

УДК 378.147:518.51

Бугаєць Наталія Олександрівна

асистент кафедри фізики

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна

anatahika@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ АНІМАЦІЙНИХ НАОЧНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ГРАФІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРОГРАМИ МАХІМА

Анотація. У статті розглядаються деякі методичні особливості навчання комп'ютерного моделювання процесів і явищ з використанням анімації. Зазначається про важливість наочності навчального матеріалу, на основі якої поєднуються чуттєві і мисленнєві сторони пізнання. Висвітлюється поняття моделювання і процес побудови моделей. Звертається увага на розвиток умінь, які необхідні для ефективного навчання моделювання анімаційних наочностей. Описані засоби графічного середовища системи комп'ютерної математики Махіма для моделювання анімацій. Наведені приклади створення моделей анімаційних наочностей і їх використання для розвитку навчально-дослідницьких умінь.

Ключові слова: модель; моделювання; анімація; імітаційна модель; технології візуалізації; дослідження.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. В умовах розвитку інформаційного й інноваційного суспільства необхідні фахівці, які здатні до неперервного професійного зростання, науково-дослідної й інноваційної діяльності, прийняття раціональних рішень, широкого застосування ІТ в усіх сферах професійної діяльності. Успішність формування і розвитку перерахованих характеристик багато в чому залежить від їх готовності до роботи в інформаційному середовищі професійної діяльності.

Володіння засобами систем комп'ютерної математики є однією з предметних компетентностей викладачів і студентів фізико-математичних та інформатичних спеціальностей.

Навчальні дисципліни у вищій і середній школах стають все складнішими і їх навчання вимагає все більшої теоретичної глибини і застосування різноманітних засобів і методів пізнання.

У навчальному процесі суттєво важливою є наочність, на основі якої поєднуються чуттєві й мисленнєві сторони пізнання і яка є важливим засобом набуття знань. За допомогою інформаційно-комунікаційних технологій розширюється змістова сторона наочності навчання, стає можливим подавати відомості у формах, більш сприятливих для активного сприйняття, здійснюється вплив на емоційний стан людини, що сприяє активізації її навчально-пізнавальної і мисленнєвої діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблем інформатизації освіти й упровадження засобів ІКТ в навчальний процес відображені в роботах В. Ю. Бикова, Є. Ф. Вінниченка, Ю. В. Горошка, Л. В. Грамбовської, М. І. Жалдака, О. Б. Жильцова, В. І. Клочка, Т. Г. Крамаренко, Ю. Г. Лотюка, Н. В. Морзе, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, С. О. Семерікова, О. І. Скафи, Є. М. Смирнової-Трибульської, Ю. В. Триуса, та ін.

М. І. Жалдак наголошує на тому, що особливого значення в процесі використання ІКТ в навчальному процесі набуває врахування і розвиток неформалізованих, творчих компонентів мислення: реалізація проблемної ситуації чи постановка задачі; самостійне вироблення критеріїв добору потрібних операцій, що приводить до розв'язку; побудова

опису (моделі) ситуації, генерація здогадок і гіпотез у процесі пошуку основної ідеї щодо способів відшукування розв'язку [5].

Теоретичні основи візуалізації навчального матеріалу й особливості використання наочностей у навчальному процесі розглядаються в працях Л. І. Білоусової, А. О. Вербицького, В. В. Давидова, З. І. Калмикової, Н. М. Манько, Н. А. Неудахіної, А. Г. Рапуто та інших. У дослідженнях звертається увага на принципи когнітивності й евристичний потенціал застосування технологій візуалізації, на важливість використання наочності в процесі пізнавальної діяльності.

З. І. Калмикова називає вищою формою візуалізації навчального матеріалу різні форми діяльності з об'єктом вивчення, починаючи від його спостереження в різних ситуаціях і з різних сторін, до довільних маніпуляцій з об'єктом, а потім проведення планомірного віртуального експерименту [6].

Суттєвим є те, що використання технологій візуалізації дає можливість [1]:

- 1) подавати навчальний матеріал більш доступно;
- 2) подати складні абстрактні об'єкти у вигляді наочних і зрозумілих образів, використовуючи динамічні схеми й анімаційні моделі;
- 3) матеріал, що лежить поза сферою інтересів студентів, зробити захоплюючим і цікавим, використовуючи відомості про яскраві факти реального світу, комплексно впливаючи на емоційно-чуттєву сферу особистості.

Використання таких можливостей візуалізації навчального матеріалу позитивно відображається на мотиваційних механізмах навчально-пізнавальної діяльності студентів, підвищує рівень їхнього пізнавального інтересу, стимулює до самостійного пошуку знань.

Створенню оригінальних прийомів комп'ютерного моделювання і візуалізації навчального матеріалу за допомогою ІКТ присвячені роботи Т. Г. Крамаренко, Т. П. Кобильника, Л. І. Розакової, І. О. Теплицького, А. П. Возженнікова, С. А. Хазіної, С. В. Шокалюк та інших.

У дослідженнях науковців вказується на необхідність вдосконалення підготовки студентів фізико-математичних та інформатичних спеціальностей у вищому педагогічному навчальному закладі в напрямі використання засобів ІКТ в майбутній професійній діяльності в сучасних умовах інформатизації освіти. Розробка ефективної методики навчання студентів комп'ютерного моделювання в даний час є актуальним завданням вищої школи.

