УДК 371.134; 655.41:004

ЗАСТОСУВАННЯ ВИДАВНИЧОЇ СИСТЕМИ LATEX ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ВИДАНЬ З АНІМАЦІЙНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Дейнеко Ж.В.
к.т.н., доцент, кафедра «Медіасистеми та технології»,
Харківський національний університет радіоелектроніки
Нікітенко О.М.
к.т.н., доцент, кафедра «Інформаційно-вимірювальних технології»,
Харківський національний університет радіоелектроніки
Зелений О.П.
к.т.н., доцент, кафедра «Медіасистеми та технології»,
Харківський національний університет радіоелектроніки

Анотація. *В основу викладання більшості дисциплін в технічних закладах вищої освіти, спрямованих на формування у студентів професійних інженерних компетентностей, покладені уявлення про дію складних сучасних інформаційних систем, принципи яких засновані на математичних моделях та методах. Метою цього дослідження стало визначення впливу анімації під час навчальної діяльності студентів інженерних спеціальностей. Стаття присвячена огляду програмного забезпечення для створення анімаційних файлів. Наведено приклади побудови анімаційних зображень для різних програмних продуктів. Запропоновано використання для цього настільної видавничої системи Latex.*

Ключові слова: *СКМ; MAPLE; LATEX; PDF-ДОКУМЕНТ; МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ; АНІМАЦІЙНІ ЗОБРАЖЕННЯ, КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА*

Вступ

В теперішній час завдяки сучасним новітнім технологіям стало дуже корисно використовувати різноманітні можливості комп'ютера: комп'ютерну та інженерну графіку, аудіо, відеоролики високої якості, інтерактивні моделі та анімації. Під час викладання будь-якої дисципліни у закладі вищої освіти (ЗВО) у навчальному процесі суттєво важливою є наочність, на основі якої поєднуються наочні, пізнавальні, систематизуючі та інформаційні сторони пізнання і яка є важливим засобом набуття знань [1].

За допомогою сучасних інформаційних технологій розширюється змістова сторона наочності навчання, стає можливим подавати навчальний матеріал лекції або лабораторно-практичні заняття у формах, більш сприятливих для активного сприйняття, здійснюється вплив на емоційний стан людини, що сприяє активізації її навчально-пізнавальної діяльності. Використання сучасних комп'ютерних засобів є невід'ємною частиною

методики викладання основних курсів з математики, фізики, природничих наук тощо [2]. Зробимо акцент на використанні саме анімації.

Слід зазначити, що навчальні дисципліни у вищій і середній школах стають все складнішими і їх навчання вимагає все більшої теоретичної глибини застосування різноманітних засобів і методів пізнання.

Суттєвим є те, що використання анімації у навчальному процесі надає можливість: подавати навчальний матеріал більш доступно; подати складні абстрактні об'єкти у вигляді наочних і зрозумілих образів, використовуючи динамічні схеми й анімаційні моделі; навчальний матеріал, що перебуває поза сферою інтересів студентів, зробити захоплюючим і цікавим, 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 навчання та пошуку знань.

Існуючі технології зображення та візуалізації інформації, форми її інтерактивного засвоєння дозволяють використовувати їх під час лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, при підготовці до публічних виступів у презентаціях, майстер-класах тощо [3-5].

В процесі навчання студенти неминуче стикаються з проблемою оформлення результатів своїх досліджень: лабораторні та практичні роботи, реферати, кваліфікаційні роботи, науково-дослідницька діяльність, творчі проєкти тощо [3-7] і більшість з них при підготовці звітів та публічних виступів використовують анімаційні об'єкти та анімації. Ці практичні навички дозволять молодим науковцям з легкістю готувати весь спектр наукових публікацій (препринти, статті в міжнародних реферованих журналах, доповіді на семінарах та конференціях, постери та презентації для конференцій) з найвищою якістю, високою сумісністю створених робіт і в ногу з часом, а також привчатиме їх до структурування й методичності власної наукової роботи.

Мета дослідження

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

Метою цього дослідження є здійснення огляду популярних програмних продуктів, що дозволяють створювати не тільки власне анімаційне зображення, а й наведення прикладів створення анімаційних електронних освітніх ресурсів.

Основна частина

Використання інформаційних ресурсів, одним з яких є анімація, безпосередньо впливає на якість навчального процесу. Виходячи із власного

досвіду, під час підготовки теоретичних матеріалів, в яких використовують анімацію, візуалізація навчального матеріалу позитивно відображається на мотиваційних механізмах навчально-пізнавальної діяльності студентів, підвищує рівень їхнього пізнавального інтересу, стимулює до самостійного пошуку знань.

Розглянемо основні фактори, що впливають на ефективність використання інформаційних ресурсів у навчальному процесі.

1. Інформаційне перенавантаження. Надлишок даних слугує причиною зниження якості мислення у першу чергу серед освічених членів сучасного суспільства.

2. Впровадження сучасних інформаційних технологій доцільне у тому випадку, якщо це дозволяє створити додаткові можливості у таких напрямках:

– доступ до більшого обсягу навчальної інформації;

– образна наочна форма зображення матеріалу, який вивчають;

– підтримка активних методів навчання;

– можливість вкладеного модульного зображення інформації.

3. Виконання дидактичних вимог:

– доцільність зображення навчального матеріалу;

– достатність, наочність, повнота, сучасність та структурованість навчального матеріалу;

– багатошаровість зображення навчального матеріалу за рівнями складності;

– сучасність та повнота контрольних запитань та тестів;

– протоколювання дій під час роботи;

– інтерактивність, можливість вибору режиму роботи з навчальним матеріалом;

– наявність в кожному предметі основної інтерактивної та варіативної частин, які можуть корегуватися.

4. Комп’ютерна підтримка кожного предмету, що вивчають.

Позитивним під час використання інформаційних технологій в освіті є підвищення якості навчання через:

– більшу адаптацію того, хто навчається, до навчального матеріалу з врахуванням власних можливостей та здібностей;

– можливості вибору відповідного методу засвоєння предмету (для того, хто навчається);

– регулювання інтенсивності навчання на різних етапах навчального процесу;

– самоконтроль;

– доступ до раніше недосяжних освітніх ресурсів українського та світового рівня;

– підтримку активних методів навчання;

– образної наочної форми зображення матеріалу, які вивчають;

– модульний принцип побудови, що дозволяє тиражувати окремі складові частини інформаційної технології;

– розвиток світового навчання.

Негативними наслідками використання інформаційних технологій в освіті є такі:

– психобіологічні, що впливають на фізичний та психологічний стан того, хто навчається, і, в тому числі, формують світогляд, який є чужим національним інтересам країни;

– культурні, що загрожують самобутності того, хто навчається;

– соціально-економічні, що створюють нерівні можливості отримання якісної освіти;

– політичні, що сприяють руйнуванню громадянського суспільства в національних країнах;

– етичні та правові, що призводять до безконтрольного копіювання та використання чужої інтелектуальної власності.

Використання комп'ютерної анімації, високоякісної графіки, відеоряду, схемних, формульних, довідкових презентацій дозволяє уявити курс або дисципліну у вигляді послідовного або розгалуженого ланцюжка динамічних картинок з можливістю переходу (з поверненням) в інформаційні блоки, що реалізують ті чи інші конструкції або процеси. Мультимедіа-системи з використанням об’єктів анімації, дозволяють зробити подання навчального матеріалу максимально зручним і наочним, що стимулює зацікавленість у навчанні і дозволяє усунути прогалини в знаннях та спонукати студентів до самостійного розглядання та вивчення представленого матеріалу.

Наразі отримали широке застосування наступні напрями використання інформаційних технологій.

