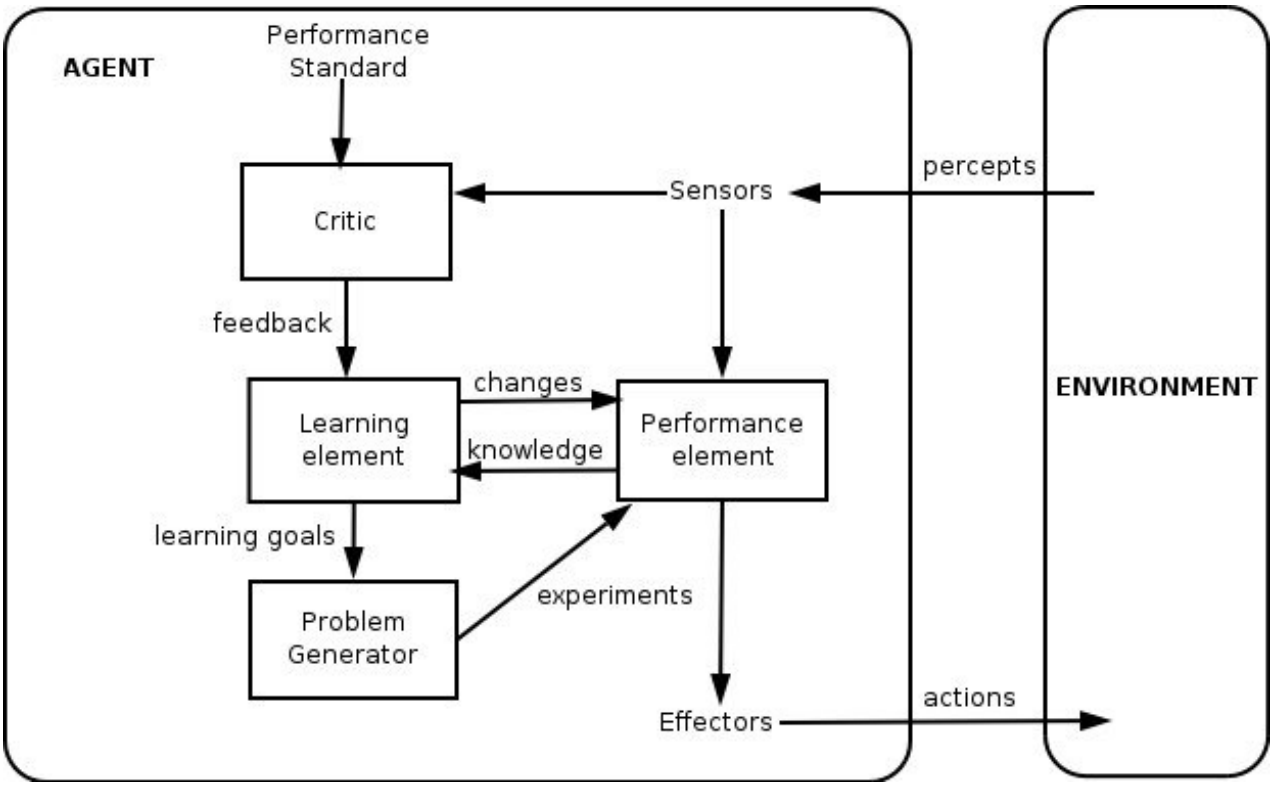
The agent is a real or virtual autonomous entity operating in an external environment, capable of perceiving and acting in this environment. The agent can communicate with other agents, manifest independent behavior, which can be viewed as a consequence of its knowledge, interactions with other agents and the goals that it has to achieve [2]. Thus, the multi-agent system is a complex system that consists mainly of agents. The model of beliefs, desires, intentions, BDI is a popular technique of designing agents [3]. In this model, «beliefs» are known to the agent information about the world, as well as the rules for deriving new information from the available ones, «desires» correlate with the planned tasks of the agent, and «intentions» – with the actions that the agent must perform to carry out its tasks. This model also includes «events» – something that can change «beliefs», «desires» and «intentions». The classic BDI models use the temporal Computational Tree Logic (CTL), however, it should be understood that literal (rather than conceptual) following such constructions can significantly complicate software development due to the difficulty of implementing the CTL.

The Internet of Things and multi-agent technologies are inextricably linked. Each participant from the real world (that is, each person and each device) is assigned a software agent — an object with some degree of intelligence that represents its interests in the virtual world. At the same time, the interconnection of the real and virtual worlds is bidirectional: decisions from the virtual world are given to reality for execution, and all the events of the real world (very often unforeseen) affect the virtual world.

Specifically, for the systems of «smart house» these agents can be of two types – a software agent, often called a bot, which can perform certain actions both independently and under the direction of the owner, and an independent intelligent agent that works with the help of a trained neural network.

The software agents-bots in the «smart house» are usually involved in routine tasks, for example, copying and transferring information to the cloud, turning on and off some elementary non-dangerous devices, and receiving standard messages.

The intelligent agent takes on more complex tasks, for example, such as adjusting all the systems of a «smart house» to the rhythm of the owner's life, managing more complex processes related to electronics (see «The diagram of the intelligent agent» below).



As an example of work of a more sophisticated intelligent agent, it can be analyzed the work of a person and a coffee maker from different perspectives. Let us suppose that in our «smart house» a human agent constantly communicates with a coffee maker agent, giving definite commands and exchanging information. Something similar can be observed in the real world. A human wants to have coffee, he turns on his coffee maker, opens a block with coffee grains and understands that they are not enough for making coffee. This man goes to the shop to buy coffee, then he returns home and turns on his coffee maker again. If to simulate this situation from the point of view of the multi-agent system, then the intelligent agent will ask to buy coffee beans or capsules before they run out. How will the request be executed? It will probably get into the queue to the agent which is responsible for the purchases, and this agent will notify the person that it is necessary to buy grains or capsules by simply adding this item to the standard shopping list marked «not enough». This all seems unattainable, but it is enough to recall such a thing as ontology (an attempt to comprehensively and thoroughly formalize a certain area of knowledge using a conceptual scheme).

With the help of ontology, one can describe important concepts and logical rules, and the intelligent agents used in the «smart house» system will be able to use this knowledge to achieve goals and to correctly interact with one another. The user can create the ontology of the house, the ontology of the workspace, and the data described in them must match each other. With this approach, it turns out that one can have both a «smart» office and a «smart» building.

The most frequent way to use ontologies is only the way to store knowledge that is rigidly structured. Moreover, this knowledge, as a rule, speaks only of a certain essence of the physical world. Why not go further and not keep the rules of interaction, the logic of the smart Internet of things in ontologies? In practice, it may look like this: when creating the agent looks at the entity to which it belongs. For correct understanding of the properties of this entity, the agent should refer to the ontology – from there it will gather information about what this entity can do, what its needs are. Does it know how to achieve these needs, how to apply its abilities? This information also lies in the ontology.

Conclusions

The «smart house» is the most obvious application of the agent-oriented approach in the field of the Internet of Things, one of the simplest and understandable, but the Internet of Things can also be used in plants, factories, and even in elementary things.

The ideas presented by the authors in this paper show the possibility of then agent-oriented approach to the tasks of controlling and decision-making in the development of the systems for improving the models of the intelligent agents when creating evolving and self-developing structures of the «smart house».

References

1. Найдич А. «Интернет вещей» – реальность или перспектива?
   URL: http://compress.ru/article.aspx?id=24290
2. FERBER J. Les Systemes multi-agents: vers une intelligence collective. I. I. A. Informatique intelligence artificielle. – InterEditions, 1995. – ISBN: 9782729605728. –
   URL: https://books.google.ru/books?id=R7VBAAAACAAJ
3. PYKA ANDREAS, FAGIOLO GIORGIO. Agent-based Modelling: A Methodology for Neo-Schumpetarian Economics // Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics. – Edward Elgar Publishing, 2007. –
   URL: http://EconPapers.repec.org/RePEc:elg:eechap:2973_29

Барковська О.Ю., Казьміна Д.Р., Росінський Д.М., Слабоуз В.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ), Харків;
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Слов'янськ.

Інтелектуалізація системи розумного будинку (агентно-орієнтований підхід)

У статті розглянуто деякі аспекти проблеми інтелектуалізації системи «розумного дому» на основі агентно-орієнтованого підходу. Проаналізовано два види агентів «розумного будинку» — програмний та інтелектуальний. Запропоновано використати онтологію, за допомогою якої можна описати важливі концепції і логічні правила стосовно системи «розумного будинку». Доведено, що «розумний будинок» — це найочевидніше застосування агентно-орієнтованого підходу в сфері Інтернету речей, одне з найбільш простих і зрозумілих.

Ключові слова: *агент, агентно-орієнтований підхід, інтелектуалізація, Інтернет речей, онтологія, розумний будинок.*

УДК 378.147.88:004.4

Кайдан Н.В., Кайдан В.П., Секлецов А.А.

[1] *кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *викладач вищої кваліфікаційної категорії, МК ДДМА*

[3] *студент 1 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: kaydannv@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ПРАКТИЧНОГО СПРЯМУВАННЯ

У статті обговорюються особливості систем комп'ютерної математики при розв'язанні завдань теорії графів. Наводяться загальні характеристики систем комп'ютерної математики для вирішення задач дискретної оптимізації. Представлені основні функції сервісу MathPartner для вирішення завдань теорії графів. Представлено опис розв'язку завдання про знаходження найкоротшого шляху між вершинами графу.

Ключові слова: *комп'ютерна математика, MathPartner, математична освіта, теорія графів, хмарні технології.*

Вступ

Інноваційні педагогічні технології мають забезпечувати не лише ефективний процес розвитку особистості з набуттям певних індивідуальних якостей, але й отримання певного переліку фундаментальних знань, які є спільними для всіх здобувачів освіти. Через це навчально-виховний процес має поєднувати в собі й особистісно орієнтовані процеси, й традиційні методи, форми та засоби навчання. Освітні інновації розуміють під собою впровадження інформаційно-комунікаційних технологій та використання компонентів комп'ютерно-орієнтованих систем навчання. Стають базою для створення сучасних засобів навчання та виховання. [4] У випадку вивчення здобувачами освіти інформатичних дисциплін, фундаменталізація навчання є одним з базових критеріїв, що дозволяє оцінити ефективність освіти як результату навчальної діяльності. Використання такої інновації як системи комп'ютерної математики (СКМ) дозволяє отримати більш високі результати, оскільки вони є середовищем, що дозволяють реалізувати творчий підхід до розв'язування практичних завдань. Це реалізується через можливість проектування, а використовується для підтримки навчання за темами, що опановуються під час вивчення фундаментальних дисциплін.

Використання в навчанні здобувачів вищої освіти спеціальності «014 Середня освіта (Математика)» програмного забезпеченням спеціального призначення, до якого належать і системи комп'ютерної математики, є надзвичайно важливим, оскільки їх вивчення та використання буде сприяти розширенню та поглибленню знань студентів як з інформатики, так і з математичних дисциплін, оволодінню студентами вміннями розв'язувати задачі різноманітного характеру та формуванню навичок застосування сучасних математичних пакетів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін і в майбутній професійній діяльності.

Проблема застосування в навчальному процесі комп'ютерних технологій та інформаційного методичного забезпечення ретельно досліджується вітчизняними й зарубіжними науковцями та методистами. Зокрема, питання впровадження комп'ютерних освітніх технологій розглядали у своїх роботах М. Жалдак, С. Рибак, В. Клочко, Ю. Рамський, М. Львов та інші дослідники.

Поширення набувають різноманітні засоби комп'ютерної математики, зокрема програмні, які, на думку М.І. Жалдака [3], доцільно умовно поділити на дві великі групи: програмне забезпечення навчально-дослідницького призначення та програмне забезпечення науково-дослідницького призначення.

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

Основна частина.

Завдання практичного характеру зустрічаються у будь-яких галузях промислово-господарчої та наукової діяльності. Велика кількість таких завдань можуть бути віднесені до задач дискретної оптимізації, велика кількість яких в свою чергу належить до класу NP. На наш час відомо про велику кількість як методів та алгоритмів, так і програмних засобів, що дозволяють, у разі виникнення потреби, вирішувати такі завдання. Зокрема, такі можливості надають системи комп'ютерної математики, що являють собою спеціалізовані програмні пакети з розв'язування математичних завдань різного типу та характеру. До найбільш популярних на наш час СКМ можна віднести пакети Maxima, Matlab, Mathematica, Maple, Mathcad.

Програма Maxima призначена для символьних обчислень і має безкоштов-

не розповсюдження з відкритим вихідним кодом. Вивчення програми Maxima та реалізація в ній графів, орграфів і розв'язання на основі них прикладних задач допомагає студентам у вивченні теорії графів. Система комп'ютерної математики Matlab, має потужний набір засобів для розв'язання різноманітних задач неперервної оптимізації у вигляді пакетів Optimization Toolbox та Global Optimization Toolbox, але не містить вбудованих функцій для розв'язування задач комбінаторної оптимізації.

Використання вбудованого розширення Combinatorica системи комп'ютерної математики Mathematica дозволяє використовувати близько 450 функцій для побудови та дослідження графів, і як наслідок, представлені функції розв'язання задач дискретної оптимізації, інтерпретованих як задачі теорії графів, серед яких Dijkstra, ShortestPath, MinimumSpanningTree, NetworkFlow, TravelingSalesman.

Програмний продукт Maple (від компанії MapleSoft) є потужним інструментом, що містить в собі більше двох тисяч команд, що дозволяють користувачу вирішувати безліч математичних задач. Вирішення завдань оптимізації в даній СКМ реалізовані за допомогою таких пакетів як Global Optimization, Optimization, Simplex, а також у випадку розв'язування задач на графах - Network, Graph Theory.[2]

Система комп'ютерної математики Mathcad орієнтована на побудову інтерактивних документів для проведення розрахунків з візуалізованим супроводом. Для чисельного розв'язку задач пошуку локального мінімуму або максимуму в Mathcad представлені вбудовані функції – Minner, Minimize і Maximize. Однак в Mathcad не передбачено спеціальне розширення для роботи з графами, але користувач може досить гнучко використовувати вбудований потужний графічний редактор.

В останнє десятиліття інформаційні технології зазнають серйозних змін, швидкими темпами розвиваються хмарні технологій. Це призводить до появи нового покоління систем комп'ютерної математики, а саме до математичних сервісів широкого призначення. Одним з таких сервісів є система комп'ютерної математики Math Partner, який доступний за адресою http://mathpar.cloud.unihub.ru/ua. [1] Новий сервіс є безкоштовним. Кожен може створювати в ньому свій хмарний математичний зошит і робити в ньому необхідні розрахунки. Мовою цього сервісу є мова Mathpar, в основі якої лежить широко використовувана математиками та фізиками мова TeX, яка зазвичай використовується для набору математичних текстів. Є можливість зберегти як постановку задачі, так і її розв'язок. При цьому можна зберігати й текстовий вигляд (Mathpar, TeX або MathML) і зображення (pdf, jpg).

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

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

$$A = \begin{pmatrix} - & - & 8 & 12 \\ - & 2 & 3 & - \\ 8 & 2 & - & 3 \\ 11 & 2 & - & 3 \end{pmatrix}$$

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

1	2	3
10	8	12 11
$0, 2, 1$	$0, 2$	$0, 3$ $0, 2, 3$

Процес отримання результату наведеного прикладу в системі комп'ютерної математики Math Partner має наступний вигляд: записуємо матрицю ваги

$SPACE = R64MinPlus[x, y];$

$A = [$

$$\begin{array}{llll} [\backslash infty, & \backslash infty, & 8, & 12], \\ [\backslash infty, & 2, & 3, & \backslash infty], \\ [8, & 2, & \backslash infty, & 3], \\ [11, & 2, & \backslash infty, & 3] \end{array}$$

$];$

Потім команду \findTheShortestPath$(A, i, j)$, яка дозволяє знайти найкоротший шлях між вершинами i та j

$X =$ \findTheShortestPath$(A, 0, 1); \backslash print(X);$

$Y =$ \findTheShortestPath$(A, 0, 2); \backslash print(Y);$

$Z =$ \findTheShortestPath$(A, 0, 3); \backslash print(Z);$

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

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

Що наглядно ілюструє наступний рисунок:

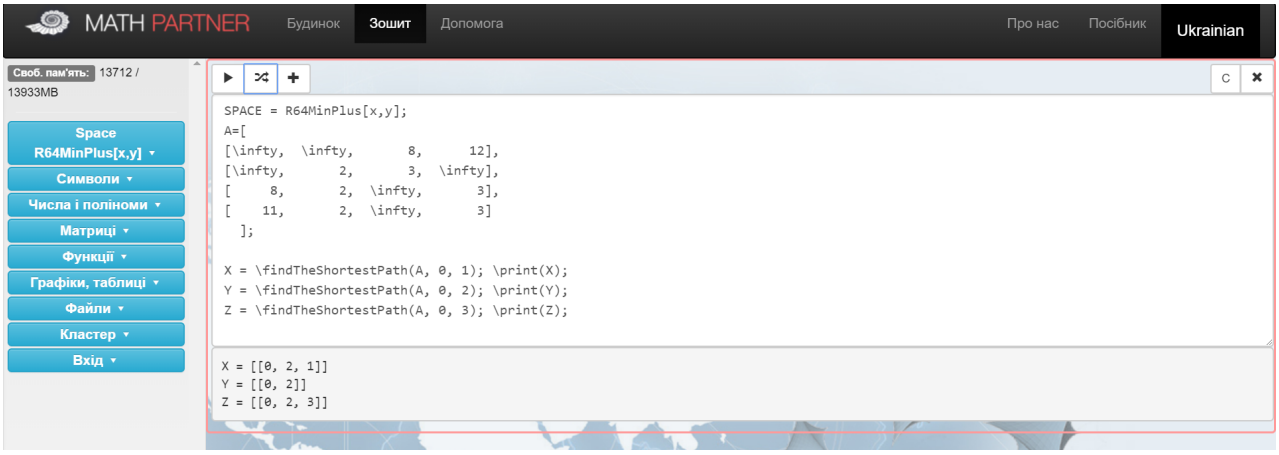


Рис. 1: Процес отримання результату в Math Partner

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

Висновки

На процес відбору математичного пакету, що належить до систем комп'ютерної математики, для розв'язування певних завдань впливає певний перелік факторів: галузь застосування та певні потреби застосування СКМ (наприклад, наукові дослідження або супровід навчального процесу), кошти, які необхідні для використання даного математичного пакету (комерційне або вільне розповсюдження), тип завдань, для яких потрібно знайти розв'язок.

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

Що стосується можливостей вирішення оптимізаційних задач, то існуючі СКМ мають в своєму складі вбудовані функції, переважно орієнтовані на розв'язання задач безперервної оптимізації. Однак в рамках СКМ створені та створюються розширення та окремі функції для вирішення задач дискретної оптимізації, які перш за все допускають трактування в термінах теорії графів.

Література

1. *Malaschonok G.I.* Way to Parallel Symbolic Computations / G.I.Malaschonok — International conference «Cloud computing. Education. Research. Development» — Moscow, 2011.
2. *Morgan M.* Introduction to Maple's GraphTheory Package / Morgan M. — MapleSoft. Maple Conference 2013 Proceedings, 2013. — P. 1-22.
3. *Жалдак М.І.* Математика з комп'ютером: посібник для вчителів. — 2-ге вид. / М.І. Жалдак, Ю.В. Горошко, Є.Ф. Вінниченко — К.: НПУ імені Драгоманова, 2009. — 282 с.
4. *Кайдан Н.В.* Використання систем комп'ютерної математики при розв'язанні завдань теорії графів. / Н.В. Кайдан, Х.О. Тураненко // Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — Слов'янськ: ДДПУ, 2017. — № 7 — С. 129-135.

Kaydan Nataliya V., Kaidan Vadum P., Sekletsov Andrey A.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.
Engineering College Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine.

Using of cloud technologies in solving practical problems

The article discusses the features of the systems of computer mathematics in solving problems of the theory of graphs. The general characteristics of the systems of computer mathematics are given. The basic service functions for solving MathPartner graph theory are presented. The description of the solution of the problem of finding the shortest path between graph peaks is submitted.

Keywords: *computer mathematics, MathPartner, mathematical education, graph theory, cloud technologies.*

УДК 378.147.88

Кайдан Н.В., Пащенко З.Д., Іванова Д.П.

[1] *кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[3] *студентка 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: kaydannv@gmail.com

ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ FLIPPED CLASSROOM

Статтю присвячено питанням, пов'язаним з застосуванням нових методичних прийомів в умовах інформатизації освіти. Розглянуто використання елементів методу Flipped classroom на прикладі дисципліни Математична логіка.

Ключові слова: *професійна підготовка, змішане навчання, перевернуте навчання, математична логіка.*

Вступ

Проблема організації навчального процесу у вищих навчальних закладах різних рівнів акредитації була актуальною на всіх історичних етапах становлення та розвитку суспільства у XX столітті. Не залишається вона поза увагою й у сучасних дослідників, викладачів-практиків, молодих науковців. Вища школа висуває нові вимоги до організації навчально-виховного процесу підготовки майбутніх фахівців, що зумовлено низкою потреб і закономірностей розвитку сучасного суспільства.

Змінюються пріоритети у вимогах до компетентностей працівників. Завдяки швидкому розвитку інформаційно-комунікаційних технологій зростання об'єму корисних знань супроводжується дедалі більшою їх відкритістю для всіх людей, незалежно від місця проживання, віку чи соціально-економічного статусу. Це породжує розмаїття в способах здобуття знань та зростання ролі неформальної та інформальної освіти. Проблемою, яка потребує розв'язання, є дисбаланс між суспільним запитом на висококваліфікованих працівників, перспективами розвитку суспільства, глобальними технологічними змінами та існуючою системою педагогічної освіти, а також рівнем готовності/спроможності сучасних педагогічних працівників до сприйняття та реалізації освітніх реформ в Україні. [5]

Фактично, виникає потреба спрямовувати розвиток здібностей в певному напрямку. Процес освіти має бути базою для процесу самоосвіти. На ранніх етапах необхідно накопичення знань з окремих методів розв'язання проблем. На пізніх етапах головний пріоритет належить творчому пошуку.

Дистанційне навчання, засноване на використанні новітніх інформаційних технологій та засобів навчання, стало дуже актуальним, тому що воно здатне реагувати найбільш гнучко та адекватно на потреби людини в суспільстві й виступає високотехнологічною формою отримання якісної освіти незалежно від місця проживання, фізичних можливостей, часу, відведеного для навчання та громадянства. [3]

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що сучасні науковці приділяють значну увагу проблемі впровадження дистанційних технологій у навчальний процес. Науково-педагогічні засади дистанційного навчання досліджували О. Андрєєв, В. Биков, Д. Іванченко, В. Кухаренко, Є. Полат, А. Хуторський та ін. Питання упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес висвітлено в наукових доробках Ю. Дорошенко, М. Жалдака, Ю. Жука, В. Кухаренко, Ю. Триуса та ін. З дисертаційних досліджень останніх років, що присвячені проблемі дистанційного навчання слід зазначити праці Т. Койчевої, Т. Лаврик, Н. Муліної, П. Стефаненко, П. Федорука та ін.

Основна частина.

Однією із форм організації навчального процесу є пряме навчання. Пряме навчання - структуроване, послідовне викладання головних понять, законів і принципів дисципліни. Новий матеріал подається логічними частинами, перевіряється його засвоєння, якщо потрібно з'ясовувати складні моменти. Пряме навчання — пасивна форма отримання знань для студентів. Хоча є можливість додавати активність студентам за допомогою питань, прикладів.

Для сучасного етапу розвитку освіти в Україні характерні інтенсивні пошуки нового в теорії та практиці навчання. Триває процес апробації нових активних форм і методів, що активізують навчально-пізнавальну діяльність студентів. Темпи розвитку сучасних технологій значно впливають на методи викладання та моделі навчання в цілому, що дозволяє розширити шляхи реалізації парадигми компетентності з метою підвищення якості освіти. Найбільший потенціал для оптимізації навчального процесу має модель змішаного навчання, що дозволяє впроваджувати нові технології, не відмовляючись від загальноприйнятих методів навчання. [4]

У цьому сенсі модель передбачає заміну частини традиційних навчальних сесій з різними типами навчальної взаємодії в електронному середовищі. Змішане навчання є перспективною моделлю організації навчального процесу, оскільки дозволяє підвищити мотивацію навчання, робить цей процес прозорим, інтерактивним і керованим, забезпечує постійне залучення студентів до навчального процесу. [2]

До нових технологій відноситься Flipped classroom, який характеризується тим, що необхідні теоретичні знання студент отримує поза аудиторних занять, а на аудиторних заняттях виконує індивідуальні завдання або розробляє груповий проект. [1]

Беручи до уваги той факт, що студенти спеціальності «Середня освіта (математика)» спеціалізації «Інформатика» на 3 курсі мають досвід навчання, а рівень самосвідомості вже достатній, використовувати метод Flipped classroom не тільки логічно, але й цілком доцільно. Крім того, цей метод навчання не суперечить робочій програмі, в якій основна кількість годин відведена для самостійної роботи студентів.

Є різні способи реалізації цього методу навчання, але всі вони засновані на одному основному принципі: пряме навчання здійснюється за межами аудиторії, а практична робота та застосування отриманих знань відбувається в самій аудиторії. Загалом, суть методу Flipped classroom полягає в перегрупуванні ключових складових навчального процесу. За допомогою цього методу навчання студенти самостійно освоюють зміст нового навчального матеріалу в електронному середовищі, а потім застосовують отриманні знання на практичних заняттях або обговореннях.

Елементи методу навчання Flipped classroom нами були застосовані при вивченні дисципліни Математична логіка. Виходячи з практики цього застосування, сформувалася така структура підходу до кожної запропонованої теми:

1. Формулюються тема та її мета.
2. Визначається місце даної теми в робочій програмі дисципліни.
3. Пропонуються джерела інформації.
4. Визначаються види та зміст контролю.
5. Проводиться контроль та оцінювання

Впроваджуючи метод Flipped classroom при викладанні курсу Математичної логіки, ми бачимо доцільним розгляд наступних тем:

— Булеві п-арні функції;
— Поліном Жегалкіна;
— Повні системи булевих функцій;
— Математичні теорії першого порядку.

Для кожної з запропонованих тем визначені місце в робочій програмі та джерела інформації, підібрано зміст завдань для контролю та його види.

Наприклад, для вивчення теми «Повні системи булевих функцій» студенти отримують наступну інформацію:

1. **Тема**: «Повні системи булевих функцій».

2. **Мета**: Засвоїти поняття класів функцій, що зберігають нуль, що зберігають одиницю, самодвоїстих функцій, монотонних та лінійних. Опанувати критерій повноти.
3. **Джерела інформації**: (заохочується самостійний підбір джерел інформації)

1) Бондаренко М.Ф. Комп'ютерна дискретна математика: Підручник / М.Ф. Бондаренко, Н.В. Білоус, А.Г. Руткас. — Х.: Компанія СМІТ, 2004. — 480 с.

2) Хромой Я.В. Математична логіка / Я.В. Хромой. — К.: Вища школа, 1983. — 208 с.

3) Завдання до практичних занять з курсу «Математична логіка та теорія алгоритмів» (Розділ: «Математична логіка»): Практикум для студентів фізико-математичного факультету / Н.В. Кайдан, Т.В. Турка. — Слов'янськ: Вид. Б.І. Маторіна, 2015. — 77 с.

4) Rosen K. H. Handbook of Discrete and Combinatorial Mathematics / K.H. Rosen and others, 2000. — 1183 p.

5) Дискретна математика. Лекція: Критерій повноти системи булевих функцій. Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=CYL7o4Ru35c

4. **Види контролю**: тест на засвоєння матеріалу (проводиться дистанційно поза аудиторного часу), індивідуальне завдання на визначення повноти системи.
5. **Дата** завершення проведення тесту на самостійне засвоєння матеріалу.

Після вивчення теми студентами та проведення тесту, викладач отримує інформацію про недостатньо засвоєні питання, які висвітлюються на початку лекції. Після цього студенти виконують індивідуальні завдання та отримують оцінку за їх виконання.

Основними причинами впровадження Flipped classroom в навчальному процесі університету є активна співпраця між студентами та викладачем і, як наслідок, підвищення успішності та мотивації студентів.

Висновки

Процес навчання у вищій школі реалізують у межах різноманітної цілісної системи організаційних форм і методів навчання. Кожна форма розв'язує своє спеціальне завдання, але сукупність форм і методів навчання створює єдиний дидактичний комплекс, функціонування якого підпорядковано об'єктивним психолого-педагогічним закономірностям навчального процесу.

Особливістю методу навчання Flipped classroom є можливість використання аудиторних занять як групових, де студенти можуть обговорювати ключові аспекти лекційних матеріалів, тестувати свої знання та взаємодія-

ти між собою. Завдання викладача полягає в тому, щоб пояснити проблемні питання, прокоментувати роботу студентів. Застосування цього методу виявилось доречним при викладанні курсу Математична логіка.

Література

1. *What is the «Flipped Classroom»?* Режим доступу: http://www.uq.edu.au/teach/flipped-classroom/what-is-fc.html
2. *Kaidan Nataliia V.* Practical use of remote training elements and methods of «flipped classroom» at professional training of future computer science teachers / Vira V. Hlazova, Nataliia V. Kaidan, Vadym P. Kaidan // Information and innovation technologies in education. Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts Katowice School of Technology Monograph 19. — Katowice: Copyright by Wyzsza Szkola Techniczna w Katowicach, 2018. — P. 192-199.
3. *Глазова В.В.* Впровадження елементів дистанційного навчання у традиційний освітній процес. / Н.В. Кайдан, В.В. Глазова //Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : наук. журнал / голов. ред. А. А. Сбруєва. — Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2015. — № 1 (45). — С. 223-229
4. *Кухаренко В.М.* Теорія та практика змішаного навчання : монографія / В.М. Кухаренко, С.М. Березенська, К.Л. Бугайчук, Н.Ю. Олійник, Т.О. Олійник, О.В. Рибалко, Н.Г. Сиротенко, А.Л. Столяревська; за ред. В.М. Кухаренка — Харків: «Міськдрук», НТУ «ХПІ», 2016. — 284 с.
5. *Наказ МОН України* «Про затвердження Концепції розвитку педагогічної освіти» за №776 від 16.07.2018 р. Режим доступу: https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-koncepciyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti

---

Kaydan Nataliya V., Pashchenko Zoya D., Ivanova Daria P.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Teaching discipline Mathematical logic using elements of Flipped classroom

The article is devoted to questions related to the application of new methodical techniques in the context of informatization of education. Using of elements of the Flipped classroom on the example of the discipline Mathematical logic is considered.

Keywords: *professional training, blended learning, flipped classroom, mathematical logic.*

УДК 378.147.88

Щенсневич Ю.Ю., Щенсневич О.В.

[1] *викладач, ВСП Національного авіаційного університету Слов'янський коледж НАУ*

[2] *викладач, ВСП Національного авіаційного університету Слов'янський коледж НАУ*

e-mail: yuraschensnevich@gmail.com, schensnevichov@gmail.com

РОЗГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ PASSIVE OPTICAL NETWORK ДЛЯ ПОБУДОВИ ОПТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

В роботі висвітлено специфіку побудови оптичних комп'ютерних мереж за технологією Passive Optical Network при вивченні дисципліни «Комп'ютерні системи та мережі». Розглянуто доцільність використання апаратного забезпечення для під'єднання потенційних абонентів приватного сектору до мережі Інтернет.

Ключові слова: *технологія PON, оптична комп'ютерна мережа, оптичне волокно, підключення до Інтернет.*

Вступ

Суспільство XXI ст. є інформаційним і характеризується перш за все зростанням інтелектуальних потоків у геометричній прогресії, а також масштабним поширенням у світі комп'ютерних мереж, як джерела й засобу передачі інформації. Глобальні процеси інформатизації суспільства мають місце в сучасній Україні, що з одного боку, створює значний попит на висококваліфікованих фахівців у галузі проектування та обслуговування комп'ютерних систем та мереж на ринку праці. Й оскільки внаслідок значної теоретизації навчання випускники багатьох українських вишів не мають можливості працювати за фахом, цю нішу заповнюють іноземні фахівці, на заробітну плату яких держава витрачає численні кошти. А з іншого — проявила себе проблема відсутності комп'ютерних мереж у невеликих селах та селищах, наявність неякісно побудованих обчислювальних мереж в українських містах.

Основна частина

Масштабні та швидкі процеси урбанізації, що відбуваються у XXI столітті в розвинених країнах, змушують мешканців великих місць переселятися в невеликі місця та села з метою затишного та більш спокійного життя. У таких умовах виникає потреба інтеграції районів приватного сектору в міжнародне інформаційне середовище через створення відповідних комп'ютерних мереж.

Для сучасної західної інженерної практики будування комп'ютерних мереж характерним є використання технологій широкосмугового мультисервісного множинного доступу по оптичному волокну. [1]

На сьогодні найбільш уживаною технологією для об'єднання в мережу одноповерхових будинків є технологія Passive Optical Network — пасивна оптична мережа (далі PON), яка дозволяє максимально ефективно використовувати можливості оптоволоконної мережі.

Над вирішенням зазначеної проблеми працюють переважно інженери-проектувальники із приватних компаній («Ice-line.ua», «Lantorg», «Mstream» тощо), які результати власних наукових розвідок публікують на відповідних сайтах. [4, 6, 7].

Так, PON — найбільш перспективна технологія широкосмугового мультисервісного множинного доступу по оптичному волокну. Активне обладнання в цій мережі є тільки на стороні провайдера і на стороні абонента. Досліджувана технологія ідеально підходить і для віддалених малонаселених пунктів, і для міського приватного сектора. [2]

На лекційних заняттях з дисципліни «Комп'ютерні системи та мережі» розглядаємо технології PON, від створення і до сьогодення, з метою більш чіткого усвідомлення специфіки побудови сучасних пасивних оптичних мереж. У 1995 році з метою здійснення ідеї про побудову оптичної мережі на одному волокні сім впливових компаній British Telecom, France Telecom, Deutsche Telecom, NTT, KPN, Telefonica і Telecom Italia об'єдналися в консорціум FSAN (англ. Full Service Access Network). Діяльність FSAN була націлена перш за все на створення загальних правил використання та рекомендацій до обладнання PON, відповідно до яких виробники такого обладнання й провайдери мали б змогу співіснувати в умовах жорсткої конкуренції на ринку систем доступу PON. [2]

Логічним продовженням процесу оновлення технології PON стала архітектура мережі доступу GPON (Gigabit PON), де значно збільшено полосу пропускання та ефективно реалізовано передавання різноманітних мультисервісних додатків. Стандарт GPON ITU-T Rec. G.984.3 GPON було прийнято в жовтні 2003 року. На сьогодні стандарт GPON не досить поширений для проектування мереж, оскільки характеризується високою вартістю обладнання й швидкістю передачі даних від 622 Мбіт/с до 2,5 Гбіт/с. [3]

Різновидом технології PON є також архітектура GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network), що становить найбільш часто використовувану технологію побудови пасивних оптичних мереж і відповідає вимогам більшості провайдерів для підключення віддалених абонентів (швидкість пе-

редачі становить 1 Гбіт/с, при цьому на одному волокні можуть перебувати до 64 кінцевих пристроїв мережі).

Виділимо переваги використання GEPON технології:

1. Низькі витрати на експлуатацію й технічне обслуговування мережі через причини використання пасивного устаткування розподільної мережі;
2. Можливість поступового розширення мережі, при додаванні нових вузлів робота вже створеної мережі не порушується;
3. Можливість побудови мережі населеного пункту на одному оптичному волокну, що досить вигідно з економічного погляду — невисока вартість створення мережі.

Отже, на лабораторних заняттях для проектування оптичних мереж міста використовуємо технологію GEPON. Розглянемо специфіку побудови мережі за даною технологією на прикладі простої схеми Рис. 1.

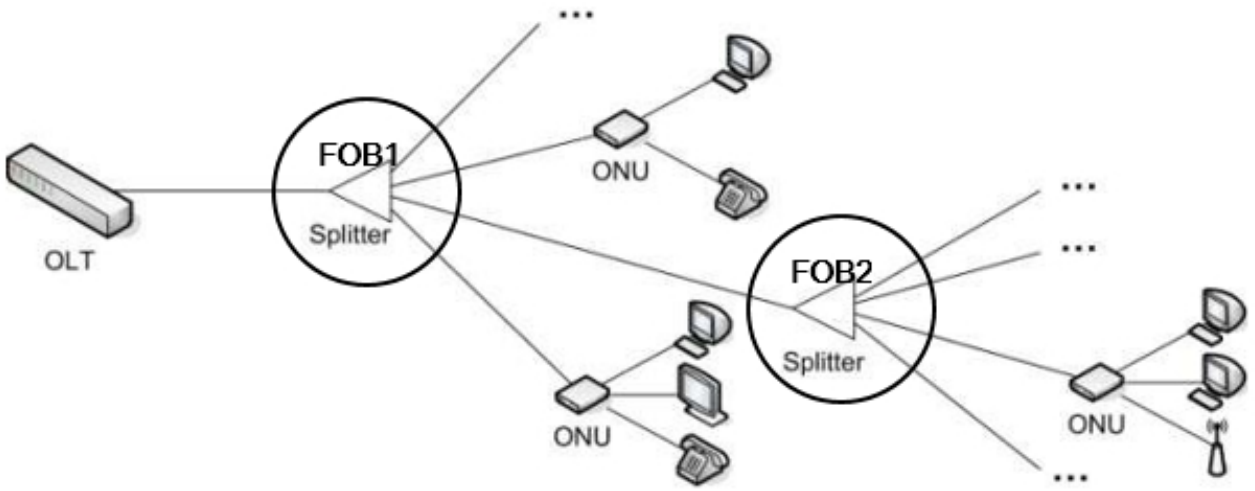


Рис. 1: Схема мережі за технологією PON

У серверній встановлюється OLT (англ. Optical Linear Terminal — Оптичний Лінійний Термінал) — головний пристрій, призначений для опрацювання сигналу пасивної оптичної мережі на базі технології GEPON. Фірму виробника та функціональні характеристики станційного терміналу обираються із урахування кількості потенційних абонентів. [5]

Кожному абоненту встановлюється ONU (англ. Optical Network Unit — Оптична Мережева Одиниця), даний пристрій також іноді іменують ONT (англ. Optical Network Terminal — Оптичний Мережевий Термінал) — повноцінний VLAN світч невеликого розміру. Вибір марки виробника та специфічних можливостей ONT залежить від параметрів головного пристрою OLT. [1]

Зауважимо, що активні пристрої мережі GEPON, такі як OLT та ONU повинні бути вироблені однією компанією, у протилежному випадку їх взаємодія буде неякісною або навіть неможливою. Фактично, це є одним із недоліків технології GEPON для проектування мереж.