Більшість дослідників вважають, що важливим результатом вивчення курсу інформатики є розширення й поглиблення знань з предметної галузі, що вивчається, за рахунок надання студентам можливості моделювання, імітації досліджуваних процесів і явищ, організації на цій основі дослідницької діяльності майбутніх учителів, уміння створювати комп'ютерні моделі і проводити експерименти за їх допомогою [14].

Розробка й обґрунтування методичної системи навчання майбутніх педагогів моделювання анімаційних наочностей різноманітних процесів і явищ сприятиме використанню технологій візуалізації навчальних повідомлень на основі ІКТ в навчальному процесі.

Мета написання статті: розглянути методичні особливості навчання комп'ютерного моделювання й анімації, розкрити можливості використання графічного середовища системи комп'ютерної математики *Math* для моделювання анімаційних наочностей об'єктів і явищ, описати інструментарій програми, застосовний до створення анімацій, навести приклади створення анімаційних моделей і їх використання для розвитку навчально-дослідницьких умінь.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час дослідження використовувались методи: аналіз наукових положень психолого-педагогічної літератури, у тому числі електронних видань, інтернет-ресурсів; комп'ютерне моделювання; цілеспрямоване педагогічне спостереження за суб'єктами навчання.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Однією з головних цілей інформатизації освіти є створення умов для переходу до освіти на основі інформаційних технологій, які мають забезпечити вільний доступ учнів і викладачів до якісних освітніх електронних інформаційних ресурсів. Педагогам відводиться провідна роль у проектуванні і змістовому наповненні інформаційного освітнього середовища, тому доцільним є включення студентів – майбутніх учителів – у процес створення цифрових освітніх ресурсів як на основі інтеграції вмісту інформаційних освітніх порталів, так і на основі самостійних розробок [12].

Сучасний викладач має вміння використовувати, проектувати електронні ресурси й освітнє електронне середовище. Якість створення, подальше постійне оновлення змісту, тобто якість навчальних, наукових, методичних ресурсів залежить від рівня сформованості ІКТ-компетентностей педагогічних працівників.

Одним із способів, за допомогою якого можна створювати якісні електронні ресурси для візуалізації навчального матеріалу, є моделювання анімаційних наочностей, що є важливою складовою створення сучасних інформаційних технологій навчального призначення і використання комп'ютера в навчально-дослідній і професійній педагогічній діяльності.

У філософській і психолого-педагогічній літературі моделювання розглядається по-різному. У широкому розумінні моделювання є однією з основних категорій теорії пізнання і чи не єдиним науково обґрунтованим методом наукових досліджень систем і процесів будь-якої природи в багатьох сферах людської діяльності [11].

Науковою основою моделювання як методу пізнання і дослідження різних об'єктів і процесів є теорія подібності, у якій головним є поняття аналогії, тобто схожості об'єктів за деякими ознаками.

В [11] дається кілька означень.

Моделювання – це спосіб дослідження будь-яких явищ, процесів або об'єктів шляхом побудови й аналізу їх моделей.

Модель – це реальна існуюча або уявна система, яка використовується для заміщення і відображення в пізнавальних процесах іншої системи-оригінала, знаходиться з нею у відношенні подібності.

Система – цілісний комплекс взаємопов'язаних елементів, який характеризується певною структурою і взаємозв'язками із зовнішнім середовищем.

Основна мета побудови моделі – забезпечити дослідження й аналіз функціонування реального об'єкта.

Філософське означення моделі береться за основу в психолого-педагогічних дослідженнях, оскільки за своїми суттєвими характеристиками навчальне і наукове моделювання схожі. Досліджуючи нові поняття, об'єкти, розв'язуючи завдання за методом моделювання, учень і студент міркують як дослідники, і саме в цьому полягає найважливіше методологічне значення моделювання в навчанні. Однак, навчальна діяльність студента не тотожна дослідницькій діяльності вченого. У науці моделювання є засобом одержання об'єктивно нових відомостей, у той час як в навчальному пізнанні за допомогою моделювання учень здобуває суб'єктивно нові знання.

В. В. Давидов і Д. Б. Ельконін [4] розглядають моделювання як навчальну дію, без якої неможливе повноцінне навчання. У рамках створеної ними теорії навчальної діяльності моделювання визнається як найважливіший етап розв'язування навчальних задач, оскільки саме моделювання виокремленого суттєвого відношення в предметній, графічній або знаковій формі дозволяє перейти до дослідження цієї властивості в «чистому» вигляді.

У педагогіці й психології моделювання розглядається й з позицій мети навчання, виступаючи як той зміст, який слід засвоїти учням і студентам, як той метод пізнання, яким потрібно опанувати. Так, Л. М. Фрідман [13] вказує на необхідність ознайомлення учнів з модельним характером науки, з поняттями «модель» і «моделювання». Усвідомлення того, що властивості явищ досягаються саме за допомогою моделей, сприяє, на його думку, оволодінню моделюванням як методом наукового пізнання.

Отже, під моделюванням розуміють як метод дослідження об'єктів з використанням їхніх моделей, так і сам процес побудови й вивчення моделей. Моделювання в навчанні розглядається у двох аспектах – моделювання як зміст, який студенти мають засвоїти, і як засіб, без якого неможливе навчання. Суттю моделювання як методу пізнання в початковому процесі є здійснення викладачами і студентами окремих етапів навчальної діяльності з активним і цілеспрямованим використанням моделей.

На основі різних підходів до класифікації розрізняють різні види моделей.

Комп'ютерна модель – модель, реалізована за допомогою комп'ютера [11].