1. Комп’ютерні програми та навчальні системи, якими є:

– комп’ютерні підручники, що призначені для формування нових знань та навичок;

– діагностичні чи тестові системи, що призначені для діагностування, оцінювання та перевірки знань, компетентностей та навичок;

– тренажери та імітаційні програми, що відображають той чи інший аспект реальності, його основні структури та функціональні характеристики й призначені для формування практичних навичок;

– лабораторні комплекси, на яких базуються програми моделювання, що надають у розпорядження того, хто навчається, можливості використання математичної моделі для дослідження певної реальності;

– експертні системи, що призначені для навчання навичкам прийняття рішень на базі накопиченого досвіду та знань;

– бази даних та бази знань з різноманітних галузей, що забезпечують доступ до накопичених знань;

– прикладні та інструментальні програмні засоби, що забезпечують виконання певних навчальних операцій (обробку текстів, складання таблиць, редагування графічної інформації тощо).

2. Системи на базі мультимедіа-технологій, що створено із застосуванням відеотехніки, проєкторів.

3. Інтелектуальні навчальні експертні системи, які спеціалізуються за конкретними галузями застосування та мають практичне значення як в процесі навчання, так і в начальних дослідженнях.

4. Інформаційне середовище на основі баз даних та баз знань, що дозволяють здійснити як прямий, так і віддалений доступ до інформаційних ресурсів.

5. Телекомунікаційні системи, що реалізують електронну пошту, телеконференції тощо й дозволяють здійснити вихід в світові комунікаційні мережі.

6. Електронні настільні типографії, що дозволяють в індивідуальному режимі з високою швидкістю здійснювати випуск навчальних посібників та документів на різноманітних носіях.

7. Електронні бібліотеки як розподіленого, так і централізованого характеру, що дозволяють по-новому реалізувати доступ того, хто навчається, до світових інформаційних ресурсів.

8. Геоінформаційні системи, що базуються на технології об'єднання комп'ютерної картографії та систем керування базами даних.

9. Системи захисту інформації різноманітної орієнтації.

З'явилася можливість створювати підручники, навчальні посібники та інші методичні матеріали в електронному вигляді. Вони можуть бути поділені на наступні групи.

1. Підручники, що є текстовим викладанням матеріалу з великою кількістю ілюстрацій, які можуть бути встановлені на сервері й передані через мережу на домашній комп'ютер. За обмеженою кількістю матеріалу такий підручник може бути реалізований у прямому доступі користувача до сервера.

2. Підручники з високою динамікою ілюстративного матеріалу, що збережено на CD-ROM. Поруч з основним матеріалом вони можуть містити засоби інтерактивного доступу, анімації та мультиплікації, а також відеозображення, які в динаміці демонструють принципи та засоби реалізації певних процесів та явищ.

3. Сучасні комп'ютерні навчальні системи для проведення навчально-дослідних робіт. Вони реалізують моделювання як процесів, так і явищ, тобто створюють нове навчальне комп'ютерне середовище, в якому той, хто навчається, є активним учасником й може сам вести навчальний процес.

4. Системи віртуальної реальності, в яких той, хто навчається, стає учасником комп'ютерної моделі, що відбиває оточуючий світ.

5. Системи дистанційного навчання. У складних соціально-економічних умовах дистанційне навчання стає особливо актуальним для віддалених регіонів, для людей з малою рухливістю, а також під час самоосвіти та самостійної роботи [6].

Залежно до вимог результату навчального процесу трансформуються і способи та методи його досягнення. Розвиток сучасного освітнього процесу та його компонентів зараз пропонує великий вибір нових технологій, які є оптимізованими до навчального процесу. Все це підпадає під поняття «електронний освітній ресурс» (ЕОР) у процесі навчання та сприяє швидкому запам’ятовуванню інформації. Використання ЕОР в навчальному процесі допомагає вирішити ряд проблем: індивідуальний підхід, диференціація індивідуальних завдань, виховання навичок самоконтролю та відповідальність за виконану роботу [6, 7].

Сучасні електронні освітні ресурси

Електронні освітні ресурси (ЕОР) – навчальні, наукові, інформаційні, довідкові матеріали та засоби, розроблені в електронній формі та представлені на носіях будь-якого типу або розміщені у комп'ютерних мережах, які відтворюються за допомогою електронних цифрових технічних засобів і необхідні для ефективної організації навчально-виховного процесу, в частині, що стосується його наповнення якісними навчально-методичними матеріалами [7]. Використання ЕОР в навчальному процесі є невід’ємною частиною будь-якого заняття, а сучасні електронні платформи допомагають систематизувати робочий матеріал, наповнити заняття, як лекційне та й практичне, наочністю, сучасністю, зацікавити учасників навчального процесу.

ЕОР є складовою частиною навчально-виховного процесу, має навчально-методичне призначення та використовується для забезпечення навчальної діяльності студентів і вважається одним з головних елементів інформаційно-освітнього середовища.

Метою створення ЕОР є модернізація освіти, змістове наповнення освітнього простору, забезпечення рівного доступу учасників навчально-виховного процесу незалежно від місця їх проживання та форми навчання до якісних навчальних та методичних матеріалів, створених на основі інформаційно-комунікаційних технологій.

Основні види та функціональну класифікацію подано в [7]:

– ***електронний документ*** – документ, інформація в якому подана у формі електронних даних і для використання якого потрібні технічні засоби;

– ***електронне видання*** – електронний документ, який пройшов редакційно-видавниче опрацювання, має вихідні відомості й призначений для розповсюдження в незмінному вигляді;

– ***електронний аналог друкованого видання*** – електронне видання, що в основному відтворює відповідне друковане видання, зберігаючи розташування на сторінці тексту, ілюстрацій, посилань, приміток тощо;

– ***електронні дидактичні демонстраційні матеріали*** – електронні матеріали (презентації, схеми, відео- й аудіозаписи тощо), призначені для супроводу навчально-виховного процесу;

– ***інформаційна система*** – організаційно впорядкована сукупність документів (масивів документів) та інформаційних технологій, в тому числі з використанням технічних засобів, що реалізують інформаційні процеси та призначені для зберігання, обробки, пошуку, розповсюдження, передачі та надання інформації;

– ***депозитарій електронних ресурсів*** – інформаційна система, що забезпечує зосередження в одному місці сучасних ЕОР з можливістю надання доступу до них через технічні засоби, у тому числі в інформаційних мережах (як локальних, так і глобальних);

– ***комп'ютерний тест*** – стандартизовані завдання, представлені в електронній формі, призначені для вхідного, проміжного і підсумкового контролю рівня навчальних досягнень, а також самоконтролю та/або такі, що забезпечують вимірювання психофізіологічних і особистісних характеристик випробовуваного, обробка результатів яких здійснюється за допомогою відповідних програм;

– ***електронний словник*** – електронне довідкове видання упорядкованого переліку мовних одиниць (слів, словосполучень, фраз, термінів, імен, знаків), доповнених відповідними довідковими даними;

– ***електронний довідник*** – електронне довідкове видання прикладного характеру, в якому назви статей розташовані за абеткою або в систематичному порядку;

– ***електронна бібліотека цифрових об'єктів*** – набір ЕОР різних форматів, в якому передбачено можливості для автоматизованого створення, пошуку і використання електронних освітніх ресурсів;

– ***електронний навчальний посібник*** – навчальне електронне видання, використання якого доповнює або частково замінює підручник;

– ***електронний підручник*** – електронне навчальне видання з систематизованим викладом дисципліни (її розділу, частини), що відповідає навчальній програмі;

– ***електронні методичні матеріали*** – електронне навчальне або виробничо-практичне видання роз’яснень з певної теми, розділу або питання навчальної дисципліни з викладом методики виконання окремих завдань, певного виду робіт;

– ***курс дистанційного навчання*** – інформаційна система, яка є достатньою для навчання окремим навчальним дисциплінам за допомогою опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій;

– ***електронний лабораторний практикум*** – інформаційна система, що є інтерактивною демонстраційною моделлю природних і штучних об'єктів, процесів та їх властивостей із застосуванням засобів комп'ютерної візуалізації;

– ***електронні тренажери*** – комплекси програмних, мультимедійних, текстових та графічних комп’ютерних засобів, призначених для: навчання

певній професійній діяльності за допомогою спеціального програмного забезпечення і додаткового технічного обладнання (моделюванню, конструюванню, проектуванню, роботі зі складним технічним обладнанням, методикам проведення експериментів, налаштувань, монтажу тощо); формування професійно-орієнтованих знань та набуття практичного досвіду; відпрацьовування навичок прийняття рішень.