На лабораторних заняттях дисципліни «Комп'ютерні системи та мережі» перед студентами ставиться завдання правильно використовувати засвоєні теоретичні знання для побудови проекту комп'ютерної мережі населеного пункту з підключенням до Інтернет.

Розробку проекту необхідно розпочати з аналізу вихідного завдання: «Наведено карту міста (Рис. 2) із назвами вулиць, нумерацією будинків. Необхідно побудувати комп'ютерну мережу цієї місцевості із підключенням до Інтернету, уважаючи, що всі зображені будинки є потенційними абонентами».

Рис. 2: Карта частини м. Слов'янськ Донецької обл.

Відповідно до вихідного завдання дослідження доцільно розпочати з аналізу технологій розробки мереж для місцевості з одноповерховими будинками. Тобто в серверну «прийшов» оптоволоконний кабель, який необхідно під'єднати до OLT і направити далі для побудови мережі.

Враховуючи той факт, що оптичний кабель містить в собі певну кількість волокон, кожне із яких повинно бути підключене до станційного терміналу, виникає проблема вилучення цих волокон із кабелю. Для вирішення даного питання використовується специфічне обладнання — оптичні кроси.

Оптичний крос призначений для обробки кінця оптичного кабелю у місці, куди його підведено: серверна, дата-центр тощо.

Далі відбувається поєднання оптичного адаптеру із OLT через оптичний патчкорд. Зауважимо, що у випадку використання у мережі не всіх волокон із оптичного кабелю, все одно необхідно розварити всі: з метою полегшення роботи із побудови мережі у наступному; у разі виникнення пошкоджень певного волокна по лінії його можна замінити «вільним» волокном, що доти не використовувалось. Виходячи із серверної по колодязях зв'язку, або по стовпах ліній електропередач оптичний кабель прямує до першого місця розділення, яке знаходиться в оптичному розподільному боксі (FOB1) відповідно до схеми наведеній на Рис. 1.

Оптичний розподільний бокс застосовується з метою виокремлення необхідного волокна для побудови мережі на виділеній місцевості. Відмітимо, що оптичний розподільний бокс представляє собою міцний пластиковий короб, що розташовується на стовпі ліній електропередач за допомогою відповідних кріплень. Розглянемо функціональні можливості та структурні компоненти оптичного боксу на прикладі Crosver FOB-03-12.

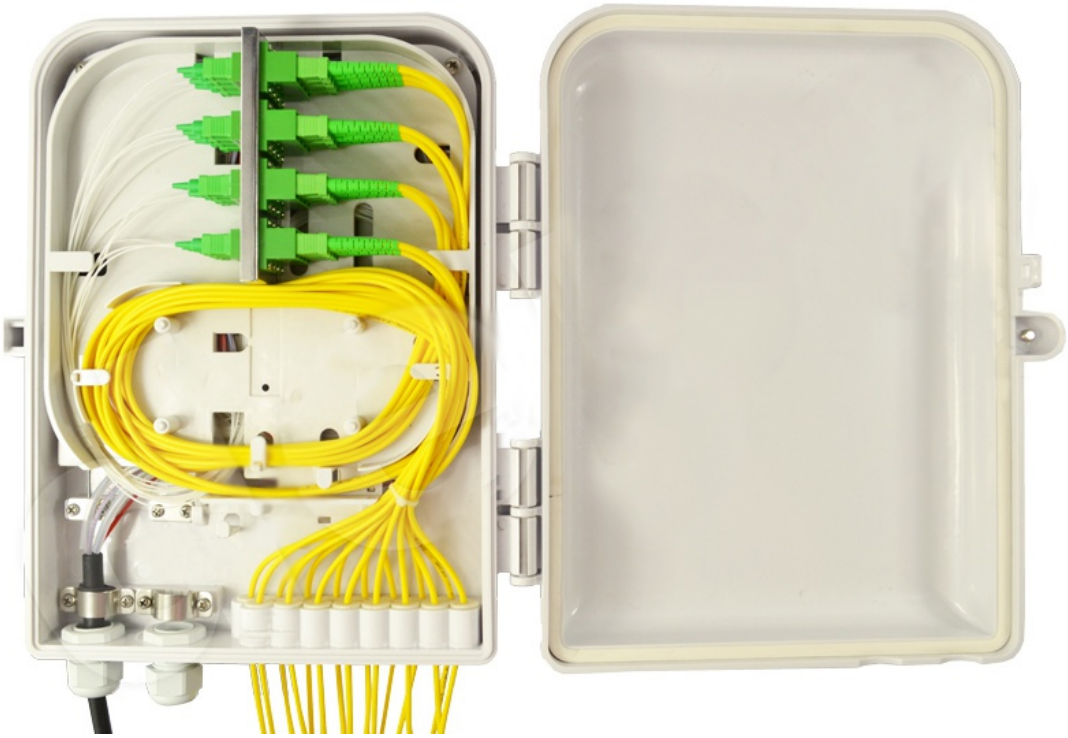


Рис. 3: Оптичний розподільний бокс Crosver FOB-03-12

Так, усередині Crosver FOB-03-12 Рис. 3 розміщені елементи фіксації кабелю і оптичних з'єднувачів. Всередині боксу розташована відкидна монтажна панель, на якій розміщений металевий кронштейн для установки до 8-ми оптичних адаптерів типу SC. З іншого боку панелі знаходяться місця для фіксації захисних гільз і розміщення оптичних PLC дільників (сплітерів). Конструкція змінних ущільнювачів введення лінійних кабелів дозволяє ввести в оптичний бокс Crosver FOB-03-12 петлю кабелю не розрізаючи самого кабелю. Спеціальний гвинт фіксації кришки обмежує доступ стороннім особам всередину боксу. [4]

Отже, із Рис. 3 видно, що до розподільного боксу заходить оптичний кабель, із якого за допомогою відповідного обладнання дістається одне волокно. Далі за допомогою зварювального дільника сигналу FBT (Fused Biconical Taper) витягнуте волокно фактично розділяється на два, причому сигнал на отриманих двох волокнах розподіляється у відсотковому відношенні в залежності від маркування дільника сигналу (10/90, 20/80, 30/70 тощо).

Зауважимо, що у дільниках сигналу FBT для визначення яке із волокон отримує сигнал у якому відношенні використовують різні кольори, що указано на упаковці.

Згодом одне із отриманих волокон шляхом зварювання приєднується до планарного дільника PLC (Planar Lightwave Circuit), які розділяють одне волокно на 2, 4, 6, 8, 16, 32, 64 волокон відповідно до маркування.

Після цього за допомогою зовнішніх оптичних патчкордів відбувається з'єднання відповідного роз'єму у сплітері PLC, що розташований в оптичному боксі, із абонентським терміналом ONU. Отже, ми розглянули операції монтажу мережі одного волокна із двох, що утворилося в результаті використання дільника сигналу FBT. Друге волокно направляється далі на лінію до наступного оптичного боксу.

Висновки

Отже, у процесі розв'язання завдання визначено специфіку побудови мережі за технологією PON. На прикладі нескладної схеми розкрито зміст та особливості роботи кожного вузла PON-мережі. Висвітлено технічні характеристики відповідного для цього обладнання. Виокремлено переваги використання PON-технології в сучасній інженерно-технічній практиці з побудови мереж. Студенти узагальнюючи теоретичні засади розробки мережі у приватному секторі, можуть визначити такі положення: економічність пасивної оптичної мережі полягає в можливості її побудови на одному оптичному волокні; надійність PON-мережі обґрунтовано специфікою відповідного обладнання.

Література

1. *Параєва С.А.* Проектування комп'ютерної мережі міста: від теорії до практики : навч.-метод. посіб. для студ. та викладачів виїд. техн. навч. закл. — Слов'янськ: 2017.— 65 с.
2. *PON обгоняет DSL* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.cnews.ru/news/top/pon-obogonyaet-dsl.
3. *Технологія PON – що це?* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://lantorg.com/article/tehnologiya-pon-chto-eto.
4. *Офіційний сайт компанії DEPS* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://deps.ua/katalog/opticheskie-boksyi/optical-distribution-box-crosver-fob-03-12.html.
5. *Технологія GPON* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://deps.ua/ua/knowegable-base/reference-information/item/66122.html.
6. *Офіційний сайт компанії «Mstream Integrated Solutions»* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://mstream.com.
7. *Офіційний сайт компанії «POMCAT»* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://romsat.ua.

Shchensnevych Yurii Y., Shchensnevych Olga V.
Slovians'k College of National aviation university, Slovians'k, Ukraine.

Review of the passive optical network technology for the creation of optical network in the study of the discipline «computer systems and networks»

The work outlines the specifics of the construction of optical computer networks using the Passive Optical Network technology in the study of the discipline «Computer Systems and Networks». The expediency of using the hardware for connecting potential private sector subscribers to the Internet is considered.

Keywords: *technology PON, optical computer network, optical fiber, connection to the Internet.*

УДК 378.147:004

Глазова В.В., Басанець А.С.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студентка 4 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: vvglazova@gmail.com, basanets.lina14@gmail.com

РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ

В статті розглянуто педагогічну проблему підготовки вчителів інформатики до роботи в умовах впровадження цифрових технологій в життя людини. Обґрунтовано необхідність опанування цифровою компетентністю. Виокремлено етапи формування цифрових компетентностей майбутнього вчителя інформатики необхідних для успішної професійної діяльності.

Ключові слова: *майбутній вчитель інформатики, цифрові компетентності, Інтернет речей.*

Вступ

Під впливом змін, що відбуваються в системі вищої освіти та впровадження цифрових технологій в життя людей, питання підвищення якості предметної підготовки майбутніх вчителів інформатики набуває особливої актуальності й значущості.

Вже сьогодні очевидно, що під впливом процесів цифрової трансформації суспільства істотно змінюються вимоги до фахівців у різних областях. Концепція інформаційного суспільства передбачає, що в новому, цифровому світі, кількість людей, зайнятих в інформаційній сфері буде зростати, а інтелект, здатність і готовність до ефективної інформаційної діяльності та комунікації будуть визначати їх конкурентоспроможність.

У свою чергу, для педагогічних університетів важливим є вдосконалення організаційно-педагогічних умов навчання дисциплін, що сприяють формуванню цифрових компетентностей – набору професійних навичок і вмінь, пов'язаних з технічною стороною діяльності, які для майбутніх вчителів інформатики будуть безпосередньо стосуватися виконуваної професійною діяльності: навчання програмування, формування уявлень про конфігурування і адміністрування інформаційних систем, сприяння розумінню технологій цифрової економіки, організація дослідницької діяльності учнів та ін.

Проблемі формування цифрових компетентностей присвятили свої роботи як вітчизняні, так і зарубіжні вчені. Студенти щодня повинні вивчати новітні цифрові/мобільні технології. A. Maxwell, Z. Jiang, C. Chen підкреслюють, що стиль навчання змінюється з покоління в покоління, і тому для теперішнього покоління важливо володіння новітніми цифровими технологіями. На важливість підготовки педагогічних кадрів в умовах інформатизації освіти вказують В. Вембер, Р. Гуревич, М. Жалдак, Н. Морзе та ін., на формування цифрової компетентності педагога в області цифрових технологій – В. Биков О. Овчарук, О. Сороко та ін. Вчені стверджують, що при підготовці вчителів необхідно формувати цифрові компетентності, тому що від них залежить в майбутньому успішність результатів учнів.

Метою статті є дослідження педагогічної проблеми підготовки вчителів інформатики до професійної діяльності в умовах впровадження цифрових технологій в життя людини.

Основна частина

Фахівцям сфери освіти необхідно орієнтуватися в передових досягненнях як в сфері професійно-орієнтованих інформаційно-комунікаційних технологій, так і в психолого-педагогічних методиках, створюваних на їх основі. Під впливом зазначених вище факторів сама професійна діяльність буде здійснюватися в умовах, що постійно змінюються, тобто не можна достовірно спрогнозувати якими саме способами діяльності необхідно буде опановувати для збереження професійного статусу та конкурентоспроможності. Для працівників освіти буде вимагатися здатність і готовність до професійної мобільності. Для підтримки актуального рівня професійної компетентності необхідно буде постійно і, більшою мірою, самостійно займатися власним професійним розвитком.

Нині Міністерство освіти і науки розробляє вимоги до цифрової компетентності педагогів. Поки що йдеться не про вимоги, а про певний стандарт, опис, перелік знань і вмінь з розкриттям їхніх компонентів. Такий опис передбачено Концепцією розвитку педагогічної освіти, а також планом заходів Нової української школи до 2029 року [3].

На підставі цього необхідно виділити низку курсів інформаційно-технологічної спрямованості для майбутніх педагогів, що забезпечують формування мінімально необхідного рівня цифрової та професійної ІКТ-компетентності відповідно до нормативних вимог стандартів.

Для вирішення зазначеної проблеми необхідно забезпечити формування мінімально необхідного рівня цифрової та професійної ІКТ-компетентності

майбутніх вчителів інформатики в аспектах застосування сучасних інформаційних технологій у відповідності з інтегрованими вимогами. Для цього потрібно спроектувати і реалізувати викладання дисципліни «Методика навчання інформатики» за такими етапами.

По-перше, враховувати нормативні уявлення про професійну діяльність майбутніх фахівців. По-друге, на процесуальному рівні реалізовувати види діяльності щодо вирішення проблемних завдань, що включають фази осмислення, активної дії, рефлексії. При цьому до складу діагностичного компонента включити компетентнісно-орієнтовані завдання, що виявляють рівень цифрової та професійної ІКТ-компетентності.

З огляду на сучасні уявлення про цифрову і ІКТ компетентності, і спираючись на [1, 4] під цифровою компетентністю розуміється динамічна система якостей тих, хто навчається і яка виявляється в можливості демонструвати переконання і цінності, знання, володіння способами вирішення завдань, пов'язаних з використанням цифрових пристроїв на рівні умінь і навичок, розуміння відповідальності за свої дії, тобто здатність індивіда впевнено, ефективно, критично і безпечно вибирати й застосовувати цифрові технології при реалізації різних видів діяльності, а також його готовність до такої діяльності.

Наступним етапом є діяльнісний, він включає процес самостійного або групового вирішення завдань з використанням певного цифрового засобу. Одним з найважливіших сучасних трендів розвитку ІТ-індустрії є подальше проникнення різноманітних електронних приладів, оснащених вбудованими пристроями для комунікації між собою або зовнішнім середовищем, як повністю автоматично, так і з елементами ручного управління. Такі пристрої не тільки впливають на розширення сфери використання інформаційних і телекомунікаційних технологій в повсякденному побутовому житті, а й істотно впливають на розвиток економічних і соціальних процесів у суспільстві. Найперспективнішою технологією останніх років є Інтернет речей (Internet of Things), концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані датчики, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку [2]. Поряд з такими областями, як промисловість, транспорт, сфера розваг та ін., Інтернет речей має значний потенціал і для сфери освіти. На основі технологій Інтернету речей можна з успіхом реалізувати такі концепції, як «розумний клас» і «розумна школа».

Заключним етапом є рефлексивний, основне завдання якого – осмислення студентами отриманого досвіду практичної діяльності, вивченого теоретичного матеріалу і аналізу власного рівня підготовки, можливих напрямків подальшого використання ІКТ в навчальній і професійній діяльності.

Формування цінностей і особистісних смислів майбутньої діяльності відбувається за рахунок звернень до досвіду студентів, вивчення проблемних ситуацій (з життя або професійної діяльності) і готових рішень. Формування розуміння особливостей та умов завдання, необхідних дій, ресурсів та інструментів для його вирішення здійснюється за допомогою спеціальних завдань, які передбачають активну аналітичну діяльність: формулювання, опис, порівняння різних умов, інструментів і способів дій при роботі із засобом ІКТ. Формування способів дій і закріплення знань відбувається через активну проектувальну й конструктивну діяльність. Рефлексія передбачає серію питань і завдань, спрямованих на осмислення отриманого досвіду.

Висновок

Необхідність змін в підготовці вчителів в області інформаційно-комунікаційних технологій є важливим завданням для досягнення рівня економічного і соціального розвитку. Необхідність опанування цифровою компетентністю вчителем є сьогодні індивідуальною, фаховою потребою та викликом в умовах стрімкого розвитку технологій. Вчителі відчувають гостру потребу: розширення і поглиблення особистої цифрової компетентності, вміння застосовувати сучасні методи навчання та технології навчання, різні форми дистанційного, змішаного навчання, набуття навичок створення освітнього середовища, здійснення моніторингу навчальних досягнень учнів, використовуючи при цьому сучасні інформаційно-комунікаційні технології, інноваційні освітні сервіси та ресурси глобальної мережі Інтернет. Актуальними напрямами подальшої розробки окресленої проблеми є вдосконалення навчальних програм.

Література

1. Digital Competence Framework for Educators [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu
2. Інтернет речей [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://ipkey.com.ua/uk/faq/908-internet-of-things.html
3. Про затвердження плану заходів на 2017–2029 роки із запровадження Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» [Електронний ресурс]. –

Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/903-2017-%D1%80

4. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: зб. тез доповідей учасників всеукр. наук.-практ. семінару, (Київ, 28 лютого2018 р.) / за заг. ред. О.Е. Коневщинської, О.В. Овчарук. – Київ. : Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: Київ, 2018 – 61 с.

Hlazova Vira V., Basanets Alina S.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Development of digital competence of the future teacher of computer science

The article deals with the pedagogical problem of preparing teachers of computer science for work in the conditions of introduction of digital technologies into human life. The necessity of mastering digital competence is substantiated. The stages of formation of digital competences of the future teacher of computer science which are necessary for successful professional activity are selected.

Keywords: *future teacher of computer science, digital competence, Internet of things.*

УДК 364.62:004.738

Пасічник Ю.Р.

студентка педагогічного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»

e-mail: uka08062000@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ У РОБОТІ СОЦІАЛЬНИХ ПРАЦІВНИКІВ

Сучасний соціальний працівник повинен вміти використовувати соціальні мережі у своїй роботі, для того щоб взаємодіяти зі своїми клієнтами будь-де та при різних обставинах. Соціальний працівник повинен розширювати сферу своєї діяльності та використовувати нові методи роботи для більш ефективної праці

Ключові слова: *соціальні мережі, суспільство, комунікація.*

Вступ

Сьогодні Інтернет є невід'ємною частиною суспільства. А соціальні інтернет-мережи слугують способом спілкування та обміну інформації між індивідами. Соціальні інтернет-мережі – це важливий інструмент інформації з найбільш вираженим ступенем незалежності, що обслуговують громадські інтереси та потреби, формують громадську думку з питань:

1. політичних прав громадян;
2. розвитку ідейно-політичної діяльності політичних партій та рухів;
3. підвищення ефективності діяльності органів місцевого самоврядування;
4. оперативного суспільного інформування з актуальних проблем сучасності та іншого.

У загальносуспільному масштабі цей процес сприяє розвитку громадянської єдності, допомагає поширенню соціального досвіду, у тому числі й у сфері освоєння нових інформаційних технологій. Формування соціальних мереж сприяє виробленню відповідних сучасним потребам ефективних форм капіталізації інформаційних ресурсів. Для мережевої взаємодії рівень розвитку соціальної капіталізації визначається не стільки обсягом наявних ресурсів, скільки можливостями їх мобілізації в мережі. Ці можливості впливають на динаміку інформаційних процесів і ширину охоплення ними мережі, служить джерелом її розвитку та є запорукою розвитку нового інформаційного виробництва.

У ході свого розвитку соціальні інтернет-мережі збагачуються новими можливостями для задоволення запитів користувачів. Можна погодитись із думкою дослідників (О. С. Онищенко, В. М. Горовий, В. І. Попик та ін) про

те, що основними причинами нинішньої привабливості соціальних інтернет-мереж на сьогодні є [1]:

1. отримання інформаційної підтримки від інших членів соціальних інтернет-мереж;
2. верифікація ідей через участь у соціальній взаємодії;
3. соціальна вигода від контактів (причетність, самоідентифікація, соціальне ототожнення, соціальне сприйняття тощо);
4. рекреація (відпочинок) [2].

Основна частина

Велика кількість населення України різного віку використовує соціальні інтернет-мережі. Щоб допомогти окремим представникам населення із вирішенням їх проблем соціальний працівник 21 століття має йти в ногу із часом використовуючи дані мережі як у професійній діяльності, так й для особистих потреб.

Слід зазначити, що саме віртуальні соціальні мережі є потужним засобом підтримки комунікації мільйонів громадян в мережі Інтернет, оскільки окремі соціальні спільноти вже мають десятки і сотні мільйонів зареєстрованих користувачів [3]. Це дає змогу соціальному працівнику звернути увагу більшої кількості користувачів на свої послуги. Можна розміщувати оголошення на різних сайтах, вказуючи контактні данні. Таким чином, люди завжди можуть дізнатися про надання допомоги і за наявності потреби зв'язатися між собою, з соціальним працівником, або проконсультуватися з різних питань за допомогою онлайн-чату.

З огляду на те, що комунікативний процес не зводиться лише до обміну інформацією (її передачі та сприйняття), а ще й містить у собі трансформацію цієї інформації в соціально значущі індивідуальні, групові чи масові дії, то для соціального працівника якраз така трансформація і є головною метою дослідження, де сам комунікаційний процес становить лише нагоду для дослідження. Тому соціальний працівник зобов'язаний орієнтуватися в усіх видах Інтернет-комунікацій.

По-перше, соціальний працівник повинен бути ознайомлений з основними офіційними сайтами щодо своєї професійної діяльності. Так, наприклад:

http://www.psyua.com.ua – сайт створений для професійної діяльності психологів та соціальних працівників/соціальних педагогів системи освіти. Даний сайт корисний не лише цікавою та корисною інформацією для фахівців, але на ньому можна знайти законодавчу базу, інформацію про діяльність Українського науково-методичного центру практичної психології і соціальної роботи системи освіти, оголошення про проекти, звіти тощо;

http://www.mlsp.gov.ua – офіційний сайт Міністерства соціальної політики України, де розкриваються основні законодавчі документи у сфері соціальної політики, що стосуються діяльності соціального працівника з різними категоріями населення;

http://dsmsu.gov.ua – офіційний сайт Міністерства молоді та спорту України, де висвітлюється інформація про діяльність у сфері державної соціальної молодіжної політики (законодавчі акти, новини, оголошення та вакансії, контактна інформація, напрями діяльності, співпраця);

http://www.dcz.gov.ua – офіційний сайт Державної служби зайнятості.

За допомогою зазначеного сайту соціальний працівник за будь-якої потреби може дізнатися про особливості працевлаштування, вільні вакансії, анонси та події у сфері зайнятості, нормативно-правове забезпечення, також є доступ до соціальної реклами. На сайті можна знайти різноманітні матеріали зустрічей, круглих столів, семінарів, резолюції тощо;

http://naps.gov.ua/ua/structure/institutions/social_work – офіційний сайт Національної академії педагогічних наук України, до складу якої входить Український науково-методичний центр практичної психології і соціальної роботи. На сайті розкрито напрями діяльності центру, його завдання, контактна інформація, анонси та оголошення, результати діяльності тощо;

http://ligasocial.org.ua – офіційний сайт «Ліги соціальних працівників України», яка є Всеукраїнською громадською організацією та об'єднує громадян незалежно від громадянства і місця проживання для задоволення та захисту законних соціальних, економічних, творчих та інших спільних інтересів своїх членів, реалізації їх прав і свобод та сприяння реалізації соціальної політики в Україні;

http://www.psyua.com.ua – офіційний сайт психологічної служби системи освіти України, де розміщена інформація про діяльність психологічної служби; проекти, які реалізовуються; законодавча база діяльності служби; її наукова продукція, контактна інформація, оголошення тощо.

Звичайно, що подати аналіз та характеристику усіх сайтів неможливо. Так, наприклад, існує велика кількість спеціалізованих сайтів, що об'єднують окремі категорії населення, які потрапили у складні життєві обставини чи мають психічні чи фізичні відхилення, Інтернет-сторінки для обдарованої молоді, ВІЛ-інфікованих тощо [4, с. 161].

Також існують окремі сторінки соціальних інститутів, з якими може співпрацювати соціальний працівник: спеціалізовані служби, служби для сім'ї, дітей та молоді; служби у справах дітей, громадські організації різних регіонів України та за її межами. На цих сторінках соціальний працівник

може віднайти здобутки діяльності зазначених служб та організація, інформацію про заходи, які організовуються, контактну інформація, ряд послуг, що можуть надаватися ними, нормативно-правові документи, методичні рекомендації щодо різних видів діяльності у соціальній сфері тощо.

По-друге, соціальний працівник мусить обрати для себе мережі спільнот та об'єднань. Мережі спільнот, на думку багатьох науковців (В. Михайлов, Думанський Н. О., Голощук Р. О., Гуревич Р.С., Івашньової С. В., Клименко О. А., Ломакін Д. С., Патаракін Е. Д., Фещенко А. В.) [3], відіграють значну роль у професійному розвитку соціальних працівників. Участь у мережі професійних спільнот не тільки стимулює професійне зростання соціальних працівників, але й дозволяє фахівцям соціальної сфери, які живуть у різних куточках міста (країни, області, району), спілкуватися один з одним, вирішувати професійні питання та підвищувати свій професійний рівень шляхом дистанційного навчання.

Скориставшись даними системами соціальний працівник може надсилати необхідну інформацію, проводити консультації, здійснювати просвітницьку роботу з різними категоріями населення, що потребують його підтримки, зокрема обдаровані діти, діти з особливими потребами, діти з неблагополучних та багатодітних сімей, сім'ї переселенців, люди похилого віку та інші [4, с. 162].

Найбільш часто використовуваними соціальними мережами та співтовариствами є Instagram, Telegram, Фейсбук, Twitter, Skype, ASKfm, LiveJournal, Друзі.ua та інші. Для більш ефективної роботи соціальний працівник може створити власний спеціалізований персональний веб-сайт, Інтернет-сторінки в соціальних мережах, електронну пошту тощо [5, с. 33].

По-третє, соціальний працівник сьогодні має можливість брати активну участь у різних онлайн-режимах.

За адресною спрямованістю повідомлень і часом реакції, відповіді на них розрізняють системи особистого й колективного листування; за часом реакції на відправлене повідомлення – системи інтерактивного спілкування (синхронного режиму зв'язку «on-line») й відстроченого (асинхронного режиму зв'язку «off-line»). Серед комп'ютерних систем підтримки міжособистісної комунікації виокремлюють такі типи як:

1) інтерактивне особисте листування. До нього відносять чат (chat), коли повідомлення, що набирається одним із учасників діалогу, автоматично відображається і на моніторі іншого учасника, на яке він у такий самий спосіб відповідає, продовжуючи діалог;

2) відстрочене особисте листування. До такого виду належить електрон-

на пошта (e-mail). Користувач набирає повідомлення і відсилає його адресату, який, отримавши його, за необхідності надсилає відповідь;

3) колективне інтерактивне листування. Мається на увазі колективний чат, коли учасники колективного обговорення по черзі обмінюються репліками-повідомленнями;

4) відстрочене колективне листування. Основною його формою є електронні конференції (форуми). Повідомлення, що відсилається на конференцію, стає доступним усім її учасникам. Кожен учасник може відповісти на нього, підтримавши обговорення, а також може ініціювати нові питання;

5) зустрічі онлайн, проведення семінарів, тренінгів та інших заходів за допомогою Інтернет – вебінари (англ. webinar). Вебінари можуть бути спільними і включати в себе сеанси голосувань і опитувань, що забезпечує повну взаємодію між аудиторією та ведучим.

Отже, необхідним елементом, зокрема, методичної роботи соціального працівника має бути робота в режимі онлайн-семінарах, конференціях, вебінарах тощо.

Якщо проаналізувати український сегмент глобальної мережі, можна сказати, що на сьогоднішній день вже існують деякі мережі професійних об'єднань працівників соціальної сфери. Треба зауважити, що діяльність соціальних працівників у мережах носить безсистемний характер, відсутній модератор мереж, якість викладених ресурсів часом не дуже висока, відбувається постійне порушення авторського права тощо. Діяльність мережевих спільнот працівників соціальної сфери на території України є ще дуже мало розробленим напрямом за яким постійно ведуться розвідки.

По-четверте, на сьогодні особлива роль належить саме дистанційному навчанню, яке займає важливе місце щодо освіти соціальних працівників. Метою дистанційного навчання є забезпечення доступності та неперервності додаткової професійної освіти на засадах підвищення кваліфікації за місцем проживанням фахівця. Звичайно, переваги дистанційного навчання полягають у його індивідуальному графіку навчання, широкому полі для творчої самореалізації.

На сьогодні широкого вжитку набув один із найпоширеніших методів дистанційного навчання – вебінар. Цей термін утворено від слів «web» та «seminar» і застосовується для позначення різних онлайн заходів: семінарів, конференцій, дискусій, зустрічей, презентацій, а в деяких випадках – тренінгів та мережевих трансляцій тих чи інших подій. У ході вебінару зв'язок між учасниками підтримується через Інтернет за допомогою встановленого на комп'ютері або спеціального веб-додатку [6, с. 150-151].

Зазначимо, що при отриманні онлайн-освіти зникають межі між очним і дистанційним навчанням. Характерологічна властивість проведення вебінарів полягає в їх інтерактивності – ефект фізичної присутності. Слухачі мають можливість сприймати все, що демонструє й говорить викладач, вести з ним діалог, уточнюючи в усній або письмовій формі незрозумілі моменти або відповідаючи на поставлені їм запитання [6, с. 151].

Незважаючи на певні недоліки вебінарів (обмежена можливість у тренуваннях, особистий контакт, робота з особистими якостями, відсутність гарантії конфіденційності, не завжди висока якість зв'язку тощо) він має і свої переваги, такі як економія часу і коштів учасників та організаторів, масштабність аудиторії, доступ до різних допоміжних бібліотек, архівація (створення електронних курсів).

По-п'яте, це елемент електронної бібліотеки. Пізнавальна діяльність в Інтернеті являє собою пошук інформації як за ключовими словами, так і через перехід від одного гіпертекстового посилання до іншого – таке «ходіння» по посиланнях отримало назву «навігація». Сьогодні ефективний пошук інформації для соціального працівника пропонує використання можливостей широко представлених в Інтернеті спеціальних пошукових систем (наприклад: Шукалка, UAport, Bigmir, TopPING, Uaportal, Google, Meta.ua, Ukr.net та ін.).

При цьому в мережі Internet можна знайти інформацію абсолютно різного роду і якості: від монографій, наукових статей, періодичних видань і законодавчих актів до домашніх сторінок клієнтів. До теперішнього часу велике поширення на теренах «Всесвітньої павутини» отримали всілякі пізнавальні та освітні ресурси: Internet-енциклопедії та довідники, навчальні курси, електронні бібліотеки, мережеві картинні і фотогалереї та ін [5, с. 162].

Соціальний працівник зобов'язаний мати свою електронну бібліотеку, в якій будуть міститься методичні поради, статті, посилання на корисні сайти, книги, посібники, якими можна користуватися у відкритому доступі. Також у ній можуть міститься посилання на інші електронні бібліотеки, що допоможуть у роботі.

Висновки

Соціальні інтернет-мережі є невід'ємною частиною в існуванні людства і роботі соціальних працівників. З їх допомогою вони стають ближчими до своїх клієнтів і можуть надавати кваліфіковану допомогу. Завдяки Internet ресурсам з'являється можливість допомагати людям з різних куточків світу. Соціальні мережі змінюють роботу працівників на більш комфортну та широкоформатну.

Література

1. Соціальні мережі як чинник розвитку громадянського суспільства : [монографія] / [О. С. Онищенко, В. М. Горовий, В. І. Попик та ін.] ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. – К., 2013. – 220 с.
2. Соціальні мережі як чинник розвитку громадянського суспільства. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuviap.gov.ua/images/naukovidopovidi/2.pdf
3. Яцишин А. В. Застосування віртуальних соціальних мереж для потреб загального середовища освіти / А. В. Яцишин// Інформаційні технології в освіті. – 2014. – № 19. – с. 119-126
4. Новгородський Р. Г. Інтернет-комунікації у роботі соціального працівника / Р. Г. Новгородський // Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка. – Вип.133 – 2016. – с. 160-163.
5. Яцишин А. В., Коваленко В. В. Використання електронних соціальних мереж для роботи з дітьми та молоддю з особливими освітніми потребами / Яцишин А.В. // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – Вип. 8 (39). – 2015. – с. 32–38
6. Словінська О. Д. Вебінар як різновид електронної веб-конференції та його місце в комбінованому навчанні / О. Д. Словінська // Вісник Житомирського державного університету. – Вип. 1 (73). – 2014. – С. 150-154.

Pasichnyk Yuliia R.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

The use of social networks in the work of social workers

The modern social worker must be able to use social networks in his work in order to interact with his clients wherever and in different circumstances. A social worker must expand his field of activity and use new working methods to work more effectively.

Keywords: *social networks, society, communication.*

УДК 378.147: 004.4

Величко В.Є., Рожков С.І.

[1] *кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студент 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: vladislav.velichko@gmail.com

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ

В статті аналізується питання фахової підготовки майбутніх учителів інформатики до практичного використання елементів STEM-освіти в майбутній професійній діяльності через використання компетентнісних завдань. Аналізується структура компетентнісних завдань, інтелектуальна готовність майбутніх учителів інформатики до розв'язання компетентнісних завдань та рівні проблемності під час розробки компетентнісних завдань. Наводяться приклади компетентнісних завдань з інформатики.

Ключові слова: *підготовка вчителів інформатики, компетентнісні задачі, STEM-освіта, STEM-технології*

Вступ

Базис реформування вищої освіти полягає в орієнтації майбутніх фахівців на формування професійних компетентностей, що забезпечать навчання та розвиток у змінному світі високих технологій. У цьому контексті особливого значення набуває проблема якісної підготовки майбутніх учителів у зв'язку з їхньою безпосередньою участю у розвитку освіти, науки, виробництва та життя суспільства. За дослідженням Елаїне Хом (Elaine J. Hom) однією із тенденцій сучасного світу є інтеграція знань, сфер діяльності та виробництва, що базується на множинних зв'язках науки, технологій, інженерії та математики [1]. Це, у свою чергу, проектується на освітні системи впровадження елементів STEM-освіти: інтегровані курси, міждисциплінарні проекти, проблемне навчання, компетентнісні завдання тощо. Не зважаючи на те, що фахова підготовка майбутніх учителів інформатики передбачає фундаментальну математичну підготовку, інженерні знання у галузі комп'ютерних наук, наукове сприйняття світу та ґрунтовне володіння інформаційними технологіями підготовка до системного застосування STEM-освіти не проводиться у повному обсязі.

Метою даної публікації є представлення системи підготовки майбутніх учителів інформатики до впровадження STEM-освіти, що апробується у ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет».

Основна частина

Аналіз педагогічної та методичної літератури свідчить, що теоретичні підходи та практичні напрями реалізації STEM-освіти привертають увагу багатьох науковців. Проблемам інноваційного, науково-дослідного мислення як бази STEM-освіти присвячено роботи як вітчизняних, так і закордонних науковців (Т. Андрущенко, Н. Балик, О. Барна, О. Воронкін, С. Гальченко, О. Гриб'юк, К. Гуляєв, В. Камишин, Е. Клімова, О. Комова, О. Кузьменко, О. Лісовий, Н. Морзе, Л. Ніколенко, М. Рибалко, О. Стрижак, І. Чернецький, M. Harrison, D. Langdon, B. Means, E. Peters-Burton, N. Morel, J. Confrey, A. House та інших). Питання впровадження STEM-освіти у навчальних закладах, які готують майбутніх учителів розглянуто у роботах таких науковців, як R. Baiduc, R. Linsenmeier, N. Ruggeri, B. Coppola [2, 3, 4].

Перш за все, STEM-освіта передбачає інтегрований, проблемний підхід до навчання, виконання завдань при якому ставляться без відриву від реального життя [5]. Базуючись на дослідженні Н. Балик та Г. Шмигер [6] можемо виділити наступні умови впровадження моделі STEM-освіти у процес навчання майбутніх учителів інформатики на основі аналізу теоретико-методологічних засад створення інноваційної моделі фахової підготовки:

- практична направленість освітніх програм та навчальних планів;
- інформатичні дисципліни адаптуються відповідно до поставлених практичних цілей.
- неформальне навчання у професійних спільнотах.

Формування фахових компетентностей майбутніх учителів інформатики до впровадження STEM-освіти здійснюється в університеті на базі кафедри методики навчання математики та методики навчання інформатики фізико-математичного факультету, як структурного підрозділу, що реалізує напрям ІКТ-підготовки студентів університету. При кафедрі з 2017 року діє STEM-центр «Цифровий освітній простір» ціллю роботи якого є сприяння дослідному навчанню з метою збору інноваційних методів викладання інформатичних дисциплін та підвищенні інтересу майбутніх учителів до інженерних, комп'ютерних наук та математики, надання вичерпної інформації про STEM-освіту, створення бази практики щодо впровадження STEM-освіти.

Система підготовки майбутніх учителів інформатики до застосування STEM-освіти являється багатогранним процесом і складається з декількох компонентів. Цілепрогностичний компонент полягає у необхідності формування готовності до застосування STEM-освіти як в майбутній професійній діяльності, так і у власній самоосвітній діяльності. Мотиваційний компонент містить професійно-ціннісні орієнтації на STEM-освіту, мотивація до дося-

гнення успіху та самооцінка власних професійно-значущих якостей у галузі STEM.

Змістовний компонент системи підготовки майбутніх учителів інформатики до застосування STEM-освіти полягає у таких професійних компетентностях, як інформатична, технологічна та математична. Практично-діяльнісний компонент системи підготовки передбачає наявність у майбутніх учителів інформатики навичок практичного використання STEM-технологій для власних потреб та професійної діяльності, наявність рефлексивних умінь у галузі STEM. Організаційно-методичний компонент системи підготовки складається з наявності організаційно-комунікаційних здібностей, вміння забезпечувати ефективний навчально-пізнавальний процес у галузі STEM-освіти, самостійність вибору засобів, прийомів та методів професійної діяльності.

Підготовка майбутніх учителів інформатики до STEM-освіти виконується, перш за все, на фахових навчальних дисциплінах інформатичного циклу. Лекційні, семінарські, практичні та лабораторні заняття формують не лише єдину наукову картину світу, але й готують до практичного застосування власних знань на практиці. Саме такою і є мета STEM-освіти – фокусування на повсякденному житті, реальних завданнях розв'язання яких потребує комплексного наукового й інженерного мислення. Також не можна відкидати й неформальну освіту, адже самоосвітня діяльність, спілкування у професійних об'єднаннях, участь у наукових дослідженнях формують STEM-компетентність. Інститутом модернізації змісту освіти було опубліковано Проект концепції STEM-освіти в Україні [7] в якому визначають STEM-компетенції/компетентності і навички (competencies & skills) як динамічну систему знань і умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, що характеризують здатність до інноваційної діяльності: готовність до розв'язання комплексних завдань, критичне мислення, креативність, організаційні здібності, уміння працювати в команді, емоційний інтелект, оцінювання і прийняття рішень, здатність до ефективної взаємодії, уміння домовлятися, когнітивна гнучкість.