У [7] під комп'ютерною моделлю розуміють:

- умовний образ об'єкта чи деякої системи об'єктів (або процесів), описаних за допомогою взаємозалежних комп'ютерних таблиць, схем, діаграм, графіків, малюнків, анімаційних фрагментів і т. ін., що відображають структуру і взаємозв'язки між елементами об'єкта чи системи;

- окрему програму, сукупність програм чи програмний комплекс, використання якого дає змогу виконання послідовності обчислень з подальшим графічним відображенням їх результатів.

Моделювання за допомогою сучасних обчислювальних машин є одним із найпотужніших засобів дослідження. Використовуючи комп'ютерні засоби, створюють графічні, імітаційні моделі.

Графічне моделювання – метод дослідження властивостей об'єктів, проявів явищ, перебігу процесів на основі графічного подання їх опису. Графічне моделювання як технологія візуалізації і метод пізнання є важливою складовою навчального процесу. Динамічна модель – це модель системи, у якій відбуваються зміни через виникнення подій у часі або рух об'єктів у просторі.

Стан динамічної графічної моделі змінюється одночасно або майже одночасно зі зміною стану досліджуваного об'єкта. Отже, у кожний довільний момент часу графічна модель буде вірогідним образом реального явища або процесу.

Останнім часом часто використовується поняття імітаційного моделювання. Інтерес до цього виду комп'ютерного моделювання поживався у зв'язку з істотним технологічним розвитком систем моделювання, у яких задіяний весь арсенал новітніх інформаційних технологій, включаючи розвинені графічні оболонки для конструювання моделей та інтерпретації вихідних результатів моделювання, мультимедійні засоби і відео, на основі чого підтримується анімація в реальному масштабі часу, об'єктно-орієнтоване програмування тощо.

Імітаційне моделювання – це імітація перебігу процесів і проявів явищ за допомогою конструювання моделі й проведення експериментів з нею. Однак під таке

визначення підпадають майже всі види моделювання. Тому потрібно виокремити суттєві особливості імітаційного моделювання [11].

Перш за все, в імітаційній моделі слід подати структуру системи, тобто загальний опис елементів і зв'язки між ними. Стан системи в момент часу t визначається через значення параметрів системи у цей самий момент часу t . Будь-яку зміну цих значень можна розглядати як перехід до іншого стану. Попри це, в імітаційній моделі необхідно відобразити властивості середовища, у якому функціонує досліджувана система.

Імітаційна модель (у вузькому значенні) – логіко-математичний опис об'єкта, який може бути використаний для експериментування на комп'ютері з метою проектування, аналізу й оцінювання функціонування об'єкта.

Під *моделюванням анімаційних наочностей* будемо розуміти графічне динамічне подання об'єкта, імітацію перебігу процесу чи проявів явища, що стосуються деякої предметної галузі з метою відтворення, вивчення і дослідження характеристик і властивостей досліджуваних процесів і явищ, з'ясування відповідних причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей.

Розробка моделей поєднує в собі і науку, і мистецтво, і знання відповідної предметної галузі. Слід зауважити, що немає чіткого формального алгоритму, за допомогою якого можна було б побудувати модель для будь-якого об'єкта. Разом з тим процес побудови моделі поділяється на певну послідовність етапів [11], [7]. Розглянемо їх.

1. Аналіз і вибір міри деталізації опису об'єкта моделювання. Об'єкт реального світу може вивчатися з найрізноманітніших позицій, однак дослідників цікавить невелика скінченна кількість властивостей і характеристик досліджуваного об'єкта. Тому перед дослідниками постає задача визначити ці основні характеристики і властивості й відтворити їх у моделі. На даному етапі проводиться аналіз взаємозв'язків об'єкта із зовнішнім середовищем, дослідження особливостей функціонування об'єкта, його внутрішньої структури; здійснюється огляд літературних джерел, аналіз і порівняння побудованих раніше моделей подібних об'єктів; аналіз і узагальнення всього накопиченого матеріалу.

2. Опис змінних (параметрів) моделі і формалізоване подання концептуальної моделі. Концептуальна постановка задачі моделювання – це сформульований у термінах конкретних дисциплін (фізики, хімії, біології та ін.) список основних понять. Формалізація – відображення системи в точних поняттях. Частина моделі, які можна описати в математичному вигляді, подають як аналітичні залежності. Математичний опис моделі складається на основі законів предметної наукової галузі, за якими характеризують динаміку і статику процесів у досліджуваному об'єкті і виражають мовою математики.

3. Вибір засобів реалізації моделі, вибір програмного середовища. На цьому етапі слід розглянути питання:

- можливості відображення структури модельованої системи;
- можливості зміни структури і налагодження моделі;
- можливості внесення змін у програмну реалізацію системи;
- зручність управління програмою;
- можливості збирання статистичних даних стосовно перебігу досліджуваного процесу чи проявів явищ за допомогою розробленої моделі;
- можливості формування звіту про дослідження моделі в зручному для користувача вигляді.

4. Програмна реалізація моделі. Опис мовою програмування статичних і динамічних об'єктів, задання інтерфейсів, характеристик і властивостей об'єктів.

Розроблення алгоритму розв'язування задачі, подання алгоритму у вигляді комп'ютерної програми. Для оцінювання правильності програмної реалізації моделі проводяться пробні експерименти (тестування моделі), у яких застосовуються налагоджувальні засоби вибраної системи моделювання. Ця перевірка дає змогу визначити, чи відповідає функціонування моделі особливостям перебігу відтвореного процесу. У разі невідповідності процесів програма коригується.