За функціональною ознакою, що визначає значення і місце ЕОР в навчальному процесі, їх можна класифікувати як:

– навчально-методичні ЕОР (навчальні плани, робочі програми навчальних дисциплін, розроблені відповідно до навчальних планів);

– методичні ЕОР (методичні вказівки, методичні посібники, методичні рекомендації до вивчення окремого курсу та керівництва з виконання проектних робіт, тематичні плани);

– навчальні ЕОР (електронні підручники та навчальні посібники);

– допоміжні ЕОР (збірники документів і матеріалів, довідники, покажчики наукової та навчальної літератури, наукові публікації педагогів, матеріали конференцій, електронні довідники, словники, енциклопедії);

– ЕОР для контролю якості знань (тестувальні програми, банки контрольних питань і завдань з навчальних дисциплін та інші ЕОР, що забезпечують контроль якості знань).

– ЕОР повинні відповідати таким вимогам:

– відповідність програмі з навчального предмета, для вивчення якого розроблено ЕОР;

– дотримання законодавства України щодо захисту авторських прав. ЕОР не потребують обов’язкового дублювання у паперовому варіанті.

Під час створення ЕОР можуть бути використані різноманітні інструментальні програмно-технічні та апаратні засоби за умов дотримання вимог щодо створення і використання об’єктів авторського права і суміжних прав, які регулюються Законом України «Про авторське право і суміжні права» та іншими законодавчими актами України [7, 8].

Творча ініціатива людини, що реалізуються в різноманітних напрямках життя, є основним джерелом розвитку людства і фактором соціального прогресу. Всі цивілізовані країни дбають про творчий потенціал суспільства і потенційні можливості кожної людини зокрема. Сучасна особистість повинна вміти мислити творчо, бути здатною жити у безперервно мінливому світі і відчувати себе комфортно під час соціальних змін, впевнено зустрічати непередбачені ситуації, визначати проблеми та інноваційні шляхи їх розв’язання.

Основний напрям освітньої державної політики України спрямований на створення сприятливих умов для розвитку творчого потенціалу українського народу, пошуку та підтримки обдарованих дітей та молоді, самореалізації творчої особистості в сучасному суспільстві.

Слід відмітити, що все частіше у наукових дослідженнях, у галузі психології та педагогіки, науковців (О. Безпалько, Н. Гриценко, В. Завгородня, І. Звєрєва, Н. Лавриченко, Г. Лактіонова, В. Лінніческо, І. Ніколаєску) для розвитку уваги, пам'яті, уяви, сприйняття, абстрактного та логічного мислення, креативності учнів соціальні педагоги-практики звертаються у своїй роботі до анімаційних технологій [6, 9-14, 21, 23].

Використання анімації та анімаційних об'єктів

Використання анімації значно підвищує зацікавленість того, хто навчається, у навчанні, робить процес засвоєння нових знань та уявлень про оточуючий світ більш швидким та різнобічним, сприяє вдосконаленню та закріпленню попереднього матеріалу, розвиває логічне мислення, покращує пізнавальну активність, сприяє розвитку багатьох психічних процесів.

Анімаційні технології відкривають абсолютно нові перспективи розвитку з точки зору професійної діяльності. Ключове місце займає комп'ютерна графіка (дизайн), особливо в багатьох видах образотворчої діяльності. Завдяки новим технологіям успішно розвиваються такі напрямки комп'ютерної графіки (дизайну) як: освіта, видавничі системи, засоби для створення ефектів віртуальної реальності, мультимедіа – видавництво, тривимірна графіка і анімація, комп'ютерні ігри, генерація комп'ютерних зображень для створення спеціальних ефектів, Інтернет.

Передусім потрібно звернутися до сутності ключового поняття «анімація». Термін анімація означає з французької «одухотворення, спонукання до діяльності, оживлення». Однак однозначного розуміння це поняття поки ще не набуло. Анімація сьогодні розуміється як напрям соціокультурної діяльності, і як педагогічна система, і як соціально-педагогічна технологія (А. Андрєєва, Т. Дедуріна, Л. Сайкіна, Л. Тарасов, І. Шульга) [10, 11]. За визначенням І. Шульги [10] соціально-педагогічна анімація стимулює соціальну активність особистості, її здатність до перетворення навколишньої дійсності та самої себе [11]. Н. Максимовська, досліджуючи дозвіллєвий потенціал анімаційної діяльності, зазначає, що «соціально-педагогічна анімація – процес пробудження, одухотворення та активізації власне людських сутнісних духовних сил особистості, результатом чого є натхнення на продуктивне соціальне життя, соціальну творчість, гармонізацію соціальних відносин» [11].

Входячи з вищезазначеного, анімаційна діяльність цілковито пов'язана із розвитком творчого потенціалу особистості.

Вважається, що сила анімації як мистецтва в тому, що вона прокладає найкоротшу відстань від думки до образу. Комп'ютерна анімація дозволяє робити все, що завгодно фантазії людини, або імітувати те, що існує в природі [16, 22, 23].

Анімація (комп'ютерна симуляція) або, як її ще називають, Action Learning, є дуже перспективним напрямком у навчанні. Без візуального подання інформації не відбувається в сучасному світі жодна бізнес-зустріч чи

конференція. Це ж стосується і навчального процесу. Навчання персоналу, студентів і школярів вимагає особливого підходу, ефективного та максимально креативного. Це потрібно в першу чергу для того, щоб створити внутрішню мотивацію у вдосконаленні своїх знань і професійних навичок. Сучасні засоби мультімедіа: зображення, анімація, аудіо та відеоматеріали дозволяють значно спростити й в той же час зробити набагато ефективнішим процес навчання [16].

Анімація сьогодні використовується і для створення електронних підручників, і для розробки програмного забезпечення в рамках освітньої системи, для створення презентацій і звітів з пройденого матеріалу. Багато викладачів використовують у своїх лекціях сучасне обладнання: проєктори, які допомагають зробити лекції більш жвавими та легкими для запам'ятовування. Анімація стимулює до активності тих, хто навчається. Особливо ефективна вона у створенні матеріалів для дисциплін природничого циклу: учням (студентам) цікаво бачити процеси в динаміці. Сприйняття інформації за допомогою таких методів допомагає отримати більш глибокі враження й керувати увагою аудиторії, створює стимули продовжувати навчання з даної дисципліни.

Лекції, лабораторні роботи, модулі й тестові завдання за допомогою анімації стають більш зрозумілими й доступними кожному студенту і школяру.

Фахівці за допомогою досліджень підтвердили, що анімація сприяє підвищенню ефективності навчального процесу. Головне – не зациклюватися власне на самій навчальній анімації, гармонійно розподіляти кількість візуальних ефектів і текстового матеріалу, створювати всі умови для якісного сприйняття інформації тими хто навчається.

