

УДК 378.14:371.214.46:[004.78:51]

**ІНТЕРАКТИВНІ АПЛЕТИ ЯК ЗАСОБИ
КОМП'ЮТЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАНЬ
ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОЗРОБКИ У GEOGEBRA**

Семеніхіна Олена Володимирівна,

доцент кафедри інформатики Сумського державного педагогічного
університету ім. А.С. Макаренка, кандидат педагогічних наук, доцент,
e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua

Друшляк Марина Григорівна,

доцент кафедри математики Сумського державного педагогічного
університету ім. А.С. Макаренка, кандидат фізико-математичних наук,
marydru@mail.ru

Безуглий Дмитро Сергійович,

магістрант кафедри математики Сумського державного педагогічного
університету ім. А.С. Макаренка, dimon.bez.93@mail.ru

***Анотація.** В статті розглянуто аплети як засоби комп'ютерної візуалізації знань, наведено аналіз технологій їх створення на базі програм динамічної математики, детально описано процес створення аплетів в програмі GeoGebra за трьома підходами: локально на комп'ютері, завантаженням динамічного рисунка на ресурс tube.geogebra.org, завантаженням динамічного рисунка на ресурс tube.geogebra.org з використанням послуг програми GeoGebra. Коротко описано використання інтерактивних аплетів в організації самостійної роботи учнів перед вивченням теми «Метричні співвідношення у колі».*

***Ключові слова:** інтерактивний аплет, візуалізація математичних знань, програми динамічної математики, GeoGebra, Математический конструктор, The Geometer's Sketchpad.*

Сучасна освіта передбачає активне використання інформаційних технологій, що зумовлено не лише активним поширенням портативних комп'ютерів та мобільних обчислювальних пристроїв, а й швидким зростанням обсягів інформаційного контенту та розробкою різноманітних програмних засобів підтримки навчального процесу, особливо в галузі природничо-математичних наук. Комп'ютерний інструментарій цих засобів став об'єктом багатьох педагогічних досліджень, серед яких у галузі фізичної освіти варто згадати проект The Physics Education Technology Project (PhET), який очолював Нобелівський лауреат 2001 року К. Віман. Метою проекту було створення інтерактивних комп'ютерних моделей на основі Java і Flash технологій.

Ідея проекту була підтримана і спільнотою користувачів інтерактивного середовища *GeoGebra*, де вчителі та дослідники світу пропонують власноруч створені додатки на засадах вільно поширюваного контенту і які теж базуються на використанні технологій Java та ідеї унаочнення або моделювання певних процесів чи їх залежностей з метою тлумачення складних понять, математичних закономірностей та їх властивостей.

Такий підхід – підхід візуалізації математичних знань – уже більше трьох десятиріч знаходиться у центрі уваги науковців педагогічної спільноти. Зокрема, це відображено у роботах Н. Картера, Т. Нідхема, Н. Резніка, В. Далінгера та ін. За аналізом робіт згаданих авторів можна стверджувати, що інтерес до візуалізації стимулюється саме розвитком комп'ютерних програмних засобів, які не лише кардинально розширили свої галузі застосування, але й вплинули на характер професійної діяльності математиків та вчителів математики і які посилили вагу саме динамічних об'єктів і моделей та відійшли від автоматизації розрахунків. До речі, означені тенденції зумовили появу думок про те, що з динамічними (інтерактивними) засобами математика може стати наукою експериментальною, тобто поряд із логікою і доведенням постає діяльність, пов'язана з експериментами і спостереженнями.

Про це зазначає С. І. Сергєєв, який у роботах [1] акцентує увагу на важливості динамічної візуалізації математичної освіти і наводить результати

власних досліджень, які підтверджують ефективність впровадження віртуальних засобів маніпуляції математичними об'єктами у навчальний процес.

Про віртуальні засоби маніпулювання зазначено також у роботі Д. Клеменса [2], де автор описує «аплети» як комп'ютерні програми, використання яких дозволяє користувачу маніпулювати репрезентацією конкретного об'єкта. Термін «аплет» також трактують як несамостійний компонент програмного забезпечення, який працює у межах іншого додатку і призначений для однієї вузької задачі. Зазначимо, що Сергєєв С.І. ототожнює поняття «комп'ютерна математична модель» і «аплет» у галузі математичної освіти, а дослідники В. Кристіан, М. Беллоні, М. Демсі, А. Кох стверджують, що аплети – не лише простий і наочний інструмент навчання, а й об'єкт, який заснований на Web-технологіях, а тому може розповсюджуватися вільно [3].

