

ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ПРЕДМЕТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ: СТАНОВЛЕННЯ НОВОЇ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ

Гриб'юк О. О.

*кандидат педагогічних наук, доцент, старший дослідник,
провідний науковий співробітник*

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання

Національної академії педагогічних наук України

вул. Максима Берлінського, 9, Київ, Україна

orcid.org/0000-0003-3402-0520

olenagrybyuk@gmail.com

Ключові слова: дослідницьке навчання, математика, імерсивні технології, рівні інтелектуального розвитку, комп'ютерно орієнтована методична система дослідницького навчання, інтелект, когнітивний розвиток.

У дослідженні наводяться психофізіологічні аспекти присутності дитини у віртуальному середовищі у процесі дослідницького навчання математики, ґрунтовно аналізуються відповідні чинники і показники впливу. Мета експериментального дослідження полягає в дослідженні присутності учнів та психофізіологічного впливу імерсивних технологій у віртуальному середовищі у процесі дослідницького навчання математики учнів. Розглядаються можливості для проведення комп'ютерного дослідження й експерименту у процесі дослідницького навчання математики. Аналізуються можливості використання імерсивних технологій в організації комп'ютерного дослідження на уроках комп'ютерної геометрії. Особлива увага приділяється експериментальному дослідженню впливу імерсивних технологій на психофізіологічний стан і розвиток інтелекту учнів у процесі дослідницького навчання предметів математичного циклу. У процесі дослідження особлива увага зверталася на поведінку сенсорної системи дитини, яка має здатність підлаштовуватися під середовище комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання. Досліджено існування кореляційних зв'язків між перевагами у ставленні дітей до використання імерсивних технологій і рівнем інтелектуального розвитку учнів. Установлено необхідність здійснення добору інформаційних ресурсів для підвищення креативності, мотивації та рівня інтелектуального розвитку школярів, що приводить до підвищення ефективності дослідницького навчання математики. На підставі результатів експериментального дослідження виокремлено причини виникнення комп'ютерної залежності в дітей. У більшості учнів було виявлено окремі відхилення і погіршення психофізіологічного стану здоров'я. Отримані у процесі експериментального дослідження дані використовувалися для здійснення аналізу актуальних у процесі дослідницького навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання.

IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS TEACHING SUBJECTS OF THE MATHEMATICAL CYCLE: FORMATION OF A NEW EDUCATIONAL PARADIGM

Hrybiuk O. O.

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher,
Leading Researcher,*

*Institute of Information Technologies and Learning Tools of The National Academy
of Educational Sciences of Ukraine*

Maksyma Berlinskoho str., 9, Kyiv, Ukraine

orcid.org/0000-0003-3402-0520

olenagrybyuk@gmail.com

Key words: *research training, mathematics, immersive technologies, levels of intellectual development, computer-oriented methodical system of research training, comparative research, intelligence, cognitive development.*

The study presents the psychophysiological aspects of a child's presence in a virtual environment in the process of research teaching mathematics, thoroughly analyzes the relevant factors and indicators of influence. The purpose of the experimental study is to study the presence of students and the psychophysiological impact of IT in a virtual environment in the process of research teaching mathematics to students. The possibilities for conducting computer research and experiment in the process of research teaching mathematics are considered. The possibilities of using immersive technologies in the organization of computer research in computer geometry lessons are analyzed. Special attention is paid to the experimental study of the influence of immersive technologies on the psychophysiological state and the development of students' intelligence in the process of research teaching subjects of the mathematical cycle. In the course of the study, special attention was paid to the behavior of the child's sensory system, which has the ability to adapt to the COMSRL environment. The existence of correlations between the advantages in children's attitude to the use of IT and the levels of intellectual development of students is investigated. The necessity of selecting information resources to increase creativity, motivation and the level of intellectual development of schoolchildren has been established, which leads to an increase in the effectiveness of research teaching mathematics. Based on the results of an experimental study, the causes of children's computer addiction are identified. The vast majority of students were found to have individual deviations and deterioration of the psychophysiological state of health. The data obtained in the course of the experimental study were used to analyze the actual subjects of the natural-mathematical cycle in the process of research training of students using the COMSRL.

Постановка проблеми. У процесі дослідницького навчання важливо використовувати імерсивні технології як інструмент інтелектуального розвитку молоді, а не засіб «ліні», що зводиться до операцій «копіювати – вставити», абсолютно не аналізуючи навчальний матеріал. Діти свідомо нестинуть відповідальність за результати навчання (ідеться про аксіологічний підхід). Таке ґрунтовне дослідження повинно передувати повсюдному використанню, особливо в молодшій школі, інформаційно-комунікаційних технологій (далі – ІКТ). Ідеться про педагогічний експеримент із вказаними результатами щодо

ефективності такого дослідницького навчання та професійні дослідження стану здоров'я дітей (особливістю є також урахування розвитку такого емоційного стану, як «самотність у Мережі», розвитку співпраці тощо) [1].