Формування STEM-компетенції майбутніх учителів інформатики, за нашим дослідженням, необхідно виконувати, перш за все, добором практичних завдань під час викладання інформатичних дисциплін. Практичні завдання з інформатики можна розглядати як тип компетентнісних завдань, для яких обов'язковим є застосування інформаційно-комунікаційних технологій, як засобу розв'язування. Під компетентністним завданням розуміємо систему обов'язковими компонентами якої є опис проблемної ситуації з опорою

на раніше засвоєні технологічні знання чи особистий досвід та вимогу до знаходження нових якостей, відомостей та даних. Компонентами вимог виступають: запитання, спрямовані на виявлення вже сформованих чи набуття нових технологічних знань; завдання, що містять вимоги щодо виконання технологічних операцій тощо.

Можна вирізнити три рівні інтелектуальної готовності майбутніх учителів інформатики до розв'язання компетентнісних завдань:

- ознайомлення — розрізнені знання, що можуть бути доповнені випадковими відомостями з власного досвіду; при цьому повністю відсутні знання щодо можливостей застосування цих знань у власній практичній діяльності;
- обізнаність чи проінформованість — сформовані фрагментарні обмежені знання (на рівні понять та уявлень), наявні елементарні уміння, що підкріплюються практикою;
- елементарна готовність — відповідає рівню сформованої інформатичної компетентності, відстежується зацікавленість і здатність до розв'язування компетентнісних задач/завдань;

Не можна обійти таке поняття як рівень проблемності компетентнісних завдань. Виокремимо наступні рівні проблемності при розв'язанні компетентнісних завдань:

- базовий рівень навчальної активності, не є проблемним; відповідає стимульно-продуктивному рівню інтелектуальної активності;
- частково самостійний рівень навчальної активності, характерні практичні завдання, для розв'язування яких звертаються за допомогою до підказок, готових типових рішень тощо; евристичний рівень інтелектуальної активності;
- рівень самостійної активності, розв'язування практичних завдань; креативний рівень інтелектуальної активності.

Розглянемо декілька прикладів компетентнісних завдань, що можуть бути представлені на практичних та лабораторних заняттях інформатичних дисциплін.

Задача, що пропонується учням п'ятого класу: «За допомогою геоінформаційної системи визначити шлях, який ви долаєте від домівки до школи, за отриманими даними та знаючи скільки ви витрачаєте часу для цього обчислити вашу середню швидкість та визначити, о котрій годині необхідно вийти з домівки, щоб не запізнитись на сеанс в найближчий кінотеатр». Під час розв'язання задачі використовуються знання з географії (прив'язка місця до

ключових відомих об'єктів, звуження пошуку місця збільшенням деталізації тощо), з фізики (знання про рівномірний рух, поняття шляху, часу, швидкості), з інформатики (використання комп'ютерних технологій для обчислень результатів). Крім того, при розв'язуванні задачі активно використовується власний досвід для збору необхідних даних, аналізу проміжних та остаточних отриманих результатів.

Приклад задачі, що пропонується учням одинадцятого класу: «Вам необхідно визначити збалансованість власного харчування: чи є достатньою енергетична цінність їжі за вмістом білків, жирів та вуглеводів?» Перш за все, дана задача стосується біології, фізіології та харчових технологій до яких необхідно додати знання з математики та інформаційних технологій. Проміжні результати аналізуються власним досвідом, математичними методами та побудовою діаграм та графіків. Додатковим завданням може бути задача про знаходження оптимального меню для повноцінного харчування при мінімальній вартості продуктів.

Задача для шостого класу може бути наступною: «Визначити щільність населення Донецької, Дніпропетровської, Волинської, Одеської та Львівської областей. Порівняти отримані значення зі щільністю населення України, Австралії та Мексики. За допомогою інфографіки представити отримані результати». Для вирішення даної задачі, перш за все, необхідно зібрати дані. Саме тут на допомогу прийде досвід використання пошукових систем, незначні математичні обчислення нададуть можливість будувати порівняльні таблиці за якими можливо візуально представляти результат.

Задача для десятого класу: «Визначте середнє значення температури за останній тиждень скористувавшись архівними даними найближчої метеостанції. Зробити прогноз температури на найближчий час». Окрім звичайної задачі пошуку інформації та її імпорту до необхідного програмного забезпечення виконуються математичні розрахунки, на основі яких, роблять прогноз погоди та порівнюють його з обчисленими математичними методами. На наступному занятті перевіряються зроблені прогнози.

Висновки

Окреслені підходи до STEM-підготовки майбутніх учителів інформатики в умовах сучасної університетської освіти посилює науковий, дослідницький та технологічний потенціал, розвиває навички критичного, інноваційного та творчого мислення, вирішення проблем прикладного характеру, комунікації та командної роботи.

Література

1. Elaine J. Hom. What is STEM Education. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html.
2. Brian P Coppola. Advancing STEM teaching and learning with research teams // New Directions for Teaching and Learning. — Volume 2009, Issue 117, pages 33– 44, Spring 2009. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tl.342.
3. Rachael R. Baiduc, Robert A. Linsenmeier, Nancy Ruggeri, Mentored Discussions of Teaching: An Introductory Teaching Development Program for Future STEM Faculty, Innovative Higher Education, 2016, 41, 3, 237.
4. Крамаренко Т.Г., Михайловська М.В. «Прикладні задачі у навчанні математики в контексті розвитку STEM-освіти», 2018.
5. STEM Education in in Southwestern Pennsylvania. Report of a project to identify the missing components. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.cmu.edu/gelfand/documents/stem-survey-report-cmu-iu1.pdf
6. Балик Н.Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти / Н.Р. Балик, Г.П. Шмигер // Фізико-математична освіта, — 2017. — №2(12), С. 26–30.
7. Проект концепції STEM-освіти в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBM0APKT0d3R29PbWZwUnM/view

---

Velychko Vladyslav Ye., Rozhkov Stanislav I.
Donbas State Teachers' Training University, Slovians'k, Ukraine.

Training of pre-service teachers of computer science before the introduction of STEM-education

The article analyzes the issue of professional training of future teachers of informatics for the practical use of elements of STEM education in future professional activities through the use of competency tasks. The structure of competency tasks, intellectual readiness of future informatics teachers to solve problems of competence and problems of problems during the development of competency tasks are analyzed. Examples of competency tasks in computer science are given.

Keywords: *preparation of teachers of informatics, competency tasks, STEM-education, STEM-technologies.*

УДК 519.7

Бабенко Н.О., Демченко С.О., Стьопкін А.В., Турка Т.В.

[1] *студентка 4 курсу фізико-математичного факультету, ДДПУ*

[2] *студентка 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету, ДДПУ*

[3] *кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та інформатики, ДДПУ*

[4] *кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри методики навчання математики та методики навчання інформатики, ДДПУ*

e-mail: stepkin.andrey@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ОФІСНОГО ПАКЕТУ OPENOFFICE ПРИ ВИКЛАДАННІ ІНФОРМАТИКИ

Курс інформатики в системі освіти з кожним днем стає все більш важливішим за рахунок широкої комп'ютеризації. Це потребує постійно підвищувати комп'ютерну грамотність учнів та студентів, так як згодом вона перетворюється в комп'ютерну грамотність нашого суспільства. У статті розглянуто питання використання новітніх інформаційних технологій викладачами та вчителями інформатики у своїй професійній діяльності. Розглянуто основні переваги та недоліки використання безкоштовних офісних пакетів при викладанні інформатики. Обґрунтовано доцільність використання крос-платформного офісного пакету OpenOffice.

Ключові слова: *офісні додатки, текстовий редактор, комп'ютерні засоби навчання.*

Вступ

В наш час складно уявити сферу діяльності людини в якій би не застосовувалася комп'ютерна техніка [1]. Ще складніше уявити людину, яка хоча б раз в житті не користувалася офісними додатками для створення та редагування різного роду документів [2]. Тому зрозуміло, що існує велика необхідність в ознайомленні учнів та студентів з офісними додатками. Але, як відомо, найпопулярніший офісний пакет Microsoft Office є платним, та далеко як не кожний навчальний заклад може дозволити собі його придбання. А як відомо нові версії Microsoft Office виходять в середньому раз у три роки, що змусить навчальні заклади постійно оновлювати програмне забезпечення, що також не безкоштовно. Текстовий редактор WordPad в останній версії Windows було значно оновлено, що дозволяє виконувати перегляд та найпростіше редагування документів, але цих функцій недостатньо для повноцінної роботи з документами, а стандартні аналоги табличного редактора, редактора презентацій та системи управляння базами даних так і зовсім відсутні. Що ж робити, якщо навчальний заклад, а тим паче, звичайний користувач не

має можливості придбати платне програмне забезпечення? Звичайно необхідно шукати безкоштовні аналоги, які забезпечують можливість повноцінної роботи з документами різного типу. Існує декілька безкоштовних офісних пакетів, можливості яких зможуть задовольнити потреби майже кожного користувача. Одним з таких пакетів є OpenOffice [3-5].

Мета: ознайомитись з основними перевагами та недоліками використання офісного пакету OpenOffice при викладанні інформатики в навчальних закладах.

Основна частина

Розглянемо більш детально офісні пакети Microsoft office та OpenOffice. Обидва ці пакети створені з однією і тією ж метою, мають схожий перелік функцій і здатні виконувати одні й ті ж дії, проте між ними існує і цілком вагома різниця. Перша і найголовніша різниця між офісними пакетами Microsoft Office і OpenOffice це те, що перший є комерційним продуктом з доволі великою вартістю, а другий можна вільно завантажити з офіційного сайту [3].

Пакет OpenOffice включає компоненти, аналогічні тим, що містить в собі MS Office: це текстовий редактор Writer, табличний процесор Calc, редактор презентацій Impress, а також Base для роботи з базами даних. Крім цих програм, є ще Draw – графічний редактор і Math – редактор формул. Інтерфейси Writer і Word даже схожі: рядки меню, панелі інструментів, але в плюси Writer можна записати наявність більшої кількості елементів на панелі інструментів за замовчуванням. Він з самого початку готовий забезпечити комфортну роботу, при бажанні панель інструментів можна налаштовувати. Галерея зображень у Writer значно поступається Word, однак вікно налаштування графічних елементів має значну кількість опцій. Система перевірки орфографії в OpenOffice Writer дещо гірше, звичайно, граматичні помилки будуть підкреслені, а ось стилістичні помилки залишаються непоміченими [4].

Про Calc говорити особливо нічого, в цілому ця програма майже не відрізняється від Excel, єдине – в Calc формули не переведені і відображаються англійською, проте до них додається опис українською мовою. Одна з невеликих особливостей Calc – фільтр видалення. При виділенні частини таблиці і спробі її видалити з'явиться діалогове вікно, в якому можна вибрати, що саме потрібно видалити – значення комірок, стовпці, формули і так далі. Calc має засоби аналізу, побудови діаграм і можливості прийняття рішень, очікувані від високоякісних електронних таблиць. Він включає більш ніж 300 функцій, в тому числі для фінансових, статистичних та математичних операцій. Calc здійснює побудову 2 і 3-мірних діаграм, які можуть бути вбудовані

в інші документи OpenOffice. Ви можете також працювати з робочими книгами Microsoft Excel і зберігати їх у форматі Excel. Calc може експортувати електронні таблиці в Adobe PDF і в HTML [4,5].

Що стосується OpenOffice Impress, він також мало відрізняється від Microsoft PowerPoint. Impress забезпечує всі загальні засоби представлення мультимедіа, такі як спеціальні ефекти, анімація і засоби малювання. Він об'єднаний з розширеними графічними можливостями компонентів OpenOffice Draw і Math. Демонстрація слайдів може бути розширена спеціальними текстовими ефектами з Fontwork, а так само звуковими і відео ефектами. Impress сумісний з форматом файлу Microsoft PowerPoint, і може також зберігати вашу роботу в численних графічних форматах, включаючи Macromedia Flash. Але в Impress має менше шаблонів для підготовки презентацій, проте більшість шаблонів PowerPoint не використовуються, а використання деяких з них так і зовсім вважається поганим тоном. Найбільший недолік Impress – це погана оптимізація, що призводить до того, що відображення складної презентації є досить вибагливим до ресурсів комп'ютера й може призвести до зависань слабких комп'ютерів, хоча й останні версії Microsoft Office доволі погано працюють на слабких компьютерах.

OpenOffice Base покликаний створювати, редагувати або заповнювати бази даних. Особливих відмінностей від MS Office Access, на наш погляд, він не має. Base забезпечує інструментальні засоби для щоденної роботи з базами даних в межах простого інтерфейсу. Він може створювати і редагувати форми, звіти, запити, таблиці й зв'язки, так щоб керування зв'язаною базою даних було майже таким же, як в інших популярних системах управляння базами даних. OpenOffice включає HSQLDB – невелику, швидку реляційну базу даних з відкритим кодом та зручним інтерфейсом. Додатково, він дозволяє використовувати інші бази даних (dBASE, MySQL, Oracle) [5].

Особливою відмінністю OpenOffice від Microsoft Office можна назвати програмний засіб під назвою Draw – інструмент векторного малювання. Він не має аналогів в офісному пакеті Microsoft Office. Це засіб схожий на розширену панель малювання з Word, тут є більша кількість ефектів і навіть примітивне 3D-моделювання. Автофігури, які знайомі нам по Word, можна побудувати в об'ємі і навіть налаштувати тіло обертання. За допомогою Draw можна можна створити майже все, від простих діаграм або блок-схем, до тривимірних художніх робіт. Його можливість Smart Connectors дозволяє Вам визначати ваші власні точки підключення. Ви можете використовувати Draw для створення малюнків для використання в будь-якому з інших компонентів OpenOffice, а також Ви можете створити вашу власну картинку і додати її в галерею. Draw

може імпортувати графіку з багатьох розповсюджених форматів і зберігати її в більш ніж 20-ти форматах, включаючи PNG, HTML, PDF і Flash.

OpenOffice часто виступає в якості одного з перших продуктів програмного забезпечення, що встановлюються на комп'ютери підприємств при міграції на вільне або безкоштовне програмне забезпечення. В останні роки європейські країни активно впроваджують OpenOffice як основний офісний пакет для державних організацій та конкурує з комерційними офісними пакетами як на рівні форматів, так і на рівні інтерфейсу користувача. Досить важливою особливістю є те, що OpenOffice є кросплатформовим та офіційно підтримується на платформах Linux, Microsoft Windows та macOS. Інсталяція OpenOffice виконується рідними для кожної платформи інсталяторами без необхідності використання параметрів командного рядка. Ви можете також визначити, яка версія Java (якщо є в наявності) повинна використовуватися OpenOffice з інтерфейсу інсталятора. Існує версія пакету OpenOffice для операційних систем сімейства Microsoft Windows з можливістю використання без установки, що дозволяє запускати пакет з флеш-накопичувача. Офісний пакет OpenOffice може вільно встановлюватися і використовуватися на домашніх комп'ютерах, в школах, офісах, закладах вищої освіти, державних і комерційних організаціях і установах. OpenOffice має велику мовну підтримку. Інтерфейс користувача доступний більш ніж на 40 мовах. Компоненти OpenOffice добре інтегровані один з одним. Всі компоненти разом використовують загальний модуль перевірки орфографії і інші інструменти, які використовуються однаково у всьому наборі. Наприклад, інструменти малювання, доступні в Writer, також можна виявити в Calc, подібні, але більш розвинені версії в Impress і Draw [5].

Висновки

Нині найпоширенішим у світі офісним пакетом є Microsoft Office. Здавалось що не можливо уявити роботу з комп'ютером без цього незамінного набору програм для створення документів, таблиць, презентацій та ін. Проте, у цього офісного пакета є один вагомий мінус – він є комерційним продуктом, причому вартість його досить велика. Звичайно є навчальні заклади та категорії осіб, які можуть дозволити собі без проблем придбати Microsoft Office та користуватися всіма його перевагами, однак більшість навчальних закладів та осіб, що навчаються не мають змоги його придбати. Досить часто небажання придбати комерційні офісні пакети зумовлено звичайним бажанням заощадити кошти. Для таких категорій навчальних закладів та осіб єдиним варіантом є використання безкоштовних офісних пакетів. Ми роз-

глянули один з таких варіантів і вважаємо, що хоч він дещо і поступається Microsoft Office, але його використання на заняттях з інформатики в повній мірі забезпечить потреби як викладачів так і осіб, що навчаються. Не зважаючи на те, які операційні системи використовуються в закладах освіти та у учнів чи студентів вдома. OpenOffice здатний досить добре заощадити навчальному закладу кошти на придбання офісного пакету, він постійно розвивається і можливо, скоро перевершить Microsoft Office.

Література

1. Stopkin A.V. Use of computer algebra system maxima in the process of teaching future mathematics teachers / V.E. Velychko, A.V. Stopkin, O.G. Fedorenko // Information Technologies and Learning Tools. – Kyiv, 2019. – Vol. 69, №1. – P. 112-123.
2. Стьопкін А.В. Використання офісних додатків у підготовці майбутніх учителів / А.В. Стьопкін, Т.В. Турка, Я.В. Чернякова // Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. – Слов'янськ: ДДПУ, 2018. – Випуск №8. – С. 113-121.
3. Apache OpenOffice: The Free and Open Productivity Suite. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.openoffice.org/.
4. Хахаев И.А. OpenOffice.org: Теория и практика / Хахаев И.А., Машков В.В., Губкина Г.Е. и др. – М.: ALT Linux, Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 318 с. – ISBN 978-5-94774-891-8.
5. Козодаев Р. OpenOffice.org 3. Полное руководство пользователя / Р. Козодаев, А. Маджугин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – С. 704.

Babenko N.O., Demchenko S.O., Stopkin A.V., Turka T.V.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Use of OpenOffice office package for teaching informatics.

The computer science course in the education system is becoming increasingly important at the expense of widespread computerization. It requires continuous improvement of computer literacy of students, as it subsequently becomes a computer literacy of our society. The use of the latest information technologies by teachers of computer science in their professional activities is consider in the article. The main advantages and disadvantages of using free office packages in teaching computer science are considered. The expediency of using the OpenOffice cross-platform office suite is reasonable.

Keywords: *office applications, text editor, computer learning tools.*

УДК 378

Чернякова Я.В., Турка Т.В., Стьопкін А.В.

[1] *студентка 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[3] *кан. фізико-математичних наук, доцент каф. математики та інформатики, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: chernyan20@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ POWERPOINT В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

У статті розглянуто питання підготовки майбутніх вчителів до використання інформаційних технологій у професійній діяльності. Дано приклад творчого використання пакета PowerPoint, запропонованого для діяльності вчителя.

Ключові слова: *презентація, мультимедійна технологія, види презентації.*

Постановка проблеми. Комп'ютер і Інтернет сьогодні не є чимось новим для студентів і учнів школи. Тому вчителів та викладачів постійно цікавить питання, як, використовуючи можливості комп'ютера та сучасного програмного забезпечення, підвищувати рівень викладання свого предмету.

Використання нових інформаційних технологій у навчанні, наприклад, географії, англійській мові, історії є одним з найважливіших аспектів вдосконалення та оптимізації навчального процесу, збагачення арсеналу інструментів та прийомів, які дозволяють урізноманітнити форми роботи і зробити уроки цікавими, пам'ятними для учнів. Наявність комп'ютерів, електронних матеріалів, підручників і енциклопедій дає змогу вчителям модернізувати процес навчання. Інформаційні технології дозволяють зробити навчання індивідуальним відповідно до темпів та глибини курсу. Такий підхід дає бажаний результат, оскільки створює умови для успіху навчання кожного учня, викликаючи позитивні емоції та мотивуючи їх до навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Беручи до уваги велику кількість програмних продуктів, їх використання у викладанні відповідних навчальних дисциплін дуже важке. Перш за все, це стосується відсутності методичного супроводу: більшість програмних засобів створюються для розваг. Насправді вчитель, бажаючи використовувати такі програмні продукти, змушений налаштовуватися на них, виконувати велику роботу для їх грамотного використання. Одним з розповсюджених способів використання комп'ютера в навчанні є використання програми Microsoft PowerPoint. З його допомогою вчитель має можливість ефективно використовувати комп'ютер як засіб організації навчального процесу [2].

В.Н. Могильова зазначає: «Як і при впровадженні будь-якого іншого засобу навчання, виникає ряд проблем, пов'язаних з психолого-педагогічними умовами застосування комп'ютера в процесі навчання. У той же час комп'ютер дає такі можливості інформаційного забезпечення навчального процесу, яких досі ніколи не було. Виникає серйозна багатоаспектна проблема вибору стратегії впровадження комп'ютера в навчання, яка дозволила б використовувати всі його переваги і уникнути втрат, що впливають на якість педагогічного процесу і які зачіпають розвиток основних сфер людини» [1].

Мета дослідження. Дослідження позитивних і негативних моментів при роботі вчителів та викладачів з редактором презентацій Microsoft PowerPoint. На конкретному прикладі підготовки вчителя до уроку розглянути можливості програмного засобу.

Виклад основного матеріалу. Мультимедійні технології — це не традиційна система, це абсолютно інший навчальний процес, який повинен гарантувати розвиток комунікативних, творчих і професійних знань, необхідність особистого вдосконалення і постійної самоосвіти. Зокрема, систематичне використання комп'ютера, а саме мультимедійних презентацій допомагають підвищити якісний рівень наочності, підвищити її продуктивність, логічну побудову та структурування навчального матеріалу, що значно підвищує рівень сприйняття інформації слухачами. Середовище PowerPoint призначене для створення та редагування презентацій. Воно поєднує в собі текст, графіку, анімацію і дозволяє створювати привабливий продукт для слухачів. За його допомогою можна зручно та швидко підготувати навчальний матеріал, легко створити анімований слайд, швидко виконати різні форми оцінки пізнавальної діяльності та багато іншого.

Презентації, підготовлені пакетом Microsoft Office з використанням анімації та інтерактивних елементів, забезпечують якісно новий рівень подання інформації. Підтримка аудіо дає можливість розробки сюжету гри в PowerPoint, має великий вплив на емоційне сприйняття учнів, сприяє глибшому вивченню навчального матеріалу. На кожному уроці викладач вирішує ряд психолого-педагогічних завдань. Дозволяє утримувати увагу під час заняття, залучати чуттєве та емоційне сприйняття, уяву та кмітливість учнів.

Мультимедійна технологія — це технологія, яка дозволяє за допомогою комп'ютера інтегрувати, обробляти і водночас відтворювати різноманітні типи сигналів, різні середовища, засоби і способи обміну даними, відомостями.

Основними перевагами мультимедійних технологій вважається розширення можливостей, вдосконалення методів доступу до матеріалів, більша наочність опановуваного матеріалу. Мультимедійні технології широко застосовуються в освіті та у практичній роботі спеціалістів різних галузей.

Залежно від способу реалізації на комп'ютері розрізняють такі види презентацій: зі сценарієм, інтерактивні та автоматичні.

Презентація зі сценарієм

Презентація зі сценарієм — це традиційна презентація зі слайдами, доповнена засобами показу кольорової графіки й анімації з виведенням відеоматеріалу на великий екран або монітор. У ній є можливість під час показу вносити зміни у процес демонстрації, а також використовувати титри, що рухаються по екрану і містять додаткові пояснення.

Анімаційний текст у поєднанні з анімаційними діаграмами, графіками та ілюстраціями дає змогу зосередити увагу слухачів на основному і сприяє кращому запам'ятовуванню інформації. Озвучує матеріал, як правило, сам ведучий.

Презентація зі сценарієм є найпоширенішим видом мультимедійних презентацій.

Інтерактивна презентація

Інтерактивна презентація — це діалог користувача з комп'ютером, під час якого користувач приймає рішення, який матеріал для нього важливий, і за допомогою миші або натисненням на клавіші вибирає на екрані потрібний об'єкт. По тому комп'ютер видає інформацію, на яку надійшов запит.

Усі інтерактивні презентаційні програми керують подіями. Це означає, що коли відбувається певна подія (натиснення на клавішу, позиціювання курсора на екранний об'єкт тощо), програма виконує відповідну дію.

Інтерактивна презентація дає змогу відшуковувати потрібну інформацію, заглиблюючись у неї настільки, наскільки це було передбачено розробником презентації. Наприклад, користувач починає вивчати певний товар із відображеної на екрані загальної характеристики. Потім, клацнувши мишею на гіперпосиланні, кнопці або значку він має змогу детальніше ознайомитися з відомостями про конкретний предмет, що його цікавить.

Інформацію тут можна подавати графічно, у текстовому вигляді, за допомогою анімації або відеокліпів, як читання тексту «від автора» з використанням звукових ефектів, у вигляді різноманітних поєднань усіх елементів.

Інтерактивна презентація здатна легко захоплювати увагу користувача і тривалий час підтримувати його зацікавленість матеріалом.

Автоматична презентація

Автоматична презентація — це закінчений інформаційний продукт. Його можна перенести на відеоплівку, дискету, компакт-диск і розіслати потенційним споживачам.

Як і кожна програма, PowerPoint має позитивні і негативні сторони використання.

Традиційно вважається, що використання в навчальному процесі технології, засновані на впровадженні досягнень науково-технічного прогресу обов'язково сприяє ефективності запам'ятовування матеріалу. Зокрема, фіксується активізація навчального процесу за рахунок підвищення наглядності, можливості співставлення логічного і образного способів засвоєння [3].

Що може бути наслідком відсутності позитивного ефекту від введення PowerPoint в систему вивчення матеріалу? При повсякденному вживанні цієї технології істотно змінюється функція вчителя: з основного джерела інформації, на якому було сконцентровано увагу аудиторії, лектор перетворюється на статиста — перемикача кнопок. Р. Крейг говорить, що при звичному викладі матеріалу взаємозв'язок вчителя і аудиторії включала зоровий контакт і емоційну складову, які практично зникли в наслідок використання нової технології, тому що увага лектора зосереджена на перемиканні слайдів, а учні зосереджені на списуванні інформації з екрану і нерідко ігнорують коментарі викладача [4]. Д. Шоллкросс говорить, що «використання PowerPoint не дає плюси в порівнянні з звичними заняттями», до того ж формат слайд-шоу зводить до мінімуму можливість дискусії з класом, об'єднує навчальний процес і формує у аудиторії «ілюзію перегляду художнього фільму». Автор засвідчує, що електронні презентації на заняттях з технічних дисциплін малоефективні. З останньою думкою можна не погодитися тому, що схеми експериментів і модельних установок зручніше представляти на слайдах, але формули, а також пояснення до них, дійсно, набагато ефективніше здійснювати традиційним способом [5].

Microsoft PowerPoint — найпопулярніша програма для створення презентацій. Використовування PowerPoint досить різноманітне. Це і слайди з тезами доповіді, і слайди з зображеннями, що формують емоційне сприйняття доповіді, інтерактивні слайди для самостійного використання створення тестів.

Даний ряд можна продовжувати. У будь-якого доповідача, який застосовує в своїй роботі презентації, є арсенал власних прийомів використання програми для їх створення. Але ми розглянемо деякі прийоми, які рідко ким використовуються, а саме створення ігор, вікторин, тестів.

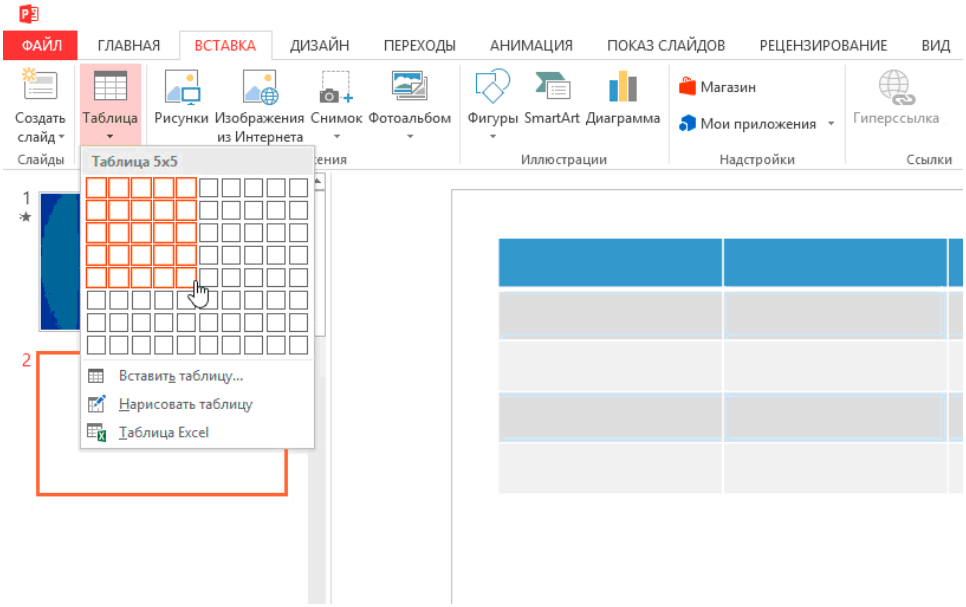
Завдяки сучасним технологіям ви буквально за 10-20 хвилин можете створити вікторину на зразок «Своєї гри» і зіграти в неї з учнями для закріплення вивченого матеріалу.

І ЕТАП.: Створюємо ігрове поле.

1. Відкрийте PowerPoint і створіть нову презентацію.

2. На вкладці ***Дизайн*** оберіть необхідну тему оформлення.

3. Створіть новий слайд і додайте на нього таблицю (***Вставка*** $\rightarrow$ ***Таблиця***).

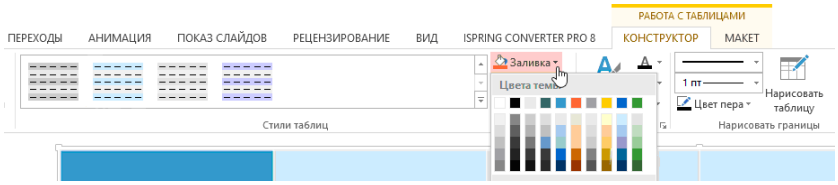


4. Створіть таблицю з п'ятьма колонками і п'ятьма рядками.

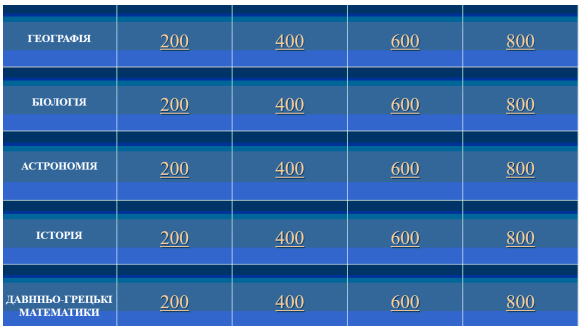
5. Треба збільшити розмір таблиці, щоб вона зайняла весь слайд, і заповніть клітинки.

ГЕОГРАФІЯ	200	400	600	800
БІОЛОГІЯ	200	400	600	800
АСТРОНОМІЯ	200	400	600	800
ІСТОРІЯ	200	400	600	800
ДАВНЬО-ГРЕЦЬКІ МАТЕМАТИКИ	200	400	600	800

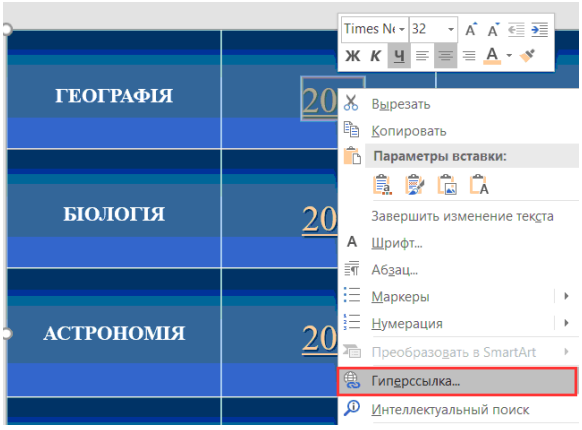
6. Змініть колір ігрового поля, щоб воно ще більше було схоже на оригінальне поле зі «Своєї гри». Для цього виділіть таблицю і натисніть Заливка на панелі інструментів в розділі ***Стилі таблиць.***

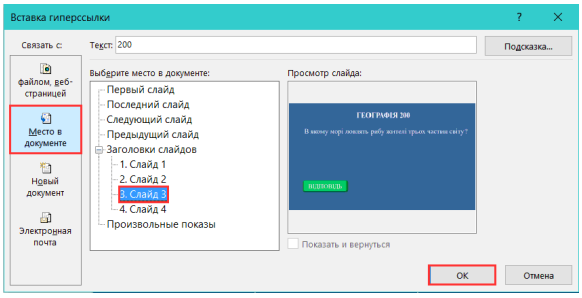


Коли ви виконаєте всі кроки, ігрове поле буде виглядати приблизно так:



В таблиці створюємо до кожного з питань гіперпосилання.





Так треба зробити з кожним питанням.

II ЕТАП: Макети слайдів.

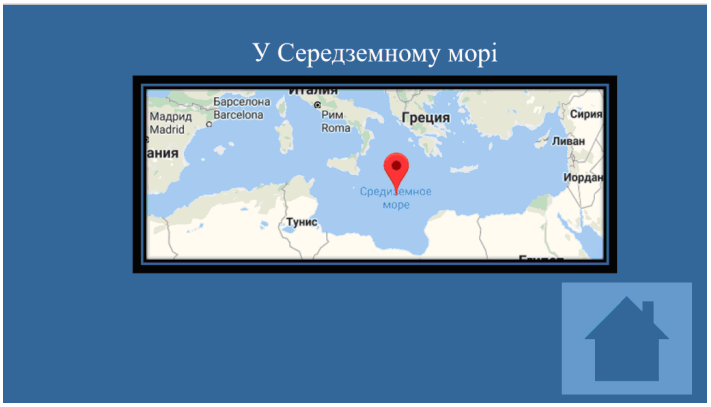
У кожного слайда в PowerPoint є свій макет. Наприклад, Титульний слайд або Тема і об'єкт.

Ви можете вибрати необхідний макет, кликнувши правою кнопкою миші на зменшене зображення слайда в лівій частині екрана.

В основному будуть слайди двох типів:

Слайд з питанням. На ньому буде розміщений текст питання і кнопка ***Відповідь*** для перевірки правильності відповіді гравця.

Слайд з правильною відповіддю. На ньому буде міститися відповідь на питання і кнопка ***Додому***, ведуча назад на ігрове поле.



III ЕТАП: Додаємо інтерактивні питання.

Додайте зображення до питань

Просто перетягніть будь-яку картинку в презентацію з папки на вашому комп'ютері. Найкраще використовувати зображення у форматі PNG з прозорим фоном. Або перейдіть на вкладку ***Вставка***, натисніть ***Малюнки*** (або Зображення з інтернету), щоб додати зображення, яке доповнює питання (або покликане спантеличити учасників).

Додайте музику і налаштуйте автозвучання

Перетягніть аудіофайл на слайд або натисніть ***Вставити*** $\rightarrow$ ***Аудіо***.

Висновки і перспективи подальших досліджень у цьому напрямі. Отже, можна сказати, що використання сучасних технологій (а саме PowerPoint) суттєво впливає на форму проведення занять, так і на роль вчителя в цьому процесі. В результаті, саме від нього залежить, чи вдасться досягти бажаного ефекту від навчання, так як будь-яка технологія — лише інструмент, яким потрібно навчитися користуватися належним чином.

Література

1. Могилёва В.Н. Психофизиологические особенности дошкольника и их учет в работе с компьютером. – М.: Академия, 2007. – 240 с. https://epdf.tips/-619d8200418a3f0a6cbd5b09a537b2914108.html
2. Пушкарева Е.В. Эффективность использования презентаций Power Point в преподавании [Электронный ресурс] // Всероссийский интернетпедсовет. – [Цит. 2005, 29. сентября].
3. Сумина Г.А., Ушакова Н.Ю. Использование мультимедийных технологий в учебном процессе вуза // Успехи современного естествознания, 2007.– №5.– С.142-143.
4. Craig R. PowerPoint presentation technology and the dynamics of teaching //Innovations in Higher Education. 2006.–V.31.–P.147-160).
5. Shallcross D. Lectures: electronic presentations versus chalk and talk – a chemist's view //Chemistry Education Research. 2007.–N.8.– P.73-79.
6. Гуревич Р.С. Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній професійній освіті / Р.С. Гуревич, М.Ю. Кадемія // Теорія і методика професійної освіти. – 2011. – № 1. – С. 1–9.
7. Жалдак М.І. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання – становлення і розвиток // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 2: комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова., 2010. – №9 –С.3-9.

Chernyakova Y.V., Turka T.V., Stopkin A.V.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Use of PowerPoint opportunities in educational process

The article is devoted to the issues of preparing future teachers for the use of informational technologies in their professional activities. An example of the creative use of PowerPoint proposed for the teacher's activity is given.

Keywords: *presentation, multimedia technology, presentation types.*

УДК 378

Хмара Л.О., Стьопкін А.В.

[1] *студентка 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *кан. фізико-математичних наук, доцент каф. математики та інформатики, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: ludmila.aleksandrovna.khmara@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ІНФОРМАТИКИ В ШКОЛІ

В даній роботі висвітлено сучасний стан проблеми використання сучасних мобільних додатків на уроках інформатики. Запропоновано декілька програмних засобів, які можуть використовуватися вчителями при розробці та проведенні уроків.

Ключові слова: *мобільні додатки, сучасні технології навчання, Play Маркет*

Вступ

Використання вчителями сучасних інформаційних технологій в навчанні [1] вимагає від них вільного володіння спеціальним програмним забезпеченням [2]. В наш час програмне забезпечення не обмежується можливістю використання на персональному комп'ютері, а й дає можливість завантаження та інсталювання його ще й на мобільні пристрої, такі як смартфони, планшети та ін [3-5]. Беручи до уваги те, що мобільні пристрої користуються великою популярністю серед дітей шкільного віку ми вирішили дослідити можливість використання різноманітних мобільних додатків при підготовці та проведенні уроків з інформатики для підвищення зацікавленості учнів у вивченні шкільного курсу інформатики.

Основна частина

Сучасну дитину досить важко здивувати у питаннях пов'язаних з сучасними технологіями. Діти більшу частину свого вільного часу, а деякі і весь час, користуються своїми гаджетами, кажучи іншими словами, практично проживають у віртуальному світі. Приходячи до школи учні хваляться один перед одним не оцінками та здобутками, а саме новенькими гаджетами. Досить часто на уроках можна помітити, що дітям зовсім не цікава тема уроку і весь час вони просто грають в ігри чи переглядають соціальні мережі. Беручи все це до уваги, ми вирішили провести невелике опитування серед школярів старших класів та задали їм такі питання: «Для чого необхідні мобільні

пристрої та як найчастіше Ви використовуєте свій смартфон?». Більшість школярів відповіли, що для гри та спілкування у соціальних мережах або ж для соціальних мереж та дзвінків. Було прийнято рішення ознайомитися з мобільними додатками та спробувати інтегрувати їх в процес навчання на уроках інформатики.

