

УДК 378.14:371.214.46:[004.78:51]

ІНТЕРАКТИВНІ АПЛЕТИ ЯК ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАТЬ 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@fizmatssp.u.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. У статті розглянуто аплети як засоби комп'ютерної візуалізації знань, наведено аналіз технологій їх створення на базі програм динамічної математики, детально описано процес створення аплетів у 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 широким розповсюдженням портативних комп'ютерів і мобільних обчислювальних пристроїв, а й швидким зростанням обсягів інформаційного контенту й 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 проєкт The Physics Education Technology Project (PhET), який очолював Нобелівський лауреат 2001 року К. Віман. Метою проєкту було створення інтерактивних комп'ютерних моделей на основі Java і Flash технологій.

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

Такий підхід — підхід візуалізації математичних знань — уже більше трьох десятиків років знаходиться в центрі уваги науковців педагогічної спільноти. Зокрема, це відображено в 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 й учителів 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 математики 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 роботі [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 користувачеві маніпулювати репрезентацією конкретного об'єкта. Термін «аплет» також трактують як несамостійний компонент програмного забезпечення, який працює в межах іншого додатку і призначений для однієї вузької задачі. Зазначимо, що С. І. Сергєєв отожднює 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.

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 в публікації [4], ми не поділяємо, оскільки при спробі створити аplet процес генерування коду завершується успішно, веб-сторінка з аплетом створюється, але сам аplet не працює належно 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) і «вручну», прописуючи код аплета на JavaScript. Для реалізації другої технології необхідне знання синтаксису і граматики мови й 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 аплета 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 в JavaSketchpad формат, і пропонується продемонструвати результати у вікні браузера. Але Java блокує створений аplet, оскільки він має низький рівень безпеки. Обійти цю проблему можна, підвищивши рівень безпеки аплета, для чого потрібно власноруч внести створений сайт у список сайтів-виключень через панель управління Java.

Але поряд із цим виникають й інші проблеми — виявляється, що створений інтерактивний аplet можна завантажити не в 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 і The Geometer's Sketchpad.

Досліджуючи проблему створення аплетів на базі *GeoGebra*, описаних проблем не виявлено, тому зупинимось 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).

Ця технологія здійснюється шляхом виконання таких кроків.

1. Відкрити файл із готовим динамічним кресленням й експортувати його за допомогою пункту меню **Файл/Експорт/Інтерактивний чертеж как веб-сторінка (html)**.

2. У діалоговому вікні, що з'явиться, обрати послугу **Экспортировать как веб-страницу** і ввести назву майбутнього аплета і 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 такі кроки.

1. Зареєструватися на сайті **geogebra.org** для одержання можливості використовувати функції завантаження інтерактивних аплетів у мережу Інтернет. Ця функція дозволяє в подальшому розміщувати готові аплети на веб-сторінках і вбудовувати їх, зокрема, в 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 завантажуватиметься на сервер ресурсу tube.geogebra.org.

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

Технологія 3. Створення інтерактивного аплета 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 і виконання таких кроків.

1. Відкрити файл із готовою динамічною моделлю й експортувати її за допомогою пункту меню **Файл/Експорт/Інтерактивний чертеж как веб-сторінка (html)** або за допомогою «гарячих» клавіш **Ctrl+Shift+W**.

2. Увести заголовок для аплета (що є обов'язковим) і текст над і 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 (за наявності активного Інтернет з'єднання) відправляється на сервер ресурсу з подальшою можливістю внесення корективи як і в попередній технології створення.

Інтеграція аплетів у сторінки формату html відбувається шляхом додавання коду з посиланням на аplet, який міститься на ресурсі tube.geogebra.org. Після вибору аплета, який планується використовувати

ти, необхідно обрати тип «HTML» у розділі **Матеріали/Вставити** і 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, під час дослідження функціональних залежностей у ході розв'язуванні задач на екстермум, описані в роботі [5]).

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

	A	B	C	D	E	F
1	AO	OB	AO·OB	CO	OD	CO·OD
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Звернути увагу на значення AO·OB та CO·OD в таблиці.

Рис. 1

Завданням до роботи є вимога заповнити таблиці 1–2.

Учні, провівши вдома дослідження і заповнивши таблиці, уже підготовлені до того, щоб на наступному уроці сформулювати гіпотези про співвідношення між відрізками хорд, проведених через точку всередині кола, і відрізками січної і дотичної, проведені 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·OB і OC²).