Актуальною і привабливою є парадигма використання імерсивних технологій (далі – ІТ) для підтримки процесу навчання, безпосередньо для підвищення якості навчання на всіх рівнях освітнього процесу. Але не усвідомлюються можливі ризики в результаті застосування різноманітних форм та інструментів дослідницького навчання з використанням ІТ, зокрема ризики розповсю-

дження та застосування технологій у повсякденному житті та неоднозначний вплив на здоров'я учнів у процесі навчання з використанням ІТ. У необхідності та доцільності педагогічно виваженого та методично вмотивованого використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у процесі дослідницького навчання людини не виникає жодних сумнівів. Проблемою сьогодення є також неготовність дітей, батьків, педагогів до педагогічно виваженого використання комп'ютерно орієнтованих систем навчання, зокрема й ІТ. Феномен інформаційно-психологічного впливу досліджується філософами, педагогами, психологами і соціологами (Е.Г. Баранов [1], Г.В. Грачов [2], Д. Дойч [19], С.А. Зелінський [21], Г.У. Солдатова [25]). Дотепер актуальні підходи до способів і методів маніпуляції свідомістю (С.М. Грюссер [6], Е.Л. Доценко [20], Т.С. Кабаченко [22], К. Пірсон [23], Х. Такада [25], В.П. Шейнов [26]). Психологічний вплив розглядається в контексті способів впливу на людей, що здійснюється з метою вимірювання ідеологічних і психологічних структур свідомості та підсвідомості людини, трансформації емоційних станів, стимулювання певних типів поведінки з використанням різних способів явного і неявного психологічного примусу. У контексті наявних проблем простежується невідповідність між цінностями щодо здоров'я дітей і одночасним впливом ІТ на здоров'я. Обов'язковою умовою щодо ефективного використання ІТ у процесі навчання математики є емпіричний підхід – експериментальна перевірка позитивних і негативних впливів імерсивних технологій на інтелектуальний розвиток учнів [7].

Мета експериментального дослідження полягає в дослідженні психофізіологічного впливу ІТ у віртуальному середовищі у процесі дослідницького навчання школярів предметів математичного циклу. Для досягнення завдань дослідження використовуються експериментальні майданчики “Clever: School of Natural and Mathematical Sciences” [8]. Особлива увага приділяється виявленню ризиків, труднощів і небезпек у віртуальному середовищі з метою виокремлення важливих тенденцій для перспективного подальшого інтелектуального розвитку учнів із методично вмотивованим використанням компонентів комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання (далі – КОМСДН) [8; 9]. Комп'ютерна залежність у дітей, зокрема й унаслідок використання імерсивних технологій, є глобальною проблемою сучасного суспільства [10; 11; 16].

На підставі аналізу наукової теорії Еріха Фромма [12] можна стверджувати про наявність *деструктивних* тенденцій особистісного розвитку дітей саме в результаті впливу ІТ. У процесі використання ІТ межа умовності недопустимо

зміщена в напрямі реалізму, тому актуальність досліджень щодо впливу віртуальної реальності з використанням імерсивних технологій затребувана. З технологічного погляду функціонал ІТ продуманий і досконалий, тому стрімко відбувається занурення дитини у віртуальний світ.

Виклад основного матеріалу. Використання комп'ютерних досліджень і експериментів у навчальному процесі математики сприяє доповненню дедуктивно-абстрактного аналітичного підходу синтетичним методом пояснення навчального матеріалу, сприяє розвитку збалансованої взаємодії лівої і правої півкуль головного мозку у процесі розв'язування дослідницьких завдань. Використання дослідницького методу в навчальному процесі забезпечує розвиток особистості учня завдяки його долученню до експериментально-дослідницької діяльності на основі використання комп'ютерних засобів як інструменту дослідження [13; 14]. Надзвичайно важко задовольнити професійні вимоги і фізиків, і біологів, і природознавців водночас, однак з урахуванням реалій та викликів сучасного життя потрібно розглядати проблеми міждисциплінарно, з урахуванням синтезу природничої, математичної, фізичної, суспільствознавчої, технічної і гуманітарної позицій. У процесі занурення у віртуальний світ школярі відриваються від реальності. У рамках експериментального дослідження [14] спостерігається тенденція до підміни термінологічних понять [15–18]. Відбувається *роботизація мислення*, водночас на другий план відходять емоції, співчуття, людяність.

Тривалі спостереження в рамках експериментального дослідження [16] дають підстави виокремити деякі причини виникнення комп'ютерної залежності: *відсутність нагляду за дітьми; замкнутість, заперечення реальної дійсності; самоствердження за рахунок інших людей, відчуття власної значущості; проблеми із соціалізацією в житті, а під час гри – легкість у спілкуванні*. На підставі результатів, отриманих із використанням *проективної методики дослідження особистості людини (тест руки Вагнера)*, можна говорити про недостатній рівень розвитку соціальних рис і яскраво виражену агресивну поведінку дітей. Отже, зловживання ІТ сприяє *«роботизації» внутрішнього світу дитини*, перетворенню гравця на механічного виконавця *алгоритмічних дій сторонніх – зацікавлених у деградації дитини – користувачів* [18]. Тривале проведення часу перед екраном комп'ютера призводить до перевантаження зорових аналізаторів, негативно впливає на нервову систему, відповідно – відбирає сили, необхідні для здійснення розумового розвитку дитини, зокрема й у процесі дослідницького навчання. З використанням *методики dia-*

гносування особистісного зростання підтверджується гіпотеза про те, що вплив комп'ютерних ігор блокує процес позитивного особистісного зростання дитини [16], розвиває водночас егоїзм, жорстокість і нерідко характеризується аморальною поведінкою респондентів. Показники переваги у ставленні дітей до використання ІТ розглядаються як характеристики популярності окремого інформаційного ресурсу. Виокремлено два параметри щодо необхідності певних обмежень на практичне використання ІТ та популярності їх використання: значення середнього бала, отриманого у процесі анкетування респондентів, і кількість значущих кореляцій [16].