5. Перевірка вірогідності і правильності імітаційних моделей. Необхідною умовою для переходу від дослідження об'єкта до дослідження моделі і подальшого перенесення результатів моделювання на досліджуваний об'єкт є вимога адекватності моделі об'єкта. Адекватність – це відтворення в моделі з необхідною повнотою всіх властивостей об'єкта, важливих для цілей даного дослідження.

Умовою ефективного навчання моделювання анімаційних наочностей студентів фізико-математичних та інформатичних спеціальностей є розвиток у них стилю мислення [10], володіючи яким, студент уміє:

- а) структурувати відомості про об'єкт у просторі й часі;
- б) визначати логічну структуру моделі, створювати графічні образи елементарних явищ, що є складовими процесу;
- в) виявляти основні зміни стану об'єкта або фаз процесу;
- г) визначати взаємозв'язки об'єктів і процесів у просторі й часі.

У прикладні математичні пакети (Maple, Mathematica, Matlab, Mathcad, Maxima) вбудовано широкий інструментарій для графічного подання і візуалізації математичних об'єктів, що дає змогу використовувати їх для створення анімаційних моделей цих об'єктів [2], [8].

У статті розглянемо можливості створення анімаційних моделей деяких об'єктів у середовищі програми Maxima.

Працюючи із системою Maxima, користувач може використовувати набір засобів створення графічних примітивів для двовимірних і тривимірних побудов і водночас задіяти потужні обчислювальні засоби для математичних розрахунків [15].

Можливість створення анімацій – специфічна особливість графічної оболонки wxMaxima. Для створення анімації в *wxmaxima* використовуються графічні *plot*- і *draw*-процедури:

`with_slider(k, list, expr, opts)`, де *k* – параметр, *list* – список значень параметра, *expr* – вираз функції, графічний об'єкт; *opts* – опції графіка функції. Правила опису цієї функції аналогічні до правил опису *plot*-процедур.

`wxanimate_draw(k, list, opts, expr)`, де *k* – параметр, *list* – список значень параметра, *opts* – опції графіка функції, *expr* – вираз функції, графічний об'єкт. Опис аргументів цієї функції аналогічний до правил опису *draw*-процедур.

`with_slider_draw3d(k, list, opts, expr)` – будується послідовність тривимірних графічних об'єктів, залежних від параметра *k*, *list* – список значень параметра, *opts* – опції графіка функції, *expr* – вираз функції, графічний об'єкт.

Процес показу анімації управляється за допомогою послуг панелі інструментів wxMaxima:



Щоб отримати доступ до цих елементів управління, необхідно клацнути мишкою в області графічного вікна з анімацією. Також управління анімацією можливе за допомогою послуг контекстного меню графічного вікна або прокручування коліщатка миші.

За допомогою описаних процедур створюється анімація, яка може бути відтворена тільки в інтерфейсі *wxmaxima*. Але анімаційне зображення легко зберегти у

вигляді файлу з розширенням gif, який буде створений у поточній папці. Для цього потрібно в процедурі створення анімації визначити опції: `file_name="name"` – задається ім'я файлу, `terminal='animated_gif'` – вказується тип файлу, `delay=n` – визначається час затримки між кадрами анімації, за замовчуванням `delay=5`. Дані опції є глобальними.

Характерною особливістю Maxima є можливість використання разом з графічними процедурами функції `makelist` для створення серії графічних зображень на одному і тому самому графіку залежно від зміни деякого параметра. Тому, визначаючи набір значень параметра анімації, як правило, використовують функцію:

`makelist(expr, i, i1, i2, step)` – процедура генерації впорядкованих наборів, за допомогою якої створюється список значень виразу `expr` від значень змінної `i`, яка змінюється від значення `i1` до значення `i2` з кроком `step`. За замовчуванням крок вважається рівним одиниці.

Кожна окрема анімаційна модель візуалізації процесу чи явища формується за деякою схемою і здійснюється згідно загальних етапів побудови моделі. Наведемо основні елементи цієї схеми:

- 1) опис математичної моделі об'єкта візуалізації;
- 2) налаштування вигляду системи координат, графічного поля, вибір розмірності;
- 3) опис елементарних графічних об'єктів моделі;
- 4) визначення параметрів анімаційної моделі;
- 5) моделювання динаміки графічних об'єктів, налаштування програмного коду;
- 6) організація користувацького інтерфейсу, відтворення значень параметра в графічному полі, налаштування властивостей графічних об'єктів (колір, розмір тощо);
- 7) дослідження й аналіз анімаційної моделі, випробовування різних варіацій значень параметра анімації.

Важливим етапом у процесі створення анімаційної моделі є визначення параметра анімації, за допомогою якого забезпечується варіювання однієї змінної в процесі збереження інших сталими. Уміння моделювати складні анімаційні наочності базуються на вміннях створювати прості анімації.