Прикладами аплетів є Java-додатки і Flash-фільми. Аплети, які стосуються фізики, інколи називають фізлетами, математики – матлетами. Приклади фізлетів можна знайти на ресурсі <http://www.walter-fendt.de/ph14ru/>, матлетів – на ресурсі <https://edugalaxy.intel.ru/?automodule=blog&blogid=8&showentry=6180>, інтерактивні аплети для різних галузей знань – на ресурсі <http://demonstrations.wolfram.com/>.

Проведений нами аналіз джерел зі створення аплетів як засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань виявив можливість безпосереднього опису коду самого аплета мовою Java, а також можливість використання існуючих програмних засобів, де розробниками передбачена автоматизована послуга створення аплета. Вивчення останніх окреслило низку середовищ (програми динамічної математики або ПДМ), у яких передбачене створення аплетів. Це програми *Математический Конструктор*, *The Geometer's Sketchpad*, *GeoGebra*.

На жаль, ту впевненість у легкості, з якою створюються аплети в програмі *Математический Конструктор* і яка декларується у публікації [4], ми не поділяємо, оскільки при спробі створити аплет процес генерування коду

завершується успішно, веб-сторінка із аплетом створюється, але сам аплет не працює належним чином і Java-машина видає помилку.

Вивчаючи питання створення інтерактивних аплетів у програмі *The Geometer's Sketchpad*, автори дійшли висновку, що аплети можна створювати двома шляхами: автоматично, використовуючи інструменти програми *The Geometer's Sketchpad* (локально на комп'ютері) та «вручну», прописуючи код аплету на *JavaScript*. Для реалізації другої технології необхідне знання синтаксису і граматики мови та певні навички програмування, що не завжди підходить пересічному вчителю математики.

Для автоматичного створення інтерактивних аплетів у програмі *The Geometer's Sketchpad* потрібно у пункті меню *Файл* обрати команду *Сохранить как*, у діалоговому вікні обрати послугу *Тип файла (HTML/JavaSketchpad документ (*.html))*, присвоїти майбутньому аплету ім'я і натиснути кнопку *Сохранить*. Необхідно, щоб під час створення аплету в директорії, де зберігається рисунок, знаходився файл *jsp5.jar* (для програми *The Geometer's Sketchpad* версії 5.x). Цей файл можна завантажити за посиланням <http://www.dynamicgeometry.com/documents/jsp5.jar>. Після цього з'являється повідомлення, що креслення було успішно конвертоване у *JavaSketchpad* формат, і пропонується продемонструвати результати у вікні браузера. Але *Java* блокує створений аплет, оскільки він має низький рівень безпеки. Обійти цю проблему можна, підвищивши рівень безпеки аплету, для чого потрібно власноруч внести створений сайт у список сайтів-виключень через панель управління *Java*.

Але поряд з цим виникають і інші проблеми – виявляється, що створений інтерактивний аплет можна завантажити не у кожному браузері. Так, наприклад, браузер *Chrome* взагалі не підтримує плагіни *Java* з 1 вересня 2015 року.

Усе зазначене нівелює позитивні сторони розробки і використання інтерактивних аплетів на основі програм *Математический конструктор* и *The Geometer's Sketchpad*.

Досліджуючи проблему створення аплетів на базі *GeoGebra*, описаних проблем не виявлено, тому зупинимося на технологіях створення аплетів саме у цьому середовищі.

Технологія 1. *Створення інтерактивного аплета локально на комп'ютері з використанням програми GeoGebra (у версіях програми GeoGebra, новіших за 4.2.15, ця технологія не передбачена).*

Дана технологія здійснюється шляхом виконання наступних кроків.

1. Відкрити файл з готовим динамічним кресленням та експортувати його за допомогою пункту меню *Файл/Экспорт/Интерактивный чертеж как веб-страница (html)*.

2. У діалоговому вікні, що з'явиться, обрати послугу *Экспортировать как web-страницу* і ввести назву майбутнього аплета та певну додаткову інформацію.

3. У діалоговому вікні *Сохранить*, яке з'являється після натискання кнопки *Экспорт*, вказати заголовок *html*-файлу і місце на диску, де він буде збережений.

Технологія 2. *Створення інтерактивного аплета шляхом завантаження динамічного рисунка на ресурс tube.geogebra.org через сайт ресурсу.*

Для втілення цієї технології необхідно виконати наступні кроки.