Досліджено кореляційні зв'язки між показниками переваги у ставленні дітей до використання окремих інформаційних ресурсів і рівнями інтелектуального розвитку для груп інформаційних ресурсів «статичні візуалізації» та «динамічні візуалізації» [5]. Знайдені кореляції між показниками переваги у ставленні учнів до використання окремих інформаційних ресурсів і рівнями інтелектуального розвитку учнів для окремих груп інформаційних ресурсів використовуються для здійснення коригування методики дослідницького навчання (КОМСДН) з метою педагогічно доцільного та методично вмотивованого добору навчальних ресурсів для мінімізації суперечно-

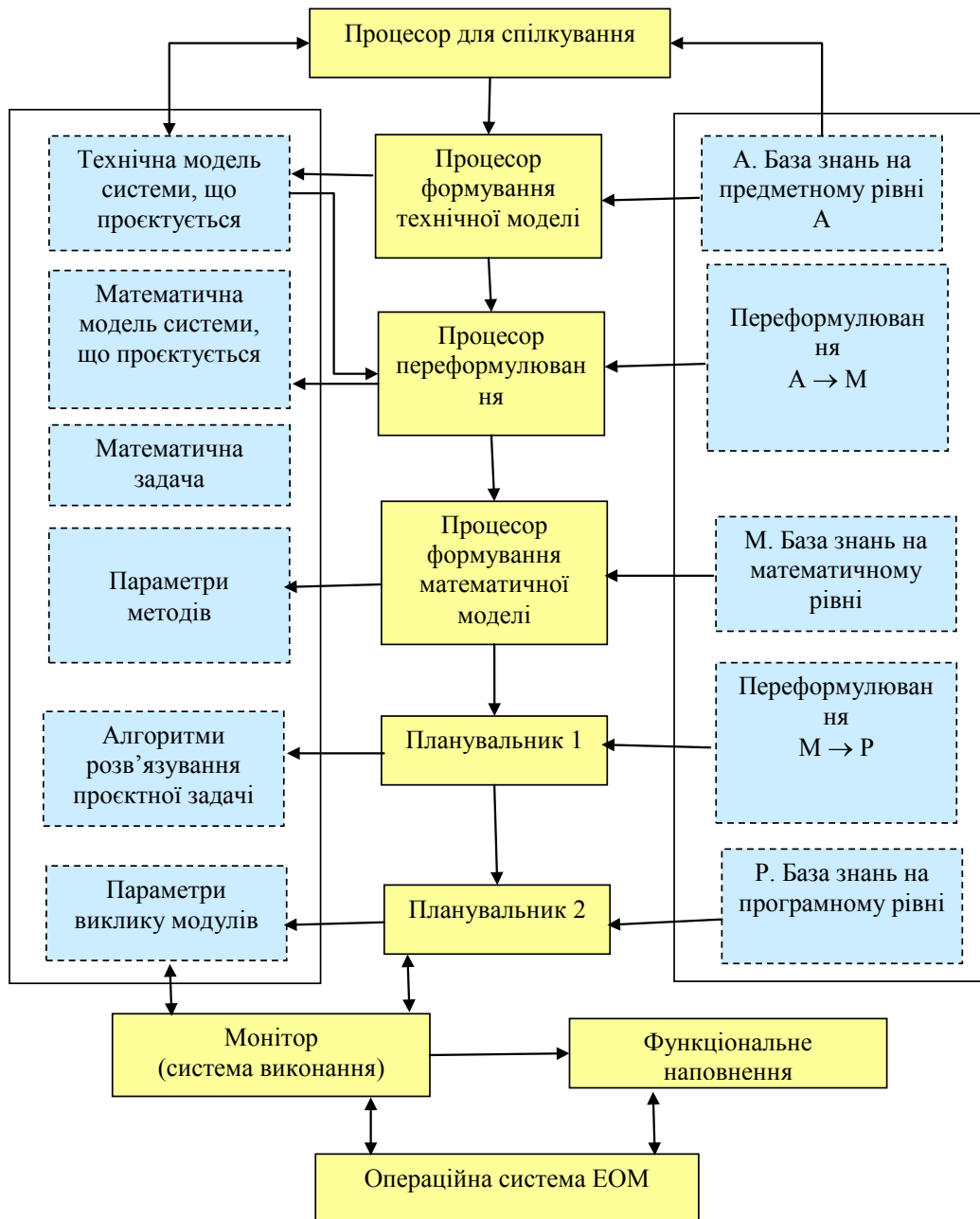


Рис. 1. Архітектура системи КОМСДН – III

стей з урахуванням рівнів інтелектуального розвитку дітей (див. табл. 1–2) [8].

У процесі дослідження особлива увага зверталася на поведінку сенсорної системи учня, яка має здатність підлаштовуватися під навколишнє середовище [12; 16]. У результаті в дитини формується залежність від комп'ютера. Частина інформаційних повідомлень опрацьовується свідомістю дитини, а решта – залишаються неопрацьованими у вигляді своєрідного подразника, до якого людина повертається щоразу аж до моменту її опрацювання. На підставі аналізу наявних механізмів маніпуляції людською психікою і принципів «взаємодії» людини з ІТ можна стверджувати, що система ґрунтовно продумана з погляду психології, психосоматики і психофізіології.

Можливості підготовки в ІТ навчальних матеріалів із використанням графічних ілюстрацій та життєвих прикладів роблять системи незамінними в дослідницькому навчанні. У навчально-виховному процесі особливе місце посідає факультативний курс із комп'ютерної геометрії, яку можна вважати сполучною ланкою з іншими предметами природничо-математичного циклу, що зазначені в навчальному плані. Комп'ютерна геометрія займається комп'ютерним моделюванням, пов'язаним