1. Плавна побудова лінії. У цьому випадку через параметр анімації визначається діапазон значень змінної (аргумента) графіка функції і виконується графічне дослідження функції залежно від значень її аргумента. На рис. 1 подані окремі кадри анімаційного зображення побудови графіка функції в полярних координатах

$$r = \frac{1}{2} + \sin \frac{5t}{3}, \quad t \in [0; 6\pi] :$$

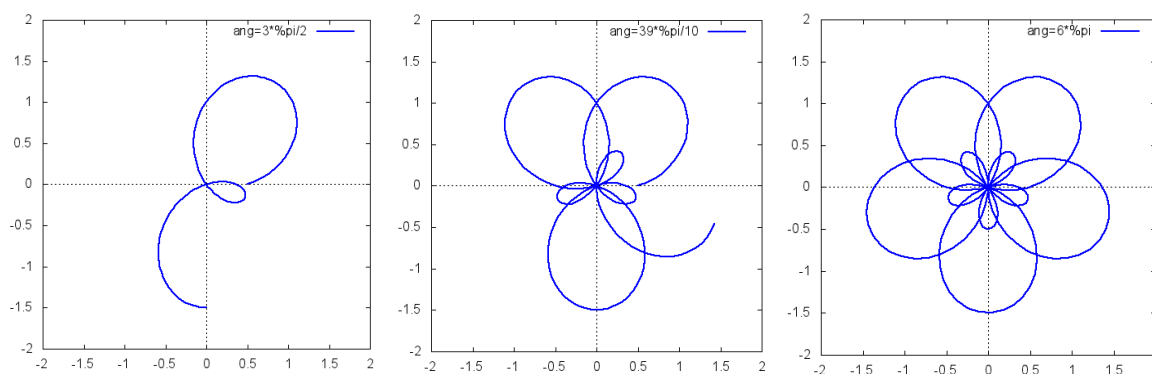


Рис. 1. Анімаційна побудова графіка функції в полярних координатах

2. Послідовне демонстрування графіків відповідно до значень параметра функції, який одночасно є параметром анімації. Для прикладу можна розглянути створення анімаційної демонстрації дослідження вигляду n -пелюсткової троянди $r = R \sin n\varphi$ для різних значень параметра n (рис. 2).

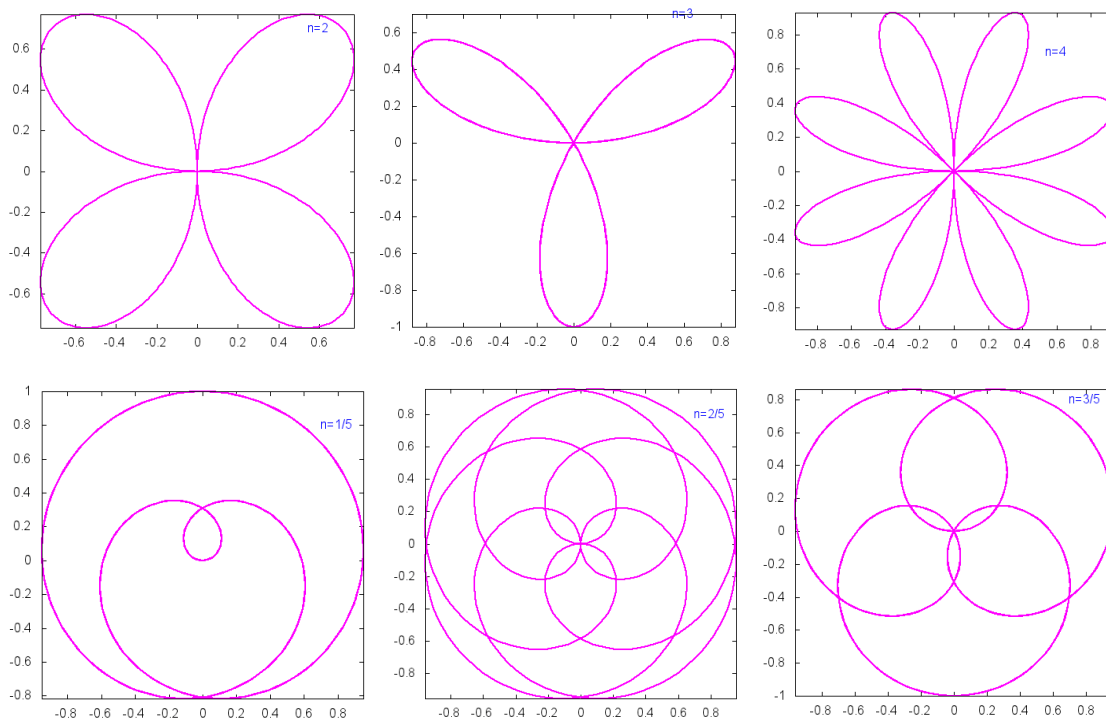


Рис. 2. Вигляд графіка n -пелюсткової троянди для різних значень параметра

3. Рух геометричних об'єктів (точки, прямої, площини, лінії тощо) у певному напрямку або вздовж лінії, за якою визначається траєкторія руху. Наприклад, якщо розглядати рух точки вздовж кола, параметр анімації пов'язують з координатами точки на колі.

Під час моделювання складних анімаційних наочностей описані анімаційні примітиви використовуються в комплексі.

Розглянемо приклад.

Приклад. Створити анімаційну імітацію утворення гіпоциклоїди, як кривої, що описується точкою кола, яке котиться внутрішньою стороною вздовж іншого нерухомого кола без проковзування.

Розв'язування.

Відомо, що параметричні рівняння гіпоциклоїди мають вигляд:

$$\begin{cases} x = r(k-1)\left(\cos t + \frac{\cos(k-1)t}{k-1}\right), \\ y = r(k-1)\left(\sin t - \frac{\sin(k-1)t}{k-1}\right), \end{cases} \text{ де } k = \frac{R}{r}, \quad R - \text{радіус нерухомого кола, } r - \text{радіус кола,}$$

що котиться вздовж внутрішньої сторони нерухомого кола.