Інтерактивна анімація – це анімація, що реагує на дії користувача. Якщо звичайну анімацію переглядаємо як глядачі, то з інтерактивною анімацією необхідно взаємодіяти, вибудовуючи цю взаємодію крок за кроком, або покроково відтворюючи процес.

Інтерактивну анімацію сьогодні активно використовують у рекламі нових товарів, без неї практично не обходяться Internet-магазини, особливо ті, що торгують високотехнологічним товаром: автомобілями, гаджетами тощо.

У чому полягає ключова особливість інтерактивної анімації? Завдяки інтерактивності користувач отримує інформацію й виконує дії в тому режимі, який визначає він сам. Це відкриває нові можливості для організації навчального процесу, особливо в плані розвитку самостійності того, хто навчається.

Анімація відіграє важливу роль у створенні інтерактивних електронних освітніх ресурсів, надаючи їм зручну й привабливу для використання форму. За допомогою спеціальних програм та web-сервісів можна створити інтерактивні застосування з довгим ланцюжком взаємодії, передбачаючи різну реакцію на правильні та помилкові дії користувача, а також варіанти повернення до початку дій у випадку помилки тощо.

Як відомо, інтерактивна анімація міститься в стандартному функціоналі, який знайомий практично кожному сучасному педагогу, застосування PowerPoint. Під час використання слайд-шоу на навчальному занятті анімація, що запускається за клацанням миші, дозволяє дозувати навчальний матеріал й наочно демонструвати послідовність дій, поступово відкриваючи зміст слайда. За допомогою інтерактивної анімації легко організувати етап контролю, спочатку демонструючи запитання й завдання, а потім – розв'язки та відповіді. Нарешті, налаштувавши автоматичний режим, можна показати під час заняття анімований ланцюжок дій, динамічно показати весь процес навчання від початку до кінця.

Комп'ютерна анімація – синтез, заснований на взаємозбагаченні мистецтва і техніки. Значимість анімаційної діяльності як засобу розвитку творчого потенціалу учнівської молоді зумовлена своєрідністю її функцій.

Серед них можна виокремити такі:

– функція адаптації та участі, що має на меті сприяти ефективній соціалізації та пристосуванні людини до численних змін навколишнього світу, усунення або пом'якшення соціальних конфліктів, попередження стресів;

– рекреаційну, пов'язану з відновленням та розвитком фізичних сил людини, організацією дозвілля та цілеспрямованим культурним розвитком особистості;

– виховну (анімація відіграє роль додаткової школи, поглиблюючи відповідні знання та культурні інтереси індивіда);

– коригувальну, що вивільняє учня від щоденної фізичної та психічної втоми, перекриває психологічні вади, виховні та культурні недоліки;

– критичну та стабілізаційну, яка сприяє пошуку нових взаємовідносин між індивідами та групами, нових стилів життя, що стимулюють становлення демократії та полікультурності суспільства.

Отже, інтерактивна анімація, яку грамотно використовують у навчальному процесі:

– забезпечує для кожного зі студентів індивідуальний режим інформування;

– стимулює пізнавальну самостійність та практичну активність учня;

– сприяє всебічному пізнанню об'єкта, процесу, явища, що вивчають, у взаємозв'язку теорії з практикою;

– дозволяє ефективно розв'язувати практично весь спектр дидактичних задач: ознайомлення з новим матеріалом, закріплення, узагальнення та систематизація вивченого, набуття практичних вмінь та навичок, контроль і корекція засвоєння навчального матеріалу.

Створення анімації на різних програмних платформах

Сам процес створення анімації не настільки складний, як це може здатися на перший погляд. Часто достатньо створити всього лише декілька послідовних кадрів (малюнків або слайдів), об'єднавши які можна отримати просту, але

наочну, повноцінну анімаційну композицію. Складність полягає у виборі програмних засобів, які дозволяють створювати невеликі анімації. Основна вимога до такого продукту – доступність і простота використання. Доступність визначається поширеністю і вартістю ліцензії на програмний продукт. Простота використання – особливо важливий пункт в цьому питанні, оскільки користувач (викладач) має бути позбавлений необхідності тривалого освоєння функціоналу програми. Цим вимогам, як правило, рідко задовольняють програми для створення тривимірної анімації. Тому основну увагу при виборі програмного забезпечення необхідно приділяти програмам створення двовимірної анімації. Найбільш простими у використанні є програми, принцип роботи яких заснований на створенні анімації за допомогою об'єднання ряду заздалегідь приготовлених кадрів, або редагування у вікні самої програми вихідного зображення. Спектр подібних програм на сьогодні досить широкий.

Одним з таких програмних продуктів є програма Pencil. Ця програма задовольняє всім необхідним вимогам і має якісно налагоджений, зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Основною перевагою програми є відсутність необхідності встановлення на комп'ютер – програма запускається і працює з теки з дистрибутивом.

За допомогою такої програми можна побудувати анімаційні файли для пояснення явищ та використовуються у природничих науках.

Такими прикладами можуть бути: гістограма для обробки результатів багаторазових вимірювань; геометричні побудови зі шкільного курсу математики; коливання маятника, тягар на пружині; тягар між двома пружинами; емпіричний закон розподілу; розповсюдження хвиль, що описуються за формулою д'Аламбера; рух заряджених частинок у схрещених електричних та магнітних полях; чисельні методи знаходження коренів рівнянь; відбиття та проходження хвиль через межу розподілу двох середовищ (закон Снеліуса); зв'язок між обертальним рухом та синусоїдальними коливаннями; побудова зображення на екрані осцилограф, зокрема фігури Лісажу; стоячі хвилі на прикладі коливання струни та коливання мембрани; ряди функцій; ряди Фур'є, визначення значення числа π через периметр багатокутника; нарисна геометрія; чисельне інтегрування; електродинаміка; динамічні системи; метод градієнтного спуску тощо.

На нашу думку краще такі анімаційні файли створювати за допомогою систем комп'ютерної математики.

Створення універсальних програмних засобів символьної математики стало останнім часом основою нового наукового напряму в інформатиці, яке отримало назву – комп'ютерна алгебра. Системи комп'ютерної математики (СКМ) призначені для різного класу споживачів і їх поділяють на прості, середнього та високого рівнів. Вони дозволяють вирішувати завдання аналітичними та чисельними методами. Обсяг завдань, що вирішуються системою, а також час і точність їх вирішення дуже високі. До простих і відносно нескладних СКМ відносяться системи типу Derive.

Система Derive, в загальній сукупності, є неперевершеними засобами вирішення найскладніших математичних завдань. Вона має такі особливості:

– досить проста у вивченні;

– підтримує інтерактивний режим спілкування користувача (запит-відповідь) із персональним комп'ютером;

– не пред'являє високих вимог до типу та технічних характеристик комп'ютера (реалізується на будь-якому сучасному ПК);

– має елементи інтелектуальної системи, при розв'язанні задач символьної математики;

– забезпечує високу продуктивність;

– стійка до помилок обчислювального процесу;

– забезпечує високу достовірність розв'язання задач;

– найдешевша з усіх універсальних математичних систем цього типу.

Досвід показує, що Derive 5, порівняно з іншими системами, легше впроваджується у навчальний процес щодо дисциплін широкого профілю – від природничо-наукового циклу до спеціальних дисциплін.

До середнього рівня систем комп'ютерної математики відноситься MathCad. Ця система має розвинену систему числових обчислень та дещо обмежену систему символьних перетворень. Символьні перетворення в цій системі здійснюються за допомогою ядра – Maple. Крім того, графічні можливості різних релізів MathCad мало відрізняються графічних можливостей більш складних СКМ.