Спробуємо розібратися, що зможе нам дати використання смартфонів або планшетів на уроках інформатики?

1. Ми зможемо підвищити зацікавленість учнів процесом вивчення шкільного курсу інформатики, використовуючи звичний для нього спосіб сприйняття інформації, а саме через його гаджет. Тобто ми не забороняємо йому використовувати його мобільний пристрій, а навпаки мотивуємо до пошуку інформації та розширенні власного кругозору через пристрій, який раніше вважався тільки іграшкою.

2. Навчатимемо сприймати інформацію по новому, що в майбутньому зробить наших учнів більш гнучкими в самоосвіті.

3. Створюємо позитивний імідж вчителя як людини, яка володіє сучасними мобільними пристроями високому на рівні та використовує сучасні наукові здобутки в своїй професійній діяльності.

4. Надаємо можливість виконувати домашнє завдання у цікавій для учнів формі. Учні навіть не замислювалися раніше, що завдання можна виконувати і на смартфоні. Це підвищить мотивацію учнів до виконання домашнього завдання.

5. Отримаємо можливість розширити освітній простір уроку.

6. Отримаємо підвищення зацікавленості у сприйманні матеріалу як нового, так і заданого додому.

7. Отримаємо можливість переглядати потрібні матеріали, завдання чи ілюстрації без використання проектору та персонального комп'ютера.

Зрозуміло, що не завжди для уроків інформатики можливо підібрати мобільний додаток під ту чи іншу тему. Але, зважаючи на те, що можна використовувати смартфон також і для підключення до мережі Інтернет, то коло тем, де можна використання мобільних пристроїв буде доречно значно зростає. Розглянемо тепер не менш важливе питання: де ж саме взяти спеціальне програмне забезпечення для наших уроків? Відповідь на це питання досить проста і відповідь на неї знає кожен учень. Для пошуку та інсталяції

програмних засобів існують спеціальні середовища. Кожне сімейство операційних систем для мобільних пристроїв має свою платформу. Наприклад для найпоширенішої мобільної операційної системи Android (використовується на понад ніж 70% мобільних пристроїв у світі) це Play Маркет.

Play Маркет — це онлайн магазин мобільних додатків, ігор, електронних книг, та іншого, що дозволяє власнику мобільного пристрою під управлінням операційної системи Android знаходити необхідне програмне забезпечення та безкоштовно або за гроші завантажувати на свій пристрій. Для цього нам знадобиться лише підключення до мережі Інтернет. Play Маркет має досить велику кількість безкоштовного програмного забезпечення, що значно спрощує процес інтеграції мобільних пристроїв в уроки інформатики та не потребує додаткових витрат. А так як кожен підліток вільно володіє пошуком потрібних додатків у цьому магазині, то процес інсталяції не займе велику кількість часу, та може бути виконаний учнями без допомоги вчителя.

Далі ми розглянемо декілька конкретних додатків, які можна рекомендувати для використання при вивченні певних тем. Звичайно що кількість подібних додатків досить велика і цей список можна значно розширити. Можна також залучити до процесу пошуку додатків самих учнів.

При вивченні розділу «Інформація» пропонуємо використовувати Віджет операційної системи «Швидкий пошук», а також додатки «Пошукова система Onion Search Engine» та подібні до неї.

При вивченні теми «Апаратне та програмне забезпечення комп'ютера» доречним буде використання наступних додатків: «Збери комп'ютер сам», «Як влаштовано комп'ютер», «PC Simulator», «Ремонт комп'ютерів». Вони допомагають розібратися з будовою комп'ютера та дозволять учням самим зібрати віртуальний комп'ютер. Також рекомендуємо вивчити додатки віддаленого доступу та керування комп'ютером. У цьому Вам допоможуть такі додатки як TeamViewer (аналогічний додаток встановлюється на комп'ютер), Remote Control Collection та Bluetooth Remote PC.

При вивченні розділу «Інтернет» доречним буде ознайомлення учнів з різними браузерами (додатки «Google Chrome», «Firefox», «Opera», «UC Browser», «Mint» та ін.), розвиваючими онлайн іграми (наприклад «Крокодил онлайн. Відгадай слово», «Шашки онлайн» та багато інших).

Для розділу «Безпека в мережі Інтернет» існує спеціальний додаток від провідних компаній Інтернет індустрії: «Урок безпеки в Інтернеті».

При вивченні розділу «Графіка. Векторна графіка.» доречним буде використання таких додатків як «Infinite Painter» та «Vector Art Studio», але звертаємо Вашу увагу, що використовувати ці додатки краще з учнями стар-

ших класів, так як потребують певних знань та навичок роботи з кресленнями та прошарками.

При вивченні розділу «Команди та виконавці. Алгоритми та їх види.» можна використовувати такі додатки як «RubicsGuide2» — навчальна програма збирання кубика Рубіка; «Алгоритми. Зрозумілі та анімовані» та багато інших, серед яких є досить велика кількість безкоштовних.

При вивченні офісних додатків для персональних комп'ютерів можна ознайомити учнів з їх мобільними версіями та аналогами: «WPS Office», «Microsoft Word», «Microsoft PowerPoint», «Google Презентації», «Microsoft Excel» та інші.

При вивченні хмарних сервісів можна також розглянути мобільні версії таких додатків як «Microsoft OneDrive», «Google Диск», «My Cloud» та інші.

При роботі над розділом «Опрацювання об'єктів мультимедіа» вчитель повинен розуміти, що редагувати фото та робити відеоролики на мобільних приладах діти навчились самостійно ще до цього уроку, але зазвичай використовують зовсім прості редактори, тому необхідно розглянути більш складні редактори, щоб учні отримали нові навички роботи з мобільними пристроями. Тут можна порекомендувати такі додатки як «Adobe Photoshop Express», «Photo Lab» та «Power Director».

Для вивчення основ програмування можна обрати досить велику кількість додатків, причому під кожну конкретну мову. Як стандартний набір можна рекомендувати наступні: «SoloLearn: навчаємось програмувати», «Lazarus», «Scratch 2.0» та «JavaScript».

Досить цікавою темою для вивчення є «Комп'ютерне моделювання», тут учні моделюють кімнати, створюють різні проекти, причому набір мобільних додатків для цього дуже широкий, наприклад «Planner 5D», «Home Desing 3D» та багато інших.

Висновки

Використання мобільних пристроїв на сучасному етапі є цілком природним і є ефективним засобом розвитку пізнавальних та творчих здібностей учнів. Використання на уроках інформатики мобільних пристроїв зробить навчальний процес більш сучасним, а учні побачать свого вчителя по новому, що на нашу думку позитивно вплине на мотивацію учнів до навчання та саморозвитку.

В подальших дослідженнях ми плануємо виявити негативні сторони використання мобільних пристроїв при вивченні розділів шкільної інформатики.

Література

1. Пінаєва О.Ю. Інформатизація освіти та її застосування в навчальному процесі / Пінаєва О.Ю. // Актуальні проблеми трудової і професійної підготовки молоді. — Вінниця, — 2004. — Вип. 10. — С. 150–151.
2. Гуревич Р.С. Сучасні інформаційні засоби навчання. Навчальний посібник / Р.С. Гуревич, Л.Л. Коношевський, О.В. Шестопалюк. — Вінниця: ВДПУ імені Михайла Коцюбинського, 2004. — 535 с.
3. Слободяник О.В. Мобільні додатки на уроках фізики //Фізико-математична освіта: науковий журнал. Вип. 4(14)/Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, фізико-математичний факультет. — Редкол.: О.В.Семеніхіна (гол. ред.) [та ін.]. Суми: [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2017. — С. 293–298 Режим доступу: http://fmojournal.fizmatsspu.sumy.ua/
4. Теплицький І.О., Семеріков С.О., Поліщук О.П. Модель мобільного навчання в середній та вищій школі // Комп'ютерне моделювання в освіті / Матеріали III Всеукраїнського науково-методичного семінару: Кривий Ріг, 24 квітня 2008 р. — Кривий Ріг: КДПУ, 2008. — Т. 3: Теорія та методика навчання інформатики. — С. 20–24.
5. Голицына И.Н. Мобильное обучение как новая технология в образовании. 2009 [Електронний ресурс] / И.Н. Голицына, Н.Л. Половникова. — Режим доступу: http://library.istu.edu/bulletin/art_tech_2009_05.pdf.

Khmara L.O., Stopkin A.V.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Use of mobile applications for teaching informatics in school

The current state of the problem of using modern mobile applications in the lessons of computer science is considered in this paper. Several software tools that can be used by teachers in the lessons are suggested.

Keywords: *mobile applications, advanced learning technologies, Play Store*

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ

УДК 373.5.091.398:51

Беседін Б.Б., Максименко І.О.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студентка 4 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: besedin_boris@ukr.net

ПОЗАКЛАСНА РОБОТА З МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ

Стаття присвячена проблемі активізації пізнавальної діяльності на уроках математики, розкриттю основних шляхів удосконалення процесу навчання за допомогою позакласної роботи учнів в закладах середньої освіти. Автори спираються на власний досвід викладання математики в класах різних профілів навчання.

Ключові слова: *позакласна робота, пізнавальна діяльність, активність учнів, процес навчання.*

Вступ

Кожен вчитель прагне зацікавити учнів своїм предметом, адже це є запорукою успішного навчання. Існує багато засобів зацікавлення школярів математикою, але, на нашу думку, найдієвіший — добре продумана позакласна робота.

Застосування такого засобу в навчальному закладі має багато переваг, зокрема в такий спосіб школярі не лише краще пізнають навколишній світ, а й вчаться аналізувати, порівнювати і зіставляти, узагальнювати, конкретизувати, абстрагувати від часткового, робити умовиводи, розвивають мислення. Звісно, учитель на уроці не може відстежити розвиток цих вмінь у всіх учнів класу, він не встигає також і виховувати їх в правильному напрямку на класних годинах. А коли школяр, за своїм власним бажанням, відвідуватиме математичні позакласні заходи, то він й на уроках буде більш зацікавлено ставитись до навчального матеріалу, краще розумітиме й засвоюватиме його.

За останні роки вчителі дійсно набули великого досвіду в організації та проведенні позакласних занять з математики, який треба узагальнювати й всіляко популяризувати.

Ряд глибоких проблем модернізації факультативних завдань, позакласної роботи, роботи гуртків з практичним й теоретичним вивченням математики розглядається в статтях С.І. Шварцбурда та В.В. Фірсова. А В.І. Коба й О.О. Хмура узагальнили досвід роботи математичних гуртків, олімпіад та інших заходів. Також, спираючись на досвід В.Д. Степанова, можна відмітити, що розвиток самостійності та творчої активності учнів є важливим засобом поліпшення навчально-виховного процесу школи.

Метою статті є розкриття основних шляхів удосконалення процесу навчання за допомогою позакласної роботи учнів в закладах середньої освіти.

Основна частина

Розглянемо основне поняття статті, але для подальшої роботи треба чітко усвідомлювати його зміст. Отже, позакласна робота з математики – це заняття, які проводяться в позаурочний час, ґрунтуються на принципі добровільної участі, мають на меті підвищення рівня математичного розвитку учнів і цікавості до предмета за рахунок поглиблення і розширення базового змісту програми.

Основною метою позакласних занять є міцне оволодіння математичними знаннями в розрізі питань, які стосуються повсякденного життя. А також позаурочні заняття з успіхом можуть використовуватись для покращення знань учнів в області шкільної програми, розвитку їх логічного мислення, дослідницьких навичок, кмітливості, розвитку інтересу до читання математичної літератури, для повідомлення учням корисних відомостей з історії математики.

Процес пізнавальної діяльності формує такі риси особистості, як пізнавальна самостійність, відповідальність, можливість взаємопов'язаного формування творчого й відповідального ставлення до своєї успішності. Саме тому це дуже важливий компонент навчально-виховної діяльності в школі.

Міністерством освіти і науки України була запропонована реформа «Нова українська школа», згідно якій замість запам'ятовування фактів та визначень понять учні набуватимуть компетентностей (математична компетентність; інноваційність; підприємливість та фінансова грамотність; компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій та ін.).

У формуванні пізнавальної діяльності підлітків застосовуються різноманітні прийоми й засоби. Прийоми можуть бути частковими, складними,

узагальненими і зазвичай використовуються в рамках одного предмета. Прийоми формують систему правильних і швидких дій під час розв'язання задач та розвивають навчальні вміння.

Також значимим компонентом активізації пізнавальної діяльності підлітків вважається створення пізнавальної перспективи. Це означає попереднє повідомлення учням на початку теми або уроку основних необхідних знань та вмінь, які будуть з часом розширені, сформовані й вдосконалені.

Аналіз психолого-педагогічної літератури, навчальних програм та досвіду учителів математики дозволяє визначити основні шляхи підвищення пізнавальної активності школярів, виражені в наступних принципах:

1. Принцип формування пізнавальних інтересів.

Нове, невідоме, та те, що дивує, — потужний стимул пізнання, особливо в математиці. Але для підтримання зацікавленості предметом дуже важливо навчити учнів знаходити в знайомому матеріалі щось нове та навпаки.

2. Принцип формування в учнів навичок самостійної роботи.

Найдієвіший спосіб формування пізнавальної активності в учнів є частково-пошукова самостійність. Це означає, що основна діяльність припадає на організацію самостійного вивчення учнями додаткової літератури з математики у супроводі з розв'язанням достатньої кількості задач.

3. Систематична організація розв'язання цікавих та олімпіадних завдань.

Завдяки математичним олімпіадам учні впевнюються на особистому досвіді, що, чим більше різноманітних задач вони розв'язують, тим значніше їх успіхи. А це й стимулює їх до подальших занять з математики.

4. Використання нестандартних організаційних форм викладання матеріалу.

Це взагалі покращує рівень пізнавальної активності і інтересу школярів до вивчення теми за програмою, тим самим підвищується якість засвоєних знань.

5. Використання демонстративних матеріалів.

Бажано використовувати саморобні презентанції, демонстративні таблиці, дидактичний матеріал, плакати, випускати стінгазети та інше.

Висновки

На основі аналізу психолого-педагогічної літератури, узагальнення та систематизація власного досвіду викладання математики ми дійшли висновку, що реалізація принципів активності в навчанні має важливе значення, так як навчання й розвиток носять діяльнісний характер і від якості навчання як

діяльності залежить результат освіти, розвитку та виховання школярів. Мотиви навчання впливають на результати учбової діяльності, а ще важливим показником досконалої активізації пізнавальної діяльності учнів є їх самостійність, гнучкість, здібність вирішувати завдання різними засобами.

Література

1. *Аніпонова М.* Активізація творчої діяльності учнів на уроках математики. // Математика. — 2009. — Червень. № 23. — С. 3–6
2. *Фирсов В.В., Шварцбурд С.И.* Состояние и перспективы факультативных занятий по математике. — М.: Просвещение, 1977. — 48 с.
3. *Виленкин Н.Я.* О развитии логических и творческих способностей школьников при изучении математики. — М., 2002. — 125 с.
4. Міністерство освіти і науки України — «Нова Українська школа» https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola

---

Besedin B.B., Maksymenko I.O.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Positive work on mathematics as a means of increasing the knowledge activity of teachers

The article is devoted to the problem of activating cognitive activity at the lessons of mathematics, revealing the main ways of improving the learning process through extracurricular work of pupils at secondary education institutions. The authors rely on their own experience in teaching mathematics in the classes of different teaching profiles.

Keywords: *extracurricular activity, cognitive activity, pupil activity, learning process.*

УДК 373.5.016:51:004

Беседін Б.Б., Басанець А.С.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студентка 4 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: besedin_boris@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Стаття присвячена аналізу особливостей застосування інформаційних технологій в навчальному процесі з метою підвищення ефективності вивчення математики. Визначені шляхи вдосконалення методичної роботи сучасного вчителя математики в умовах інформатизації суспільства.

Ключові слова: *інформаційні технології, інформатизація, математика, основна школа.*

Вступ

Одним з найважливіших завдань інформатизації сучасного суспільства є використання інформаційних технологій в освіті. Процес інформатизації і комп'ютеризації всіх сфер діяльності людини створює передумови для широкого впровадження в педагогічну практику інформаційних технологій. З огляду на сучасні тенденції в розвитку інформаційних комп'ютерних технологій, вчителі математики повинні ставити перед собою мету підвищити рівень інформатизації уроків.

Сучасний етап розвитку педагогічної науки і практики характеризується стрімким зростанням об'єму інформації при обмеженій кількості годин. Тому особливо актуальними встають такі взаємопов'язані потреби, як удосконалення організації навчального процесу, пошук об'єктивних і оперативних методів розв'язання різноманітних математичних задач. Ефективним засобом навчання і одним з методів закріплення засвоєних знань є застосування комп'ютерної техніки.

Використання інформаційних технологій в процесі навчання математики дає наочні уявлення про поняття, що вивчаються, розвиває образне мислення, дозволяє досить глибоко проникнути в сутність досліджуваного явища. Важко переоцінити ефективність використання програм зазначеного типу і в разі поглибленого вивчення математики. Виникає можливість провести необхідний чисельний експеримент, швидко виконати потрібні обчислення чи графічні побудови, випробувати той чи інший метод розв'язування задачі тощо.

Основна частина

Застосування інформаційних комп'ютерних технологій при навчанні математики може стати ефективним засобом підвищення рівня і якості знань учнів закладів середньої освіти з математики, якщо в основу навчання будуть покладені певні теоретичні та методичні положення, що відображають основні закономірності дидактики, і враховують специфіку їх застосування в педагогічній практиці.

Якість проведення занять в школі залежить від наочності викладу, від уміння вчителя поєднувати живе слово з образами, використовуючи різноманітні інформаційні технології, які володіють наступними дидактичними можливостями:

— є джерелом інформації;
— підвищують ступінь наочності, конкретизують поняття, явища, події;
— розвивають коло уявлень учнів, їх допитливість;
— найбільш повно відповідають науковим і культурним інтересам учнів;
— покращують емоційне сприйняття навчальної інформації;
— є засобом повторення, узагальнення, систематизації та контролю знань.

Таким чином, щоб застосування інформаційних комп'ютерних технологій на уроках математики призводило до позитивних результатів, необхідна правильна організація процесу викладання навчального предмета «математика».

Завдання, запропоновані для виконання за допомогою комп'ютера, повинні бути складені відповідно до змісту навчального предмета і методики його викладання, повинні розвивати і активізувати розумову і творчу діяльність учнів. Учні повинні володіти основами комп'ютерної грамотності на рівні, необхідному для виконання завдань, запропонованих на комп'ютері. Заняття з використанням інформаційних комп'ютерних технологій повинні проводитися в кабінеті, відповідному встановленим гігієнічним нормам. Інформаційні комп'ютерні технології в процесі викладання математики повинні органічно вписуватися в навчальний процес, використовуватися доцільно.

Використання сучасних технологій в навчанні впливає на методику викладання деяких дисциплін. У методиці використовуються різні технології в залежності від поставлених цілей, змісту і використовуваних засобів навчання, зокрема нові інформаційні технології, технології дистанційного навчання, комп'ютерні телекомунікації в системі освіти та ін.

Особливе місце в навчальному процесі займає використання нових інформаційно-освітніх технологій, які характеризуються: технічним середовищем (вид використовуваної техніки); програмним середовищем (набір педагогічних програмних засобів, інструкцій, баз даних і т.п.); спеціально роз-

робленими формами і методами навчання, націленими на освоєння змісту програмного матеріалу по кожному з предметів.

У зв'язку з цим необхідно розглядати методичні принципи застосування електронних засобів навчання при викладанні математики, які можна розглянути як основні положення, що визначають зміст, організаційні форми і методи навчального процесу відповідно до його специфіки, мети і закономірностей.

Учитель може використовувати ІКТ на різних етапах уроку: перевірка домашнього завдання, організація фронтального опитування, підготовка учнів до активного і свідомого засвоєння нового матеріалу, пояснення і закріплення нового матеріалу, проміжний і підсумковий контроль. Кожен етап уроку вимагає детального опрацювання.

Програмні та технічні засоби, що використовуються на уроці, вносять свою специфіку — сприяють вдосконаленню традиційних методів навчання.

Безумовно, вміле поєднання традиційних та інформаційних засобів залежить від кваліфікації та майстерності вчителя, методики, яку він застосовує. Але грамотне використання засобів ІКТ також залежить і від знання вчителем педагогічних основ інформатизації уроку.

Науково-методичними основами застосування інформаційних технологій навчання на уроках математики можна визначити наступні:

— дидактичний підхід до розуміння сутності застосування ІТ в ЗСО, пов'язаний з урахуванням технологічних властивостей і дидактичних принципів застосування ІТ на уроках математики і обумовлений особливостями процесу викладання математики;
— методичні принципи застосування ІТ відповідно до дидактичних принципів навчання; методичні умови застосування ІТ.

Крім цього можна виділити наступні дидактичні принципи застосування ІТ на уроках математики:

— принцип наочності: за допомогою ІТ повинна подаватись та навчальна інформація, яку не можна продемонструвати учням за допомогою підручника, наочних посібників на папері;
— принцип комплексного характеру використання;
— принцип активізації навчання, пов'язаний з формуванням стійкого пізнавального інтересу учнів до уроків математики.

Таким чином, в учнів формуються ключові компетентності, що пред'являються Державними стандартами освіти:

— вміння узагальнювати, аналізувати, систематизувати інформацію по темі, що цікавить;

— вміння працювати в групі;
— вміння знаходити інформацію в різних джерелах;
— усвідомлення корисності отриманих знань і умінь.

Висновки

Роль інформаційних технологій в системі освіти розділилася на два напрямки. На першому, інформаційні технології є інструментарієм для вирішення окремих педагогічних завдань в рамках традиційних форм освіти і методів навчання. Що стосується другого напрямку, то тут інформаційні технології займають активнішу роль і забезпечують нові можливості.

До основних переваг другого напрямку можна віднести наступне:

– створюються умови для самостійного опрацювання навчального матеріалу;
– можливість роботи з математичними і програмними моделями досліджуваних об'єктів;
– можливість автоматизованого контролю і більш об'єктивне оцінювання знань і умінь.

З вище наведеного випливає, що активна роль інформаційних технологій в освіті полягає в тому, що вони не тільки виконують функції інструментарію, що використовується для вирішення певних педагогічних завдань, а й стимулюють розвиток дидактики і методики, сприяють створенню нових форм навчання і освіти.

Література

1. *Кирдей І. Д.* Використання інформаційних технологій на уроках математики // Комп'ютер в школі та сім'ї. — 2006. — №7. — С. 27–29.
2. Нова українська школа. [Електрон. ресурс]. — Режим доступу: https://mon.gov.ua/ua/tag/novaukrainska-shkola
3. *Раков С. А.* Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: Монографія / С. А. Раков. — Х.: Факт, 2005. — 360 с.

Besedin B.B., Basanets A.S.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

The use of information technologies on the lessons of mathematics

The article is devoted to the analysis of the features of the use of information technology in the educational process in order to increase the efficiency of studying mathematics. The ways to improve the methodological work of the modern teacher of mathematics in the conditions of informatization of society are determined.

Keywords: *information technologies, informatization, mathematics, primary school.*

УДК 373.5.016:51

Беседін Б.Б., Бабенко Н.О.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студентка 4 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: besedin_boris@ukr.net, natasha.babenko.21@ukr.net

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Стаття присвячена дослідженню проблеми пасивного використання міжпредметних зв'язків на уроках математики в основній школі. У ній окреслено актуальність у використанні міжпредметних зв'язків і надано практичні рекомендації щодо використання міжпредметних зв'язків на уроках математики.

Ключові слова: *міжпредметні зв'язки, функції міжпредметних зв'язків, принципи навчання, урок математики, основна школа.*

Вступ

Необхідність міжпредметних зв'язків обумовлюється дидактичними принципами, виховними задачами школи. В умовах предметного навчання МПЗ властиві методологічна, формувальні (навчальна, розвивальна, виховна, комунікативна) та конструктивна (системоутворююча) функції, які всебічно впливають на процес навчання — від постановки цілей до його організації й отримання результатів.

Нажаль, деякі вчителі не надають великого значення міжпредметним зв'язкам, або ж використовують їх не правильно, що не тільки не допомагає учням, але й навпаки, шкодить. Таким чином, актуальність статті визначається необхідністю дослідження пасивного використання міжпредметних зв'язків у викладанні математики в основній школі, що приводить до зниження якості знань учнів і відсутності їх інтересу до предмету.

Основна частина

Реформування системи освіти в Україні нині набуло глобального характеру. Ми є свідками процесів, які безпосередньо пов'язані з реформуванням змісту освіти. Формування компетентностей учнів зумовлене не тільки реалізацією відповідного оновленого змісту освіти, але й впровадженням інноваційних методів та технологій навчання. Якісне навчання забезпечує засвоєння знань та формування умінь, що для випускника школи стануть підґрунтям у

його подальшому житті. Продуктом школи є людина, особистість. Тож навчати її треба так, щоб учень відчув, що знання та вміння є для нього життєвою необхідністю. Навчальна діяльність у кінцевому підсумку повинна не просто дати людині суму знань, умінь і навичок, а сформувати її компетенції, визначити шлях до самовдосконалення. У світлі сучасних завдань всебічно, гармонійно розвиненої особистості школяра проблема міжпредметних зв'язків набуває важливого значення. Актуальність даної проблеми зумовлена розвитком науки, техніки, суспільства. Міжпредметні зв'язки є важливим принципом навчання в сучасній школі, що забезпечує взаємозв'язок наук природничо-математичного і суспільно-гуманітарного циклів. Проблема не стільки в оволодінні знаннями, скільки в умінні застосовувати їх на практиці в будь-якій життєвій ситуації та у професійній сфері.

Міжпредметні зв'язки виконують у навчанні математики ряд функцій.

Методологічна функція виражена в тому, що тільки на її основі можливе формування в учнів діалектико-матеріалістичних поглядів на природу, сучасних уявлень про її цілісність і розвиток, оскільки міжпредметні зв'язки сприяють відображенню в навчанні методології сучасного природознавства, яке розвивається по лінії інтеграції ідей і методів, із позицій системного підходу до пізнання природи.

Освітня функція міжпредметних зв'язків полягає в тому, що за її допомогою вчитель математики формує такі якості знань учнів, як системність, глибина, усвідомленість, гнучкість. У цьому випадку міжпредметні зв'язки виступають як засіб розвитку математичних понять, сприяють засвоєнню зв'язків між ними та загальними поняттями.

Розвиваюча функція міжпредметних зв'язків визначається їх роллю в розвитку системного і творчого мислення учнів, у формуванні їх пізнавальної активності, самостійності та інтересу до пізнання математики.

Виховна функція міжпредметних зв'язків виражена в їх сприянні всім напрямах виховання школярів у навчанні математики. Учитель математики реалізує комплексний підхід до виховання спираючись на зв'язки з іншими предметами.

Конструктивна функція міжпредметних зв'язків полягає в тому, що з її допомогою вчитель удосконалює зміст навчального матеріалу, методи і форми організації навчання. Реалізація міжпредметних зв'язків вимагає спільного планування вчителями предметів природничого циклу комплексних форм навчальної та позакласної роботи, які передбачають знання ними підручників і програм суміжних предметів.

Міжпредметні зв'язки, засновані на використовуванні одного і того ж прийому діяльності при навчанні різним предметам. Так, уміння працювати з книгою, приладами, таблицями, схемами, уміння вирішувати якісні і розрахункові задачі тощо — всі ці уміння необхідні як на уроках загальноосвітніх предметів, так і на уроках предметів професійного циклу.

Засоби реалізації міжпредметних зв'язків в процесі навчання можуть бути різними: запитання, завдання, задачі, наочні посібники, тексти, проблемні ситуації, пізнавальні задачі, навчальні проблеми міжпредметного характеру та інші.

Систематичне використання міжпредметних пізнавальних задач у формі проблемних питань, кількісних і практичних завдань забезпечує інтеграцію знань учнів із різних предметів. У цьому полягає найважливіша розвивальна функція навчання математики. Про роль і значення уроків математики у вихованні правильного і дисциплінованого мислення говорилося і писалося дуже багато.

Міжпредметні задачі — це такі задачі, які потребують підключення знань з різних предметів, або задачі, що зіставлені на матеріалі одного предмету, але використовуються з визначеною метою у викладанні іншого предмету.

Особливе значення мають задачі, питання, завдання міжпредметного характеру у формуванні політехнічних знань і вмінь учнів. Спеціально складені задачі, питання дозволяють учням осмислити необхідність знань з загальнопізнавальних предметів в професіональній діяльності в будь-якій галузі виробництва.

Ними можуть бути:

а) задачі, розраховані на використання знань з іншого предмету; на усвідомлення знань, умінь і навичок учнів, набутих на суміжних уроках на розвиток раціоналізаторських здібностей;

б) задачі на усвідомлення правил безпечної праці, та охайності виконання завдань;

в) задачі дослідницького, експериментального характеру, у процесі розв'язування яких учні застосовують знання з інших предметів.

У ході розв'язування задач, учні виконують складні пізнавальні і розрахункові дії, які впливають на:

1) усвідомлення сутності міжпредметних завдань, розуміння необхідності застосування знань із інших предметів;
2) відбір та актуалізацію необхідних знань із інших предметів;
3) перенесення їх у нову ситуацію, зіставлення знань із суміжних предметів;

4) синтез знань, встановлення сумісності понять, одиниць виміру, розрахункових дій, їх виконання;
5) одержання результату, узагальнення у висновках, закріплення понять.

Відмінна особливість математики як навчального предмета полягає в її дуальній природі. З одного боку, це самостійний навчальний предмет, який має власну, чітко визначену логічну структуру побудови, що, в свою чергу, зумовлює строгу послідовність вивчення (логіку розгортання) навчального матеріалу. З другого – підпорядкований, тобто математичні знання, набуті учнями в процесі навчання, мають забезпечувати успішне засвоєння школярами споріднених предметів, а тому у змісті навчання математики мають бути адекватно враховані потреби усіх природничих предметів, інформатики й економіки. Якщо перший аспект постійно перебуває в полі професійної активності вчителів, то для другого характерним є «залишковий» принцип реалізації (якщо вистачить часу на уроці). Низька вмотивованість вчителів математики до реалізації міжпредметних зв'язків особливо яскраво простежується з часу введення зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО), мета якого полягає в тому, щоб оцінити ступінь підготовленості учасників тестування з математики, а конкретніше – визначити рівень оволодіння випускниками шкіл лише предметними (математичними) знаннями, вміннями та способами діяльності, з метою конкурсного відбору для навчання у вищих навчальних закладах. Саме варіанти ЗНО (а зовсім не навчальні програми і підручники) стають визначальним фактором математичної підготовки випускника середньої школи. Об'єктивну проблему практичної реалізації міжпредметних зв'язків становить і той факт, що більшість вчителів математики є спеціалістами лише в «своєму» предметі й не достатньо глибоко орієнтуються в суміжних дисциплінах. Звідси часто випливає «не бачення» вчителями можливостей і переваг використання на уроках математики фактів з інших природничих предметів

У ході дослідження, аналізуючи проблематику пасивного застосування міжпредметних зв'язків на уроках математики причини можна поділити на об'єктивні та суб'єктивні.

Об'єктивну проблему практичної реалізації міжпредметних зв'язків становить і той факт, що більшість вчителів математики є спеціалістами лише в «своєму» предметі й не достатньо глибоко орієнтуються в суміжних дисциплінах. Звідси часто випливає «не бачення» вчителями можливостей і переваг використання на уроках математики фактів з інших природничих предметів. Серед інших об'єктивних й суб'єктивних причини пасивного використання міжпредметних зв'язків у шкільній практиці можна виокремити наступні.

До об'єктивних слід віднести:

- недостатню методичну базу (структура та зміст більшості нині діючих підручників, навчальних і методичних посібників не зорієнтовані на міжпредметну структуру навчальних знань), що не дає змоги повною мірою реалізувати принцип міжпредметних зв'язків у практиці шкільного навчання;
- розбіжність у часі вивчення спорідненого матеріалу на уроках з різних навчальних предметів;
- різне трактування одних і тих самих понять у різних навчальних предметах;
- трудомісткість і значні часові затрати при підготовці вчителя до міжпредметних занять;
- неефективність одностороннього використання міжпредметних зв'язків (ситуація, коли вчитель одного предмета, наприклад фізики, намагається реалізовувати міжпредметні зв'язки, а на заняттях з інших навчальних предметів, наприклад математики, знання, одержані учнями на уроках фізики, не використовуються);
- відсутність в освітньому стандарті та програмах з математики рекомендацій зі здійснення міжпредметних зв'язків.

Основними суб'єктивними причинами недостатньої уваги з боку вчителів до реалізації міжпредметних зв'язків на уроках є:

- слабка мотивація вчителів шкіл до реалізації міжпредметних зв'язків;
- недостатня теоретична й практична підготовка вчителів до проведення навчальних занять з використанням МПЗ;
- практична відсутність у школах спільних методичних об'єднань учителів математики і предметів природничого циклу.

Наразі, у зв'язку зі збільшенням обсягу інформації, що підлягає засвоєнню учнями в школі, через необхідність їх підготовки до самоосвіти, виникає необхідність формування у випускників середньої школи нового інтегративного способу мислення на основі узагальнених умінь, що мають властивість широкого перенесення. Такі уміння, сформовані в процесі навчання математики, потім вільно використовуються учнями при вивченні інших предметів і в практичній діяльності.

Висновки

1. Міжпредметні зв'язки слід розглядати як дидактичну форму загальнонаукового принципу системності.
2. Реалізація МПЗ має здійснюватися цілісно, тобто не лише на рівні

змісту освіти, а й на методологічному, методичному та організаційному рівнях (змістового та процесуально-операційного компонентів).

3. Система міжпредметних зв'язків має виступати не лише як мета, а й як один із ефективних засобів навчання та розвитку учнів.

4. Ефективність здійснення МПЗ досягається за умови, що цим питанням займатиметься не один окремо взятий вчитель-ентузіаст, а всі вчителі-предметники (зокрема, математики і предметів природничого циклу) однаково зацікавлено й узгоджено.

5. Різноманіття міжпредметних зв'язків у процесі навчання може забезпечувати формування у школярів цілісної системи поглядів на світ лише в системі: комплексного вивчення одного й того самого об'єкта на уроках різних навчальних предметів; використання методів однієї науки для вивчення різних об'єктів інших наук; залучення різними науками одних і тих самих теорій і законів для вивчення різних об'єктів.

6. Залежно від мети використання міжпредметних зв'язків, від конкретних умов їх встановлення обираються методи і прийоми їх реалізації в навчальному процесі, добираються і відповідним чином формулюються питання і завдання для учнів.

7. Стосовно активізації пізнавальної діяльності учнів реалізація МПЗ має полягати в розв'язуванні на уроках різних навчальних предметів однорідних пізнавальних завдань, націлених на засвоєння аналогічних за своєю структурою знань (понять, теорій, законів). При цьому набуті учнями пізнавальні уміння під впливом міжпредметних зв'язків стають узагальненими і загальнопредметними.

8. Провідним засобом формування в учнів навички повсякденного користування математикою при вивченні усіх природничих предметів має стати широке і системне застосування методу математичного моделювання протягом вивчення усього курсу математики. Це стосується введення понять, виявлення зв'язків між ними, змісту і характеру прикладів та ілюстрацій, доведень, побудови системи вправ і завдань, визначення системи контролю. Такий підхід посилить прикладну спрямованість навчання математики, сприятиме формуванню в учнів стійких мотивів до оволодіння математичними знаннями.

9. В умовах варіативності програм і підручників, розмаїття підходів до розроблення структури змісту навчальних предметів математика має стати не лише джерелом, а й споживачем знань, запропонованих на уроках природничо-наукового циклу, спиратися на уявлення, сформовані при їх вивченні.

Література

1. *Бевз В.* Міжпредметні зв'язки як необхідний елемент предметної системи навчання.// Математика в школі — 2003. — №6 — С. 11–15.
2. *Бич О.В.* Застосування інформаційних технологій при вивченні математики / О.В. Бич Кривий Ріг, 2003.
3. *Карпінська І.Н.* Нестандартні уроки з математики / І.Н. Карпінська Тернопіль, 2000. 48 с.
4. *Кирдей І.Д.* Використання інформаційних технологій на уроках математики / І.Д. Кирдей, 2006. 27–29 с.
5. *Козловська О.* Прикладна спрямованість шкільного курсу математики. Розвиток життєвої компетентності школярів / О. Козловська Математика, №3. 2008.

Besedin B.B., Babenko N.O.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Interdisciplinary connections in mathematics lessons

The article is devoted to the study of the problem of passive use of interdisciplinary connections in mathematics lessons in the basic school. It outlines the relevance of the use of interdisciplinary connections and provides practical guidance on the use of interdisciplinary connections in mathematics lessons.

Keywords: *interpersonal relations, functions, problems, mathematics, basic school.*

УДК 373.5.016:51

Кадубовський О.А., Беседін Б.Б., Білоус М.А.

[1] *канд. фізико-математичних наук, доцент каф. математики та інформатики, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *канд. педагогічних наук, доцент каф. МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[3] *студент 4 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: kadubovs@ukr.net, besedin_boris@ukr.net

ДО ЗАДАЧ НА ДОСЛІДЖЕННЯ КВАДРАТНОГО ТРИЧЛЕНА З КОЕФІЦІЄНТАМИ, ЗАЛЕЖНИМИ ВІД ПАРАМЕТРА

Стаття висвітлює можливий підхід до дослідження квадратного тричлена, коефіцієнти якого містять параметр. Надаються певні поради методичного характеру щодо вивчення відповідного матеріалу учнями закладів середньої освіти. Наводяться аналітичні умови, що визначають положення графіка квадратного тричлена на координатній площині.

Ключові слова: *квадратний тричлен, квадратне рівняння, параметр, розташування коренів, розташування параболи на координатній площині.*

Вступ

Питання підвищення якості математичної освіти за результатами зовнішнього незалежного оцінювання минулого (2018) року за своєю актуальністю набуває рівня державного значення. Як наслідок, було затверджено положення про обов'язкове оцінювання досягнень випускників закладів середньої освіти з математики починаючи з 2021 року.

Одним із напрямків посилення ефективності навчального процесу є застосування у вивченні математики задач дослідницького характеру. В першу чергу такими задачами є дослідження рівнянь, нерівностей та їх систем з параметрами.