Метричні співвідношення в колі

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

	A	B	C	D	E
1	OA	OB	OA·OB	OC	OC ²
2	11.5	2.34	26.96	5.19	26.96
3	11.35	2.5	28.41	5.33	28.41
4	11.21	2.65	29.73	5.45	29.73
5	11.01	2.86	31.48	5.61	31.48
6	10.92	2.96	32.31	5.68	32.31
7	10.85	3.03	32.92	5.74	32.92
8	10.68	3.21	34.29	5.86	34.29

Звернути увагу на значення OA·OB та OC² в таблиці

Рис. 2

Таблиця 1

№	AO	OB	AO·OB	CO	OD	CO·OD
1						
2						
3						

Вказівка: звернути увагу на значення AO·OB і CO·OD в табл. 1.

Таблиця 2

№	OA	OB	OA·OB	OC	OC ²
1					
2					
3					

Вказівка: звернути увагу на значення OA·OB й OC² в табл. 2.

Висновки

1. Інтенсифікація навчання й 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. Попри зазначене, стає можливим додаткове акцентування уваги учнів на необхідності обмірковування власних дій, умінні пояснити одержані результати і прогнозувати їх.

2. Конструювання аплета вчителем має базуватися на вираженій 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 орієнтованим 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 учневі вивчати математичне поняття в умовах проведення самостійного експерименту.

4. З усього розмаїття програм динамічної математики для створення інтерактивних аплетів рекомендуємо використання програми GeoGebra, де передбачено 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, учитель математики має змогу істотно розширити спектр засо-

бів візуалізації за рахунок використання авторських динамічних додатків, розміщених у мережі Інтернет.

* * *

Семеніхіна Е. В., Друшляк М. Г., Безуглий Д. С. **Интерактивные апплеты как средства компьютерной визуализации математических знаний и особенности их разработки в GeoGebra**

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 как преподавтику изучения темы «Метрические соотношения на окружности».

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

* * *

Semenikhina Olena V., Drushlyak Marina G., Bezugly Dmytro S. **Interactive applets as means of computer visualization of mathematic knowledge and features of their creating in GeoGebra**

Abstract. In the article the applets as a means of computer visualization of knowledge are considered, the anal-

ysis 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.

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 флешетов / В. Кристіан, М. Беллоні, М. Демсі, А. Кох. // Компьютерные инструменты в образовании. — 2003. — №5. — С. 30–41.
4. Дубровський В. Учимся работать с «Математическим конструктором» / В. Дубровський // 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 у школі та сім'ї. — 2015. — №6. — С. 17–24.



Вимоги до статей

Останнім часом до редакції надходить багато статей, оформлених за однаковою структурою. У статтях виділяються жирним шрифтом такі складові: Постановка проблеми, Аналіз останніх досягнень, Мета статті, Виклад основного матеріалу тощо. Дотримання авторами такої обов'язкової структури часто призводить до зниження її науковості й творчості й фактично до шаблонності.

Нині основними нормативними документами, у яких наводяться вимоги до наукових статей, є такі:

- Наказ МОН України від 17.10.2012 р. №1111 «Про затвердження Порядку формування Переліку наукових фахових видань України»;
- Постанова Президії ВАК України від 15.01.2003 р. №7–05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України»;
- ДСТУ ГОСТ 7.9:2009 (ИСО 214–76) «Система стандартів по інформації, бібліотечному і видавельському делу. Реферат и аннотация. Общие требования» (ГОСТ 7.9–95 (ИСО 214–76), ИДТ).

У зазначеній Постанові ВАК України говориться, що наукові статті повинні мати «... такі необхідні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових резуль-

татів; висновки з цього дослідження і перспективи подальших розробок у даному напрямку».

Отже, у постанові ВАК йдеться мова про наявність відповідних елементів, а не про структуру наукової статті. Це означає, що кожний автор має право самостійно визначати її структуру. Головне, щоб наукова стаття була творчою, мала наукову і практичну значущість.

Виходячи з вимог наведених документів, редакція журналу просить дотримуватися таких правил оформлення наукових статей.

- На початку статті у лівому верхньому куті ставиться індекс УДК. Далі наводяться назва статті прописаними буквами напівжирним шрифтом, прізвище автора (авторів), ім'я, по-батькові, посада, повна назва організації, науковий ступінь і наукове звання, e-mail, анотація (3–5 рядків) і ключові слова.
- Текст статті.
- Англійською і російською мовами: назва статті, прізвище, ім'я, по-батькові автора (авторів); посада, повна назва організації, науковий ступінь і наукове звання; анотація і ключові слова.
- Література (у порядку посилання на неї у тексті).

Стаття має бути набрана у текстовому редакторі (Word), шрифт Times New Roman, 12 pt, інтервал — 1,5. Параметри сторінки: верхнє і нижнє поле — 2 см, ліве — 2,5 см, праве — 1,5 см.

Рисунки, таблиці і фото розміщуються у тексті статті з обов'язковим посиланням на них. Крім того, якісне фото автора, кожний рисунок і екранні копії додаються в одному з форматів — tiff, png, jpg та інш. окремими файлами.