Ядро системи Maple також використовується й в іншій системі комп’ютерної математики високого рівня – Matlab. Ця система є добре адаптованою та надійною СКМ і розрахована на розв’язання широкого кола задач, особливо щодо числових обчислень. До її недоліків відноситься громіздкість та вимогливість до ресурсів комп’ютера.

Кардинальним чином відрізняються системи вищого класу Maple та Matematica, які дозволяють здійснювати символьні або аналітичні операції.

СКМ вищого класу мають приблизно однакові можливості як символьних, так і числових обчислень. Порівняння розповсюдженості цих систем показало, що розповсюдженість СКМ Maple в 6-7 разів більша за СКМ Matematica [12, 13].

Порівняльна оцінка СКМ Maple та Matematica щодо їх використання [12] показала, що СКМ Matematica під час експлуатації має суттєво більше проблем різноманітного характеру.

Отже, для роботи варто вибрати СКМ Maple, яка дозволяє крім створення анімаційних файлів у форматі gif, імпортувати інформацію у файли форматів: rtf, який є базовим для всіх версій текстового процесора MS Word; html, який є базовим для розміщення документів в Internet; LaTeX – видавнича система для створення математичних текстів, яка є єдиним форматом для більшості світових наукових видань [14, 16] і дозволяє створювати вихідний файл у форматі pdf.

PDF (Portable Document Format) – відкритий платформенно-незалежний формат для опису електронних документів було створено фірмою Adobe Systems у 1993 році. В 2006 році було опубліковано версію стандарту під номером 1.7. Файл в PDF-форматі може бути комбінацією векторної графіки, тексту й растрових зображень (світлини, знімки екрану тощо). У стандарті PDF передбачено можливість створення гіперпосилань, форм та інтерактивних вставок на JavaScript [18-21]. Починаючи з версії 1.6 декларується можливість опису 3D інтерактивних документів.

З точки зору формату для подання презентації PDF задовольняє необхідним умовам, таким як:

– простота створення;

– мобільність;

– інтерактивність.

PDF вже став «негласним» стандартом, тому бажано в цьому форматі й створювати електронні видання. До недавнього часу недоліком цього формату була неможливість розташування в таких файлах анімаційних зображень.

Перевагами цього формату є можливість сумісного використання різних форм зображення інформації (текстової, аудіовізуальної, графічної тощо) в одному PDF-файлі локально без необхідності підключення до мережі Internet, можливість розташування готового продукту на сайті навчального закладу, автора, бібліотеки тощо без необхідності конвертування його в HTML, підтримка вкладень у вигляді документів різних форматів, можливість коментування в тексті з підтримкою наступного обговорення, зручна система навігації по файлу завдяки системі закладок, можливість встановлення різноманітних видів захисту, включаючи встановлення пароля на відкриття і/або редагування, адаптованість під широкий діапазон пристроїв, операційних систем та браузерів, незалежність від наявності доступу до мережі Internet. Крім того, створений у форматі PDF мультимедійний файл (підручник) можна видати як електронний підручник у відповідності до положення про електронні ресурси № 1060 от 01.10.2012 г. та державного стандарту ДСТУ 7157:2010 «Інформація та документація. Видання електронні. Основні види та вихідні відомості» [7].

Таким чином, цей формат можна використовувати як для створення самостійного мультимедійного видання, так і для створення електронного аналога друкованого видання [15, 18].

Використання пакету «animate» для створення анімаційних об’єктів

Видавнича система LaTeX є стандартом у науковому світі й орієнтована на підготовку видання високої якості, тексти яких містять формули, графіки, кольорові діаграми, ілюстрації, а також на фахівців з комп'ютерної графіки, і не тільки [20, 23]. За останні роки склалася тенденція, що найкращі математичні, фізичні та економічні журнали видаються виключно у LaTeX й рекомендують авторам використовувати її для підготовки рукописів. LaTeX не є простим у

його засвоєнні, але має багато переваг відносно популярних систем комп'ютерної математики.

Нещодавно з'явився пакет animate, який дозволяє «побачити» багато математичних конструкцій, які традиційно є складними для розуміння. «Ожививши» деякі геометричні побудови, можна отримати більш повне уявлення про ті чи інші аспекти теорії, ніж від «мертвого» рисунку [16, 17, 21].

Досить часто можна зустрічати документи з рисунками, які не мають відповідного стилю. Рисунки, які містять слова і символи повинні відповідати тексту у документі. Спочатку не наголошувалось на використанні системи TEX для створення графічних об'єктів. Проте існує багато інструментів (PSTricks, pgf/TikZ, METAPOST), які генерують рисунки високої якості. Такі рисунки можна вставляти в документи, і вони відповідатимуть стилю тексту.

Для цілей викладання необхідно створювати анімаційні картинки.

LaTeX пакет «animate» використовується для створення pdf-файлів з анімаційним вмістом графічних об'єктів, таких як LaTeX-картинки, PSTricks-картинки або PDF/TikZ-картинки. На відміну від стандартних відео-файлів пакет «animate» створює анімацію векторної графіки.

Пакет «animate» підтримує процес створення pdf-файлів. Результуючий pdf-файл можна переглянути у програмі Adobe Reader [12, 13].

В документації до пакету «animate» зазначено опції, з яких найчастіше використовують такі [16]:

а) **autoplay –** анімація починається після того, як сторінку відкрито. Також відновлює програвання з попередньо перерваної анімації;

б) **autopause –** пауза в анімації коли сторінку закрито замість зупинки та переходу до фрейму за замовченням;

в) **autoresume –** відновлює попередньо призупинену анімацію коли сторінку відкрито знову;

г) **loop –** анімація перезапускається автоматично після досягнення кінця;

д) **controls –** вставляє кнопки керування (⏮ ◀ ◁ ▷ ▶ ⏭ − ⏯ +) нижче вікна анімації. За допомогою панелі інструментів, управляється процес показу анімації. Всі ці кнопки означають наступне:

– ⏮ – зупинка та перший фрейм;
– ◀ – крок назад;
– ◁ – програвання назад;
– ▷ – програвання вперед;
– ▶ – крок вперед;
– ⏭ – зупинка та останній фрейм;
– − – зменшення швидкості;
– ⏯ – швидкість за замовчуванням;
– + – збільшення швидкості;

е) **step –** анімація відбувається покроково по клацанню мишки.

Обидві кнопки ◁ ▷ заміщуються великою кнопкою ☰ поки анімація програється.

Пакет «animate» містить команду

\animategraphics[<options>]{<frame rate>}{<file basename>}{<first>}{<last>}

і оточення

\begin{animateinline}[<options>]{<frame rate>}

……надрукований матеріал……

\newframe[<frame rate>]

……надрукований матеріал……

\newframe*[<frame rate>]

……надрукований матеріал……

\end{animateinline}

Параметр <frame rate> задає кількість кадрів за секунду анімації.