із візуалізацією геометричних моделей. З використанням інструментарію ІТ молодий дослідник отримує можливість проводити різноманітні комп'ютерні експерименти, у результаті чого формуються або відхиляються ті чи інші гіпотези. Саме тому вимоги щодо геометричної підготовки учнів переходять на якісно новий рівень. У науковій літературі можна побачити приклади, де демонструється ефективність використання експериментальних дослідницьких методів у процесі розв'язування математичних задач. Однак найчастіше учням у процесі навчання математики пропонуються готові конструкції, що позбавляє їх можливості робити правильні висновки з урахуванням власного і певним чином організованого досвіду. Повсюдне впровадження ІТ у структуру математичної освіти дає можливість включити в навчальний процес використання експериментів. Можливість для проведення комп'ютерного дослідження й експерименту у процесі навчання математики представлено в геометрії. У дослідженні розглядаються можливості використання ІТ в організації комп'ютерного дослідження на уроках з математики, зокрема й комп'ютерної геометрії. Особливу увагу необхідно звернути на учнів з обмеженими можливостями. У процесі дослідницького нав-

Таблиця 1

Результати тестування юнаків і дівчаток з математики (I)

Групи дослідження	Диференціювання					
	Початковий рівень		Базовий рівень		Високий рівень	
	T1 (с)	n1	T2 (с)	n2	T3 (с)	n3
14-річні (74)	71,08	4,51	128,09	8,34	392,13	25,23
15-річні (75)	47,56	1,71	83,12	5,2	301,87	17,58
18-річні (328)	38,8	1,29	48,72	0,24	147,2	6,34
Менш успішні у процесі навчання математики						
14-річні (56)	76,83	5,05	135,65	10,36	400,39	27,51
15-річні (60)	48,84	1,7	88	6,2	313	19,82
18-річні (260)	39,43	1,52	49,29	0,27	153,1	6,97
Більш успішні у процесі навчання математики						
14-річні (18)	53,16	2,83	105	2,16	358,3	15,9
15-річні (14)	42,14	1,5	62,57	1	255,78	8,28
18-річні (68)	36,5	0,31	46,53	0,08	122,75	3,6

Таблиця 2

Результати тестування юнаків і дівчаток з математики (II)

Рік	Математика (I)				Математика (II)			
	Юнаки		Дівчатка		Юнаки		Дівчатка	
	К-сть	% прав. відпов.	К-сть	% прав. відпов.	К-сть	% прав. відпов.	К-сть	% прав. відпов.
2015 р.	26	53,1	33	48,3	6	44,9	20	46,5
2016 р.	149	50,4	232	53,5	34	39,8	58	36,7
2017 р.	210	52,0	309	51,7	35	47,5	65	41,2
2018 р.	378	51,7	786	51,8	85	39,8	133	34,6
2019 р.	251	55,0	384	52,0	72	51,3	102	47,5
2020 р.	164	57,2	280	57,3	84	54,5	114	54,3

чання геометрії використовуються математичні пакети *DG, Geogebra, Cabri II Plus, The Geometers' Sketchpad*, оскільки такі діти не можуть вручну будувати геометричні фігури з урахуванням специфіки своїх фізіологічних особливостей. Окрім того, учні не завжди готові бути присутніми на очних заняттях через стан здоров'я і змушені займатися дистанційно. Саме тоді використання віртуальних геометричних конструкторів *Euler 3D, Poly, Stella* у процесі навчання стереометрії є надзвичайно актуальним. Ознайомлення з навчальними темами, наприклад многогранниками, сприяє виявленню аналогій і суттєвих відмінностей між плоскими й об'ємними фігурами: тетраедром і трикутником, кубом і квадратом тощо [3]. Різні форми робіт із віртуальними геометричними конструкторами сприяють розвитку дослідницької діяльності, співробітництва тощо. Ефект тривимірності простору у процесі пояснення нового матеріалу і розв'язування задач сприяє розвитку просторового мислення й уяви, допомагає здолати серйозні перепони під час переходу від плоского зобра-

ження до об'ємного з використанням динамічних пакетів *Живая математика, Geometry Expressions, Geonext, Cinderella, Live Geometry* тощо.

У процесі вивчення нового матеріалу, знайомства із планіметричними і стереометричними об'єктами доцільно використовувати програми *Geogebra, Cabri3D, Wingeon* тощо, де учні та вчитель можуть разом побудувати потрібну фігуру і досліджувати її. Після чого вчитель пропонує учням виконати самостійну дослідницьку роботу, експериментуючи з фігурами, та колективно обговорити результати (рис. 2–7). Для розв'язування прикладних задач доцільно перейти до роботи в парах за допомогою віртуального конструктора *GSP4, Geogebra*. Щоразу змінюючи ролі учнів у парах, без активної участі вчителя, однак із використанням заздалегідь підготовлених ним правил-орієнтирів та динамічних рисунків, учні самостійно «відкривають» для себе алгоритми розв'язування задач, виправляють помилки один одного, оскільки креслення об'ємної фігури, повертаючись, допомагає знайти неправильні побудови, проаналізувати помилки.

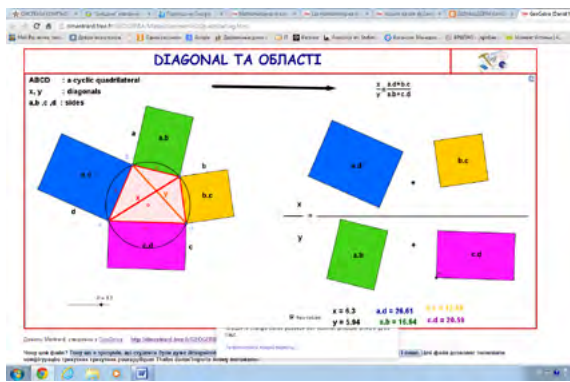


Рис. 2. Використання математичних знань у процесі розв'язування дослідницьких задач
Джерело: опрацювання власне