Для спрощення і кращого розуміння розглянемо спочатку окремий випадок, коли $R = 8$, $r = 2$. Центр великого нерухомого кола розмістимо в початку координат.

Нехай ang – параметр анімації. Для того щоб мале коло зробило повний оберт, ang змінюється від 0 до 2π , причому різниця між кадрами анімації нехай складає

$$\Delta ang = \frac{\pi}{10}.$$

Під час руху малого кола його центр рухатиметься вздовж кола з радіусом $R - r$. Отже, параметричні рівняння рухомого кола матимуть вигляд: $(8 - 2) \cos ang + 2 \sin t$, $(8 - 2) \sin ang + 2 \cos t$.

Змінювання t від 0 до ang в параметричних рівняннях гіпоциклоїди забезпечить ілюстрацію плавної побудови лінії (у даному випадку астроїди), як сліду точки на рухомому колі, координати якої визначаються за рівняннями $((8 - 2)(\cos ang + 2 \cos(ang((8/2 - 1)/(8 - 2)))$;

$$(8 - 2)(\sin ang + 2 \sin(ang((8/2 - 1)/(8 - 2))).$$

Тоді програмна реалізація цього завдання матиме вигляд:

```
with_slider_draw(
    /*визначаємо параметр анімації*/
    ang, makelist(i, i, 0, 20) * %pi / 10,
    /*налаштовуємо вигляд графічного поля*/
    proportional_axes = xy,
    xrange = [-8, 8],
    yrange = [-8, 8],
    nticks = 80,
    /*нерухоме коло*/
    color = red,
    parametric(8 * cos(t), 8 * sin(t), t, 0, 2 * %pi),
    /*рухоме коло*/
    parametric((8 - 2) * cos(ang) + 2 * sin(t),
        (8 - 2) * sin(ang) + 2 * cos(t), t, -%pi, %pi),
    /*гіпоциклоїда (астроїда)*/
    color = blue,
    line_width = 2,
    parametric((8 - 2) * (cos(t) + 2 * cos(t * (8/2 - 1)) / (8 - 2)),
        (8 - 2) * (sin(t) - 2 * sin(t * (8/2 - 1)) / (8 - 2)),
        t, 0, ang),
    /*точки*/
    color = black,
    point_type = 7,
    point_size = 1,
    points_joined = true,
    line_width = 1,
    points([
        [0, 0], /* центр великого кола
        (8 - 2) * [cos(ang), sin(ang)], /* центр малого кола
        /* точка на малому колі */
        [(8 - 2) * (cos(ang) + 2 * cos(ang * (8/2 - 1)) / (8 - 2)),
        (8 - 2) * (sin(ang) - 2 * sin(ang * (8/2 - 1)) / (8 - 2))] ]));
```

У результаті одержимо анімацію, окремі кадри якої зображені на рис. 3.

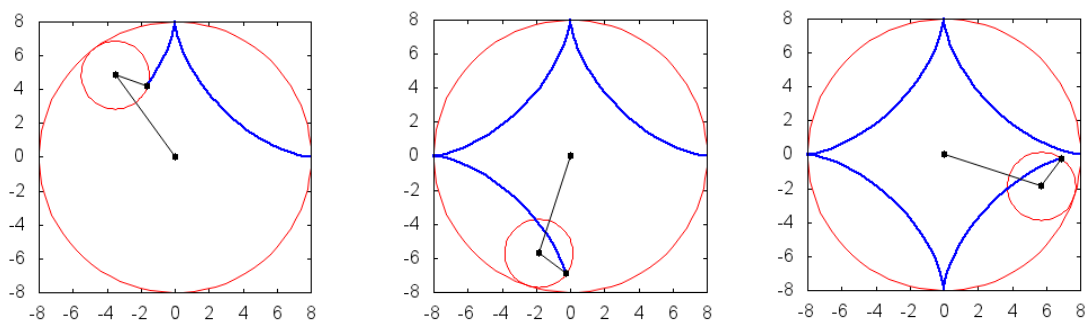


Рис. 3. Анімаційна модель утворення гіпоциклоїди

Як видно з рис. 3, у даному випадку гіпоциклоїда має вигляд астроїди. Розглядаючи цю анімаційну модель, з'являється питання: який існує взаємозв'язок між співвідношенням величини радіусів рухомого і нерухомого кола та графічним виглядом гіпоциклоїди? Використовуючи створену модель, слід дослідити вигляд кривої гіпоциклоїди залежно від різних значень радіусів рухомого і нерухомого кіл.

Аналогічно створюється анімаційна модель утворення епіциклоїди, як кривої, що описується точкою кола, яке котиться без проковзування вздовж зовнішньої сторони іншого нерухомого кола.

У тривимірній системі координат, як приклад, можна розглянути анімаційну модель дослідження перетину поверхні другого порядку площиною (рис. 4).