1. Зареєструватися на сайті *geogebra.org* для одержання можливості використовувати функції завантаження інтерактивних аплетів в мережу Інтернет. Дана функція дозволяє у подальшому розміщувати готові аплети на веб-сторінках та вбудовувати їх, зокрема, у авторські електронні підручники. Процес реєстрації (створення персонального кабінету) аналогічний до реєстрації на будь-яких інших інтернет-ресурсах.

1.1. Натиснути кнопку *Войти* на сайті *geogebra.org*.

1.2. Авторизуватися: можлива реєстрація за допомогою існуючих акаунтів *Google, Office 365, Microsoft, Facebook, Twitter* та реєстрація через процес *Создание профиля*. У разі наявності акаунтів соціальних мереж краще обирати перший варіант і авторизуватися, наприклад, через існуючий акаунт

Google. Після авторизації необхідно заповнити форму і можна вільно користуватися ресурсом.

2. Для завантаження аплетів на сайт у розділі *Материалы* необхідно натиснути кнопку *Загрузить документ*. Пропонується два способи завантаження аплетів:

- з мережевого ресурсу (посилання на статтю, рисунок, відео чи урок);
- з комп'ютера (готовий файл у форматі програми *GeoGebra* – *.ggb).

Після виконання цих кроків файл завантажується на сервер ресурсу *tube.geogebra.org*.

Автор аплету має також можливість вносити корективи: надавати додаткову інформацію для учнів та вчителів, різного роду пояснення, змінювати видимість (доступність файлу).

Технологія 3. *Створення інтерактивного аплету шляхом завантаження динамічних рисунків на ресурс tube.geogebra.org із використанням інструменту програми GeoGebra.*

Для реалізації цієї технології необхідна наявність персонального акаунту на ресурсі *tube.geogebra.org* та виконання наступних кроків.

1. Відкрити файл з готовою динамічною моделлю та експортувати її за допомогою пункту меню *Файл/Экспорт/Интерактивный чертеж как веб-страница (html)* або за допомогою «гарячих» клавіш *Ctrl+Shift+W*.

2. Ввести заголовок для аплету (що є обов'язковим) та текст над та під рисунком (що не є обов'язковим і що можна зробити на особистій сторінці *tube.geogebra.org* безпосередньо після завантаження).

3. Після натискання кнопки *Загрузить* файл автоматично (при наявності активного Інтернет з'єднання) відправляється на сервер ресурсу з подальшою можливістю внесення корективи як і при попередній технології створення.

Інтеграція аплетів у сторінки формату *html* відбувається шляхом додавання коду з посиланням на аплет, який міститься на ресурсі *tube.geogebra.org*. Після вибору аплету, який планується використовувати, необхідно обрати тип «HTML» у розділі *Материалы/Вставить* та скопіювати код до буфера обміну.

Цей код можна використати у структурі електронного підручника чи веб-сторінки.

Продемонструємо використання аплетів у навчанні (деякі можливості використання програми *GeoGebra*, наприклад, при дослідженні функціональних залежностей в ході розв'язуванні задач на екстремум, описані авторами у роботі [5]).

Перед вивченням теми «Метричні співвідношення у колі» (геометрія, 8 клас) вчитель може розмістити в мережі Інтернет (зокрема, на сайті *tube.geogebra.org* або на власному сайті) аплети, де передбачено можливість експериментального дослідження метричних співвідношень для хорд кола (рис.1, ресурс <https://tube.geogebra.org/m/2348263>) та метричних співвідношень між січною та дотичною в колі (рис.2, ресурс <https://tube.geogebra.org/m/2348277>).

Метричні співвідношення в колі

Сформулюйте гіпотезу про співвідношення між відрізками хорд, проведених через точку всередині кола

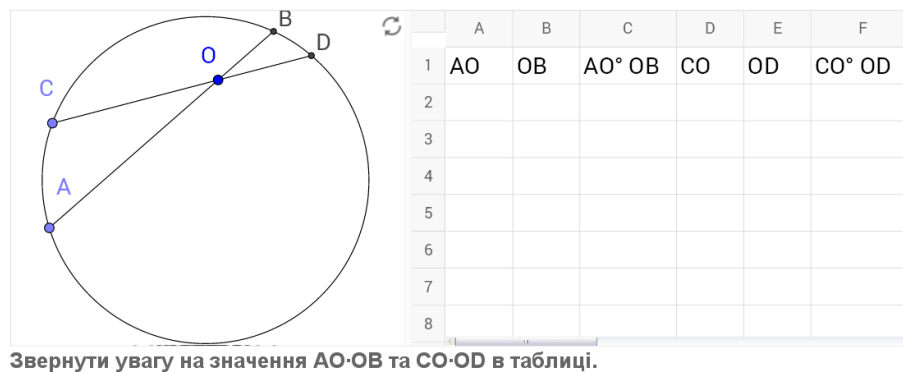


Рис.1

Завданням до роботи є вимога заповнити таблиці 1-2.