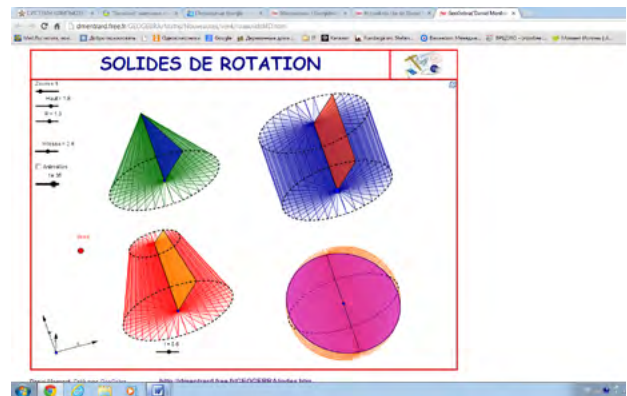


Рис. 3. Обчислення об'єму тіла, утвореного обертанням фігури
Джерело: опрацювання власне

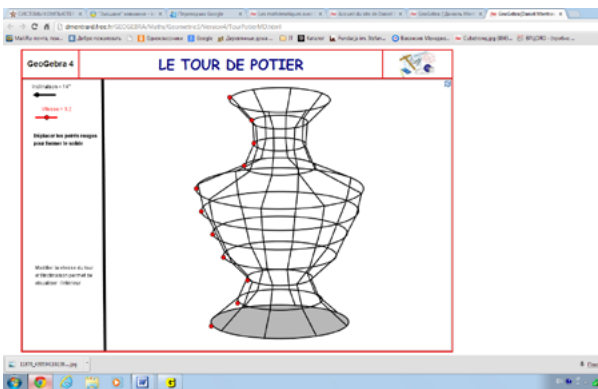


Рис. 4. Комбінації геометричних фігур під час розв'язування дослідницьких задач
Джерело: опрацювання власне

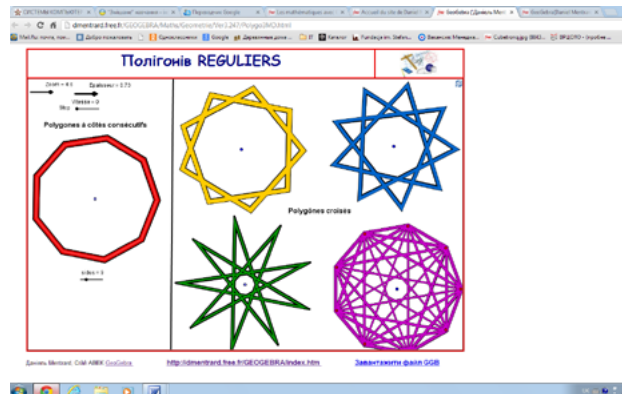


Рис. 5. Многокутники. Комбінації фігур. Властивості ліній і фігур
Джерело: опрацювання власне

Доцільно зауважити наявність графічних чітких характеристик системи, що дозволяє унаочнювати навчальний процес – пропонувати результати розв’язування задач у графічній формі (рис. 2–7) [5].

У процесі гри в дітей формується *рефлекторна дуга* (у перспективі – *комп’ютерна залежність*), а формування рефлексів, активізація/пригнічення психічних процесів, штучна активізація відповідних емоцій відбуваються з використанням імерсивних технологій за підтримки першої та другої сигнальних систем. Безперечно, ІТ – один із способів техногенного впливу на психіку людини. Тривале захоплення різноманітними комп’ютерними системами призводить до *переформатування мислення і логіки людини, сприйняття нею навколишньої дійсності*. Результати дослідження [10] підтверджують сформульовану гіпотезу про загрозливу залежність дітей від комп’ютерних ігор, зокрема і з використанням імерсивних технологій. Наприклад, *34% респондентів* проводять в Мережі від 7 до 14 годин на тиждень, а *кожна шоста дитина – від 14 до 21 години*. *Кожна шоста дитина проводить 21 годину на тиждень*, тобто практично добу. *Кожна дев’ята дитина зазначила, що практично «проживає в інтернеті»,* проводить у Мережі по дві доби [16].

Дві і більше годин щодня проводять перед екранами комп’ютера *47% респондентів*, що свідчить про масове зловживання дітьми комп’ютерними іграми. Серед дітей, які проводять за комп’ютером понад 5 годин, було виявлено *37% респондентів*, які віддають перевагу використанню *деструктивних ІТ*. У більшості учнів було виявлено окремі відхилення і погіршення психофізіологічного стану здоров’я. Результати опитування наведені в дослідженні [8]. Безперечно, комп’ютеру необхідно виокремити *скромніше місце в житті дитини* в контексті здійснення дослідницького навчання математики з урахуванням психофізіологічних особливостей учнів.

Висновки. З урахуванням результатів експериментального дослідження можливе прогнозування сучасної ситуації. Перед батьками і вчителями стоїть складний виклик – з метою подолання комп’ютерної залежності в дітей необхідно утримувати розумний баланс між проведенням дозвілля і такими заняттями, як виконання домашнього завдання, різноманітних домашніх обов’язків дітьми, допомога батькам. Дотепер не створено жодної державної/приватної структури, завдання якої полягало б у ґрунтовному аналізі змісту та доцільності використання ІТ, зокрема й у навчально-виховному процесі. Результати дослідження [5] підтверджують необхідність дотримання санітарно-епідеміологічних норм щодо тривалості заняття з використанням комп’ютера [8]. Використання в ранньому віці імерсивних технологій не просто некорисне, але й шкідливе для здоров’я та гармонійного розвитку дитини. Доцільно активізувати роботу щодо створення ІТ такого змісту, щоб сприяли *розвитку особистості дитини* з урахуванням усіх заходів з метою профілактики кіберзалежності. Боротьба з комп’ютерною залежністю з використанням ІТ ефективна лише за умови спрямування ґрунтовних зусиль на *причину виникнення залежності, а не на наслідки*. Особливу увагу необхідно звернути на розроблення окремих компонентів і уточнення методичної системи дослідницького навчання (КОМСДН) з педагогічно виваженим використанням ІТ у навчально-виховному процесі [16]. Безперечно, необхідне різнобічне забезпечення підтримки дослідницького навчання з використанням ІТ, зокрема йдеться про використання механізмів контролю прогресу роботи учнів, налаштування різних форм подання матеріалу з урахуванням психофізіологічного стану дитини, упровадження нових пристроїв уведення та виведення (використання міміки, жестів, емоцій у процесі роботи з комп’ютером).