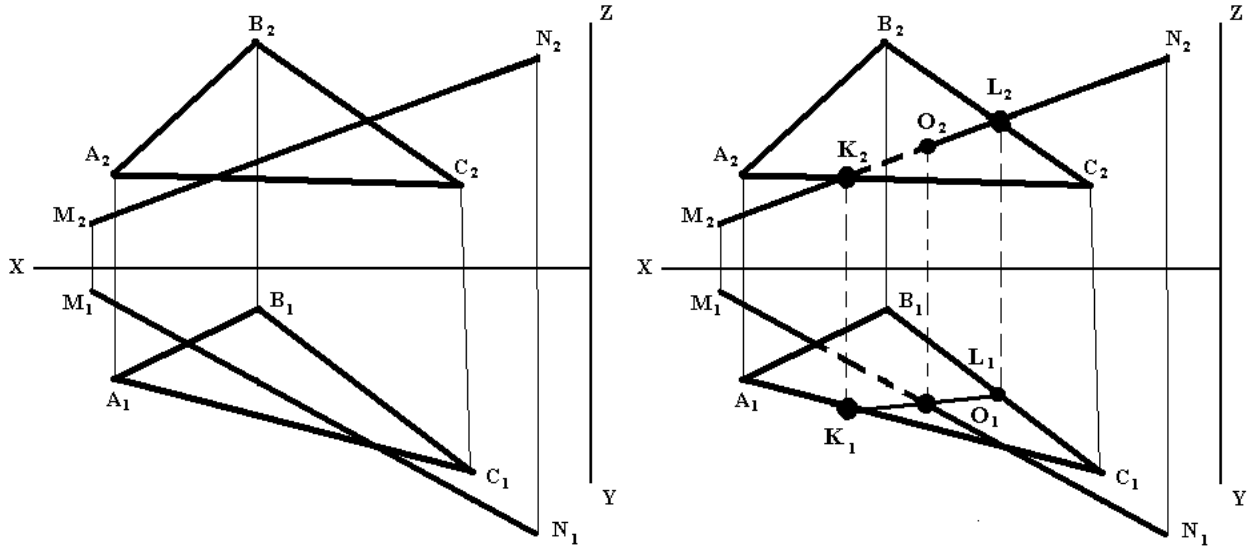
Команда \newframe завершує кадр і починає наступний. Вона може використовуватись лише всередині оточення ‘animateinline’. Команда \newframe* створює паузу анімації на цьому кадрі. Анімація продовжується після клацання на ній.

Анімація будується покадрово за порядком подання матеріалу. Контроль порядку появи, накладання і повторення матеріалу доступний через опцію ‘timeline’.

Усі графічні файли послідовності мають бути занумеровані. <file basename> – це крайня ліва частина імені файлу, яка є загальною для всіх членів послідовності. <first>, <last> – це, відповідно, номер першого і останнього файлу послідовності. Імена файлів можуть бути занумеровані таким чином: 0…999. Якщо номери файлів починаються з нулів, то варто перевірити, чи всі вони мають однакову кількість цифр.

Приклади реалізації анімацій

Сам процес створення анімації не настільки складний, як це здається на перший погляд. На декількох прикладах продемонструємо створення за анімації у pdf-файлах за допомогою пакету animate, а потім отримані файли можна переглядати за допомогою Acrobat Reader. Часто достатньо створити всього лише декілька послідовних кадрів (малюнків або слайдів), об’єднавши які можна отримати просту, але наочну, повноцінну анімовану композицію. Наведемо приклад, який демонструє визначення взаємного розташування прямої MN та площини ABC (рис. 1) [17-19]. Важливим етапом у процесі створення анімаційного об’єкту є визначення певних параметрів анімації, за допомогою яких забезпечується варіювання цієї змінної. Уміння моделювати складні анімаційні наочності базуються на вміннях створювати прості анімації.



а) б)

Рисунок 1 – Початковий (а) та кінцевий (б) кадри анімаційного рисунку

Якщо це просто анімаційний рисунок, що створено програмою типу Pencil, то можна побачити лише зміну кадрів без пояснення, а для навчальних цілей необхідне пояснення процесу, у нашому випадку послідовності визначення взаємного розташування прямої MN та площини ABC.

Для додавання пояснювального тексту необхідно використовувати типи файлів, які мають можливість поєднувати текстові та графічні частини.

Найпростішим типом файлу для цього є файл типу *.rtf (doc, docx, odt), але файли такого формату не підтримують анімаційну графіку, і для пояснення процесу визначення взаємного розташування прямої MN та площини ABC необхідно подати кожен кадр анімованого рисунку окремим рисунком. Можливо таке подання й пояснить процес побудови, але не буде видно динаміки процесу, тільки як в уяві того, хто навчається. Крім того, додавання графічних об’єктів у файли rtf (doc, docx, odt) значно збільшує обсяг самого файлу.

Існує інша можливість: створити файл з типом *.html. Такі файли дозволяють розташувати матеріали безпосередньо на сайті та мають дуже різноманітні можливості анімації. Принцип побудови web-сторінки для таких файлів полягає у тому, що текстовий та графічний матеріал, який відображається на екрані, міститься у різних файлах. До того ж математичні формули найчастіше мають бути також зображені у вигляді окремих рисунків. Така набір з великої кількості файлів негативно впливає на надійність відображення всього матеріалу в цілому.

Фрагмент коду такого файлу наведено нижче [15].

```
<Html>
<Head>
<Title> Назва </Title>
<Body>
текст пояснення
<Img src = "/path/zu.gif">
```

текст пояснення
</Body>
</Html>

Тут текст пояснення, це текстове пояснення протікання процесу. У нашому випадку послідовність кроків для визначення взаємного розташування прямої MN та площини ABC.

/path – путь до того місця, де знаходиться анімований файл.

На нашу думку, значно надійніше, коли текстовий і графічний матеріал містяться в одному файлі. Це, як описано вище, можна зробити, використовуючи настільну видавничу систему LaTeX, яка дозволяє створити один файл формату pdf. Анімаційний pdf-файл може бути створений як з окремих кадрів анімаційного gif–файлу, так і з рисунків, що побудовано за допомогою пакетів Latex 'picture', PSTricks або pgf/TikZ.

Фрагмент коду такого файлу, що побудовано окремих кадрів анімаційного gif–файлу, наведено на рис. 2.

Початкове зображення анімаційної частини pdf–файлу наведено на рис. 3.

```
\documentclass{article}
\usepackage{animate}
\usepackage{graphicx}
\begin{filecontents}{timeline.txt}::0x0        \begin{document}
::1                                            текст пояснення
::2                                            \begin{center}
::3                                            \animategraphics[
::4                                              controls, loop,
::5                                              timeline=test2.txt
::6                                             ]{2}{zu_}{0}{9}
::7                                            текст пояснення
::8                                            \end{center}
::9                                            текст пояснення
\end{filecontents}                             \end{document}
```

Рисунок 2 – Приклад коду на мові LaTeX

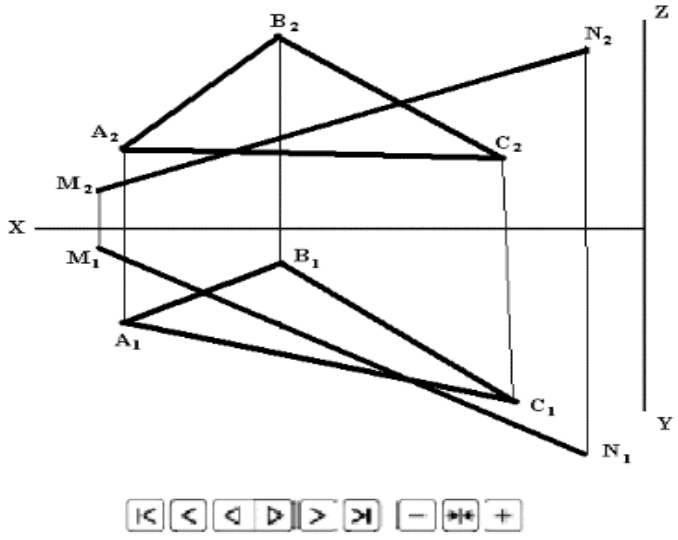


Рисунок 3 – Початковий кадр анімаційного рисунку в pdf–файлі

Іншим прикладом може бути обчислення визначеного інтегралу функції. Як відомо інтегралом функції є площа фігури, що утворена віссю абсцис, функцією, від якої беруть інтеграл, та межами інтегрування [24]. У цьому прикладі обчислюють інтеграл функції x^2 в межах $[0, 2]$. Значення цього інтеграла дорівнює 8/3. Ця анімація допомагає пояснити геометричну інтерпретацію визначеного інтеграла.