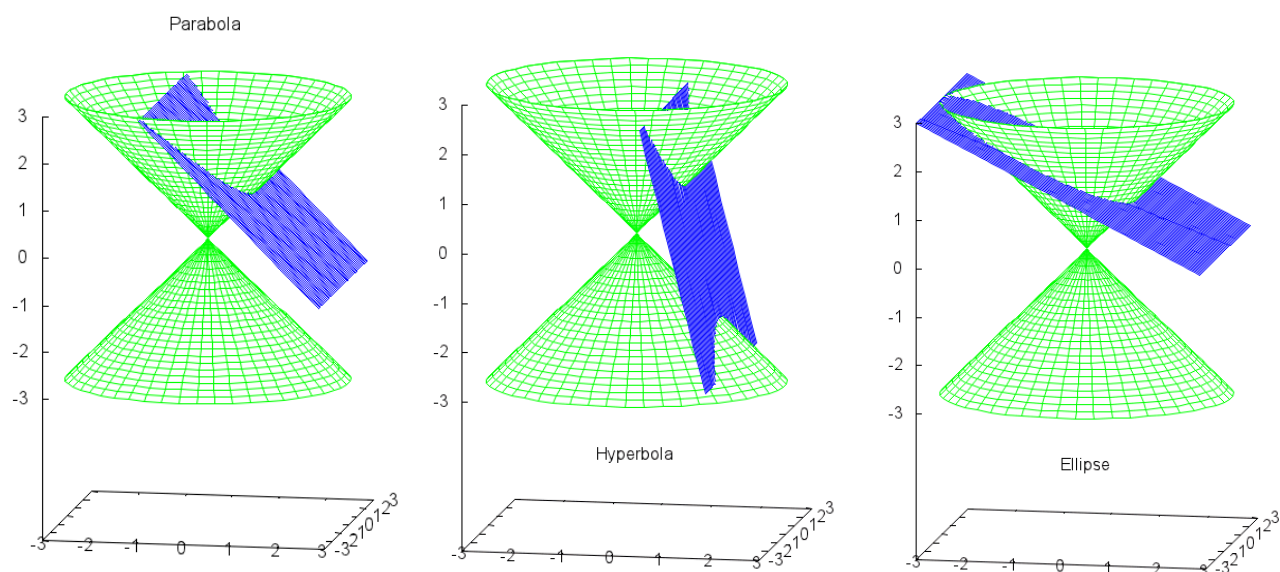


Рис. 4. Перетин конічної поверхні площиною

Під час навчання моделювання анімаційних наочностей здійснюється реалізація міжпредметних зв'язків математики й інформатики, а також інших предметних галузей. Уміння студента створювати анімаційну модель ґрунтується не тільки на вмінні використовувати інструментарій програмного засобу, але й на теоретичних знаннях предметної галузі. Розвиток умінь анімаційного моделювання і формування графічної культури майбутніх учителів математики й інформатики невіддільне від формування їх геометричної і загальної математичної культури. Це повинно здійснюватися у вузі як єдиний процес розвитку мислення, уяви, інтелектуальних здібностей, дослідницьких умінь у процесі навчання різних навчальних предметів. Навчання інформатики в такому разі може відігравати інтегруючу роль.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отже, застосування моделювання анімаційних наочностей у навчальному процесі дозволяє візуалізувати динаміку перебігу процесів і проявів явищ, складних для уявлення, показати рухомі елементи, акцентуючи увагу на найважливіших з погляду навчальних цілей і завдань характеристиках досліджуваних об'єктів.

Створюючи анімаційні моделі за допомогою систем комп'ютерної математики, студенти вивчають не тільки особливості роботи з програмами математичного призначення, а також поглиблюють знання і розвивають навички дослідження математичних об'єктів, мають можливість розвивати навчально-дослідницькі уміння і творчі здібності.

Перспективним напрямом подальших досліджень є питання підготовки анімаційних моделей для ефективного їх використання в педагогічній діяльності. За яким би напрямом не відбувалося навчання моделювання анімаційних наочностей, обов'язково треба дотримуватися принципу профільності – навчання студентів засобів моделювання повинно відбуватися на матеріалі їх спеціальності.

Моделювання анімаційних наочностей слід ефективно поєднувати з програмуванням, що дасть змогу ознайомитися з додатковими можливостями застосування спеціалізованого математичного і графічного середовища систем комп'ютерної математики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белоусова Л. И. Дидактические аспекты использования технологий визуализации в учебном процессе общеобразовательной школы [Електронний ресурс] / Л. И. Белоусова, Н. В. Житнева // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – Том 40, №2. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1017#.VOt993ysXHU>.
2. Бугаєць Н. О. Створення анімаційних демонстрацій засобами програми Maple // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2013. – №2. – С. 55–62.
3. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А. А. Вербицкий. – М. : Высшая школа, 1991. – 207 с.
4. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М. : Педагогика, 1986. – 113 с.
5. Жалдак М. І. Використання комп'ютера в навчальному процесі має бути педагогічно виваженим і доцільним / М. І. Жалдак // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2011. – №3. – С. 3–12.
6. Калмыкова З. И. Продуктивное мышление как основа обучаемости / З. И. Калмыкова. – М. : Педагогика, 1981. – 200 с.
7. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 [Електронний ресурс] / Р. Н. Кветний, І. В. Богач та ін. – Режим доступу : http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_m/t1/11..htm.
8. Розакова Л. И. Методы математического и компьютерного моделирования в СКМ Maple графических и анимационных материалов для школьных курсов математики [Електронний ресурс] // Вестник ТГПУ, 2010. – №3(21). – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/metody-matematicheskogo-i-kompyuternogo-modelirovaniya-v-skm-maple-graficheskikh-i-animatsionnyh-materialov-dlya-shkolnyh-kursov>.
9. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі : монографія. / Науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. – 340 с.
10. Теплицький І. О. Елементи комп'ютерного моделювання / І. О. Теплицький. – Кривий Ріг : КДПУ, 2005. – 208 с.
11. Томашевський В. М. Моделювання систем / Томашевський В. М. – К. : Видавничка група ВНУ, 2005. – 352 с.
12. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики : монографія. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.
13. Фридман Л. М. Наглядность и моделирование в обучении / Л. М. Фридман. – М. : Знание, 1984. – 80 с.
14. Хазіна С. А. Комп'ютерне моделювання фізичного процесу у різних програмних середовищах / С. А. Хазіна // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – №6 (13). – С. 93–97.
15. Wilhelm Haager. Graphics with MAXIMA. – HTL St. Polten, Department Electrical Engineering, 2011. – 34 p.