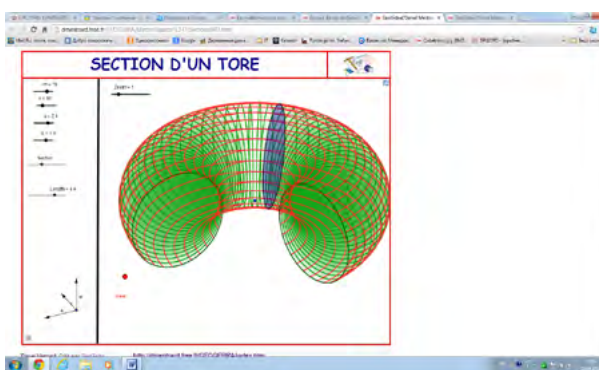


Рис. 6. Комбінації геометричних фігур під час розв’язування дослідницьких задач

Джерело: опрацювання власне

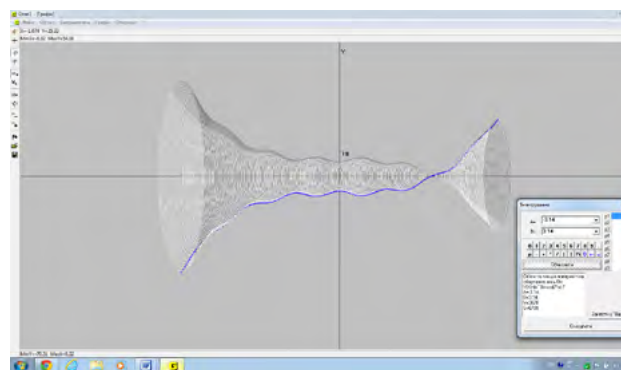


Рис. 7. Обчислення об’єму тіла, утвореного обертанням навколо осі Ox .

Джерело: опрацювання власне

ЛІТЕРАТУРА

1. Baranov E.G. The nature and psychological content of information psychological impact. *National Psychological Journal*. 2017. № 4. P. 25–31.
2. Грачев Г.В., Мельник И.К. Манипулирование личностью: организация, способы и технологии информационно-психологического воздействия. Москва : Алгоритм, 2002.
3. Hrybiuk O.O. The phenomenon of social networks: the paradox of dependence and variability modeling. *Intercultural Communication*. 2017. Vol. 1/2. Józefów ; Warszawa : Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide De Gasperi w Józefowie, 2017. S. 123–143.
4. Гриб'юк О.О. Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на психофізіологічний розвиток молодого покоління. "Science", the European Association of pedagogues and psychologists. *International scientific-practical conference of teachers and psychologists "Science of future": materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress*. Prague (Czech Republic). Prague : Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists "Science", 2014. Vol. 1. S. 190–207.
5. Гриб'юк О.О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем : монографія. Київ : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2019. 858 с.
6. Grüsser S.M., Thalemann R., Griffiths M.D. Excessive computer game playing: evidence for addiction and aggression? *Cyberpsychol Behav*. 2007. Apr. № 10 (2). P. 290–292.
7. Hrybiuk O.O. Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions. *Innovations in Mechatronics Engineering*. 2021. P. 55–68.
8. Гриб'юк О.О. Дослідження розвитку інтелекту: особливості дослідницького навчання учнів з різними рівнями розвитку інтелекту в закладах загальної середньої освіти України та Польщі. *Технології розвитку інтелекту*. 2020. Т. 4. № 3 (28). DOI: 10.31108/3.2020.4.3.4.
9. Hrybiuk O.O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity. *Advances in Manufacturing II / A. Hamrol, A. Kujawińska, M. Barraza (eds). Manufacturing 2019 : Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2019. P. 370–382.
10. Hrybiuk O.O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie*. Poznań : Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP), 2019. № 79. S. 101–119.
11. Гриб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу в загальноосвітніх навчальних закладах України. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія «Педагогічна»*. 2016. Вип. 22 : Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. С. 184–190.
12. Гриб'юк О.О. Когнітивна теорія комп'ютерно орієнтованої системи навчання природничо-математичних дисциплін та взаємозв'язки вербальної і візуальної компонент. *Гуманітарний вісник Державного вищого навчального закладу «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Київ : Гнозис, 2015. Дод. 1 до Вип. 36. Т. IV (64) : Тематичний випуск «Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору». С. 158–175.
13. Гриб'юк О.О. Віртуальне освітнє середовище як інноваційний ресурс для навчання і дослідницької діяльності студентів. *Віртуальний освітній простір: психологічні проблеми* : Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. Київ : Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України, 2013. URL: http://www.psytir.org.ua/Tezy/2013_05/2013_05_20.htm.
14. Гриб'юк О.О. Проектно-дослідницька діяльність у процесі навчання математики учнів загальноосвітнього навчального закладу. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 2 «Комп'ютерно орієнтовані системи навчання»*. 2017. № 19 (26). С. 90–98.
15. Гриб'юк О.О. Психолого-педагогічні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики в контексті підвищення якості освіти. *Гуманітарний вісник Державного вищого навчального закладу «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Київ : Гнозис, 2013. Дод. 1 до Вип. 31. Т. IV (46) : Тематичний випуск «Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору». С. 110–123.
16. Hrybiuk O.O. European potential for the development of pedagogical and psychological science : Collective monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2021. 436 p.

17. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу. *Наукові записки. Серія «Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти»*. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 7. Ч. 3. С. 38–50.
18. Hrybiuk O.O. The Variativ Model for Research Training for Math Students using Computer-oriented Methodical System. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. Vol 77. № 3. P. 39–65.
19. Дойч Д. Структура реальности. РХД. Москва ; Ижевск, 2001. С. 13.
20. Доценко Е.Л. Психология манипуляции: феномены, механизмы и защита. Москва : ЧеРо, изд-во МГУ, 1997.
21. Зелинский С.А. Информационно-психологическое воздействие на массовое сознание. Средства массовой коммуникации, информации и пропаганды как проводник манипулятивных методик воздействия на подсознание и моделирования поступков индивида и масс. Санкт-Петербург : Скифия, 2008.
22. Кабаченко Т.С. Методы психологического воздействия : учебное пособие. Москва, 2000.
23. Pearson C., Marr H. What story are you living? A workbook and guide to interpreting results from the PMAI instrument. 1'st ed. Гейнсвилл : Center for Applications of Psychological Type, 2007. 163 p.
24. Солдатова Г.У. Цифровая компетентность подростков и родителей : результаты всероссийского исследования. Москва : Фонд развития интернета, 2013. 144 с.
25. Epileptic seizures induced by animated cartoon, "Pocket Monster" / H. Takada et al. *Epilepsia*. 1999. № 40. P. 997–1002.
26. Шейнов В.П. Манипулирование сознанием. Минск : Харвест, 2010.

REFERENCES

1. Baranov E.G. (2017). The nature and psychological content of information psychological impact. *National Psychological Journal*. 4. Pp. 25–31.
2. Grachev G.V., Mel'nik I.K. (2002). *Manipulirovanie lichnost'yu: organizaciya, sposoby i tekhnologii informacionno-psihologicheskogo vozdeystviya [Personality manipulation: organization, methods and technologies of informational and psychological influence]*. Moskva: Algoritm [in Russian].
3. Hrybiuk O.O. (2017). The phenomenon of social networks: the paradox of dependence and variability modeling. *Intercultural Communication*. Volume 1/2. 2017, Józefów – Warszawa. Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide De Gasperi w Józefowie. Pp. 123–143. ISSN 2451-0998. E-ISSN 2543-7461.
4. Hrybiuk O.O. (2014). Vplyv informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na psykhoфизиологичний розвиток молодого покоління [Influence of information and communication technologies on the psychophysiological development of the younger generation]. "Science", the European Association of pedagogues and psychologists. *International scientific-practical conference of teachers and psychologists "Science of future": materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress*. Prague (Czech Republic). Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists "Science", Prague, Vol. 1. S. 190–207 [in Ukrainian].
5. Hrybiuk O.O. (2019). *Doslidnytske navchannia uchniv predmetiv pryrodnycho-matematychnoho tsyklu z vykorystanniam kompiuterno oriientovanykh metodychnykh system [Research Studying of Students of the Subjects of the Natural and Mathematical Cycle Using Computer-Oriented Methodological Systems]: monohrafiia*. Kyiv: NPU imeni M.P. Drahomanova [in Ukrainian].
6. Grüsser S.M., Thalemann R., Griffiths M.D. (2007). Excessive computer game playing: evidence for addiction and aggression? *Cyberpsychol Behav*. Apr. 10 (2). Pp. 290–2.
7. Hrybiuk O. (2021). Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions. *Innovations in Mechatronics Engineering*. Pp. 55–68. ISBN 978-3-030-79167-4.
8. Hrybiuk O. (2020). Doslidzhennia rozvytku intelektu: Osoblyvosti doslidnytskoho navchannia uchniv z riznymy rivniamy rozvytku intelektu v zakladakh zahalnoi serednoi osvity Ukrainy ta Polshchi [Research of intelligence development: features of research training of students with different levels of intelligence development in institutions of general secondary education in Ukraine and Poland]. *Tekhnolohii rozvytku intelektu [Technologies for Developing Intelligence]*. T. 4, № 3 (28). DOI: <http://doi.org/10.31108/3.2020.4.3.4> [in Ukrainian].
9. Hrybiuk O.O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity. *Advances in Manufacturing II / A. Hamrol, A. Kujawińska, M. Barraza (eds). Manufacturing 2019 : Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2019. P. 370–382.
10. Hrybiuk O. (2019). Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools, [w:] *Zeszyty*

Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie, Zeszyt № 79, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP). S. 101–119.