На рис. 4 побудовано графік самої функції (червоний колір), площу криволінійного трикутника, що є власне геометричною інтерпретацією визначеного інтеграла (блакитний колір) та цифрове значення інтеграла на кожному кроці (чорний колір).

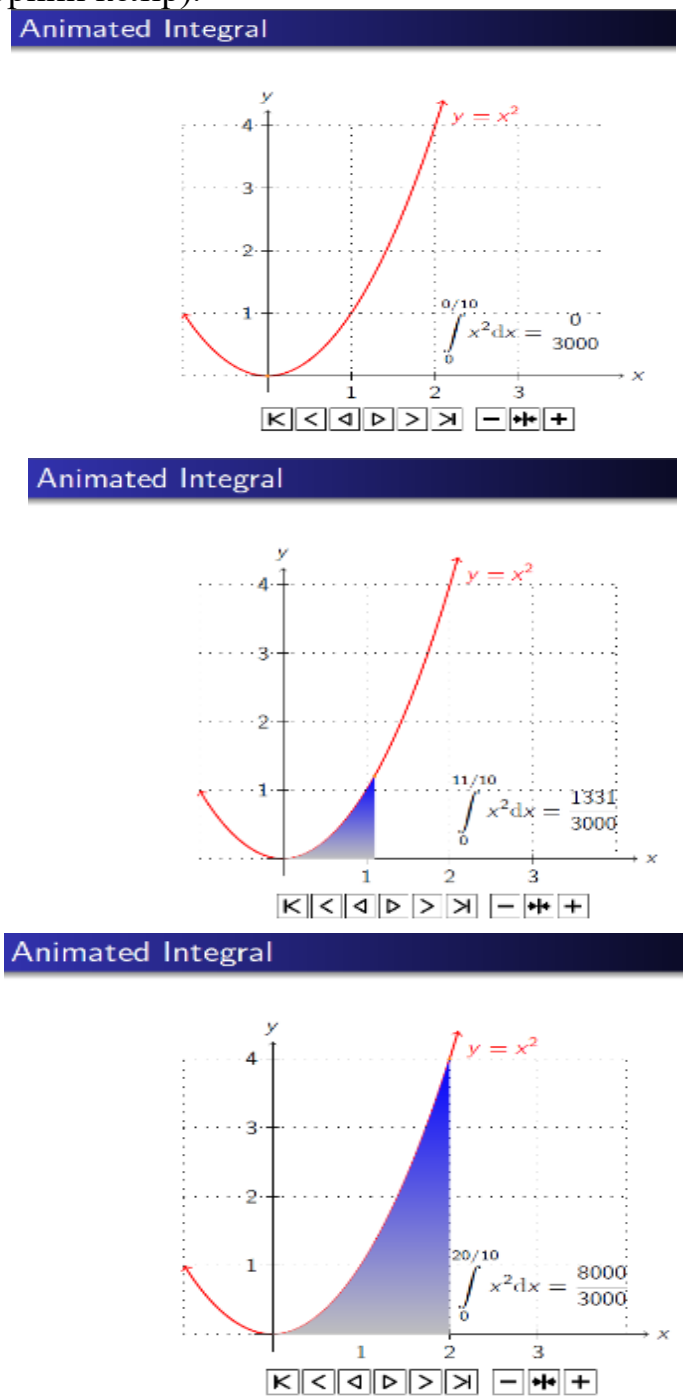


Рисунок 4 – Анімація інтегрування математичної функції

Цю анімацію реалізовано як презентацію із застосуванням класу beamer. Частина коду, що реалізує таку анімацію наведена нижче (рис. 5).

Наступний приклад демонструє анімацію чисельного інтегрування функцій. З практики відомо що велику кількість функцій, що використовують у різноманітних галузях науки, неможливо проінтегрувати аналітично. Для знаходження значень таких інтегралів використовують різноманітні методи чисельного інтегрування, тобто обчислення площі, використовуючи простіші геометричні фігури.

Одним з таких методів є метод прямокутників. Цей метод вважається найменш точним методом чисельного інтегрування, але він найяскравіше показує похибки чисельного інтегрування.

```
\begin{animateinline}[loop, poster = first, controls, palindrome]{2}
   \whiledo{\them < 21}{
   \begin{tikzpicture}[scale=1.25]
   \draw[red,thick,<->] (-1,1) parabola bend (0,0) (2.1,4.41)
      node[below right] {$y=x^2$};
   \draw[loosely dotted] (-1,0) grid (4,4);
   \draw[->] (-0.2,0) -- (4.25,0) node[right] {$x$};
   \draw[->] (0,-0.25) -- (0,4.25) node[above] {$y$};
   \foreach \x/\xtext in {1/1, 2/2, 3/3}
   \draw[shift={(\x,0)}] (0pt,2pt) -- (0pt,-2pt) node[below] {$\xtext$};
   \foreach \y/\ytext in {1/1, 2/2, 3/3, 4/4}
   \draw[shift={(0,\y)}] (2pt,0pt) -- (-2pt,0pt) node[left] {$\ytext$};
   \setcounter{mc}{\value{m}*\value{m}}
   \shade[top color=blue,bottom color=gray!50]
      (0,0) parabola (0.1*\them,0.01*\themc) |- (0,0);
   \escalar{\them}
   \draw (3cm,2pt) node[above]
      {$\displaystyle\int\limits_0^{\them/10} \!\!x^2\mathrm{d}x =
         \displaystyle\frac{\ther}{3000}$};
   \draw[fill=orange,color=orange] (0.1*\them,0.01*\themc) circle (0.5pt);
   \end{tikzpicture}
   \stepcounter{m}
   \ifthenelse{\them < 21}
{
      \newframe
 }
      \end{animateinline}
```

Рисунок 5 – Приклад коду реалізації інтегралу функції

Існує три різновиди інтегрування методом прямокутників. Метод прямокутників, коли функція знаходиться ліворуч від площі, яку апроксимують прямокутниками, так звана нижня сума Рімана. Така апроксимація дає дещо занижене значення площі у порівнянні з аналітичним (від'ємна похибка). Метод прямокутників, коли функція знаходиться праворуч від площі, яку апроксимують прямокутниками, так звана верхня сума Рімана. Така

апроксимація дає дещо завищене значення площі у порівнянні з аналітичним (додатна похибка). Похибки обох цих методів є однаковими за абсолютною величиною. Метод прямокутників, коли функція знаходиться посередині площі, яку апроксимують прямокутниками. Похибка цього методу не гірша за похибку інтегрування методом трапецій.

Покажемо обчислення інтегралу за методом нижньої суми Рімана на прикладі, що запропоновано Едсоном Хосе Тейхейра, який розташовано у [24].

Ця анімація допомагає пояснити похибки чисельного інтегрування. У цьому прикладі обчислюють інтеграл функції x^2 в межах [1, 2] за допомогою методу нижньої суми Рімана. Значення цього інтеграла дорівнює 8/3.

На рис. 6 побудовано графік самої функції та межі інтегрування (чорний колір) та апроксимуючі прямокутники (сірий колір). Площа криволінійних трикутників, що розташовані між кривою та апроксимуючими прямокутниками і є похибкою методу інтегрування. З цього рисунку видно, що збільшення кількості інтервалів розбиття призводить до зменшення похибки інтегрування.