Таблиця 1.

Співвідношення між відрізками хорд, проведених через точку всередині кола						
№	AO	OB	$AO \cdot OB$	CO	OD	$CO \cdot OD$
1						
2						
3						

Вказівка: звернути увагу на значення $OA \cdot OB$ та $OC \cdot OD$ в таблиці.

Таблиця 2.

Співвідношення між відрізками січної та дотичної, проведеними через точку зовні кола					
№	OA	OB	$OA \cdot OB$	OC	OC^2
1					
2					
3					

Вказівка: звернути увагу на значення $OA \cdot OB$ та OC^2 в таблиці.

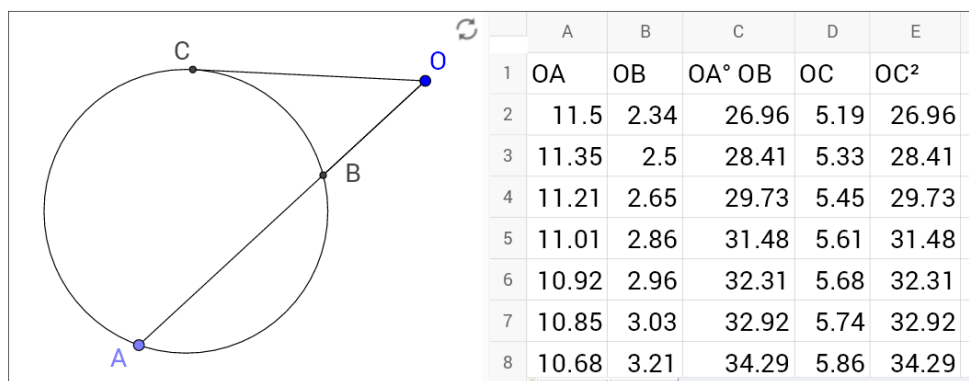
Учні, провівши вдома дослідження та заповнивши таблиці, уже підготовлені до того, щоб на наступному уроці сформулювати гіпотези про співвідношення між відрізками хорд, проведених через точку всередині кола, та відрізками січної та дотичної, проведеними через точку зовні кола до нього.

Гіпотеза 1: якщо через точку всередині кола проведено хорди, то добуток відрізків кожної з хорд, на які вона ділиться заданою точкою, – величина стала для даного кола.

Гіпотеза 2: якщо з точки зовні кола до нього провести дотичну і січну, то добуток січної на її зовнішню частину дорівнює квадрату дотичної (рис. 2, стовпчики $OA \cdot OB$ і OC^2).

Метричні співвідношення в колі

Сформулюйте гіпотезу про співвідношення між відрізками січної та дотичної, проведеними через точку зовні кола до нього.



Звернути увагу на значення $OA \cdot OB$ та OC^2 в таблиці

Рис.2

Висновки.

1. Інтенсифікація навчання та активні поширення і використання комп'ютерних засобів зумовлюють пошук підходів, які з одного боку спрощують сприйняття навчального матеріалу, а з іншого забезпечують якість його засвоєння. Серед таких підходів у навчанні математики варто звернути увагу на використання аплетів як засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань. Досвід використання аплетів як засобів динамічної візуалізації підтверджує, що з їх допомогою підвищується якість розуміння математичних понять за рахунок унаочнення істотних характеристик, зв'язків, обмежень, які складно продемонструвати традиційними дидактичними засобами. Крім зазначеного, стає можливим додаткове акцентування уваги учнів на необхідності обмірковування власних дій, умінні пояснити одержані результати та прогнозувати їх.

2. Конструювання аплета вчителем має базуватися на виваженій математичній ідеї. Головним критерієм ефективності застосування аплета є те, наскільки усвідомлений був досвід взаємодії учнів з додатком і наскільки активно учні були задіяні у процес осмислення одержаних результатів.

3. Дидактичний аналіз проблеми, для розв'язання якої створюється аплет-візуалізація, є важливим фактором, який визначає ефективність його використання. Сам аплет має бути орієнтований на цілісне сприйняття істотних характеристик математичного поняття. Також варто звертати увагу на конструювання спеціальних допоміжних віртуальних елементів, на основі яких можна такі зв'язки виявити, а також на розробку нетривіальних дидактичних завдань, які дозволяють учню вивчати математичне поняття в умовах проведення самостійного експерименту.