Матеріал надійшов до редакції 02.05.2015 р.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АНИМАЦИОННЫХ ИМИТАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ПРОГРАММЫ МАХИМА

Бугаец Наталья Александровна

ассистент кафедры физики

Нежинский государственный университет имени Николая Гоголя, г. Нежин, Украина

anatashika@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются методические особенности обучения компьютерного моделирования процессов и явлений с использованием анимации. Отмечается важность наглядности учебного материала, на основании которой сочетаются чувственное восприятие с мышлением в процессе познания. Описывается понятие моделирования и процесс построения моделей. Представлены инструменты графической среды системы компьютерной математики Maxima для моделирования анимационных имитаций. Приведены примеры создания анимационных моделей в математике и их использования для развития учебно-исследовательских умений.

Ключевые слова: модель; моделирование; имитационное моделирование; технологии визуализации; исследование.

MODELING OF ANIMATED SIMULATIONS BY MAXIMA PROGRAM TOOLS

Nataliya O. Bugayets

assistant of the Department of Physics

Nizhyn Gogol State University, Nizhyn, Ukraine

anatashika@gmail.com

Abstract. The article deals with the methodical features in training of computer simulation of systems and processes using animation. In the article the importance of visibility of educational material that combines sensory and thinking sides of cognition is noted. The concept of modeling and the process of building models has been revealed. Attention is paid to the development of skills that are essential for effective learning of animated simulation by visual aids. The graphical environment tools of the computer mathematics system Maxima for animated simulation are described. The examples of creation of models animated visual aids and their use for the development of research skills are presented.

Keywords: model; modeling; animation; simulation model; technology of visualization; research.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Belousova L. I. Didactical aspects using technology of the visualization in educational process of secondary school [online] / Belousova L. I., Zhytneva N. V. // Information Technologies and Learning Tools. – 2014. – Tom 40. – №2. – Available from : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1017#.VR1-bfysXHU> (in Russian).
2. Bugayets N. O. Creation animated demonstrations with the help of means of the Maple program / Bugayets N. O. // Informatics and information technology in education. – 2013. – № 2. – P. 55–61 (in Ukrainian).
3. Verbitskyi A. A. Active learning in higher education: contextual approach / A. A. Verbitskyi. – Moscow : Higher school, 1991. – 207 p. (in Russian).
4. Davydov V. V. Problems of developing training / V. V. Davydov. – Moscow : Pedagogy, 1986. – 113 p. (in Russian).
5. Zhaldak M. I. Using a computer in the classroom must be weighed and pedagogically appropriate / M. I. Zhaldak // Computer for school and family. – 2011. – №3. – P. 3–12 (in Ukrainian).
6. Kalmykova Z. I. Productive thinking as a basis for learning / Z. I. Kalmykova. – Moscow : Pedagogy, 1981. – 200 p. (in Russian).
7. Computer simulation of systems and processes. Computing techniques. Part 1 [online] / R. N. Kvyetnyy, I. V. Bohach and others. – Available from : http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_m/t1/11..htm (in Ukrainian).

8. Rozakova L. I. Methods mathematical and computer modeling graphic and animated materials for mathematics courses for school in SCM Maple [online] // Vestnik TSPU, 2010. – №3 (21). – Available from : <http://cyberleninka.ru/article/n/metody-matematicheskogo-i-kompyuternogo-modelirovaniya-v-skm-maple-graficheskikh-i-animatsionnyh-materialov-dlya-shkolnyh-kursov> (in Russian).
9. Semerikov S. A. Fundamentalization study of computer sciences in higher education : monograph. – Kyiv : Drahomanova NPU, 2009. – 340 p. (in Ukrainian).
10. Teplytskyy I. O. Elements of computer modeling / I. O. Teplytskyy. – Krivoy Rog : KSPU, 2005. – 208 p. (in Ukrainian).
11. Tomaszewski V. M. Simulation Systems / V. M. Tomaszewski. – Kyiv : Publishing Group BHV, 2005. – 352 p. (in Ukrainian).
12. Trius U. V. Computer-oriented methodical system of teaching mathematics : monograph. – Cherkasy : Brama-Ukraine, 2005. – 400 p. (in Ukrainian).
13. Friedman L. M. Visibility and Modeling in learning / L. M. Frydman. – M. : Knowledge, 1984. – 80 p. (in Russian).
14. Hasina S. A. Computer simulation of physical processes in various software environments / S. A. Hazina // Scientific journal Dragomanov NPU. Series №2. Computer-oriented educational systems. – Kyiv : Dragomanov NPU, 2008. – №6 (13). – P. 93–97 (in Ukrainian).
15. Wilhelm Haager. Graphics with MAXIMA. – HTL St. Polten, Department Electrical Engineering, 2011. – 34 p. (in English).