Дана стаття є логічним продовженням попередніх публікацій, які висвітлювали алгоритмічні способи аналізу лінійних та квадратних рівнянь та нерівностей з параметрами [3, 4]. Задачі на дослідження квадратного тричлена, коефіцієнти якого містять параметри, потребують від учнів вмінь проводити змістовний аналіз відповідних ситуацій, володіння властивостями функцій різних класів та здатність застосовувати ці властивості під час проведення тих чи інших міркувань [5], [6], [7]. Такі задачі вимагають від учнів систематизованих та узагальнених знань та вмінь. Вони сприяють формуванню алгоритмічного мислення, дуже важливого вміння розробляти структурований план розв'язання задачі та здійснювати поетапну його реалізацію. В цьому полягає їх особлива методична цінність.

В роботах [1], [2] наведено наступну класифікацію **основних задач** на дослідження квадратного тричлена з коефіцієнтами, залежними від параметра:

1. Розв'язати рівняння $A(a)x^2 + B(a)x + C(a) = 0\,.$ $(*)$
2. Розв'язати нерівність $A(a)x^2 + B(a)x + C(a) \asymp 0$, де $\asymp$ — один із чотирьох знаків порівняння: $>$, $\geqslant$, $<$, $\leqslant$.
3. Знайти всі значення параметра a, при яких рівняння $(*)$ має дійсні корені, та визначити їх знаки.
4. Дослідити розташування дійсних коренів рівняння $(*)$ по відношенню до заданої точки чи проміжку.
5. Знайти всі значення параметра a, при яких з однієї нерівності випливає інша.
6. Знайти всі значення параметра a, при яких корені x_1, x_2 рівняння $(*)$ задовольняють певну умову.
7. Знайти всі значення параметра a, при яких рівняння $A_1(a)x^2 + B_1(a)x + C_1(a) = 0$ та $A_2(a)x^2 + B_2(a)x + C_2(a) = 0$ мають спільні корені (хоча б один спільний корінь).
8. Знайти всі значення параметра a, при яких квадратний тричлен $y = A(a)x^2 + B(a)x + C(a) = 0$ чи задана функція $y = F(x_1; x_2)$ (x_1, x_2 – корені рівняння $(*)$) набуває найбільшого (найменшого) значення на заданому проміжку.

В статтях [3, 4] висвітлюється авторський досвід застосування алгоритмічного підходу під час навчання методам розв'язання рівнянь та нерівностей (з однією змінною) першого та другого степеня з параметром. В термінах, що не виходять за межі програмного змістового модуля «Множини та операції над ними» для учнів 8 класу з поглибленим вивченням математики, в статтях запропоновано граф-схеми та алгоритми до розв'язання рівнянь та нерівностей першого та другого степеня з параметром.

Метою представленої статті є висвітлення одного з можливих підходів до дослідження квадратного тричлена, коефіцієнти якого містять параметр. Одним із завдань — навести поради методичного характеру щодо вивчення відповідного матеріалу учнями закладів середньої освіти.

Крім того, в роботі наведено аналітичні умови, що визначають положення графіка квадратного тричлена (з коефіцієнтами залежними від параметра) на координатній площині.

1. Попередні відомості та зауваження

Нехай дано квадратне рівняння

$$ax^2 + bx + c = 0, \quad a, b, c \in R, \quad a \neq 0 \tag{1}$$

$$f(x) = ax^2 + bx + c \tag{2}$$

$$D = b^2 - 4ac \tag{3}$$

Твердження 1. *Обидва корені рівняння* (1) *більші за число* λ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} a > 0 \\ f(\lambda) > 0 \\ -\frac{b}{2a} > \lambda \\ D \geqslant 0 \end{cases} \\ \begin{cases} a < 0 \\ f(\lambda) < 0 \\ -\frac{b}{2a} > \lambda \\ D \geqslant 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \begin{cases} a \cdot f(\lambda) > 0 \\ -\frac{b}{2a} > \lambda \\ D \geqslant 0 \end{cases}$$

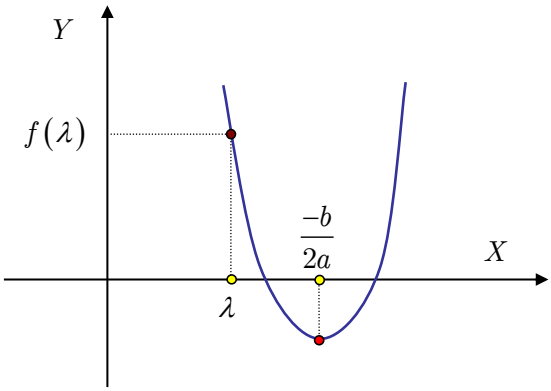


Рис. 1: до твердження 1 ($a > 0$)

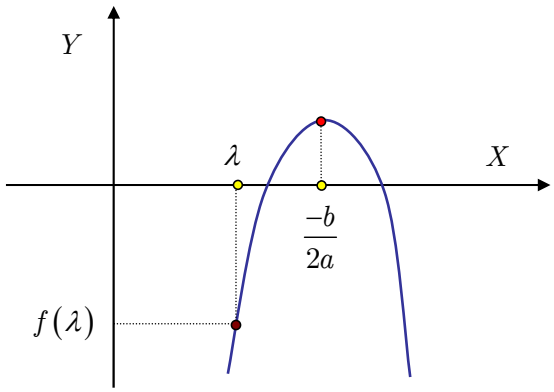


Рис. 2: до твердження 1 ($a < 0$)

Твердження 2. *Обидва корені рівняння* (1) *менші за число* λ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} a > 0 \\ f(\lambda) > 0 \\ -\frac{b}{2a} < \lambda \\ D \geqslant 0 \end{cases} \\ \begin{cases} a < 0 \\ f(\lambda) < 0 \\ -\frac{b}{2a} < \lambda \\ D \geqslant 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \begin{cases} a \cdot f(\lambda) > 0 \\ -\frac{b}{2a} < \lambda \\ D \geqslant 0 \end{cases}$$

Наслідок 1. *Корені рівняння* (1) *мають однакові знаки тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} a \cdot f(0) = a \cdot c > 0 \\ D \geqslant 0 \end{cases}$$

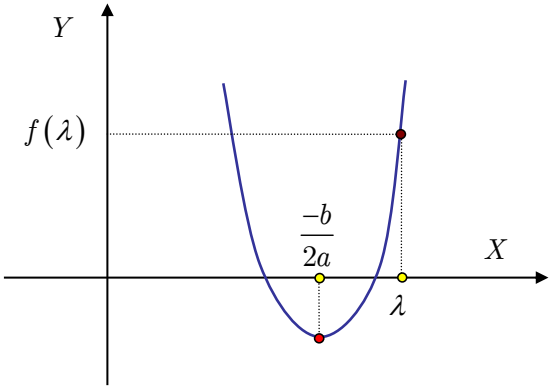


Рис. 3: до твердження 2 ($a > 0$)

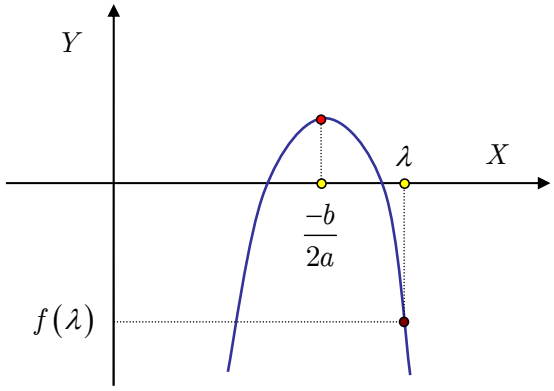


Рис. 4: до твердження 2 ($a < 0$)

Твердження 3. *Корені рівняння* (1) *належать проміжку* $(\lambda_1; \lambda_2)$ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} a > 0 \\ f(\lambda_1) > 0 \\ a \cdot f(\lambda_2) > 0 \\ \lambda_1 < -\frac{b}{2a} < \lambda_2 \\ D \geqslant 0 \end{cases} \\ \begin{cases} a < 0 \\ f(\lambda_1) < 0 \\ a \cdot f(\lambda_2) > 0 \\ \lambda_1 < -\frac{b}{2a} < \lambda_2 \\ D \geqslant 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \begin{cases} a \cdot f(\lambda_1) > 0 \\ a \cdot f(\lambda_2) > 0 \\ \lambda_1 < -\frac{b}{2a} < \lambda_2 \\ D \geqslant 0 \end{cases}$$

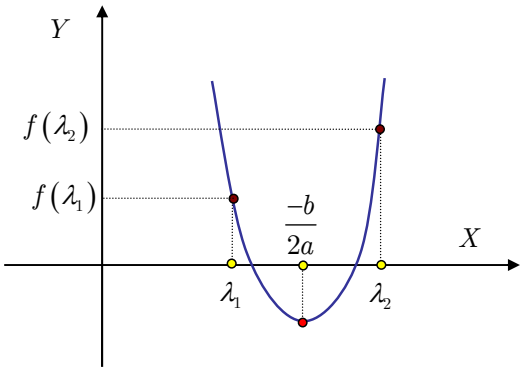


Рис. 5: до твердження 3 ($a > 0$)

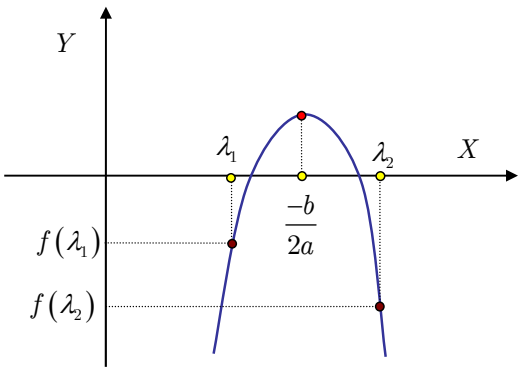


Рис. 6: до твердження 3 ($a < 0$)

Твердження 4. *Число λ знаходиться між коренями рівняння* (1) *тоді і лише тоді, коли виконується умова*

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} a > 0 \\ f(\lambda) < 0 \end{cases} \\ \begin{cases} a < 0 \\ f(\lambda) > 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow a \cdot f(\lambda) < 0.$$

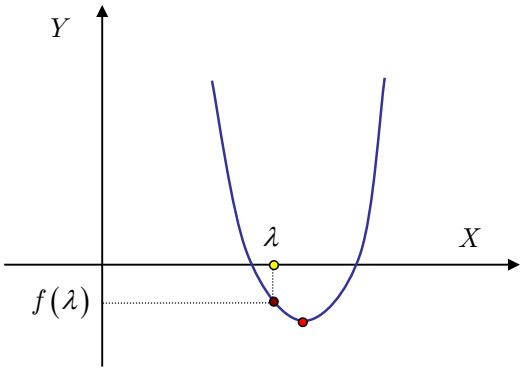


Рис. 7: до твердження 4 ($a > 0$)

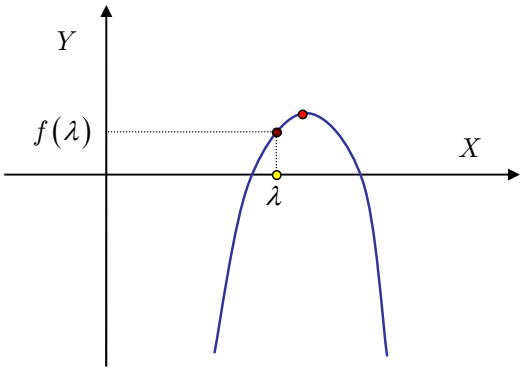


Рис. 8: до твердження 4 ($a < 0$)

Наслідок 2. *Корені рівняння* (1) *мають різні знаки тоді і лише тоді, коли*

$$a \cdot c < 0.$$

Твердження 5. *Тільки більший корінь рівняння* (1) *належить проміжку* $(\lambda_1; \lambda_2)$ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} a > 0 \\ f(\lambda_1) < 0 \\ f(\lambda_2) > 0 \end{cases} \\ \begin{cases} a < 0 \\ f(\lambda_1) > 0 \\ f(\lambda_2) < 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \begin{cases} a \cdot f(\lambda_1) < 0 \\ a \cdot f(\lambda_2) > 0 \end{cases}$$

Твердження 6. *Тільки менший корінь рівняння* (1) *належить проміжку* $(\lambda_1; \lambda_2)$ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} a > 0 \\ f(\lambda_1) > 0 \\ f(\lambda_2) < 0 \end{cases} \\ \begin{cases} a < 0 \\ f(\lambda_1) < 0 \\ f(\lambda_2) > 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \begin{cases} a \cdot f(\lambda_1) > 0 \\ a \cdot f(\lambda_2) < 0 \end{cases}$$

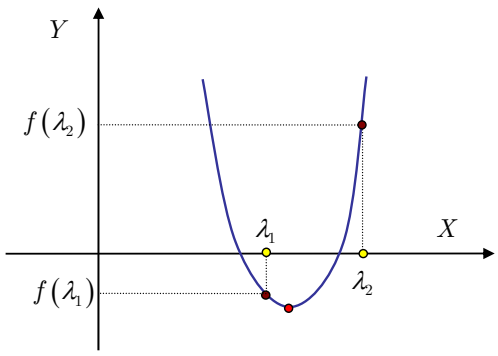


Рис. 9: до твердження 5 ($a > 0$)

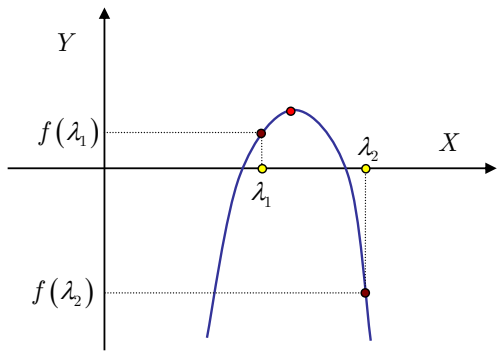


Рис. 10: до твердження 5 ($a < 0$)

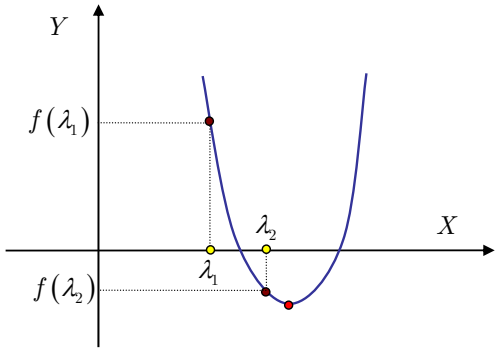


Рис. 11: до твердження 6 ($a > 0$)

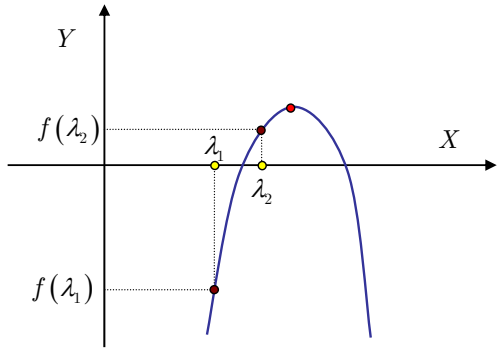


Рис. 12: до твердження 6 ($a < 0$)

Твердження 7. *Відрізок* $[\lambda_1; \lambda_2]$ *знаходиться всередині проміжку між коренями рівняння* (1) *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\left[\begin{array}{l} \begin{cases} a > 0 \\ f(\lambda_1) \leqslant 0 \\ f(\lambda_2) \leqslant 0 \end{cases} \\ \begin{cases} a < 0 \\ f(\lambda_1) \geqslant 0 \\ f(\lambda_2) \geqslant 0 \end{cases} \end{array}\right. \Leftrightarrow \begin{cases} a \cdot f(\lambda_1) \leqslant 0 \\ a \cdot f(\lambda_2) \leqslant 0 \end{cases}$$

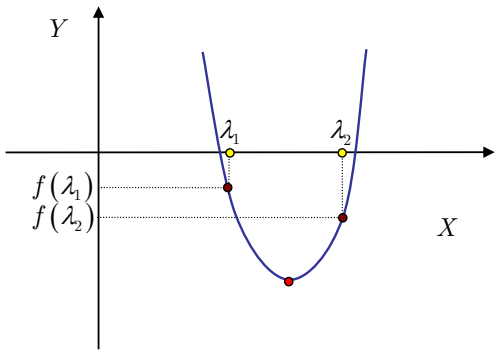


Рис. 13: до твердження 7 ($a > 0$)

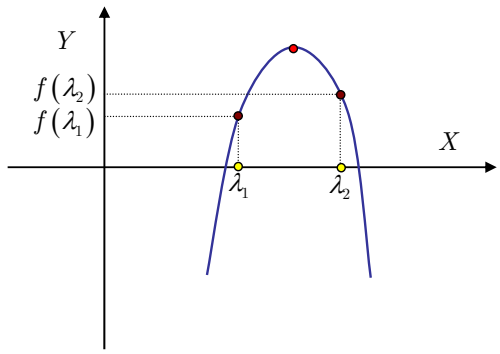


Рис. 14: до твердження 7 ($a < 0$)

2. Основна частина

Означення 1. *Рівняння виду*

$$f(a) \cdot x^2 + g(a) \cdot x + h(a) = 0, \tag{4}$$

де $f(a), g(a), h(a)$ *— функції від (параметра)* a*, будемо називати рівнянням степеня не більше 2 з параметром* a*, або ж, коротко, квадратним рівнянням з параметром* a*.*

Введемо наступні позначення:
D_f — область визначення функції $f = f(a)$ (як функції від параметра a);
D_g — область визначення функції $g = g(a)$ (як функції від параметра a);
D_h — область визначення функції $h = h(a)$ (як функції від параметра a);
$D_{f,g,h} = D_f \bigcap D_g \bigcap D_h$ —
область допустимих значень **параметра** a — **ОДЗП рівняння** (4);

$$Q(x) = f(a) \cdot x^2 + g(a) \cdot x + h(a); \tag{5}$$

$$D(a) = (g(a))^2 - 4 \cdot f(a) \cdot h(a). \tag{6}$$

Зауваження 1. *Оскільки розв'язками нерівностей* $D(a) \asymp 0$ *і* $Q(\lambda) \asymp 0$ $\forall \lambda \in R$ *(де* $\asymp$ *— один із чотирьох знаків порівняння:* $>$, $\geqslant$, $<$, $\leqslant$*) можуть бути виключно значення параметра* a*, що належать* $D_{f,g,h}$*, то в кожній із систем нижче, які містять нерівності* $D(a) \geqslant 0$ *і* $Q(\lambda) \asymp 0$ *їх* ***оснащення*** *додатковою* ***умовою*** $a \in D_{f,g,h}$ ***є надлишковим****.*

Проте слід зауважити, що досить поширеною помилкою є неуважне розв'язання нерівностей $Q(\lambda) \asymp 0$ *при певних* λ*, коли* $f(a)$ *і* $g(a)$ *та/або* $f(a)$ *і* $h(a)$ *та/або* $g(a)$ *і* $h(a)$ *«начебто» взаємознищуються.*

Теорема 1. *Обидва корені рівняння* (4) *більші за число* λ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} f(a) \cdot Q(\lambda) > 0 \\ -\dfrac{g(a)}{2f(a)} > \lambda \\ D(a) \geqslant 0 \end{cases}$$

Теорема 2. *Обидва корені рівняння* (4) *менші за число* λ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} f(a) \cdot Q(\lambda) > 0 \\ -\dfrac{g(a)}{2f(a)} < \lambda \\ D(a) \geqslant 0 \end{cases}$$

Наслідок 3. *Корені рівняння* (4) *мають однакові знаки тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} f(a) \cdot Q(0) = f(a) \cdot h(a) > 0 \\ D(a) \geqslant 0 \end{cases}$$

Теорема 3. *Корені рівняння* (4) *належать проміжку* $(\lambda_1; \lambda_2)$ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} f(a) \cdot Q(\lambda_1) > 0 \\ f(a) \cdot Q(\lambda_2) > 0 \\ \lambda_1 < -\dfrac{g(a)}{2f(a)} < \lambda_2 \\ D(a) \geqslant 0 \end{cases}$$

Теорема 4. *Число* λ *знаходиться між коренями рівняння* (4) *тоді і лише тоді, коли виконується умова*

$$f(a) \cdot Q(\lambda) < 0.$$

Наслідок 4. *Корені рівняння* (4) *мають різні знаки тоді і лише тоді, коли*

$$\begin{cases} f(a) \cdot h(a) < 0 \\ a \in D_g. \end{cases}$$

Теорема 5. *Тільки більший корінь рівняння* (4) *належить проміжку* $(\lambda_1; \lambda_2)$ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} f(a) \cdot Q(\lambda_1) < 0 \\ f(a) \cdot Q(\lambda_2) > 0 \end{cases}$$

Теорема 6. *Тільки менший корінь рівняння* (4) *належить проміжку* $(\lambda_1; \lambda_2)$ *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} f(a) \cdot Q(\lambda_1) > 0 \\ f(a) \cdot Q(\lambda_2) < 0 \end{cases}$$

Теорема 7. *Відрізок* $[\lambda_1; \lambda_2]$ *знаходиться всередині проміжку між коренями рівняння* (4) *тоді і лише тоді, коли виконуються умови*

$$\begin{cases} f(a) \cdot Q(\lambda_1) \leqslant 0 \\ f(a) \cdot Q(\lambda_2) \leqslant 0 \end{cases}$$

2.1. Значення параметра, що визначають положення графіка квадратичної функції відносно осей прямокутної (декартової) системи координат

Нехай задано квадратний тричлен

$$y = f(a) \cdot x^2 + g(a) \cdot x + h(a), \tag{7}$$

де $f(a), g(a), h(a)$ — функції від (параметра) a.

Очевидною є доцільність доповнення наведеної у вступі класифікації основних задач на дослідження квадратного тричлена з коефіцієнтами, залежними від параметра, ще одним типом задач, а саме: *знайти значення параметра, що визначають певне положення графіка квадратичної функції відносно осей прямокутної (декартової) системи координат.*

Нижче наведено відповідні аналітичні умови для випадків 1)–13) (рис. 15) розташування графіка квадратичної функції $y = f(a) \cdot x^2 + g(a) \cdot x + h(a)$ відносно координатних осей прямокутної декартової системи координат (надалі – ПДСК).

1. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ D(a) < 0 \\ g(a) < 0 \\ h(a) > 0 \end{cases}$ 2. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ g(a) = 0 \\ h(a) > 0 \end{cases}$ 3. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ D(a) < 0 \\ g(a) > 0 \\ h(a) > 0 \end{cases}$ 4. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ D(a) = 0 \\ g(a) < 0 \\ h(a) > 0 \end{cases}$

5. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ g(a) = 0 \\ h(a) = 0 \end{cases}$ 6. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ D(a) = 0 \\ g(a) > 0 \\ h(a) > 0 \end{cases}$ 7. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ D(a) > 0 \\ g(a) < 0 \\ h(a) > 0 \end{cases}$ 8. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ g(a) < 0 \\ h(a) = 0 \end{cases}$

9. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ g(a) < 0 \\ h(a) < 0 \end{cases}$ 10. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ g(a) = 0 \\ h(a) < 0 \end{cases}$ 11. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ g(a) > 0 \\ h(a) < 0 \end{cases}$ 12. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ g(a) > 0 \\ h(a) = 0 \end{cases}$

13. $\begin{cases} f(a) > 0 \\ D(a) > 0 \\ g(a) > 0 \\ h(a) > 0 \end{cases}$

Знаходження відповідних аналітичних умов для випадків $1')$–$13')$ (розташування графіка квадратичної функції $y = f(a) \cdot x^2 + g(a) \cdot x + h(a)$ відносно координатних осей ПДСК – рис. 15) пропонуємо в якості вправ для проведення самостійних досліджень.

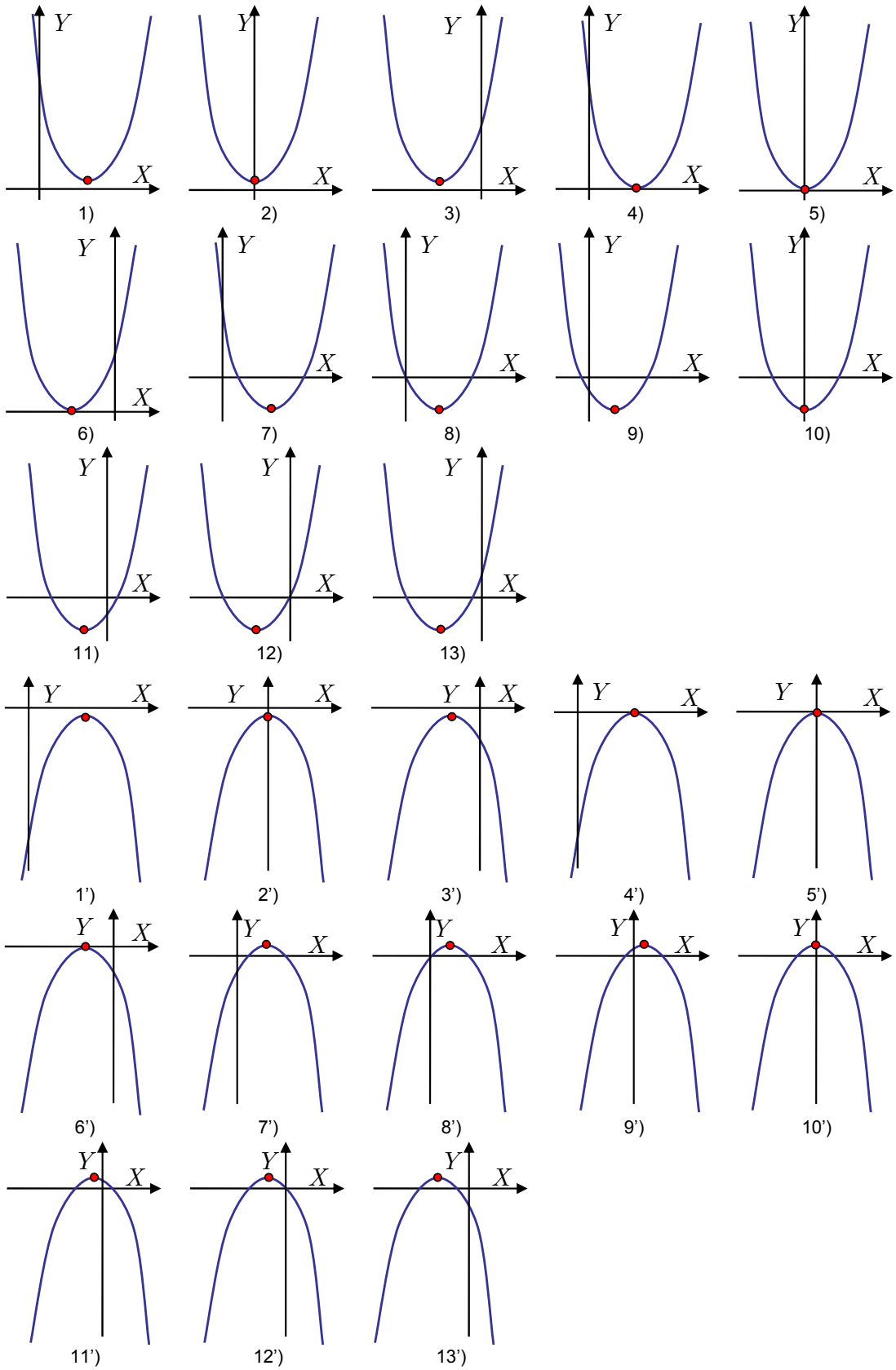


Рис. 15: Суттєво різні розташування графіка квадратичної функції

2.2. Методичні особливості дослідження квадратного тричлена

Спираючись на власний багаторічний досвід викладання математики в класах математичного профілю, автори вважають, що не доцільно вимагати від учнів запам'ятовування всіх теорем, які охоплюють окремі випадки взаємного розміщення коренів квадратного тричлена.

Достатньо обмежитись розгляданням трьох теорем, першу з яких вчитель може сформулювати разом з учнями, а дві наступні слід запропонувати учням отримати в результаті проведення самостійної дослідницької роботи:

Теорема 1. Корені квадратного тричлена $f(x) = ax^2+bx+c$ належать проміжку $(d; e)$ тоді і лише тоді, коли

$$\begin{cases} b^2 - 4ac \geqslant 0 \\ a \cdot f(d) > 0 \\ a \cdot f(e) > 0 \\ d < -\dfrac{b}{2a} < e. \end{cases}$$

Теорема 2. Корені квадратного тричлена $f(x) = ax^2 + bx + c$ більші за число d тоді і лише тоді, коли

$$\begin{cases} b^2 - 4ac \geqslant 0 \\ a \cdot f(d) > 0 \\ -\dfrac{b}{2a} > d. \end{cases}$$

Теорема 3. Число d знаходиться між коренями квадратного тричлена $f(x) = ax^2 + bx + c$ тоді і лише тоді, коли

$$a \cdot f(d) < 0.$$

Зауваження. Вивчення *теореми 1* слід доповнити розглядом випадків $[d; e)$, $(d; e]$, $[d; e]$; *теореми 2* — розглядом випадків: не менше за число d; менше за число d; не більше за число d.

Для учнів більш важливими є не самі твердження та їх запам'ятовування, а способи їх отримування та ті міркування, які до них приводять. Такий підхід сприяє більш свідомому засвоєнню учнями навчального матеріалу і формує у них навички дослідницької діяльності.

Висновки

Вважаємо, що запропонований підхід до дослідження квадратного тричлена разом з методичними порадами щодо застосування його в навчальному процесі будуть корисними як для вчителів математики, так і для учнів під

час вивчення відповідного матеріалу на уроках, на заняттях математичних гуртків, факультативів, в процесі підготовки до підсумкової атестації, зовнішнього незалежного оцінювання, конкурсів, олімпіад.

Література

1. Балан В. Г., Лавренюк В. І., Шарова Л. І. Квадратний тричлен з параметрами на вступних іспитах: навч. посіб. К. : Альфа, 2006. 80 с.
2. Балан В. Г., Лавренюк В. І., Шарова Л. І. Квадратний тричлен з коефіцієнтами залежними від параметра. К. : 1996. 107 с.
3. Беседін Б. Б., Кадубовський О. А., Фролов К. П. Про алгоритмічний підхід до розв'язування лінійних рівнянь та нерівностей (з однією змінною) з параметром. Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. 2018. № 8. С. 122-133.
4. Беседін Б. Б., Кадубовський О. А. Про алгоритмічний підхід до розв'язання рівнянь та нерівностей (з однією змінною) другого степеня з параметром. Фізико-математична освіта : науковий журнал. 2018. Випуск 2 (16). С. 18–22.
5. Гашков С. Б. Квадратный трехчлен в задачах. М.: МЦНМО, 2015. 192 с.
6. Коваленко В. Г., Кривошеєв В. Я., Старосєльцева О. В. Алгебра : Експериментальний навчальний посібник для 9 класу шкіл з поглибленим вивченням математики і спеціалізованих шкіл фізико-математичного профілю. К. : Освіта, 1998. 288 с.
7. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики : підручник для 9 кл. Харків : Гімназія, 2017. 416 с.

Kadubovs'kyi Oleksandr A., Besedin Boris B., Bilous Mykhailo A.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

To tasks for the study of a quadratic trinomial with coefficients that depend on the parameter

The article highlights a possible approach to the study of quadratic trinomials, whose coefficients contain a parameter. Some kind of methodological advice on the study of relevant material by students of secondary education institutions is provided. The analytical conditions that determine the position of the graph of a quadratic trinomial on a coordinate plane are given.

Keywords: *quadratic trinomial, quadratic equation, parameter, location of roots, location of a parabola on a coordinate plane.*

УДК 373.5.016:51

Беседін Б.Б., Лібгобер Т.О.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студентка 4 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: besedin_boris@ukr.net, liebhaber.t@gmail.com

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНОЇ НАПРАВЛЕНОСТІ КУРСУ МАТЕМАТИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

Ефективним засобом підвищення творчої активності учнів на уроках математики є прикладні завдання. У даній статті наголошено на актуалізації прикладної спрямованості шкільного курсу математики, на доцільності формування в учнів умінь застосовувати математику в повсякденному житті; визначені шляхи реалізації прикладної направленості на уроках математики в 5 – 9 класах.

Ключові слова: *прикладна задача, прикладна спрямованість, шкільний курс математики, практична робота.*

Вступ

Одним із дієвих та ефективних засобів реалізації прикладної спрямованості курсу математики є використання в навчальному процесі прикладних задач, які виникли в інших галузях, але потребують математичного розв'язання.

Використання прикладних задач під час вивчення математики є важливим аспектом свідомого сприйняття навчального матеріалу учнями, адже саме прикладні задачі викликають активізацію розумової діяльності, сприяють виникненню особистих мотивів навчання. Задачі, які містять нові відомості з різних життєвих галузей, розвивають інтерес і допитливість.

Проблема забезпечення прикладної направленості навчання взагалі, математики зокрема, без перебільшення є надзвичайно актуальною. В умовах радикального реформування освіти в Україні орієнтованість навчання на дитину, на світ який її оточує, на її повсякденне життя є найважливішим завданням освіти. Людина здатна свідомо засвоювати насамперед те, що має або матиме застосування, що пов'язане з її практичною діяльністю. Тому теза «Математику треба вчити так, щоб вміти її застосовувати», яку висловлювали відомі математики і педагоги, зокрема Г.Фройнденталь, А.Д. Мишкіс, В.І.Арнольд, є актуальною для вітчизняної школи як ніколи.

Прикладна направленість шкільного курсу математики, як проблема яку треба розв'язати і як мета навчання математиці, зазвучала в «Концепції математичної освіти 12-річної школи» [1], в «Концепції профільного навчання в старшій школі» [2], в «Державному стандарті базової середньої освіти: освітня галузь Математика» [3], в програмах з математики для середньої школи і інших документах.

В психолого-педагогічні й методичній літературі зустрічаються різні трактовки поняття «прикладна направленість» і «прикладна направленість навчання». Так, наприклад, Ю.М. Колягіним і В.В. Пікан було дано наступне означення: «Прикладна направленість навчання математики – це орієнтація змісту і методів навчання на застосування математики в техніці і суміжних науках; в професійній діяльності; в народному господарстві і в биту». В цьому означенні мова йде про навчання, але не вказано об'єкт навчання, тобто кого навчають. Крім того, перелік галузей застосування математики може бути нескінченно продовжено. Тому більш коректним було б саме таке означення: «Прикладна направленість навчання математики – це орієнтація змісту і методів навчання на застосування учнями математики в позаматематичних галузях».

Метою статті є визначення шляхів вдосконалення математичної підготовки школярів за допомогою реалізації в ході навчального процесу прикладної направленості.

Основна частина

Роль задач в навчанні математики велика. Більше половини навчального часу, відведеного на цей предмет, йде на вирішення задач, практично на кожному етапі уроку учні вирішують різноманітні завдання. А в класах молодшого і середньої ланки навіть пояснення теорії в основному дається через завдання. Рішення математичних задач є досягненням всіх цілей навчання. Ось чому вони мають велике і багатостороннє значення.

В проаналізованих підручниках математики 5 – 6 класів значна частина сучасних сюжетів задач пов'язана з казковими героями. Це пояснюється тим, що в цьому віці учні ще не мають достатньо знань з різних сфер застосування математики на практиці та в різних галузях науки і техніки. Звичайно в підручниках 5 – 6 класів є задачі-розрахунки, в основу яких покладено залежності між величинами, які часто зустрічаються в житті, — між компонентами руху; між ціною, кількістю і вартістю; між продуктивністю праці, часом роботи і одержаною продукцією; розрахунки часу; знаходження периметрів, площ; обчислення витрат різних матеріалів тощо.

Проте здебільшого задачі різних сюжетів, що мають однакові математичні залежності між величинами, а отже, і розв'язуються за допомогою однакових математичних моделей, розглядаються відокремлено одна від одної, без аналізу спільних і відмінних рис, тобто без належної системи.

Підручники «Математика 5» та «Математика 6» А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонський, М.С. Якір містять велику кількість прикладних задач, серед яких є задачі пов'язані з географією України, її площею, ресурсами. Але в цих підручниках немає практичних задач. Багато тем в підручниках пояснюється спираючись на повсякденне життя людини, зокрема учнів. Розкривається необхідність цих знань для подальшого суспільного життя і навчання.

В підручнику «Математика 6» Г.П. Бевз, В.Г. Бевз представлена велика кількість задач прикладного характеру. Зміст підручника тісно пов'язаний з українською мовою, українським побутом, з історією і географією України. Також в підручнику є чимало і загальнолюдського, зокрема пов'язаного з життям наших сусідів, але найбільше — про українців. Автори склали підручник таким чином, щоб на уроках математики завдяки ньому можна було б виховати патріотичні почуття українців, і при цьому зацікавити учнів вивченню цього предмету.

Ці ж автори в своєму підручнику «Геометрія 7» окремо виділяють практичні завдання. Вони не стільки пов'язанні з життєвими ситуаціями, скільки допомагають учневі краще зрозуміти матеріал що вивчається. При викладенні нового матеріалу автори намагалися пояснити де саме в повсякденному житті можна зустріти те що вивчається і де отримані знання можуть бути використані. Але таких пояснень не дуже багато.

У підручнику «Алгебра 7» Г.П. Бевз, В.Г. Бевз менше прикладних задач, але запропоновано новий вид вправ, суть якого полягає в тому, що учням треба самостійно скласти задачу, яка відповідає, наприклад, системі рівнянь. При розв'язанні завдань такого типу учні можуть краще зрозуміти, що кожну суто математичну задачу можна пов'язати з реальним життям, з побутовою і професійною діяльністю. Щоб полегшити завдання такого типу, для учнів пропонуються малюнки, використовуючи які вони і зможуть скласти таку задачу.

Підручники «Алгебра 8» та «Алгебра 9» А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонський, М.С. Якір приділяють увагу встановленню міжпредметних зв'язків і формуванню навичок практичного застосування вивченого теоретичного матеріалу. Ряд завдань побудовано на фактичному теоретичному матеріалі з інших шкільних предметів, ситуаціях з різних сфер економіки й виробництва.

В підручнику «Геометрія 9» цих же авторів серед всіх вправ запропонованих учням для розв'язання, окремо виділені практичні роботи, які не мають жодного зв'язку з життям. Але серед інших вправ, хоч і не багато, зустрічаються дуже цікаві приклади, які мають прикладний характер та між предметні зв'язки.

Таким чином, в навчальних програмах з математики для 5 – 9 класів ставиться задача посилення прикладної направленості курсу математики. Аналіз підручників математики 5 – 6 класів, алгебри 7 – 9 класів, геометрії 7 – 9 класів показав, що в них міститься достатня кількість прикладних задач, міжпредметних задач. Практичні роботи майже не представлені. Недостатнє включення практичних робіт в зміст підручників і відсутність якої-небудь схеми їх проведення не зробило поки практичну роботу реальним засобом посилення прикладної спрямованості.

На основі аналізу психолого-педагогічної літератури, підручників та навчальних програм нами були сформульовані основні напрями реалізації прикладної направленості курсу математики в основній школі.