4. З усього розмаїття програм динамічної математики для створення інтерактивних аплетів рекомендуємо використання програми *GeoGebra*, де передбачені додаткова можливість обмежувати кількість доступних інструментів, заборона переміщення, виділення та видалення тих чи інших

об'єктів тощо – інколи це потрібно для підвищення рівня складності і водночас цікавості самого завдання.

5. Володіючи технологією створення аплетів, вчитель математики має змогу істотно розширити спектр засобів візуалізації за рахунок використання авторських динамічних додатків, розміщених в мережі Інтернет.

Література

1. Сергеев С.І. Компьютерные инструменты в обучении: математические апплеты / С. І.Сергеев // Problems of Education in the 21st Century. – 2013. – Vol. 52. – P. 478- 483.

2. Clenents D. H. Rethinking Concrete Manipulatives. Teaching Children Mathematics / D. H. Clenents, S. McMillen // National Council of Teachers of Mathematics. – 1996. – Vol. 2 (5), – P. 270–279.

3. Кристіан В. Интерактивные учебные материалы на основе физлетов / В. Кристіан, М. Беллоні, М. Демсі, А. Кох. // Компьютерные инструменты в образовании. – 2003. – №5. – С. 30-41.

4. Дубровский В. Учимся работать с «Математическим конструктором» / В. Дубровский // Математика. – 2009. – № 13. – С. 2-48.

5. Семеніхіна О.В. Використання програми GeoGebra в дослідженні функціональних залежностей (на прикладі розв'язування задач на екстремум) / О. В. Семеніхіна, М. Г. Друшляк // Комп'ютер в школі і сім'ї. – 2015. – № 6. – С. 17-24.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ АППЛЕТЫ КАК СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ И ОСОБЕННОСТИ ИХ РАЗРАБОТКИ В GEOGEBRA

Семенихина Елена Владимировна,

доцент кафедры информатики Сумского государственного педагогического
университета им. А.С. Макаренка, кандидат педагогических наук, доцент,

e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua

Друшляк Марина Григорьевна,

доцент кафедры математики Сумского государственного педагогического университета им. А.С. Макаренко, кандидат физико-математических наук,

marydru@mail.ru

Безуглый Дмитрий Сергеевич,

магистрант кафедры математики Сумского государственного педагогического университета им. А.С. Макаренко, dimon.bez.93@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрены апплеты как средства компьютерной визуализации знаний, сделан анализ технологий их создания на базе программ динамической математики. Детально описан процесс создания апплетов в программе GeoGebra по трём различным технологиям: локально на компьютере, загрузкой динамического рисунка на ресурс tube.geogebra.org, загрузкой динамического рисунка на ресурс tube.geogebra.org на основе услуг программы GeoGebra. Коротко описано использование интерактивных апплетов в организации самостоятельной работы учеников перед изучением темы «Метрические соотношения на окружности».*

***Ключевые слова:** интерактивный апплет, визуализация математических знаний, программы динамической математики, GeoGebra, Математический конструктор, The Geometer's Sketchpad.*

INTERACTIVE APPLETS AS MEANS OF COMPUTER VISUALIZATION OF MATHEMATIC KNOWLEDGE AND FEATURES OF THEIR CREATING IN GEOGEBRA

Olena V. Semenikhina,

Associate Professor of Department of Computer Science, PhD (Pedagogical Sciences), Associate Professor, Sumy Makarenko State Pedagogical University, Ukraine, e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua

Marina G. Drushlyak,

Associate Professor of Department of Mathematic, PhD (Physical and Mathematical Sciences), Sumy Makarenko State Pedagogical University, Ukraine, marydru@mail.ru

Dmytro S. Bezugly,

Postgraduate Student, Sumy Makarenko State Pedagogical University, Ukraine,
dimon.bez.93@mail.ru

Abstract. *In the article the applets as a means of computer visualization of knowledge are considered, the analysis of technologies of their creation on the basis of dynamic mathematics software is made. The process of creating of applets in GeoGebra according to three different technologies: locally on the computer, loading of the dynamic sketch to the resource tube.geogebra.org, loading of the dynamic sketch to the resource tube.geogebra.org based on the software GeoGebra, is described in details. The use of interactive applets in the organization of independent work of students before learning the topic "Metric relations in circles" is briefly described.*

Keywords: *interactive applet, visualization of mathematic knowledge, dynamic mathematics software, GeoGebra, MathKit, The Geometer's Sketchpad.*