11. Hrybiuk O.O. (2016). Perspektyvy vprovadzhennia variatyvnykh modelei kompiuterno oriietovanoho seredovysheha navchannia predmetiv pryrodnycho-matematychnoho tsyklu u zahalnoosvitnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy [Prospects of Introduction of Variational Models of Computer-Oriented Environment for Teaching Subjects of the Natural and Mathematical Cycle in Secondary Schools of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnogo universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna [Collection of scientific works of Ivan Ogienko Kamianets-Podilsky National University. Pedagogical series]* / redkol.: P.S. Atamanchuk. Vypusk 22: Dydaktychni mekhanizmy diievoho formuvannia kompetentnisnykh yakosti maibutnykh fakhivtsiv fizyko-tekhnolohichnykh spetsialnosti. Pp. 184–190. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka [in Ukrainian].
12. Hrybiuk O.O. (2015). Kohnityvna teoriia kompiuterno oriietovanoi systemy navchannia pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin ta vzaiemozviazky verbalnoi i vizualnoi komponent [Cognitive Theory of the computer-oriented system of teaching natural and mathematical disciplines and the interrelationships of verbal and visual components]. *Humanitarnyi visnyk DVNZ “Pereiaslav-Khmelnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody” [Humanitarian Bulletin of the state higher educational institution “Pereiaslav-Khmelnytsky State Pedagogical University named after Grigory Skovoroda”]*. Dodatok 1 do Vyp. 36, Tom IV (64): Tematychnyi vypusk “Vysheha osvita Ukrainy u konteksti intehratsii do yevropeiskoho osvitnoho prostoru”. Kyiv: Hnozys. Pp. 158–175 [in Ukrainian].
13. Hrybiuk O.O. (2013). Virtualne osvitnie seredovysheche yak innovatsiinyi resurs dlia navchannia i doslidnytskoi diialnosti studentiv [Virtual educational environment as an innovative resource for teaching and research activities of students]. *Mizhnarodna naukovo-praktychna Internet-konferentsiia “Virtualnyi osvitnii prostir: psykholohichni problem” [International scientific and practical Internet Conference “Virtual educational space: psychological problems”]*. Kyiv: Instytut psykholohii imeni H.S. Kostiuka NAPN Ukrainy. Access mode: http://www.psytir.org.ua/Tezy/2013_05/2013_05_20.htm [in Ukrainian].
14. Hrybiuk O.O. (2017). Proektno-doslidnytska diialnist v protsesi navchannia matematyky uchniv zahalnoosvitnoho navchalnogo zakladu [Design and research activity in the process of teaching mathematics to students of a general educational institution]. *Naukovi chasopys Natsionalnogo pedahohichnogo universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 2. Kompiuterno-oriietovani systemy navchannia: Zb. nauk. prats [Scientific journal of the National Pedagogical University named after M.P. Dragomanov. Series 2. Computer-oriented training systems: sat. scientific works]*. K.: NPU imeni M.P. Drahomanova. № 19 (26). Pp. 90–98 [in Ukrainian].
15. Hrybiuk O.O. (2013). Psykholoho-pedahohichni vymohy do kompiuterno-oriietovanykh system navchannia matematyky v konteksti pidvyschennia yakosti osvity [Psychological and pedagogical requirements for computer-oriented systems of teaching mathematics in the context of improving the quality of Education]. *Humanitarnyi visnyk DVNZ “Pereiaslav-Khmelnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody” [Humanitarian Bulletin of the state higher educational institution “Pereiaslav-Khmelnytsky State Pedagogical University named after Grigory Skovoroda”]*. Dodatok 1 do Vyp. 31, Tom IV (46): Tematychnyi vypusk “Vysheha osvita Ukrainy u konteksti intehratsii do yevropeiskoho osvitnoho prostoru”. Kyiv: Hnozys. Pp. 110–123 [in Ukrainian].
16. Hrybiuk Olena. (2021). European potential for the development of pedagogical and psychological science: Collective monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing. 436 p.
17. Hrybiuk O.O. (2015). Pedahohichne proektuvannia kompiuterno oriietovanoho seredovysheha navchannia dystsyplin pryrodnycho-matematychnoho tsyklu [Pedagogical design of a computer-oriented learning environment for natural and mathematical disciplines]. *Naukovi zapysky. Vypusk 7. Seriya: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity [Scientific notes. Issue 7. Series: Problems of methods of physical, mathematical and technological education]*. Chastyna 3. Kirovohrad.: RVV KDPU im. V. Vynnychenka. Pp. 38–50 [in Ukrainian].
18. Hrybiuk O.O. (2020). The Variativ Model for Research Training for Math Students using Computer-oriented Methodical System. *Information Technologies and Learning Tools. Vol. 77. № 3. Pp. 39–65.*
19. Dojch Devid (2001). *Struktura real'nosti [The structure of reality]*. RHD Moskva–Izhevsk. P. 13 [in Russian].
20. Docenko E.L. (1997). *Psihologiya manipulyacii: fenomeny, mekhanizmy i zashchita [Psychology of manipulation: phenomena, mechanisms and protection]*. Moskva: CHeRo, Izd-vo MGU [in Russian].
21. Zelinskij S.A. (2008). *Informacionno-psihologicheskoe vozdejstvie na massovoe soznanie. Sredstva massovoj kommunikacii, informacii i propagandy kak provodnik manipulyativnykh metodik vozdejstviya na podsoznanie i modelirovaniya postupkov individa i mass [Informational and psychological impact on mass*

- consciousness. Mass media of communication, information and propaganda as a conductor of manipulative methods of influencing the subconscious and modeling the actions of the individual and the masses*]. Sankt-Peterburg: SKIFIYA [in Russian].
22. Kabachenko T.S. (2000). *Metody psihologicheskogo vozdejstviya [Methods of psychological influence]: uchebnoe posobie*. Moskva [in Russian].
 23. Pearson C., Marr H. (2007). What story are you living? A workbook and guide to interpreting results from the PMAI instrument. 1st ed. Heinsvyl: Center for Applications of Psychological Type. 163 p
 24. Soldatova G.U. (2013). *Cifrovaya kompetentnost' podrostkov i roditel'ej. Rezul'taty vserossijskogo issledovaniya [Digital competence of teenagers and parents. The results of the All-Russian study]*. M.: Fond Razvitiya Internet [in Russian].
 25. Takada H. (1999). Epileptic seizures induced by animated cartoon, "Pocket Monster". *Epilepsia*, 40: 997–1002.
 26. Shejnov V.P. (2010). *Manipulirovanie soznaniem [Manipulation of consciousness]*. Minsk: Harvest [in Russian].