1. *Використання в процесі навчання прикладних задач.*

Це є головний засіб реалізації прикладної направленості курсу математики. Прикладними задачами в математиці називають ті задачі, умови яких містять нематематичні поняття.

Для того, щоб прикладні задачі дійсно були для учнів задачами, а не вправами, необхідно, щоб вони вимагали від учнів переформулювання, довизначення, носили дослідницький характер.

Ці задачі, представляючи для учнів певні складнощі, активують їх розумову діяльність. В процесі розв'язання прикладних задач учням необхідно долати труднощі різноманітного характеру: їм необхідно з'ясувати які параметри можуть впливати на описану в тексті задачну ситуацію, які з цих параметрів дійсно впливають на неї і які з них суттєві, а також на стільки малі, що ними можна знехтувати.

Тому при розв'язанні прикладних задач необхідно дуже ретельно обговорювати умову задачі, виділяти кожну з шуканих і даних величин, гіпотезу, звернути увагу на адекватність математичної моделі, вміти перевіряти отримані розв'язки на предмет відповідності з вихідною ситуацією. Всі ці моменти завжди викликають складнощі у учнів, а оволодіння ними допоможе застосовувати свої знання з математики за її межами.

2. *Залучення до змісту навчального матеріалу практичних робіт.*

Практичні роботи є важливою ланкою між практичною діяльністю учнів і реалізацією прикладної спрямованості всього курсу математики. Саме в ході

практичної діяльності учні оволодівають тими знаннями, вміннями і навичками, які можуть бути необхідні в повсякденному житті. Застосування знань на практиці є однією з найважливіших ланок навчання і в той же час завершальним етапом в процесі оволодіння учнями системою наукових знань, умінь і навичок.

В сучасній школі практичним роботам не приділяють достатньо уваги. Хоча такі роботи мають велике виховне і навчальне значення. Проведення практичних робіт з учнями вносить різноманіття в уроки математики; підвищує активність і самостійність учнів на уроці; сприяє підвищенню якості знань учнів з математики; робить абстрактні теоретичні положення зрозумілими, доступними, наочними.

Виконання практичних робіт вимагає від учнів вміння розв'язувати стандартні навчальні задачі, інакше розв'язання стандартної задачі в рамках практичної роботи веде до невиправданих втрат часу на подолання суто технічних складностей і призводить до різкого зниженню зацікавленості.

Сформулюємо вимоги до відбору змісту практичних робіт, виконання яких дозволить інтенсивно формувати прикладні вміння і, тим самим, підвищити прикладну спрямованість курсу математики:

- органічний зв'язок з матеріалом що вивчається;
- зміст практичної роботи повинен бути пов'язаним з життєвим досвідом учнів;
- зміст повинен вимагати переформулювання і довизначення;
- вихідні данні в практичній роботі не повинні бути задані явно;
- зміст практичної роботи повинен бути таким, щоб виконання вимагало від учнів не математичних дій;
- зміст практичної роботи повинен вимагати від учнів звернення до методів математичного моделювання;
- зміст практичної роботи повинен націлювати учнів на набуття нового способу практичної діяльності для майбутнього її застосування.

Виконання всіх цих вимог повинно сприяти активізації процесу навчання, посиленню інтересу до вивчення математики, розумінню її практичної корисності.

3. *Реалізація в процесі навчання міжпредметних зв'язків.*

Міжпредметні зв'язки в шкільному навчанні є конкретним проявом інтеграційних процесів, які відбуваються сьогодні в науці і в житті суспільства. Ці зв'язки грають важливу роль в підвищенні практичної і науково-теоретичної підготовки учнів, суттєвою особливістю якої є оволодіння школярами узагальненим характером пізнавальної діяльності.

Застосування міжпредметних зв'язків на уроках може відбуватися по різному. Це можуть бути інтегровані уроки, може бути задачі пов'язані з різними шкільними предметами, такі як фізика, хімія і т.д., може бути розповідь вчителя або самих учнів про те, що саме пов'язує конкретне математичне поняття з якимось з шкільних предметів. Наприклад, при знайомстві з геометрією учні вивчають фігури, кути.

Важливість геометрії, геометричних тіл в природі дуже велика. І живі приклади можна привести з географії. На інтегрованому уроці для учнів є відкриттям те, що Піфагор першим зробив припущення, що Земля – куля.

4. *Прикладна спрямованість може бути також реалізована за допомогою історичних і цікавих фактів.*

На перший погляд може здатися, що історія в викладанні математики і її прикладна направленість несумісні один з одним. Однак якщо врахувати, що більшість понять класичної математики, які потрапили в шкільний курс, зобов'язані своїм походженням практиці, то цей зв'язок стає очевидним.

Реалізовуватися це може за допомогою розповіді вчителя або учня про по походження математичного поняття, операції, що вивчається, про цікаві історичні факти, пов'язані з ними. Учнів також можуть зацікавити історичні задачі, які слід розглядати на уроці.

Висновки

Прикладні завдання є важливим засобом навчання математики. З їх допомогою учні отримують досвід роботи з величинами, осягають взаємозв'язку між ними, отримують досвід застосування математики до вирішення реальних життєвих завдань.

Реалізація прикладної направленості навчання математики є необхідною умовою для створення конкретного, доступного, а отже і зрозумілого для учнів навчання. В процесі розкриття взаємозв'язку математики з оточуючим світом, з іншими науками і виробництвом у учнів формується готовність і здатність застосовувати математичні знання в конкретних ситуаціях. Саме тому в основу викладення математики повинен бути покладений зв'язок з практичною діяльністю людини.

Література

1. Державний стандарт базової і повної середньої освіти (Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. №1392).
2. Концепція математичної освіти 12-річної школи: Проект // Математика в рідній школі. – 2018. – № 9.

3. Концепція профільного навчання в старшій школі // Інформ. зб.МОН України. – 2013.
4. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. Алгебра для 7 класу. – Х.: Гімназія. – 2015. – 256 с.
5. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. Алгебра для 8 кл. загальноосвіт. навч. закладів – Х.: Гімназія. – 2016. – 240 с.
6. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. Алгебра для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів – Х.: Гімназія. – 2017. – 272 с.
7. Шишенко І. В. Забезпечення прикладної спрямованості шкільного курсу математики в класах з гуманітарним профілем навчання / І. В. Шишенко // Фізико-математична освіта. – 2016. – Вип. 3. – С. 125-130. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2016_3_19

Besedin Boris B., Libhober Tetiana O.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Main directions of implementation of the applied directory of the mathematical course in the basic school

Effective means of improving the students' creative activity in mathematics classes are applied tasks. In this article it is emphasized on actualization of the applied orientation of the school course of mathematics, the expediency of forming students' abilities to apply mathematics in everyday life; the ways of realization of applied orientation on the lessons of mathematics in 5 – 9 classes are determined.

Keywords: *applied problem, applied orientation, school mathematics course, practical work.*

УДК 372.851

Пащенко З.Д., Голодник А.С.

[1] *кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студентка 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ», учитель математики Світлодарської ЗОШ І-ІІІ ст.*

e-mail: pashchenko_zd@i.ua anna.golodnik@meta.ua

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

У статті розглядаються основні питання, дидактичні можливості та методики використання сучасних інтерактивних методів на уроках математики. Розкрито особливості застосування методу інтерактивного навчання через використання методу проектів при вивченні теми «Десяткові дроби» у 5 класі.

Ключові слова: *інтерактивне навчання, інтерактивні методи, методики вивчення математики, метод проектів.*

Вступ

Реформування сфери освіти України вимагає перегляду способів і методів навчання у школі. Одним з найголовніших завдань стає розкриття індивідуальної талановитості учнів. Це неможливо без перегляду саме задач організації освітнього процесу. Основним завданням організації навчання в середній школі стає створення умов активізації та розвитку школяра в процесі навчання, які забезпечать у майбутньому його готовність жити та успішно діяти в сучасному суспільстві.

Для досягнення цієї мети учень повинен навчатися добре протягом всього навчального року, це неможливо без виконання таких умов, як постійна участь у процесі навчання шляхом спілкування з учнями та учителем. Навчання за таким форматом сприятиме розвитку мислення учнів, взаємоповаги, уміння вислухати один одного та зробити висновки, аргументувати свою точку зору та ін.

Застосування інтерактивних методів у навчанні загалом, та, зокрема, у викладанні математики у школі, є актуальним питанням, яке потребує постійного вивчення та вдосконалення. Розкриття даної теми ми можемо знайти в працях В.Сухомлинського, творчості вчителів-новаторів 20-х років (Ш.Амонашвілі, В.Шаталова, Є.Ільїна, С.Лисенкової тощо). Основні аспекти інноваційного навчання розглядалися у працях П. Шевчук [2], А.Г. Караяни [3], О.І.Пометун [4]. Аналіз технологій інноваційного навчання можемо зустріти у Л.В.Пироженко [5], І.М.Дичківської [1] тощо. В цих працях можна

ознайомитися з загальними засадами педагогічної інноваційної діяльності та готовності педагога до цих впроваджень.

Основна частина

Одним з головних завдань, які стоять перед сучасним учителем є успішне формування теоретичного та практичного мислення учня. Ці завдання найбільш ефективно дозволяють реалізувати застосування нових технологій через впровадження сучасних методів навчання математики.

Технологія інтерактивного навчання передбачає організацію навчального процесу таким чином, щоб кожному учню відводилось конкретне завдання, за виконання якого він несе відповідальність. Колективна робота на уроці з залученням кожного учня передбачає розуміння кожним учасником своєї ролі у загальному результаті виконання завдань групою. Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, висловлювання своєї точки зору стосовно тієї чи іншої проблеми, вміння доказово міркувати, спільно вирішувати питання на основі аналізу наданої інформації та конкретних обставин. Суть інтерактивного навчання полягає у тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної, активної взаємодії всіх учнів. Під час інтерактивного навчання учні вчаться бути демократичними, спілкуватися з товаришами, критично мислити, поважати думку інших, приймати продумані та обґрунтовані рішення.

Застосування інтерактивних методів в навчальному процесі дозволяє зробити навчання більш цікавим та динамічним, а великий обсяг інформації більш доступним.

При впровадженні інтерактивних методів навчання учень та учитель є рівноправними суб'єктами навчального процесу. Головний результат навчальної діяльності – продуктивність на уроках. Учитель на заняттях виступає в ролі ініціатора навчальної групи, він створює умови для активної пізнавальної діяльності. Учень у той час відчуває свою успішність та інтелектуальну самостійність. Повна взаємодія учня та учителя – це і є запорука успішного уроку.

Інтерактивне навчання вирішує одночасно три завдання:

конкретно-пізнавальне, яке пов'язане з безпосередньою навчальною ситуацією;

комунікативно-розвиваюче, в процесі якого виробляються основні навички спілкування всередині і за межами даної групи;

соціально-орієнтаційне, яке виховує цивільні якості, необхідні для адекватної соціалізації індивіда в співтоваристві [2].

Організація навчання за допомогою інтерактивних методів на уроках математики припускає моделювання різних навчальних ситуацій, використання рольових ігор, які зорієнтовані на:
— розвиток творчого відношення щодо формування висновків через вираження власних думок при самостійному розміркуванні;
— спонукання учнів відстоювати свої думки, створювання атмосфери спільних бесід;
— пошук кращого розв'язку задач через використання реальної ситуації пошуку;
— розвиток вміння знаходити оптимальні та спільні рішення зі школярами та підвищення інтересу учнів до вивченого матеріалу.

Новим проявом інтерактивного навчання виступає використання в навчальному процесі інформаційно-комунікаційних технологій.

Інформаційно-комунікаційні технології — це узагальнююче поняття, що описує різні методи, способи і алгоритми збору, зберігання, обробки, представлення і передачі інформації.

Кожному етапу навчального заняття притаманні власні методичні прийоми і техніки, спрямовані на виконання завдань етапу. Комбінуючи їх, вчитель може планувати уроки відповідно до рівня зрілості учнів, цілей уроку і обсягу навчального матеріалу. Можливість комбінування технік має важливе значення і для самого педагога — він може вільно відчувати себе, працюючи за даною технологією, адаптуючи її відповідно до своїх уподобань, цілей і завдань. Комбінування прийомів допомагає досягти і кінцеву мету застосування технології — навчити дітей застосовувати цю технологію самостійно, щоб вони могли стати незалежними і грамотними мислителями і з задоволенням навчалися протягом усього життя.

В процесі організації уроків використовують такі прийоми технології розвитку критичного мислення (ТРКМ): використання запропонованих ресурсів з елементами вирішення протиріч, вірні і невірні твердження, інсерт, кластер, синквейн, опорні сигнали, взаємоперевірка, незвичайна звичайність (творчий характер повинні мати не тільки самі домашні завдання, але і подача цих завдань) та інші. Систематичне використання інтерактивних методів через застосування прийомів ТРКМ дозволить учням не тільки навчатися новому, але й отримувати задоволення від навчання.

Одним з прикладів застосування інтерактивних методів на уроках математики є проведення уроку через використання методу проектів. Математика є базовим предметом у процесі здобуття освіти. Важливість розвитку математичних знань та навичок окреслюється саме у 5 класі, в період переходу учнів

з початкової до середньої школи. У учнів виникає необхідність висловлювати обґрунтовані математичні судження і використовувати математичні знання для задоволення практичних потреб не тільки в процесі вивчення предмету "Математика", але і в процесі вивчення інших дисциплін. Учні починають практично застосовувати здобуті знання.

Для того, щоб створити атмосферу, яка дозволила би учню відчути свою спроможність та успішність на уроці, нами були використані сучасні технології, а саме — проектні. Застосування цього методу підвищує інтерес до вивчення математики. Метод проектів сприяє розвитку життєвої, соціальної, інформаційної, предметної компетентностей учнів.

Учні 5 класу у II семестрі вивчають тему «Десяткові дроби». Але розуміння її неможливе без постійного повторення попередніх тем. Підсумковий та узагальнюючий урок був проведений у нестандартній формі – захисті проектів шляхом використання активних форм навчання. Такий етап уроку як «Актуалізація опорних знань» був проведений у такій послідовності: «Мікрофон» (презентація проектів кожною групою, складання опорної схеми), «Дивись не помились». Процес закріплення вмінь та навичок: учні працювали в групах, розв'язували вправи на кмітливість. Обладнання, наочність на уроці забезпечувалися презентацією до уроку, картками, підручником, схемами, складеними самостійно учнями. Закріплення та узагальнення теми «Десяткові дроби» відбувалося шляхом поєднання її з попередніми, що дало змогу учням розуміти математику як єдине ціле.

Узагальнення та систематизація — є одним з найголовніших етапів уроку. На ньому учні захищали свої групові проекти (поділ учнів був зроблений заздалегідь на 5 груп; 5 група - Експерти). У кожну групу входили теоретики, дослідники та практики. Робота над аналізом проектів проходить спільно зі всім класом, що дає змогу закріпити знання за всіма темами.

Даний вид уроку дає можливість розвивати навички роботи як самостійно, так і в колективі, здійснювати дослідницьку діяльність, розвивати вміння аналізувати, систематизувати та узагальнювати матеріал і, найголовніше, можливість перевіряти та закріпляти теоретичні знання на практиці.

Висновки

Основним напрямком розвитку освіти в Україні є підготовка освічених людей, здатних до творчої праці, професійного розвитку, здатних вчитися та переучуватися. Фундаментом для досягнення цієї мети є саме навчання у школі. За допомогою інтерактивних методів учні вчаться критично мислити, спілкуватися один з одним, висловлювати свої думки, легко засвоювати навчальний матеріал.

Досвід проведення уроку математики в 5-му класі на тему «Десяткові дроби» з використанням методу проектів показує переваги інтерактивних методів навчання по відношенню до традиційних.

Отже, використання інтерактивних методів навчання є необхідною складовою частиною при організації навчального процесу та плануванні уроків. Ці методи дають можливість зрозуміти роль тієї чи іншої теми на практиці. Для правильного розвитку, кожного учня потрібно розглядати як окрему особистість з її поглядами, переконаннями, почуттями. Саме інноваційні технології, зокрема інтерактивні, передбачають вирішення цього питання.

Література

1. *Дичківська І. М.* Інноваційні педагогічні технології / І.М. Дичківська – К.: Академвидав,2014.
2. *Шевчук П.* Інтерактивні методи навчання : навч. посібник / (П. Шевчук, П.Фенрих). – Щецін : WSAP, 2015. – С. 7 – 23
3. *Караяни А.Г.* Активные методы социально-психологического обучения / А.Г.Караяни. – М. : [Без изд.], 2013. – С. 2 – 10.
4. *Пометун О.І.* Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : науково-методичний посібник / О.І. Пометун, А.В. Пироженко ; ред. О.І. Пометун. – К. : А.С.К., 2014. – С. 8 – 24
5. *Главник О.* Технології навчання дорослих / [упор. О. Главник, Г. Бевз]. – К. : Главник, 2016. – С. 4 – 7, 106 – 111.

Pashchenko Zoya D., Golodnik Anna S.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Features of application of interactive methods on maternal materials

The article deals with the main issues, didactic possibilities and methods of using modern interactive methods in mathematics lessons. The features of the method of interactive learning through the use of the project method in the study of the topic «Decimals» in the 5th grade.

Keywords: *interactive learning, interactive methods, methods of studying mathematics, method of projects.*

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ

УДК 372.853

Лимарєва Ю.М., Гончарова Н.В., Воронова І.В., Малафєєва А.Д.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»*

[2, 3, 4] *студенти 3 курсу фізико-математичного факультету ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: ulialymareva23@gmail.com

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ З ОБДАРОВАНИМИ ДІТЬМИ В УМОВАХ ЗВИЧАЙНОГО УЧНІВСЬКОГО КОЛЕКТИВУ

У статті висвітлені основні ознаки обдарованої дитини та з урахуванням цих особливостей окреслено загальні, виправдані й доцільні підходи до організації роботи з обдарованими дітьми на уроках фізики у закладах загальної середньої освіти.

Ключові слова: *навчальний процес, обдарована дитина, активність, мотивація, практична діяльність, значущість.*

Вступ

Проблема роботи з обдарованими дітьми не є новою та, тим не менш, залишається актуальною вже тривалий час. Її актуальність у навчальному процесі та спроби вирішення у закладах загальної середньої освіти висвітлено у публікаціях багатьох дослідників. Нажаль, у переважній кількості випадків увагу акцентовано на організації роботи з обдарованими дітьми у спеціально організованих профільних класах, де більшість учнів мають високий півень навчальних досягнень та більшість із них є професійно орієнтовані. Аналіз літератури свідчить, що обдаровані «одинаки» так і залишаються «одинаками» не маючи можливості повноцінно розвиватися в умовах звичайного учнівського колективу.

Тому, за **мету** дослідження ставимо винайдення найбільш продуктивних та доцільних методів та прийомів навчання обдарованої дитини на уроках фізики в умовах звичайного (різнорівневого) учнівського колективу.

Основна частина

Зважаючи на сучасний розвиток науки і техніки, лавиноподібний потік наукової інформації перед системою освіти постають нові завдання з підготовки особистості до плідної й творчої діяльності. В сучасній освіті роль вчителя розділяють на: дисциплінарну (подання курсу, предмет вивчення); стимулюючу (керівництво групою та взаємодія); опорну (допомога); паритету (підтримка, співучасть у завданнях); оцінювання (визнання дійсними шляхи та досвіду); регулюючу (переговори між очікуваннями та потребами).

Виділяючи із загального учнівського колективу обдаровану дитину, доцільно брати до уваги її інтелектуальні особливості. Обдаровані діти на відміну від своїх однолітків:

- мають велику потребу в розумовому навантаженні, іноді віддаючи їй перевагу над різними видами матеріального заохочення;
- володіють високою загальною активністю розуму, здатною до інтенсивних і напружених розумових зусиль;
- легко мобілізують сили для досягнення пізнавальної мети, відрізняються здібністю до зосередження, тривалої підтримки розумової напруги, до швидкого відновлення розумових зусиль;
- мають потребу у відновленні та ускладненні розумового навантаження;
- здатні до класифікації, систематизації, схильні до засвоєння енциклопедичних знанні;
- мають сильно розвинені формальні аспекти думок і інтелекту;
- легко висувають нові ходи думок, домисли, несподівані припущення;
- часто дивують несподіваними зіставленнями, узагальненнями, які відрізняються великою оригінальністю;
- володіють великою розумовою самостійністю;
- характеризуються дуже високим темпом розумового розвитку.

Найчастіше виявляється передусім один із наступних мотивів:

- визнання дорослих (оточуючого середовища), однолітків, батьків;
- бажання оволодіти певною професією;
- самоствердження;
- загальна зацікавленість;
- зрозуміння своїх можливостей;
- отримання певних результатів;
- спроби самовдосконалення.

Головним чинником плідної роботи є підтримка вчителя (обов'язкова відповідь на всі питання, що ставить учень) та найтісніший зв'язок змісту, методів роботи та технологічних прийомів з «мрією» дитини.

Розглянемо детальніше можливі кроки по досягненню певної мети учня.

Маючи метою *самоствердження* дитина виходить із позицій «я це можу». Таким чином учень себе мотивує для того щоб самому переконатися що він дійсно це може. Наприклад, розв'язання лише 1-ї задачі (складної та заплутаної) за певний час дає змогу стверджувати, що це саме так. Прикладами таких завдань можуть бути:

1) розв'язання задач із уявно простим типом розв'язку;
2) розв'язання кількома способами;
3) знайти розв'язок із мінімальною кількістю кроків.

Загальна зацікавленість: витікає з попереднього але в переважній більшості випадків є бажання перевірити практично результати отримані на аркуші паперу. Задачі абстрактного характеру зовсім не підходять. Слід використовувати цікавий, конкретний, практичний зміст та бажано мати можливість експериментальної перевірки.

Визнання однолітків: як правило розв'язані кимось «цікаві» задачі не викликають зацікавленості у інших, а отже обдарована дитина не отримує визнання однолітків, але фізика - наука експериментальна: експеримент є критерієм істини, а отже і причиною визнання. Відповіді на питання типу:

- Як ти гадаєш що буде якщо ...?
- Як за допомогою: (перелік приладів) перевірити щось?
- Як зміниться результат якщо ...?
- Чи завжди виконується ...?

мотивують не лише особу відповідальну, але й тих, хто навколо неї знаходиться (привертає увагу).

Вчитель дає не лише можливість провести якийсь дослід, але й наблизити до визнання необхідності проведення деяких попередніх розрахунків.

Бажання оволодіти певною професією:

- Добір задач певного профілю;
- Розв'язок «дорослих» задач, зростання відповідальності;
- Участь у гуртках однодумців;
- Практична перевірка результатів;
- Співробітництво з науковцями вузів певного профілю;
- В переважній більшості випадків задача постає одна, але для довготривалого розв'язку (створення моделі, виявлення періодичності явищ).

Визнання дорослих: самовиховання певних якостей, та набуття вмінь та навичок з метою їх наочного виявлення при спілкуванні з дорослими.

Враховуючи вище зазначене в умовах звичайного учнівського колективу продуктивну роботу з обдарованим дітьми можна поділити на такі різновиди:

- Навчання на підвищеній швидкості («попереду потяга»);
- Навчання на високому рівні складності;
- Творча робота.

Навчання на підвищеній швидкості може бути організоване кількома способами, наприклад:

- Пропонується велика кількість якісних задач на обмежений час (поки вчитель розбирає запропоновані для всього класу);
- Зараховуються на оцінку лише ті задачі, які були повністю та правильно розв'язані раніше ніж відбулося її обговорення та вирішення з іншими учнями;
- Навчання «без домашнього завдання»: учень має встигнути зробити все в класі (звичайно, що домашнє завдання індивідуальне), але доцільно запропонувати якесь нестандартне завдання для виконання «за бажанням»).

Навчання на високому рівні складності передбачає пропозицію:

- учневі індивідуальних задач за темою, що вивчається, але з великим «кроком складності»: вони дозволять уникнути механічного «відпрацювання каліграфії»;
- двом учням великої кількості складних та нестандартних задач: поділившись між собою, кожен з них вирішує половину, а потім розповідає іншому: взаємонавчання не лише економить час, але й покращує рівень засвоєння матеріалу.

Творча робота:

- Виконання експериментальних завдань за наданим обладнанням, але без інструкції до виконання;
- Виконання експериментальних завдань: за наданим методом проведення, але без інструкції та визначеного обладнання;
- Пошук помилок у відповідях однокласників, у розв'язках задач, у представлених логічних ланцюжках пояснень фізичних явищ, принципах роботи приладів і т. ін.;
- Складання цікавих задач та створення приладів.

Висновки

Підводячи підсумки, зазначимо, що проведене дослідження дає підстави стверджувати, що організація продуктивної роботи з обдарованими дітьми реальна не лише у профільних класах. У звичайних учнівських колективах вона також реальна, але вимагає від учителя значної мобільності, винахідництва та вмотивованості. Підтримка та розвиток природніх здібностей дитини — свята задача дорослих, що її оточують, і вчитель у цьому відіграє первинну роль, а тому має відповідати усім вимогам, що сучасна освіта висуває до нього.

Дослідження не є завершеним, тому перспективи подальшої роботи бачимо у детальному розкритті зазначених різновидів роботи з обдарованими дітьми в умовах звичайного учнівського колективу.

Література

1. *Гильбух Ю.З.* Умственно одарённый ребёнок. — К., 1992. — 81 с.
2. *Ніколаєв О.* Активізація навчальної діяльності учнів в оперативному контролі // Фізика та астрономія в школі. — 2001. — № 2. — С. 28-30.
3. Одарённые дети / под ред. Бурменской Г.В. и Слуцкого В.М. — М., 1991. — 210 с.
4. *Плигин А.А.* Познавательные стратегии школьников: Монография. — М.: Профит Стайл, 2007. — 528 с.
5. *Подалов М.* Использование принципа наглядности в формировании исследовательской компетенции / М. Подалов / — Наукові записки. — Випуск 4. — Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. — С. 78-81.
6. Проблемы психологии творчества и разработка подхода к изучению одаренности // Моляко В.А. — «Вопросы психологии» №5, 1994 г., С. 86-95.
7. *Руденко М* Критерії активності пізнавальної діяльності учнів // Фізика та астрономія в школі, 1999. — №3. — С. 6-9.

Lymareva Yu.N., Honcharova N.V., Voronova I.V., Malafieieva A.D.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Organization of work with gifted children in the conditions of an ordinary student's staff

The article highlights the main features of a gifted child and, taking into account these features, outlines general, justified and appropriate approaches to the organization of work with gifted children in physics classes in institutions of general secondary education.

Keywords: *educational process, gifted child, activity, motivation, practical activity, meaningfulness.*

УДК 372.853

Лимарєва Ю.М., Турка В.М., Грек І.О.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *викладач фізики вищої категорії, завідувач електротехнічним відділенням, Слов'янський енергобудівний технікум*

[3] *студент 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: ulialymareva23@gmail.com

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ ФІЗИКИ ЯК ОСНОВА У НАВЧАННІ РОЗВ'ЯЗУВАННЮ ЗАДАЧ

У статті розкрито проблему встановлення якісних міжпредметних зв'язків фізики, виявлено найбільш гострі її аспекти, що значною мірою впливають на вивчення фізики і формування розвиненої особистості вцілому, та встановлено можливі шляхи їх вирішення учителем фізики у власній професійній діяльності.

Ключові слова: *навчальний процес, фізична задача, міжпредметні зв'язки, запитання, якісна задача, практична спрямованість, практична значущість, логічність, узгодженість.*

Вступ

Проблема встановлення міжпредметних зв'язків не є новою. Її актуальність у навчальному процесі у закладах загальної середньої освіти та закладах професійної освіти висвітлено у публікаціях багатьох дослідників. Між тим вона постає як узагальнене бачення цілісного процесу навчання особистості. Але, нажаль, окремим питанням підвищення продуктивності цих зав'язків у навчальному процесі майже не приділяється увага.

Тому, за **мету** дослідження ставимо виявлення найбільш гострих аспектів зазначеної проблеми, що значною мірою впливають на вивчення фізики і, як наслідок, на формування особистості вцілому та встановлення можливих шляхів її подолання учителем фізики у професійній діяльності.

Основна частина

Розв'язування задач в навчанні є одним із загальних методологічних принципів побудови всієї навчальної діяльності. Розв'язування задач є невід'ємною складовою частиною навчального процесу, оскільки дозволяє формувати і збагачувати фізичні поняття, предметні та міжпредметні компетентності, розвиває творчі здібності і фізичне мислення студентів, їх уміння і навички, вчить застосуванню знань на практиці.

Фізична задача виступає одночасно і засобом навчання і засобом контролю. Так, використання якісних задач з технічним змістом сприяє формуванню технічного мислення, привчає до вирішення виробничих задач, а також стимулює особистість до раціоналізаторської діяльності. Їх потрібно розв'язувати систематично на заняттях. Це стимулюватиме до з'ясування фізичної сутності технологічних процесів, що надзвичайно важливо для їх майбутньої дорослої професійної діяльності. Задачі з технічним змістом мають бути головним чином тренувальними, спрямованими на закріплення вивченого. Це урізноманітнить заняття та сприятиме підтримці інтересу до предмету, бо учні переконуватимуться в користі фізичних знань для їх подальшої майбутньої професійної діяльності. Між тим, оволодіння вміннями вирішення фізичних задач багато в чому залежить від продуктивно встановлених міжпредметних зв'язків.

Вважаємо за доцільне акцентувати увагу на зв'язку «фізика — математика» та «фізика — хімія». На перший погляд такі зв'язки є очевидними та нерозривними за будь-яких умов. Але чи є вони насправді продуктивними у сучасній освіті? Аналіз навчальних програм, що був здійснений впродовж дослідження, та власний досвід роботи дають підстави стверджувати, що ситуація насправді значно гірша, ніж знається при загальному огляді змісту освіти. Так, наприклад, у математиці:

- вивчення основних графічних залежностей математичних величин (лінійної, квадратичної, оберненої, експоненціальної) значно розтягнуте у часі, в той момент коли вивчення фізики передбачає широке їх застосування у навчальному процесі;
- вивчення тригонометричних функцій та їх графіків, а також їх взаємне перетворення, взагалі в математиці вивчається значно пізніше ніж виникає необхідність застосування у фізиці;
- поняття похідної та її застосування з урахуванням програмного запізнення відносно фізики взагалі втрачає сенс: весь матеріал (або переважна його частина) є пройденим.

Єдиним виходом із ситуації, що склалася, є виділення окремих занять з фізики або їх частин на вивчення необхідного матеріалу з математики або хімії. А саме:

1. Основних графічних залежностей (лінійної, квадратичної, оберненої, експоненціальної, тригонометричної) та їх аналізу, що у подальшому будуть застосовані під час вивчення різних розділів фізики. Важливим при цьому є проведення аналогії між математичним записом та фізичною формулою, що відображає таку саму залежність.

2. Вивчення нових математичних понять в аспекті фізичних знань та його практичне застосування. Так, наприклад, поняття похідної як зміни одного параметру за умови дуже малої зміни іншого. Ці знання дадуть можливість на заняттях з фізики при вивченні, наприклад, механічних чи електромагнітних коливань знаходити рівняння коливань якоїсь фізичної величини за рівнянням іншої та будувати графіки цих залежностей. Наприклад:
   швидкість — похідна від координати за часом;
   сила струму — похідна від заряду за часом;
   ЕРС індукції — похідна від магнітного потоку за часом.

Не так критично, як з математикою, але не значно кращою є ситуація з хімією. Так, наприклад, при вивченні електролізу:

- поняття про солі, кислоти та основи у учнів виявляється досить абстрактним, тому поняття про електроліт та розуміння механізму електролізу також не є конкретним;
- поняття про валентність заводить до глухого кута: ані що воно таке, ані як його знайти; тому 2-й закон Фарадея для електролізу не може бути засвоєний та застосований у розрахунковій практичній діяльності.

Добре засвоєння знань на заняттях з хімії значно спрощує вивчення, наприклад, електролізу у фізиці. Але зазначена ситуація призводить до необхідності нагадування або взагалі пояснення про солі, кислоти та основи, та їх принципові відмінності. Лише після цього є сенс вводити поняття про електроліт та пояснювати механізм електролізу.

Беручи до уваги, що поняття валентності взагалі не існує в уяві більшості або воно зводиться до, такого собі, «вгадування», то найбільш простим є подання стислої довідкової інформації: опорний конспект у вигляді таблиць та схем.

Висновки

Розв'язування задач на заняттях фізики як спосіб впровадження міжпредметних зв'язків у навчанні — одне з ключових завдань при викладанні цієї дисципліни. Особливого значення воно набуває для майбутніх студентів технічних вищих навчальних закладів, де більшість загальнотехнічних і спеціальних дисциплін спираються на знання з фізики. Тому встановлення міжпредметних зв'язків є одним із основних завдань на заняттях з фізики.

Виходячи з цього, як підсумок, зазначимо, що запропоновані варіанти винайдення виходів із зазначених проблемних ситуацій не є ідеальними, але вони дозволяють максимально скоротити час, що витрачається на вивчення опорного матеріалу з інших предметів з метою подальшого успішного засвоєння фізики. У статті відображено авторське бачення, яке не є єдиним однозначно правильним. Але, між тим, вкотре хочеться звернутися до мудрості: «Якщо хочеш зробити щось гарно, зроби це сам» (Фердинанд Порше). Лише у такому випадку викладач може розраховувати на гарний результат, а отже він має бути добре обізнаний в усіх суміжних дисциплінах аби максимально не залежати не від інших.

Проблема вимагає подальшого дослідження та винайдення інших шляхів плідної організації міжпредметних зв'язків у навчальному процесі. Тому, перспективи подальших розвідок бачимо у спробі привести програми різних дисциплін у відповідність одна одній та впровадити у навчальний процес через бінарні уроки.

Література

1. *Кожевникова И.И.* Личность преподавателя высшей школы в инновационном развитии образования / И.И. Кожевникова / — Innovative solutions in modern science №1(1), (Sciencientific journal), Wing, Dubai Sillicon Oasis, Dubai, UAE, 2016. — С. 87-91.
2. Педагогіка і психологія професійної освіти: результати досліджень і перспективи: Збірник наукових праць / За ред. І.А. Зязюна та Н.Г. Ничкало. — К., 2003. — 680 с.
3. *Плигин А.А.* Познавательные стратегии школьников: Монография. — М.: Профит Стайл, 2007. — 528 с.
4. *Подалов М.* Использование принципа наглядности в формировании исследовательской компетенции / М. Подалов / — Наукові записки. — Випуск 4. — Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. — С. 78-81.
5. *Сухомлинська О.В.* Ціннісні орієнтири в освіті / О.В. Сухомлинська. — К.: Наук. думка, 2006. — 137 с.
6. Одарённые дети / под ред. Бурменской Г.В. и Слуцкого В.М. — М., 1991. — 210 с.
7. *Шарко В.Д.* Сучасний урок фізики: технологічний аспект : посіб. для для вчителів і студ. / В.Д. Шарко. — К.: Есе, 2005. — 220 с.
8. *Шаталов В.Ф.* Куда и как исчезли тройки / В.Ф. Шаталов. — М.: Педагогика, 1979. — 134 с.

Lymareva Yu.N., Turka V.N., Grek I.A.
Slavyansk energobuilding technical school, Slovians'k, Ukraine;
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Interdisciplinary connections of physics as the basis for learning solving problems

The article reveals the problem of establishing qualitative interdisciplinary connections of physics, reveals its most acute aspects, which greatly influence the study of physics and the formation of a developed individual in general, and the possible ways of their solution by the teacher of physics in their own professional activities are established.

Keywords: *educational process, physical task, interpersonal relations, question, qualitative problem, practical orientation, practical significance, logic, consistency.*

УДК 373,5.016:53

Войнов О.Л., Бєлошапка О.Я.

[1] *старший учитель, фахівець вищої категорії, учитель фізики, астрономії та інформатики, Миколаївський ЗЗСО I - III ступенів № 3 Миколаївської міської ради Слов'янського району Донецької області*

[2] *старший викладач кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: bytic2010@gmail.com

ВИВЧЕННЯ ЯВИЩА ЗАЛОМЛЕННЯ СВІТЛА І ЙОГО ЗАКОНІВ В КУРСІ ФІЗИКИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

У даній статті розглядається вивчення явища заломлення світла і його законів в курсі фізики у середніх навчальних закладах. Автори пропонують матеріал з даної теми, у якому використовуються нетрадиційні методичні прийоми, що допомагають осмисленому та усвідомленому застосуванні цього явища. Цей матеріал можна використовувати на уроках в 9-х класах, а також при закріпленні й поширенні знань з даної теми для учнів 11-х класів.

Ключові слова: *заломлення світла, показник заломлення оптична густина середовища, закони заломлення, оптичні прилади.*

Вступ

Вчення про світло є одним з найважливіших у сучасній фізиці. Геометрична оптика — теоретична основа оптотехніки, теорії оптичних наближень і ряду інших дисциплін. Основні поняття геометричної оптики необхідні кожному, незалежно від обраної спеціальності. На основних законах геометричної оптики можна побудувати математичну теорію поширення світла. Область явищ, досліджуваних оптикою велика. Оптичні явища тісно пов'язані з явищами, досліджуваними в інших розділах фізики, а оптичні методи дослідження належать до найбільш тонких і точних.

Але незважаючи на величезне значення оптики і її технічних застосувань, зміст цього розділу фізики в загальноосвітній школі не відбиває належним чином її успіхи. Програма з фізики для загальноосвітньої школи містить достатній обсяг знань з оптики, але значного вдосконалення потребує методика її викладання, зокрема в геометричній оптиці.

У зв'язку із цим метою даної роботи є вдосконалення методики викладання геометричної оптики в 9 і 11 класах загальноосвітньої школи й розробки уроків з даної теми.

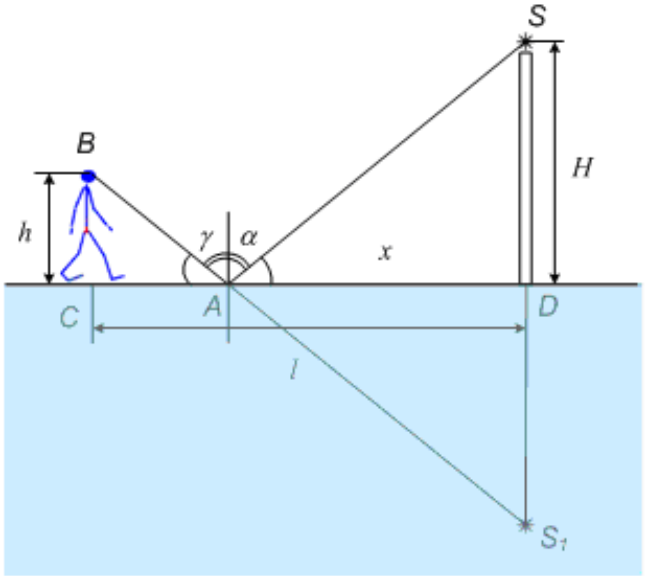
Основна частина

Тема. Явище заломлення світла. Показник заломлення. Закони заломлення та їх застосування.

Мета. Розглянути явище заломлення світла, закони заломлення. Показати особливості їх застосування в різних оптичних системах.

Хід уроку.

1. Для повторення матеріалу та для визначення принципу Ферма розглянемо розв'язання завдання. На одному березі невеликого водоймища знаходиться стовп із ліхтарем вгорі, на іншому перебуває людина. Промінь, що падає від ліхтаря, після відбиття від поверхні води потрапляє в око людини. Знайдіть побудову положення точки на поверхні води, у якій відбивається промінь, що потрапляє в око. Обчисліть відстань цієї точки від стовпа, якщо його висота дорівнює H, висота людини h, а відстань між стовпом і людиною l.



Розв'язання.

Побудуємо зображення S_1, ліхтаря S, що утворюється поверхнею CD води. Для цього із точки S проведемо перпендикуляр до поверхні CD. Зображення S_1, належить продовженню цього перпендикуляра симетрично точці S щодо поверхні CD, отже $S_1D = SD$. Відбитий від поверхні води промінь має такий напрямок, що його продовження, проведене в протилежну сторону, проходить через точку S_1. Тому для визначення напрямку відбитого променя проведемо пряму від точки S, до точки B, яка співпадає з оком людини. Ця пряма перетинає поверхню води в шуканій точці A.

Трикутники ADS і ACB подібні (як прямокутні, що мають по рівному гострому куту). Отже, $S = S_1A$ і $SD = S_1D$. Тому

$$\frac{H}{h} = \frac{x}{l-x} \quad \text{або} \quad H(l-x) = hx\,,$$

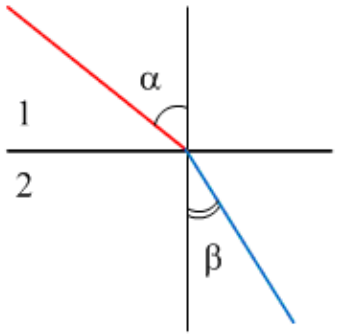
$$Hl - Hx = hx\,, \quad Hl = Hx + hx\,, \quad x = \frac{Hl}{H+l}\,.$$

Одержаний шлях поширення світла — це шлях, для проходження якого світлу потрібний найменший час. У випадку однорідного середовища — це найкоротший шлях вздовж прямої. У нашому випадку, на малюнку довжина ламаної SAB дорівнює довжині відрізку S_1AB. Будь який інший шлях мав би більшу довжину.

На прикладі цієї задачі показано дуже важливий принцип справедливий для світлових хвиль — *принцип Ферма: «Світло завжди поширюється таким шляхом, на який воно витрачає найменший час»*.

2. Розглянути явище заломлення світла на прикладі проходження світла крізь різні середовища, спостерігаючи зміну напрямку променів на дослідах за допомогою приладу для вивчення законів оптики та використовуючи напівциліндричну лінзу або плоскопаралельну платівку.

3. На підставі даних досвіду сформулювати закон заломлення світла.



α — кут падіння світлового променя;

β — кут заломлення променя;

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n = \text{ const}\,.$$

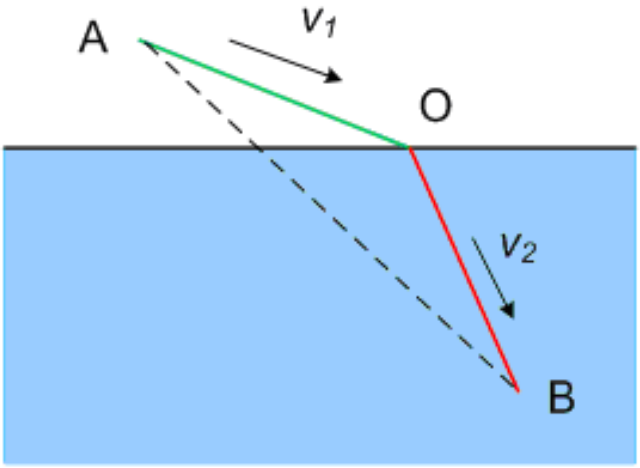
Для двох даних середовищ відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення є величина стала. Ця стала величина називається відносним показником заломлення середовища або показником заломлення другого середовища відносно першого.

Падаючий промінь, заломлений промінь та перпендикуляр до границі розподілу двох середовищ, встановлений у точці падіння променя належать одній площині.

Цей закон сформульований голландським вченим Віллебрордом Снеллем у 1620 році (закон Снелліуса).

4. Дати пояснення явищу заломлення світла, подати поняття абсолютного показника заломлення середовища, оптичної густини середовища, розглянути закон заломлення світла в іншій формі.

Явище заломлення світла являє собою зміну напрямку поширення світлового променя під час проходження з одного прозорого середовища до іншого. Воно зумовлено зміною швидкості світлових хвиль під час переходу з одного середовища в інше. Закон заломлення витікає з принципу Ферма — він визначає той шлях, яким світло проходить за найкоротший час проміжок між двома точками, що розташовані в різних середовищах. Пояснити це можна наступним прикладом.



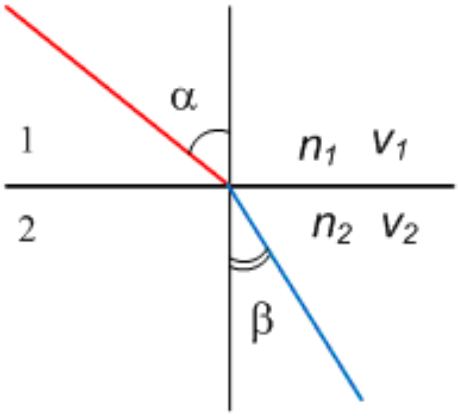
Нехай людина A рухається далеко від берега і бачить у річці потопаючу людину B. Щоб врятувати людину B, пішохід A повинен як найшвидше досягти B. Ясно, що швидкість людини A по суходову v_1 більша, ніж швидкість v_2, з якої він пливе. Тому найменший час вийде при русі не вздовж AB, а за ламаною AOB, де відрізок AO більше відрізка OB.

Відмінність швидкості світла в речовині від швидкості світла у вакуумі зумовлена взаємодією електромагнітних хвиль з атомами речовини. Характер і ступінь цієї взаємодії залежать як від будови й властивостей речовини, так і від частоти електромагнітних коливань. Це є причиною розходження показників заломлення для світлових хвиль різної довжини, яким відповідає зорове відчуття різного кольору.

Для характеристики швидкості поширення світла в даному середовищі існує поняття оптичної густини середовища. З двох середовищ те називають середовищем з більшою оптичною густиною, в якому швидкість світла буде меншою.

Показник заломлення середовища щодо вакууму називається абсолютним показником заломлення середовища. Він залежить від фізичного стану

середовища, у якому поширюється світло, густини речовини середовища, його температури, наявності пружних напружень і т.д. Абсолютний показник заломлення середовища залежить від швидкості поширення світла у даному середовищі.

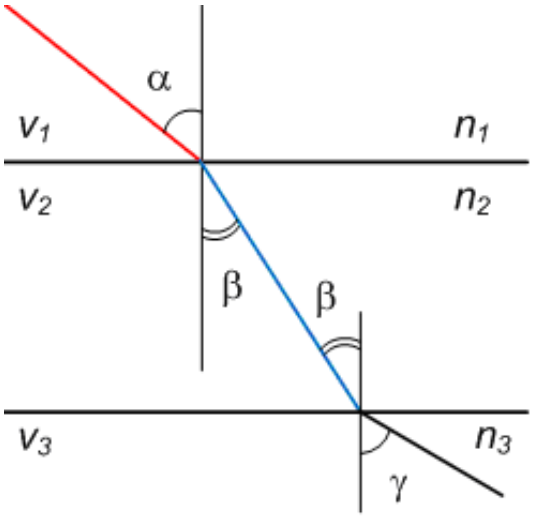


$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}\,;$$

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta = \ldots\,;$$

$$n_1 v_1 = n_2 v_2 = \ldots\,.$$

Більш зручною формою закону заломлення світла є запис у вигляді добутку показника заломлення середовища на синус кута відхилення променя в цьому середовищі.



$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}, \quad \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}\,;$$

$$\frac{\sin\beta}{\sin\gamma} = \frac{n_3}{n_2}, \quad \frac{n_3}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}\,;$$

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta = n_3 \sin\gamma\,;$$

$$n_1 v_1 = n_2 v_2 = n_3 v_3\,.$$

Із закону заломлення світла витікає оборотність світлових променів. Властивість оборотності характерно для геометрії відбиття та заломлення світла. Воно виражає одиничність шляху, яким поширюється світло.

$$n_1 v_1 = n_2 v_2, \qquad \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}, \qquad v_1 > v_2, \qquad n_1 < n_2.$$

Більшу оптичну густину має те середовище, у якій швидкість поширення світла менша. Таке середовище має більший показник заломлення.

5. Надати фізичний зміст показників заломлення середовищ та сформулювати правило визначення кутів.

$n_1 v_1 = n_2 v_2\,, \quad \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = n\,;$

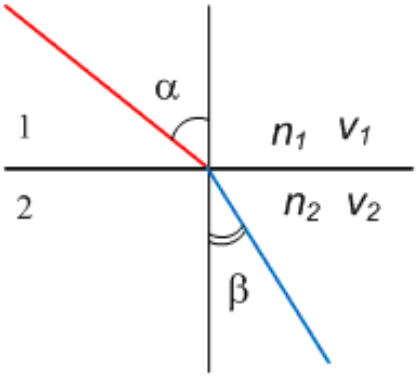
$c = n_1 v_1\,, \quad c = n_2 v_2\,;$

$n_1 = \frac{c}{v_1}\,, \quad n_2 = \frac{c}{v_2}\,.$

Відносний показник заломлення середовища показує в скільки разів швидкість поширення світла в одному середовищі більше або менше, ніж у другому.

Абсолютний показник заломлення середовища показує в скільки разів швидкість поширення світла в даному середовищі менша, ніж у вакуумі.

Розглянемо процес заломлення світла при переході світлового променя із середовища з меншою оптичною густиною в середовище з більшою оптичною густиною.



$n_2 > n_1\,, \quad v_2 < v_1\,;$

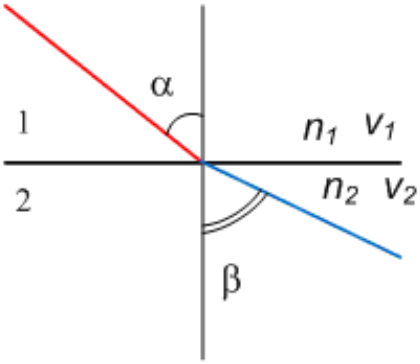
$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta\,;$

$\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \dfrac{n_2}{n_1} > 1\,;$

$\sin\alpha > \sin\beta\,, \quad \alpha > \beta\,.$

При переході променя із середовища з меншою оптичною густиною в середовище з більшою оптичною густиною, промінь світла відхиляється до перпендикуляра.

Розглянемо процес заломлення світлового променя при переході світла із середовища з більшою оптичною густиною в середовище з меншою оптичною густиною.



$n_1 > n_2\,, \quad v_1 < v_2\,;$

$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta\,;$

$\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \dfrac{n_2}{n_1} < 1\,;$

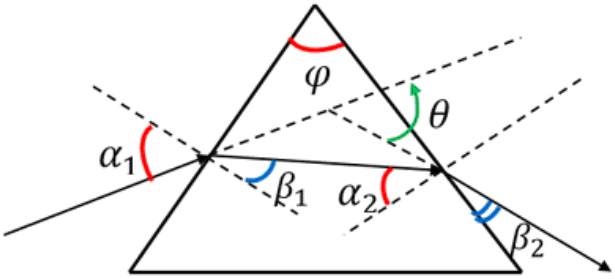
$\sin\alpha < \sin\beta\,, \quad \alpha < \beta\,.$

При переході світла із середовища з більшою оптичною густиною в середовище з меншою оптичною густиною, промінь світла відхиляється убік від перепендикуляра.

6. Явище заломлення світла лежить в основі принципу дії багатьох оптичних приладів. Закон заломлення світла дозволяє побудувати хід променів у трикутній призмі та плоскопаралельній пластині.

Грані призми, крізь які проходить промінь світла, називаються заломлюючими. Кут φ між заломлюючими гранями призми називається заломлюючим кутом призми.

Світловий промінь після проходження через призму відхиляється; кут між променем, що виходить із призми, і променем, що падає на призму, називається *кутом відхилення променя призмою* θ.

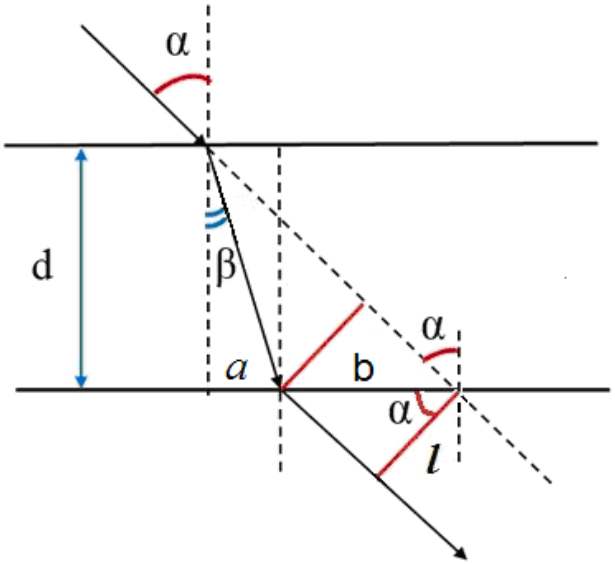


φ — заломлюючий кут призми;

θ — кут відхилення променя призмою;

$\theta = \alpha_1 + \beta_2 - \varphi$.

Світловий промінь після проходження крізь плоскопараллельну пластинку виходить із пластинки під кутом, що відрізняється від кута його падіння на границю розділу в середовищі пластинки, і не відрізняється від кута його падіння на пластинку. Доречі він набуває зсув від первісного напрямку. *Зсув променя* — це довжина перпендикуляра між вихідним із пластинки променем і продовженням променя, що падає на плоскопаралельну пластинку.



l — зсув променя при проходженні через пластинку;

$l = \dfrac{d \sin(\alpha - \beta)}{\cos\beta}$;

$a = d \operatorname{tg}\beta$, $\quad a + b = d \operatorname{tg}\alpha$

$b = d \operatorname{tg}\alpha - d \operatorname{tg}\beta$;

$l = b \cos\beta$

Явище заломлення світла пояснює багато незвичайних фактів, які спостерігаються в природі, побуті й техніці.

Відомий приклад заломлення світла, що ми спостерігаємо майже щодня, це ілюзія «зламаної ложки». Внаслідок зміни напрямку поширення променя при переході в прозору речовину з іншим показником заломлення, на границі розділу повітря-вода спостерігається зміна форми предмета.

Заломленням пояснюється уявне зменшення глибини річки.

Світло заломлюється й при поширенні в неоднорідному середовищі. Наприклад, таким неоднорідним середовищем є повітря, різні шари якого нагріті по-різному. Світло в такому повітрі заломлюється. І саме цим пояснюються міражі й інші оптичні ілюзії.

Заломлення світла на границі двох середовищ дає парадоксальний зоровий ефект: перетинаючи границю розділу предмети в середовищі з більшою оптичною густиною виглядають «заломленими нагору»; у той час як промінь, що входить у середовище з більшою оптичною густиною, поширюється в ній під меншим кутом, «заломлюється донизу». Цей оптичний ефект і приводить до помилок у візуальному визначенні глибини водоймища, що здається меншою, ніж є насправді.

Інший приклад — міраж, що часто спостерігають мандрівники на розпечених сонцем дорогах. Вони бачать оазис, але коли приходять туди, навкруги виявляється пісок. Сутність в тім, що ми бачимо в цьому випадку світло, що пройшло над піском. Повітря сильно розпечене над самою дорогою, а у верхніх шарах холодніше. Гаряче повітря, розширюючись, стає більш розрідженим і швидкість світла в ньому більше, ніж у холодному. Тому світло проходить не по прямій, а по траєкторії з найменшим часом, де час проходження менше, повертаючи в теплі шари повітря.

Вивчення законів заломлення має фундаментальне значення для науки й техніки. Їхнє застосування в різних областях знань дозволяє створювати точні оптичні прилади (телескопи, мікроскопи, фотоапарати, кінокамери, окуляри, контактні лінзи й т.п.), досліджувати хімічну структуру сполук і ви-

значати склад хімічних сумішей, одержувати точні геодезичні й астрономічні координати, створювати оптимальні системи зв'язку й багато чого іншого.

Висновки

Вдосконалення методики викладання геометричної оптики сприяє вирішенню ряду завдань, серед яких головними є: поглиблення знань учнів з геометричної оптики, розвиток уявлень про роль оптики в системі знань про природу електромагнітного випромінювання, формування навичок практичного застосування законів оптики й грамотне використання оптичних приладів.

У даному матеріалі докладно розглянуте явище заломлення світла і його закони в тій формі, що дозволяють точно застосовувати їх у практиці розв'язання різних завдань, пов'язаних з переходом світла через кілька оптичних середовищ.

Матеріал цієї теми сприяє активізації пізнавальної і розумової діяльності учнів, підвищує їхній інтерес і успішність у навчанні, сприяє свідомому вибору майбутньої професії.

Матеріал неодноразово використовувався авторами при проведенні уроків фізики зданої темі.

Література

1. *Алешкевич В. А.* Вступительные экзамены по физике. Физика. 1988, №32, С. 5.
2. *Барьяхтар В. Г., Довгий С. А.* Физика 9 класс Харьков: Ранок, 2017. 272 с.
3. *Барьяхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Кирюхин Н. М.* Физика 11 класс. Академический, профильный уровни. Харьков: Ранок, 2017. 320 с.
4. *Василихина Т. В.* Урок с разноуровневым обучением по геометрической оптике. Физика в школе. 1994, С. 35–37.
5. *Ландсберг Г. С.* Оптика. Учеб. пособие: Для вузов. 6-е изд., стереот. М.: Физматлит, 2003. 848 с.
6. *Линец Ю. А.* Использование принципа Ферма в преподавании геометрической оптики. Физика. 1998, №7, С. 6–8.
7. *Коханов К. Ю.* Оптические иллюзии в школьном курсе физики. Физика. 1999, №11. С. 9–12.
8. *Орлов В. А.* Творческие экспериментальные задания. Физика в школе. 1995, №1. С. 20–23.
9. *Павленко Ю. Г.* Оптика. М.: Издательство МГУ, 1992.

10. *Сивухин Д. В.* Общий курс физики. М.: Наука, 1980. 752 с.
11. *Чернощекова Т. М.* Из истории развития взглядов на природу света. Горький, 1982.
12. Фізика. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf

---

Voinov Oleg, Beloshapka Alexander
Mykolajiv establishment of general secondary education I-III degrees No. 3 of Mykolajiv city council of Slavic district of Donetsk region, Ukraine;
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

The study of the phenomenon of the light reflection and its laws in the course of physics in secondary educational institutions

This article discusses the study of the phenomenon of light refraction and its laws on the course of physics in secondary schools. The authors offer material on this topic, which uses unconventional methodological techniques to help understanding and conscious application of this phenomenon. This material can be used when conducting lessons in the 9th grade, as well as in consolidating and expanding knowledge on this topic in students of the 11th grade.

Keywords: *light refraction, refractive index, optical density of a medium, laws of refraction, optical devices.*

УДК 373.5.016:537

Бєлошапка О.Я., Сипчук Є.Ю.

[1] *старший викладач кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студент 4 курсу фізико-математичного факультету ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: sypchuk_egor@ukr.net

СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ СТРУМОМ І НАПРУГОЮ НА РЕАКТИВНОМУ НАВАНТАЖЕННІ У КОЛІ ЗМІННОГО СТРУМУ

Стаття присвячена дослідженню актуальності демонстрації фазових співвідношень між струмом і напругою під час ємнісного та індуктивного навантаження при вивченні змінного струму у курсі фізики середніх учбових закладів. Розглянуто можливості визначення та демонстрації фазових співвідношень. Запропонована схема заміщення генератора змінного струму, яка містить найпростіші фізичні прилади та дає змогу наочно показати результати демонстрації.

Ключові слова: *змінний струм, ємнісний опір, індуктивний опір, активний опір, генератор, осцилограф, зсув фаз.*

Вступ

Фізика, як навчальний предмет посідає одне із провідних місць у вирішенні комплексних завдань навчання та сприяє формуванню у молоді сучасних наукових уявлень про навколишній світ, формує і розвиває науковий стиль мислення, суттєво поліпшує практичну спрямованість навчання. Тема «Основи електродинаміки» займає важливе місце в курсі фізики. Від рівня засвоєння теми залежить її подальше розуміння при подальшому вивченні, в 10 або 11 класі, в залежності від вибору профілю вивчення матеріалу.

Аналізуючи підручники та посібники і наявність обладнання кабінетів фізики з теми «Змінний електричний струм» для закладів середньої освіти можна зауважити, що навчання може бути удосконалене. При вивченні змінного струму у колі з активним та реактивним опорами традиційно застосовують двопроменевий осцилограф.

Основна частина

На рис. 1 (нижче), складовими якого, крім генератора змінного струму (на виході якого напруга U змінюється за законом:

$$U = U_0 \sin \omega t,$$

де U_0 — амплітуда, ω — циклічна частота, t — час), є послідовно з'єднані резистор R (активний опір), індуктивність L та ємність C, маємо:

$$V \neq V_R + V_L + V_C,$$

де V_R, V_L, V_C — спади напруги на резисторі R, котушці індуктивності L, ємності C відповідно (активним опором обмотки електричної котушки знехтувано $R_K = 0$).

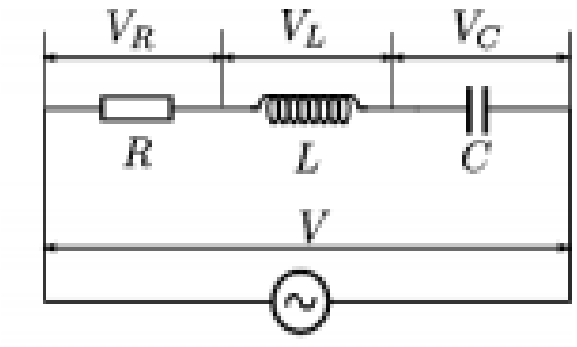


Рис. 1: Електричне коло змінного струму

На ньому аналізують електричне коло в якому до послідовно з'єднаних резистора R, котушки індуктивності L і конденсатора C підключено генератор змінного струму. Зміни струму в колі відбуваються за законом:

$$I = I_0 \sin \omega t,$$

де I_0 — амплітуда коливань струму, ω — циклічна частота. Напругу U_R на елементах такого кола зі струмом I у ньому та зарядом q на ємності C пов'язує:

- на резисторі R закон Ома $U = I \cdot R$;
- на індуктивності L співвідношення

$$U_L = L\frac{dl}{dt},$$

  де $\frac{dl}{dt}$ — зміна струму на ній;
- на ємності C співвідношення $U = \frac{q}{C}$.

Відповідно до цього
миттєве значення напруги U_R на резисторі співпадає за фазою зі струмом

$$U_R = I_0 R \sin \omega t,$$

на індуктивності фаза напруги випереджуватиме фазу струму на $\frac{\pi}{2}$:

$$U = \frac{1}{C}\int I_0 \sin \omega t dt$$

або

$$U_C = \frac{1}{\omega C} I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right).$$

Результуючу напругу U, яка дорівнює сумі спадів напруг

$$U = U_R + U_L + U_C$$

або

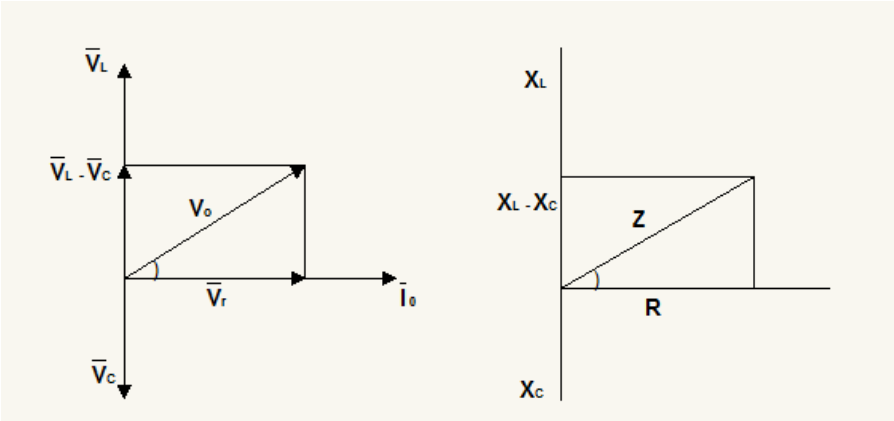
$$U = RI_0 \sin\omega t + \omega L I_0 \left(\sin\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{1}{\omega C} I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

можна додати графічно, як це показано на рис. 2.

Звідси випливає вираз, який називають законом Ома для кола змінного струму:

$$I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{U_0}{Z}, \quad I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (X_L + X_C)^2}},$$

де $X_C = \frac{1}{\omega C}$ — ємнісний опір, $X_L = \omega L$ — індуктивний опір.



а) б)

Рис. 2: Співвідношення між фазовим кутом φ:
а) струмом I_0, напругами U_0, напругами на елементах кола U_{0R}, U_{0L}, U_{0C} та результуючою U_0;
б) активним опором R, реактивними опорами X_L і X_C та імпедансом Z.

Вказані співвідношення можна бачити на рис. 2. Для демонстрації фазових співвідношень між струмом і напругою традиційно використовують двопроменевий осцилограф. Першим променем керує напруга активного навантаження (співпадає зі струмом), другим променем керує напруга одного з реактивних опорів. Метою нашої роботи є демонстрація зсуву фаз між струмом і напругою на активному та реактивному опорах без двопроменевого осцилографу та доповнення навчального матеріалу. Замінимо його двома демонстраційними мікроамперметрами.

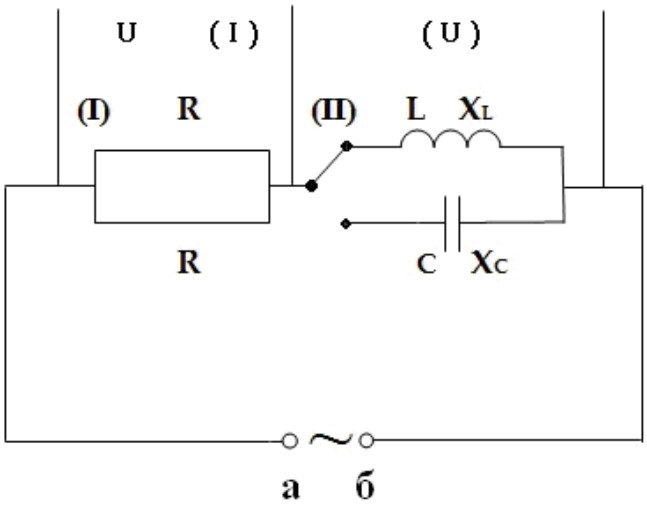


Рис. 3: Принципова схема установки: - генератор змінного струму; R – резистор; L – котушка індуктивності; C – ємність

Джерело змінного струму з частотою 50 Гц заміняємо новим генератором низької частоти (такою, при якій інертність стрілок не буде проявлятися). Генератором є потенціометр з додатковими контактами від середини обмотки. При цьому на крайні клеми подається постійний струм, а на вхід системи подається напруга знята з повзунка реостата та середньої точки. В залежності від положення повзунка на вхід нашого електричного ланцюга буде подаватися різний за напрямом струм. А в залежності від частоти зсувів повзунка відносно середньої точки, буде змінюватися полярність.

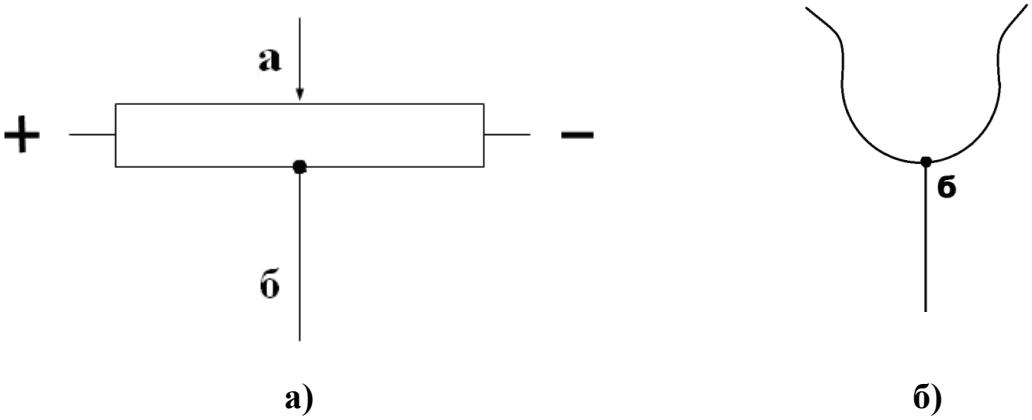


Рис. 4: а, б. Додатковий вихід з обмоток потенціометра

На перший мікроамперметр подається напруга з активного опору (він демонструватиме зміну струму). На другий мікроамперметр подаємо напругу з реактивного опору (він демонструватиме зміну напруги).

Миттєве значення напруги U_L на індуктивності L (рис. 5), випереджує струм I за фазою на $\frac{\pi}{2}$.

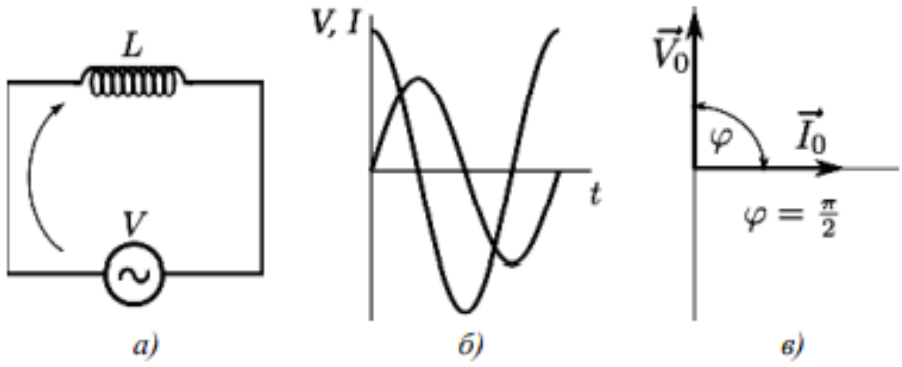


Рис. 5:
а) генератор змінного струму приєднано до індуктивності;
б) графіки струму I напруги в індуктивності;
в) векторне подання коливань струму та напруги.

Стрілка, яка показує струм буде відставати від стрілки, яка демонструє напругу на індуктивності. Тоді як на ємності, (рис. 6), навпаки, миттєве значення напруги U_C на ємності C відстає від струму I за фазою на $\frac{\pi}{2}$.

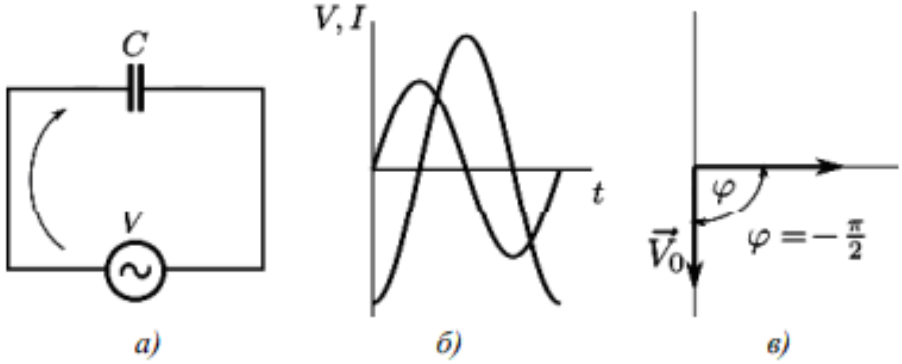


Рис. 6:
а) генератор змінного струму приєднано до конденсатора;
б) графіки струму і напруги в конденсаторі;
в) векторне подання коливань струму та напруги

Стрілка, яка показує струм випереджає стрілку, яка керується напругою на ємнісному навантаженні. (Прилади встановлені один за одним і шкали видалені). Вчителям фізики можна запропонувати цю роботу, або її варіант, в якому мікроамперметри заміняються ліхтариками, а генератор низьких частот на шкільний генератор ГНЧШ.

Висновки

Тема «Змінний струм» і методика викладання сприяє поглибленню знань учнів з цієї важливої теми, формуванню навичок практичного застосування даної теми.

Дана робота може бути застосована при викладанні фізики в закладах середньої освіти, зокрема при демонстраціях особливостей змінного струму у ланцюгах з активним та реактивним навантаженнями (у школах майже відсутні двопроменеві осцилографи). Матеріал цієї теми сприяє активізації пізнавальної і розумової діяльності учнів, підвищує їхній інтерес і успішність у навчанні, сприяє свідомому вибору майбутньої професії.

Література

1. Бар'яхтяр В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я. Фізика 8 клас Підручник. В.Г. Бар'яхтяр, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова. — вид. «Ранок», 2016. — 240 с.
2. Коршак Є. В. Фізика, 8 кл : підручник [для загальноосвітніх навчальних закладів] / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко — [2-ге видання, перероб. та доп.]. — К.: Генеза, 2008. — 208 с.
3. Ландсберг Г.С. (Ред.). Елементарний підручник фізики. Том 2. Електрика і магнетизм, навч. посібник. — М .: ФІЗМАТЛІТ, 1985. — 486 с.
4. МОН України. — Нова українська школа: [Електрон. ресурс]. — Режим доступу: https://mon.gov.ua/ua/tag/novaukrainska-shkola
5. Орищин Ю.М. Теорія і практика вдосконалення курсу загальної фізики засобами сучасного навчального експерименту : автореф. дис. ...д-ра пед. наук : 13.00.02 / Ю.М. Орищин. — К., 2006. — 40 с.

Beloshapka O., Sypchuk Ye.
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Relationship between the current and stress on reactive loading in the variable current

The article is devoted to the study of the relevance of the demonstration of phase correlations between current and voltage during the new and inductive loading in the school course. The possibilities of definition of phase relations with the help of various devices that are in the property of secondary education are considered. The actual scheme of replacement of an alternating current generator, which contains the simplest physical devices and allows to visualize the results of the demonstration, is proposed.

Keywords: *alternating current, amperage resistance, inductive resistance, active resistance, generator, oscilloscope, phase shift.*

УДК 372.853

Бібікова І.В.

учитель математики та фізики ЗЗСО I-III ступенів, «Художньо-естетична гімназія» м. Торецьк, Донецька область

e-mail: inbib@ukr.net

МІЖПРЕДМЕТНА ІНТЕГРАЦІЯ ЯК ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ОСВІТИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Особливою формою наскрізного STEM-навчання є інтегровані уроки, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків, що сприяють формуванню в учнів цілісного, системного світогляду. У статті розглянуто приклади використання міжпредметних зав'язків на уроках фізики.

Ключові слова: *STEM-освіта, інтеграція, міжпредметні зв'язки, фізика.*

Вступ

У 2018/2019 навчальному році усі загальноосвітні навчальні заклади перейшли на новий зміст освіти. У Законі України «Про освіту» говориться: «Метою освіти є всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, розвиток її талантів, розумових і фізичних здібностей, виховання високих моральних якостей, формування громадян, здатних до свідомого суспільного вибору, збагачення на цій основі інтелектуального, творчого, культурного потенціалу, підвищення освітнього рівня народу, забезпечення народного господарства кваліфікованими фахівцями».

Одним з актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичної освіти виступає система STEM-освіти. Саме така сучасна система освіти об'єднує в собі міждисциплінарний та проектний підходи, основою яких є інтеграція природничих наук в технології, інженерну майстерність та математику.

Основна частина

Як і наше життя, усі предмети — взаємозалежні та інтегровані в єдине ціле. У цьому гармонійному поєднанні — головна перевага STEM. Ми живемо у світі, який не розділено на окремі дисципліни чи предмети, тому й дітям важливо бачити його цілісним.

Одним з ефективних методів STEM навчання в школі є інтеграція. Сучасні підходи до освіти передбачають міжпредметні зв'язки. Це допомагає поєднати і зблизити різні навчальні предмети. Підготовка до таких уроків складна, але ефективність висока. Використання міжпредметних зв'язків —

це надзвичайно корисна форма роботи. Незвичайний для дитини хід уроку викликає інтерес, стимулює розумову діяльність, і вона стає активною: починає аналізувати, зіставляти, порівнювати, шукати зв'язки між явищами та предметами.

Ми, педагоги-практики, зіткнулись з протиріччям: як дитині в умовах постійного збільшення обсягів навчального матеріалу об'єднати їх у цілісну картину світу. Тож на зміну урокам, на яких, здебільшого переважає вивчення теоретичного матеріалу, мають прийти компетентісно орієнтовані, що сприяють цілісному сприйняттю навчального матеріалу, набуттю навичок практичного використання, формуванню позитивного емоційного ставлення до процесу пізнання та предмету вивчення.

Одним із ефективних шляхів конструювання таких уроків з урахуванням окреслених завдань є встановлення міжпредметних зв'язків – включення в урок запитань і завдань з матеріалу інших навчальних предметів (наприклад, література, образотворче мистецтво), що мають допоміжне значення для вивчення теми і сприяють глибшому сприйманню та осмисленню певного поняття.

Фізика — природнича наука. Але вона завжди виступає як частина духовної і матеріальної культури людства. Фізична освіта є складником загальної культури особистості, яка живе, навчається, працює, творить в умовах високих технологій, змушена протистояти екологічним проблемам та ризикам. Фізичні знання, здобуті учнями в основній школі, створюють підґрунтя реалістичного ставлення до навколишнього світу, в якому значне місце посідає взаємодія людини і природи.

Вивчення природи людиною, розуміння її законів, пояснення таємниць — все це завжди хвилювало не тільки вчених, а й митців. Наукове пізнання природи та її художнє сприйняття йдуть поруч, взаємно збагачуючи одне одного. Знання фізики, природних явищ дозволяє ще сильніше відчути їх внутрішню гармонію та красу; в свою чергу відчуття цієї краси — це величезний стимул для подальших досліджень. Це є природно, бо людська душа не відчуває межі між раціональним і емоційним. Незважаючи на різницю художнього сприйняття природи та її наукового опису, між ними є глибокий внутрішній зв'язок.

Задачі повинні захоплювати учнів, формувати інтерес до оточуючого нас світу, до життя. Використання на уроках фізики репродукцій картин видатних художників допомагає знайти взаємозв'язок з живою природою, біологією, життям людини. Успіх навчання виражається у сформованості здатності мислити, а мислити людина починає тоді, коли у неї виникає потреба щось

зрозуміти. Один із способів дати поштовх до активної розумової діяльності дітей – запропонувати їм цікаві навчальні задачі. А інтерес виявляється тоді, коли задача стосується реального світу, життєвої ситуації, що зустрічається кожній людині. Наприклад, особливо виграшними в цьому відношенні є розділи «Світлові явища» в 9 класі основної школи та «Хвильова і квантова оптика» у старшій школі. Багато ілюстрацій можна підібрати до законів відбивання та заломлення світла. Якісні задачі, сформульовані на їхній основі, дуже цікаві і корисні для розвитку фізичного мислення учнів. Розв'язання таких задач потребує серйозної і ґрунтовної підготовки, що спонукає учнів до самоосвіти.

Доцільне, доречне і вміле використання творів мистецтва в навчанні фізики робить процес пізнання більш емоційним і вражаючим, і ніхто не зможе назвати фізику «сухою наукою». Картини українського художника І.К. Айвазовського залишають в учнів незабутні враження. З точки зору фізики, в його картинах художньо зображено багато фізичних явищ і процесів. Саме цим може скористатись учитель.

Рис. 1: «Берег моря вночі»

Рис. 2: «Стара Феодосія»

Приклад 1. Картина «Берег моря вночі» (1837). На картині зображено сріблясто-синє небо зі швидкими хмарами, схвильоване золотисто-зелене море, кораблі, що похилилися під поривами вітру. На картині ми бачимо і місяць, злегка вкритий хмарами. Під час вивчення явища розсіювання світла можна навести приклад, що розсіяне хмарами світло освітлює узбережжя більше, ніж звичайне. Човен, з якого знімають вантаж, перехилений на правий бік. Для демонстрації умов плавання тіл і значення розташування центра мас учитель також може використати репродукцію цієї картини. Світло від маяка, що слугує міткою для кораблів — розповсюджується відповідно до закону прямолінійного розповсюдження світла. Місячна доріжка розмита, але подекуди видно її відбивання від поверхні морської води. Море майже все білого кольору через відбивання поверхнею місячного сяйва.

Приклад 2. Картина «Стара Феодосія» (1839). І.К. Айвазовський незліченну кількість разів малював рідну Феодосію. Картина «Стара Феодосія» відноситься до раннього періоду творчості художника. У даній картині велике зацікавлення, з точки зору фізичних явищ, викликає дерево, нахилене під достатньо великим кутом до горизонту, що ілюструє прояв законів Ньютона. Учні можуть отримати завдання накреслити розподіл сил, які діють на дерево. Під час вивчення оптичних явищ можна приділити увагу тому факту, що місто на задньому плані освітлене, а від дерева падає тінь, і люди поблизу нього зображені в напівтіні.

Приклад 3. Картина «Місячна ніч в Константинополі» (1884)

Рис. 3: «Місячна ніч в Константинополі»

На поверхні річки, озера чи моря в напрямку Місяця видно блискучу місячну доріжку. Поясніть, як вона утворюється. Чи можна спостерігати місячну доріжку на ідеально гладкій спокійній поверхні води? Чому доріжка завжди спрямована на спостерігача? *(Доріжка на поверхні води виникає внаслідок відбиття світла від дрібних хвиль, які орієнтовані в різних напрямках. Тому в різних позиціях спостерігача відбиті промені потрапляють до нього в око. Кожен спостерігач бачить «свою» місячну доріжку).*

З метою створення оптимальних умов для самореалізації особистості учнів, активізації їхньої творчої діяльності, формування наукового світогляду пропоную комплексну систему завдань з теми «Світлові явища» (фізика, 9 клас).

Виконання цих різнорівневих завдань зробить знання учнів особистісно значущими, що має практичне спрямування; продемонструє самостійну навчальну діяльність під час засвоєння навчального матеріалу; допоможе перевірити свої здібності; активізує дітей працювати з текстом; сприятиме всебічному культурному розвитку школяра, підвищенню інтересу до предмета,

культури усного і писемного мовлення, розвитку соціальної, комуникативної, полікультурної, інформаційної компетентності, продуктивної творчої діяльності.

Комплексна система завдань з фізики з теми «Світлові явища»

Світло — це сама загадковість. Неперевершене у швидкості.
Воно і хвиля, і частинка, і, можливо, ще щось...
Олесь Гончар

Шановний дев'ятикласнику!

Важко уявити собі життя без світла. Адже все живе існує і розвивається під впливом світла і тепла. Що нам допомагає пізнавати навколишній світ? Світло! Його значення в нашому житті дуже велике. Світло — найтемніша пляма у фізиці. Протягом багатьох століть людина намагалася зрозуміти природу світла. Але знакові відкриття були зроблені за останні 150 років та поступово відкрили завісу таємниці над цією загадкою. Уже сам факт існування світла достатній для того, щоб викликати багато різних питань. Наприклад, чому утворюється тінь? Чому утворюється веселка? Чому ми бачимо навколишній світ у різних кольорах? Це тільки деякі з питань, на які ти спробуєш відповісти, вивчаючи тему «Світлові явища». На тебе чекає багато цікавого!

Завдання 1.Склади асоціативний кущ до слова «Світло»

Завдання 2. Про які властивості, явища й об'єкти сказано в загадках?

1. *Що в скриню не сховаєш?*
2. *Щодня вранці воно у віконце входить до нас*
3. *Бачиш очима та не візьмеш руками*
4. *І язика не має, і правду скаже*
5. *Піднялися ворота- усьому світу краса.*
6. *Своїх очей не має, а іншим бачити допомагає.*

Завдання 3. Повтори теоретичні відомості з теми «Світлові явища» та обери правильну відповідь у тестових завданнях.

Тестова робота за розділом «Світлові явища»

Рис. 4: «Світлові явища»

1. Яке оптичне явище ілюструє фотографія?
а) відбивання світла; б) поглинання світла;
в) дисперсію світла; г) заломлення світла

2. За яких умов виникає місячне затемнення?
а) за будь-якого взаємного розташування Сонця, Землі та Місяця
б)Земля знаходиться між Місяцем та Сонцем
в) Місяць знаходиться між Землею та Сонцем

3. Яким є зображення предмета в гладкому дзеркалі?
а) збільшеним; в) дійсним;
б) зменшеним; г) уявним.

4. Промінь світла падає з повітря на пластинку зі скла. На якому з наведених рисунків правильно зазначено всі три кути — кут падіння, відбивання та заломлення світла?

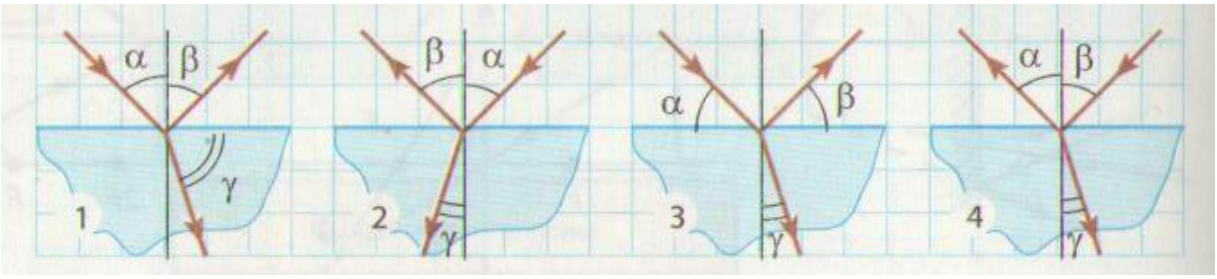


Рис. 5: до завдання 3.4

5. Кут падіння насвітлового променя на дзеркало збільшився на 10°. Як змінився при цьому кут між падаючим і відбитими променями?

а) Зменшився на 10° *б) Збільшився на* 10°

в) Зменшився на 20° *г) Збільшився на* 20°

6. Закінчить речення: «Якщо промінь переходить з повітря в лід, то кут заломлення ...»

а) дорівнює куту падіння; б) менший від кута падіння;

в) більший від кута падіння; г) дорівнює 90°.

7. Вкажіть явище, яке досліджував Ісаак Ньютон за допомогою трикутної скляної призми:

а) відбивання світла; в)сонячне затемнення;

б) заломлення світла; г) дисперсію світла.

8. Якою цифрою позначено зображення предмета AB в гладкому дзеркалі?

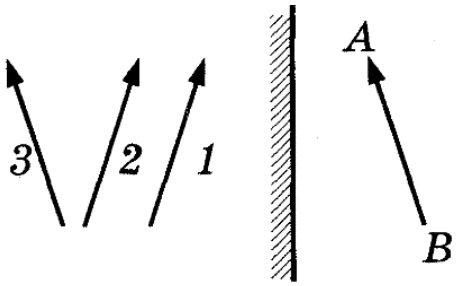


Рис. 6: до завдання 3.8

9. Які з показаних на рисунку лінз є збиральними?

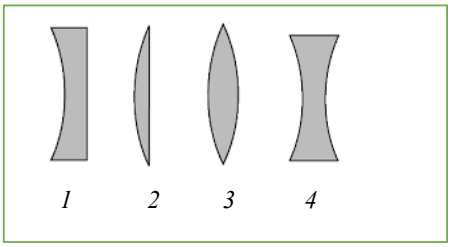


Рис. 7: до завдання 3.9

10. В яких одиницях СІ вимірюється оптична сила лінзи

а) м; б) дптр; в) $м^2$.

11. За якою формулою можна обчислити фокусну відстань лінзи?

а) $Г = \frac{f}{d}$; *б)* $F = \frac{1}{D}$; *в)* $D = \frac{1}{F}$

Це цікаво знати.

Наприкінці минулого століття вченим вдалося встановити, що заломлення світлового променя, який потрапляє в око, різне у різних точках ока через те, що поверхня рогівки не є ідеально гладенькою, а кришталик не є однорідним. Для виправлення зору було запропоновано методику згладжування поверхні рогівки за допомогою лазерного випромінювання. Однак, щоб ця технологія дійсно запрацювала, треба було знати, яку саме кількість речовини кришталика слід видалити в конкретному місці. Тобто було необхідно виміряти реальний профіль кришталика. Проте око не стоїть спокійно, отже, треба було зробити це вимірювання дуже швидко (за частки секунди). У Німеччині, Японії, Іспанії та США розпочалося шалене змагання вчених та інженерів за створення такого вимірювального приладу. Однак перший у світі рейтрейсинговий аберометр був створений колективом українських учених під керівництвом професора Василя Молебного.

Завдання 4. У магазині «Оптика» продаються окуляри, біля яких таблички з написами: +0,5 дптр, +3 дптр, -2,5 дптр. Які недоліки зору компенсують ці окуляри? Визначте їхні фокусні відстані.

Завдання 5. Прочитай уривок з твору Нечуя — Левицького «Микола Джеря». Яке оптичне явище в ньому описане? Якого слова не вистачає в тексті?

«Сонце ясно блищало з-за хмари; небо над морем стало сизе, і на тому сизому небі заблищала . . . . . Вона обперлася одним дуже широким кінцем об море, а другим потяглася далеко за озеро, за плавні в рівний широкий степ. Червоні, жовтогарячі й жовті . . . . . смуги були такі ярі, неначе горіли тихим полум'ям, а через широкий край . . . . ., розстелений як павичевий хвіст, по морі, було ясно видно зелене море, білі гребені на хвилях, пофарбовані то червоним , то жовтим, то синім кольором».

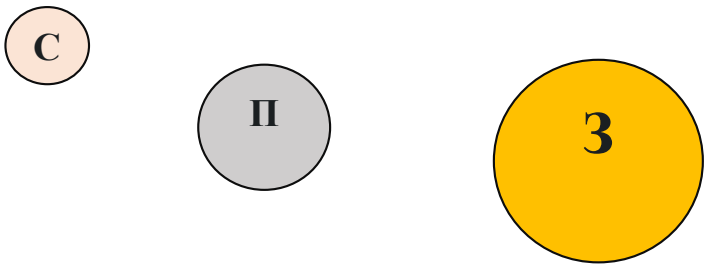
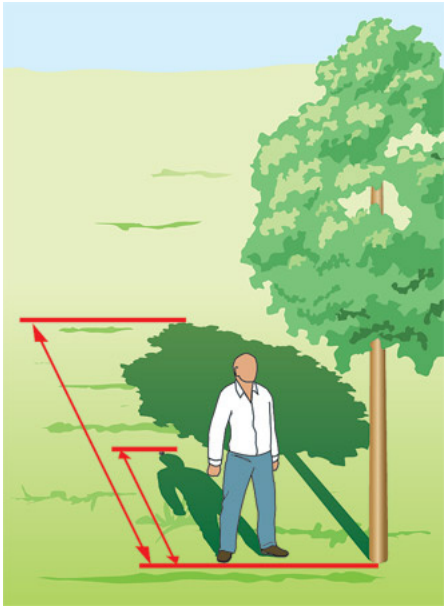


Рис. 8: до завдання 6

Завдання 6. На рисунку схематично показані зоря З, планета П та її супутник С. Визначити графічно ту ділянку планети, де в даний момент можна спостерігати затемнення. Обґрунтуйте свою побудову.

Вчимося розв'язувати задачі.

Задача. Як у сонячну погоду виміряти висоту дерева ?



Розв'язання.

Існує декілька способів, які однаково добре підходять для виміру висоти дерева. Для цього необхідно стати поряд з деревом в сонячну погоду, щоб бачити тінь дерева і свою тінь, і таким чином, виміряти розмір тіней. Знаючи свій зріст, ви зможете легко вичислити висоту дерева. Отже, треба розв'язати наступну пропорцію:

$$\frac{L}{l} = \frac{D}{d}, \qquad D = \frac{L \cdot d}{l}$$

де L – зріст людини, м

l – довжина тіні людини, м

d – довжина тіні дерева, м

D – невідома висота дерева, м

Завдання 6. Розв'яжи задачу самостійно.

Стовп, освітлений сонцем, відкидає тінь довжиною 6,9 м, а вертикальна паля висотою 1 м — довжиною 1,1 м. Визначте висоту стовпа?

Завдання 7. Домашній експеримент

Тема: «Стрілки навпаки»

Обладнання: склянка з водою, аркуш білого паперу, маркер.

Хід експерименту:

1. Налийте в склянку води.

2. Намалюйте на папері дві стрілки в одному напрямі.
3. Піднесіть аркуш паперу до склянки так, щоб він закривав обидві стрілки.
4. Відлийте зі склянки воду, щоб водою була закрита лише одна стрілка.
5. Опишіть та поясніть спостережувані явища.
6. Зробити фото чи відеозвіт домашнього експериментального завдання.

Завдання 8.

Складіть питання до заповненого кросворда.

		п	р	О	м	і	н	ь		
		л	у	П	а					
о	с	в	і	Т	л	е	н	і	с	т	ь
			д	И	с	п	е	р	с	і	я
		м	і	К	р	о	с	к	о	п	
			к	А	н	д	е	л	а		

Рис. 9: Кросворд

Висновки

Наша держава стала на шлях втілення гуманістичних ідей у педагогічну теорію та практику, бо людина для неї — найвища цінність. У сучасній школі навчання має забезпечувати оптимальні передумови для розкриття усіх закладених у ній природних задатків, її здатності до свободи, для самореалізації особистості школяра, для відповідальності та творчості.

Ми не можемо дати дитині абсолютно всі знання за час перебування в школі. Сьогодні потрібно дітей навчити, як шукати додаткові знання і як їх використовувати для вирішення власних чи професійних завдань. Уроки з використанням елементів STEM-освіти дають можливість не тільки розвивати і підтримувати інтерес до предмета, але й бажання займатися ними й набувати нові знання, сприяти розвитку особистості, умінню виділяти головне в проблемі.

Література

1. Вольянська С.Є. STEM-освіта /С.Є.Вольянська // Довідник сучасного педагога. — Х.: Вид.група «Основа», 2016. — с. 124–125.

2. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: від теорії до практики(у запитаннях та відповідях). / Уклад. І. С. Маркова, В. І. Садкіна. // Математика в школах України. — 2016. — №27 (507) – с. 4–7.
3. Закон України «Про освіту»./ Вісник. – 2017. – №2(81). С.7–103.
4. Карпова Л.Б. Навчальні та інноваційні навички XXI століття. / Л.Б.Карпова // Фізика в школах України. — 2013. — №7. — с. 22–24.
5. Качественные задачи по физике в средней школе. Тульчинский М.Е. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1972. — 240 с.
6. Проект Концепції STEM-освіти в Україні [Електронний ресурс]. mk-kor.at.ua/STEM/ STEM_2017.pdf.
7. STEM-освіта. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.imzo.gov.ua/stem-osvita/
8. Шарко В. Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект: [Посібник для вчителів і студентів]. — К.: Фірма «Есе», 2005. — 200 с.
9. https://print4you.com.ua/catalog/velikie-khudozhniki/

Bibikova I.
Artistic and aesthetic gymnasium of city Toretsk, Donetsk region Teacher of mathematics and physics

Intersubject integration as the means of realization of STEM-education during the lessons of physics

The special form of through STEM- education is the integrated lessons, which are aimed to the establishing of intersubject connections that assist forming of the students' integral, system worldview. The examples of use of intersubject connections during the lessons of physics are considered in the article.

Keywords: *STEM- education, integration, intersubject bonds, physics.*

УДК 373.5.016:534.7

Бєлошапка О.Я., Недоступ В.В.

[1] *старший викладач кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»*

[2] *студент 1 курсу фізико-математичного факультету ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: vladislavnedostup@gmail.com

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЧУТЛИВОСТІ ВУХА ЛЮДИНИ

Стаття присвячена вивченню особливостей чутливості вуха людини. В курсі фізики для середніх навчальних закладів ці питання висвітлено недостатньо, тому розглянутий матеріал пропонується як додатковий до теми «Звук». Крім того, вивчаючи особливості звуку, учні мають можливість самостійно побудувати діаграму і прослідити особливості чутливості вуха людини від сили звуку та його частоти.

Ключові слова: *звукові коливання, частота, чутливість, больовий поріг.*

Вступ

Звук — це коливальні рухи пружного середовища. Межі звуку визначені згідно з його границями чутливості людини і в достатній мірі умовні від 16 до 20 000 Гц. Джерелом звуку може бути тіло (камертон, дзвінок, струна і т.п.), частота коливань якого лежить в діапазоні звукових частот.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Питанням викладення теми «Звук. Звукові явища ...» займалися фізики методисти Покровський О.А., Кірик Л.А., Коршак Є.В., Бабенко О.К., Сушинська І. Т та інші. Проте, матеріал з цієї теми в існуючих підручниках для основної і старшої школи висвітлюється недостатньо. У підручнику «Фізика-9» за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.А. Довгого не розглядаються поняття особливості звуків утворених різними джерелами, спектри звуків, тембр звуку, сприйняття звуку людиною, область чутності, поріг чутності й больового відчуття. А в підручниках «Фізика-10. Академічний рівень» В.Г. Бар'яхтара, Ф.Я. Божинової та «Фізика-10. Рівень стандарту» Є.В. Коршак, Л. І. Ляшенко, В.Ф. Савченко питання, пов'язані з вивченням і застосуванням звукових явищ, на жаль, взагалі відсутні.

Мета: доповнити матеріал такими важливими поняттями як висота звуку, частота звуку, спектри звуків, тембр звуку, сприйняття звуку людиною, область чутності, поріг чутності й больового відчуття, звуки й шуми, їх вплив на людину та навколишнє середовище, області застосування звукових явищ, вимірювання звуків, практичне складання діаграми чутності вуха людини.

Навчання фізиці, як і будь-якому предмету, має такі загально дидактичні цілі: освітні, виховні. Освітні цілі навчання фізиці:
— дати учням знання з основ фізики на сучасному рівні в певній системі: *основні поняття, закони, теорії*;
— сформулювати в учнів сучасну природно-наукову картину світу;
— оволодіння учнями методами наукового дослідження.

Програма для середніх загальноосвітніх навчальних закладів в Україні містить розділ «Коливання й хвилі», у якому передбачене вивчення звукових явищ в основній школі (9 клас) і в старшій школі (10 клас профільний рівень). У підручниках цей матеріал викладається недостатньо повно. Серед характеристик звуку розглядається гучність і висота звуку. Гучність звуку залежить від різниці тисків, амплітуди і частоти звукових коливань. Наприклад, що сильніший удар кульки по камертону, то гучніше він звучить, оскільки сильний удар є причиною виникнення коливань більшої амплітуди.

Крім того, нам здається доцільним ознайомити учнів із оцінкою рівнів сигналу за загальноприйнятою шкалою (у дБ) і можливістю виразити рівень сигналу в децибелах через характеристики звуку: рівень інтенсивності та рівень звукового тиску.

Це необхідно для встановлення зв'язку навчального матеріалу з іншими науками: біологією, медициною, фізіологією, основами сучасних технологій, а також формування культурної компетенції й наукового світогляду учнів.

До цієї теми пропонується додати наступний матеріал.

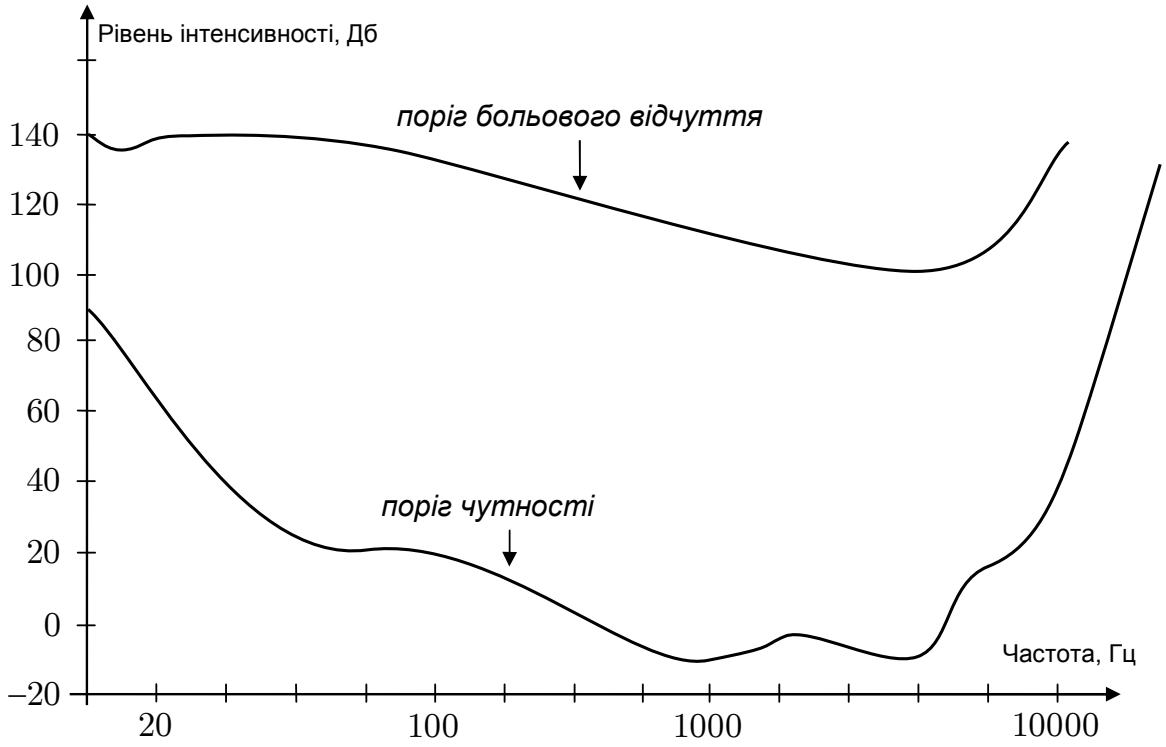
Орган слуху людини — це своєрідний приймач. Він складається із зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха, причому зовнішнє і середнє вухо служать для передачі звукових коливанні до слухового аналізатора — равлика, що знаходиться у внутрішньому вусі. Равлик має декілька тисяч слабо пов'язаних між собою нервових волокон і близько 22000 нервових закінчень. Під час збудження волокон відбувається роздратування нервових закінчень, які одразу ж починають посилати імпульси в слуховий центр мозку, викликаючи тим самим звукове відчуття.

Звукові коливання, що діють на вухо людини, можуть бути *простими синусоїдальними* (прості звуки) і *складними*. Останні є неперіодичними коливаннями з випадковим законом змінювання амплітуди і частоти.

З віком слухова чутливість змінюється. Найбільша гострота слуху спостерігається у 15-20-річних, а потім вона поступово падає. Мінімальна сила звуку, здатна викликати відчуття ледь чутного звуку, називається порогом чутності, або порогом слухового відчуття. Чим менше величина звукової енергії, необхідна для отримання відчуття ледь чутного звуку, тим вище чу-

тливість вуха.

Найменше значення сили подразнення чистого тону і є порогом чутності. Поріг чутності індивідуальний для різних людей, він залежить від їх віку, методів вимірювань і частоти. Порогу чутності на частоті 1000 Г відповідає звуковий тиск $p = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Зростання гучності звуку може призвести до дії подразнення і, врешті-решт, до відчуття болю у вухах. Між порогом больового відчуття і порогом чутності знаходиться область слухового сприйняття.



Діаграма чутливості вуха людини

Звукові коливання, що сприймаються вухом людини, а також сигнали звукового мовлення можуть змінюватися в широких межах. Це викликає ряд ускладнень при їх оцінюванні. Тому з метою спрощення обчислень і процесу вимірювань для отримання стислого масштабу величину сигналів оцінюють не в абсолютних, а у відносних логарифмічних одиницях.

Важливою особливістю слухового сприйняття є так званий **бінауральний ефект — ефект слухання двома вухами, завдяки чому слухач здатний визначати напрям джерела звуку**.

На низьких частотах **бінауральний** ефект виникає за рахунок відмінності фаз, а на більш високих частотах — за рахунок відмінності амплітуд (внаслідок екрануючої дії голови) звукових коливань. Людина визначає напрям приходу звукових коливань в горизонтальній площині з точністю до $3 \ldots 4^\circ$, а при переміщенні джерела звуку у вертикальній площині точність набагато менша — $40 \ldots 50^\circ$.

Ефект маскування — це ще одна особливість слухового сприйняття. Цей ефект, який спостерігається при одночасному звучанні декількох джерел звуку, проявляється в тому, що відбувається підвищення порогу чутності маскованого «корисного чистого тону» порівняно з порогом чутності його в тиші. Ефект маскування помітніший у разі однакових частот маскованого і маскуючого чистих тонів. Низькочастотні чисті тони сильніше маскують високочастотні. При маскуванні мовного сигналу шумом знижується розбірливість мови.

Висновки

Вдосконалення методики викладання теми «звук» сприяє вирішенню ряду завдань, серед яких головними є: поглиблення знань учнів, формування базових фізичних знань, розвиток уявлень про роль звуку у повсякденному житті.

Матеріал цієї теми сприяє активізації пізнавальної і розумової діяльності учнів, підвищує їхній інтерес і успішність у навчанні, сприяє свідомому вибору майбутньої професії.

Література

1. *Войнов О., Бєлошапка О.* До вивчення звукових явищ в курсі фізики в середніх навчальних закладах. // Гуманізація навчально-виховного процесу. — 2018, № 1 (87). — С. 302–317.
2. Фізика. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-loktevavm.pdf
3. *Ананьев Б. Г.* Теория ощущений. — Л. : изд-во Ленингр. ун-та, 1961. — 454 с.
4. Физический энциклопедический словарь : Гл. редактор А.М.Прохоров. — М.: Советская энциклопедия, 1983. — 928 с.
5. *Нейман Л. В., Богомильский М. Р.* Анатомия, физиология и патология органов речи и слуха : Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений. Под ред. В.И. Селиверстова. — М.: ВЛАДОС, 2001. — 224 с.
6. *Ландсберг Г. С.* Елементарний підручник фізики. — К.: Радянська школа, 1967. — 456 с.
7. *Бар'яхтар В. Г.* Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень : Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я.

Божинова, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна. — Х. : Видавництво «Ранок», 2011. — 320 с.

8. *Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф.* Фізика. 10 клас. Рівень стандарту : Підручник. — К.: Генеза, 2012. — 192 с.

Beloshapka Alexander, Nedostup Vladislav
Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Studying features of human ear sensitivity

The article is devoted to the study of the features of sensitivity of the human ear. In the course of physics for secondary schools, these issues are insufficiently reflected, therefore the considered material will be offered as an additional one to the theme «Sound». In addition, by studying the peculiarities of sound, students have the opportunity to build diarama independently and to trace the peculiarities of the sensitivity of the human ear to the intensity of the sound and its frequency

Keywords: *sound vibrations, frequency, sensitivity, pain threshold.*

ЗМІСТ

Від редакційної колегії 3

Пам'яті Олега Олександровича Новікова 4

Математика 13

Ровенська О.Г.
Наближення аналітичних функцій сумами Фейєра 13

Величко В.Є.
Ліві та праві ідеали напівгрупи ендоморфізмів вільної групи 19

Кадубовський О.А.
Перерахування двокольорових хордових O-діаграм роду 1, які мають три сірих (або чорних) цикли, відносно дії групи діедра 25

Лібгобер Т.О., Рябухо О.М., Турка Т.В.
До 100-річчя Олексія Васильовича Погорєлова 42

Фізика 46

Надточий В.А., Беш А.Н.
Распределение дифракционно-модулированного по интенсивности лазерного излучения на поверхности полупроводника 46

Костиков А.П.
Структурные особенности триптофана влияющие на светоиндуцированную дезактивацию фосфоресценции белков 52

Шиманська Л.А., Калугін В.В., Бєлошапка О.Я.
Удосконалення системи гідування телескопа 60

Інформатика та методика її викладання 69

Barkovska O.Yu., Kazmina D.R., Rosinskyi D.M., Slabouz V.V.
Intellectualization Of The Smart House System (The Agent-Oriented Approach) 69

Кайдан Н.В., Кайдан В.П., Секлецов А.А.
Використання хмарних технологій при розв'язанні задач практичного спрямування 75

Кайдан Н.В., Пащенко З.Д., Іванова Д.П.
Викладання дисципліни Математична логіка з використанням елементів Flipped classroom 81

Щенсневич Ю.Ю., Щенсневич О.В.
Розгляд технології Passive Optical Network для побудови оптичної мережі при вивченні дисципліни Комп'ютерні системи та мережі ... 86

Глазова В.В., Басанець А.С.
Розвиток цифрової компетентності майбутнього вчителя інформатики 93

Пасічник Ю.Р.
Використання соціальних мереж у роботі соціальних працівників .. 98

Величко В.Є., Рожков С.І.
Підготовка майбутніх учителів інформатики до впровадження STEM-освіти 105

Бабенко Н.О., Демченко С.О., Стьопкін А.В., Турка Т.В.
Використання офісного пакету OpenOffice при викладанні інформатики 111

Чернякова Я.В., Турка Т.В., Стьопкін А.В.
Використання можливостей PowerPoint в навчальному процесі 116

Хмара Л.О., Стьопкін А.В.
Використання мобільних додатків при викладанні інформатики в школі 124

Методика викладання математики в закладах загальної середньої та вищої освіти 129

Беседін Б.Б., Максименко І.О.
Позакласна робота з математики як засіб підвищення пізнавальної активності учнів 129

Беседін Б.Б., Басанець А.С.
Застосування інформаційних технологій на уроках математики 133

Беседін Б.Б., Бабенко Н.О.
Міжпредметні зв'язки на уроках математики 137

Кадубовський О.А., Беседін Б.Б., Білоус М.А.
До задач на дослідження квадратного тричлена з коефіцієнтами, залежними від параметра 144

Беседін Б.Б., Лібгобер Т.О.
Основні напрями реалізації прикладної направленості курсу математики в основній школі 156

Пащенко З.Д., Голодник А.С.
Особливості застосування інтерактивних методів на уроках математики 163

Методика викладання фізики і астрономії в закладах загальної середньої та вищої освіти 168

Лимарєва Ю.М., Гончарова Н.В., Воронова І.В., Малафєєва А.Д.
Організація роботи з обдарованими дітьми в умовах звичайного учнівського колективу 168

Лимарєва Ю.М., Турка В.М., Грек І.О.
Міжпредметні зв'язки фізики як основа у навчанні розв'язуванню задач 173

Войнов О.Л., Бєлошапка О.Я.
Вивчення явища заломлення світла і його законів в курсі фізики в закладах загальної середньої освіти 178

Бєлошапка О.Я., Сипчук Є.Ю.
Співвідношення між струмом і напругою на реактивному навантаженні у колі змінного струму 188

Бібікова І.В.
Міжпредметна інтеграція як засіб реалізації STEM-освіти на уроках фізики 194

Бєлошапка О.Я., Недоступ В.В.
Вивчення особливостей чутливості вуха людини 205

Інформація для авторів журналу 213

Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ

ISSN 2413-2667 (Print), ISSN 2415-3079 (Online)

«Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ»

виходить із періодичністю 1 раз на рік і публікує статті, у яких представлені наукові дослідження за наступними напрямками:

1. **Математика.**
2. **Фізика.**
3. **Інформатика та методика її навчання.**
4. **Методика навчання математики в закладах загальної середньої та вищої освіти.**
5. **Методика навчання фізики і астрономії в закладах загальної середньої та вищої освіти.**

«Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ» видається в друкованому та електронному вигляді на офіційному сайті журналу URL: http://www.slavdpu.dn.ua/fizmatzbirnyk/begin.htm

Редакцією журналу до розгляду приймаються виключно статті, матеріал яких не публікувався раніше і не перебуває на розгляді в інших журналах.

На етапі первинного розгляду усі статті перевіряються редакцією на плагіат за допомогою програм: «Advego Plagiatus» і «ETXT-антиплагіат». Для публікації статті в журналі унікальність надісланого тексту повинна становити не менше 70%. У випадках виявлення плагіату рукопис відхиляється.

Усю відповідальність за достовірність інформації у статтях, точність назв, прізвищ та цитат несуть автори представлених матеріалів згідно з чинним законодавством (Закон України «Про авторське право і суміжні права»).

Політика журналу базується на принципах:
— об'єктивності та неупередженості у відборі статей;
— збереження всіх структурних компонентів статті;
— «сліпого» рецензування статей;
— дотримання авторських прав.

При підготовці статті необхідно дотримуватись наступних вимог:

1. Рукописи подаються в одному примірнику, надруковані українською, англійською або російською мовою на одній стороні аркуша через один інтервал з широкими полями, старанно вичитані і розмічені;
   примірник повинен бути оформлений відповідно до зазначених нижче вимог з обов'язковим підписом автора (усіх авторів) статті.

2. Стаття повинна включати:
   2.1) індекс УДК (*обов'язково*);
   2.2) прізвище та ініціали автора (авторів) *мовою оригіналу*;
   2.3) електронні адреси поштових скриньок (e-mail) автора (авторів);
   2.4) науковий ступінь, вчене звання, посада та назва установи (де працює автор / автори) *мовою оригіналу*;
   2.5) назву статті *мовою оригіналу*; якщо (для колонтитулу) назва є задовгою, то подати її короткий варіант — не більше 40 знаків;
   2.6) ORCID (*обов'язково*);
   2.7) анотацію (до 5 рядків) *мовою оригіналу*;
   2.8) ключові слова (5 – 7) *мовою оригіналу*;
   2.9) короткий вступ: постановка проблеми, актуальність дослідження, мета статті та новизна одержаних результатів;
   2.10) посилання на кожне з наведених джерел (*обов'язково*);
   2.11) теоретичні основи дослідження (*за необхідності*);
   2.12) основну частину: виклад авторського доробку — формулювання одержаних автором (авторами) нових результатів, які раніше ніде не були опубліковані або подані до розгляду в інший журнал;
   2.13) висновки та перспективи подальших досліджень;
   2.14) список використаних джерел, розташованих за абеткою (або хронологією цитування) та оформлених відповідно до чинного в Україні стандарту ДСТУ 8302:2015 «Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання», який можна завантажити за адресою URL: http://www.slavdpu.dn.ua/fizmatzbirnyk/DSTU2015.pdf; за наявності до джерел додається відповідний їм DOI;
   2.15) наприкінці: прізвища та ініціали авторів, назви установ, анотація та ключові слова *іншою мовою*:
   якщо стаття українською або російською мовою, то англійською, якщо стаття англійською мовою, то — українською.

3. До (друкованого варіанту) статті обов'язково додається:

   3.1) електронний варіант у форматі LaTeX; файли прикладу та вимоги щодо оформлення статей можна завантажити за адресою URL: http://slavdpu.dn.ua/fizmatzbirnyk/znpFizmat2020.zip

   3.2) електронний варіант статті у форматі PDF; якщо електронний варіант статті не вдається підготувати у форматі LaTeX, то обов'язково надати електронний варіант у форматі DOC оформивши за зразком, який можна завантажити за адресою URL: http://slavdpu.dn.ua/fizmatzbirnyk/zrazok.pdf

   3.3) «метадані рукопису» (є обов'язковою частиною наукової роботи, що публікуються в журналі, на сайті видання, розміщуються в міжнародних наукометричних базах даних) за зразком, який можна завантажити за адресою URL: http://slavdpu.dn.ua/fizmatzbirnyk/metadani.doc

4. Статті, підготовлені з порушенням зазначених вимог, до розгляду редакційною колегією журналу НЕ приймаються.

5. У випадку авторського колективу вказати прізвище, ім'я, по батькові та e-mail того з авторів, з ким редакційна колегія може вести листування.

Адреса для листування:
Україна, 84116, м. Слов'янськ, Донецька обл., вул. Г. Батюка, 19,
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»,
Деканат фізико-математичного факультету.
e-mail: znpfizmatsdpu@ukr.net, kadubovs@ukr.net
телефон: (06262) 3-26-59.

Статті до наступного (10-го) випуску приймаються до 10 травня 2020 р.

з 2015 року
«Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ»
індексується у наукометричній базі
Index Copernicus
(**ICI Journals Master List**)
ICV 2015: 33.40 ICV 2016: 50.51 ICV 2017: 77.80

Наукове видання

Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ

Випуск №9

Для студентів, аспірантів та науковців в галузі фізико-математичних наук; вчителів та викладачів фізико-математичних дисциплін в ЗЗС та ВО.

Комп'ютерна верстка та підготовка оригінал-макету О.А. Кадубовський

Відповідальні за випуск О.А. Кадубовський, В.Є. Величко

Підписано до друку 20.06.2019 р.
Формат 60×84 1/16. Ум. др. арк. 13,5.
Тираж 100 прим. Зам. № 1447.

Підприємець Маторін Б.І.
84116, м. Слов'янськ, вул. Г. Батюка, 19.
Тел./факс +38 06262 3-20-99. Email: `matorinb@ukr.net`

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК №3141, видане Державним комітетом телебачення та радіомовлення України від 24.03.2008 р.