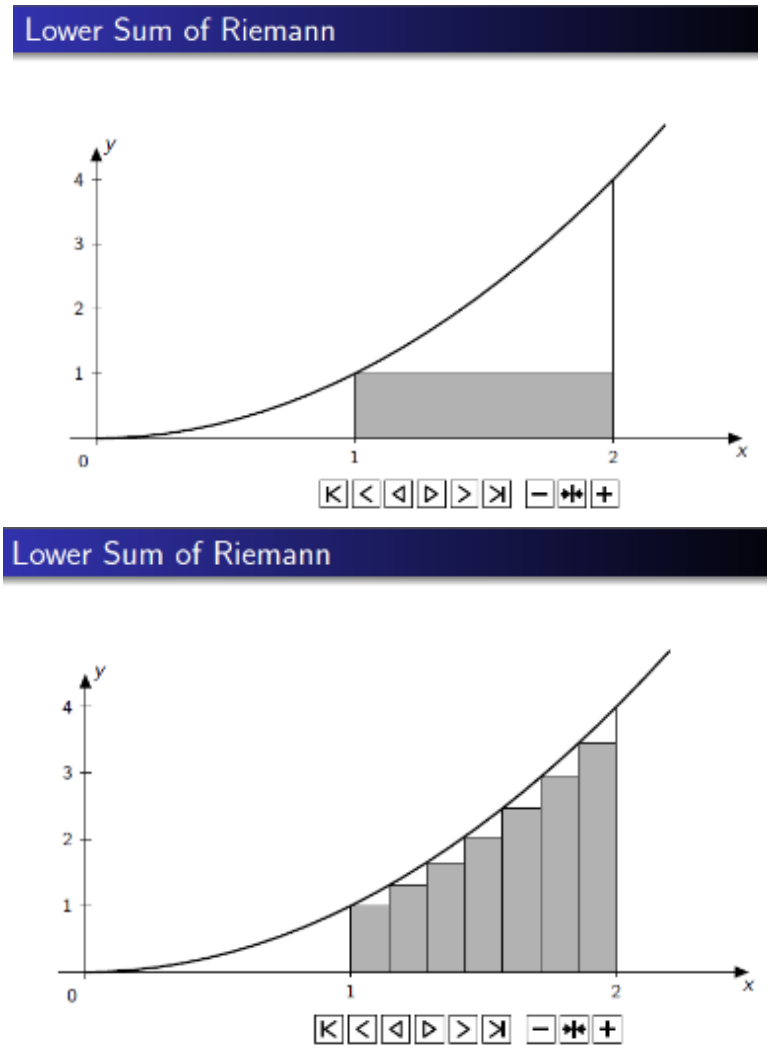


Рисунок 6 – Приклад анімації обчислення інтегралу за методом нижньої суми Рімана

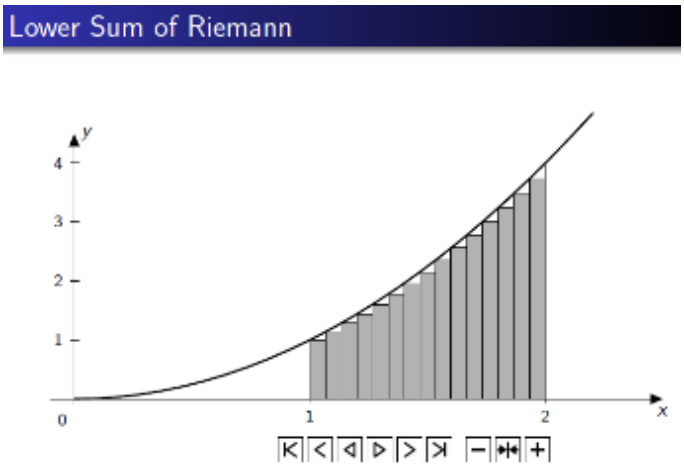


Рисунок 6, аркуш 2

Цю анімацію реалізовано як презентацію із застосуванням класу beamer. Частина коду, що реалізує таку анімацію наведена нижче (рис. 7).

```
\begin{animateinline}[poster = first, controls]{5}
  \whiledo{\thelower<30}{
    \begin{tikzpicture}[line cap=round, line join=round, >=triangle 45,
                  x=4.0cm, y=1.0cm, scale=1]
      \draw[->, color=black] (-0.1,0) -- (2.5,0);
      \foreach \x in {1,2}
        \draw [shift={(\x,0)}, color=black] (0pt,2pt)
            -- (0pt,-2pt) node [below] {\footnotesize $\x$};
      \draw [color=black] (2.5,0) node [below] {$x$};
      \draw [->, color=black] (0,-0.1) -- (0,4.5);
      \foreach \y in {1,2,3,4}
        \draw [shift={(0,\y)}, color=black] (2pt,0pt)
            -- (-2pt,0pt) node[left] {\footnotesize $\y$};
      \draw [color=black] (0,4.5) node [right] {$y$};
      \draw [color=black] (0pt,-10pt) node [left] {\footnotesize $0$};
      \draw [domain=0:2.2, line width=1.0pt] plot (\x,{(\x)^2});
      \clip (0,-0.5) rectangle (3,5);
      \draw (2,0)--(2,4);
      \foreach \i in {1,...,\thelower}
      \draw [fill=black, fill opacity=0.3, smooth,samples=50]
            ({1+(\i-1)/\thelower}, {(1+(\i-1)/\thelower)^2})
          -- ({1+(\i)/\thelower},   {(1+(\i-1)/\thelower)^2})
          -- ({1+(\i)/\thelower},0)
          -- ({1+(\i-1)/\thelower},0)
          -- cycle;
    \end{tikzpicture}
    \stepcounter{lower}
    \ifthenelse{\thelower<30}{ \newframe }
{\end{animateinline}
```

Рисунок 7 – Приклад фрагменту коду обчислення інтегралу за методом нижньої суми, реалізованої в середовищі LaTeX

На цьому рисунку присутні кнопки управління, основні функції яких описано раніше. Завдяки цим кнопкам можна збільшувати чи зменшувати швидкість зміни кадрів, або, особливо на початковому етапі засвоєння матеріалу, переглядати кадри вручну.

Отже, на прикладах, які наведено в роботі, можна також змінювати параметри змінних, налаштовувати характеристики функцій. Слід зазначити, що анімація представляє не лише засіб самостійного вивчення предмета, а також підготовку до контрольних заходів (іспитів, заліків, контрольних робіт та індивідуальних завдань).

Результати дослідження

Анімація сьогодні використовується і для створення електронних підручників, і для створення презентацій і звітів з пройденого матеріалу. Багато викладачів використовують у своїх лекціях сучасне обладнання: лектори, які намагаються зробити свої лекції більш жвавими та легкими для сприйняття та запам'ятовування. Анімація стимулює до активності тих, хто навчається. Особливо ефективна вона у створенні матеріалів для дисциплін природничого циклу: студентам цікаво бачити процеси в динаміці. Сприйняття інформації за допомогою таких методів допомагає отримати глибокі враження й керувати увагою аудиторії, створює стимули продовжувати навчання з даної дисципліни.

З іншого боку, сучасне Internet-покоління потребує цікавого і наочного навчання, в якому є колір, рух, динаміка, а ще й елементи гри та розваги. Для потреб викладання технічних наук потрібна така комп'ютерна система, яка забезпечує зручність під час написання формул та реалізації фізичних процесів, і в той же час зручне середовище для виконання креслень та побудови анімації. Видавнича система LaTeX повністю відповідає цим вимогам. Вона надає зручне середовище і професійні пакети для форматування складних математичних формул, а також можливість зробити динамічну картинку, яка повністю керується на кожному етапі розрахунків. При побудові динамічного процесу, результати цього моделювання можна спостерігати на будь-якому етапі цього процесу.

В ході роботи розглянуто можливості побудови анімаційних файлів з використанням різноманітних комп'ютерних програм. Показано перевагу використання настільної видавничої системи Latex для створення електронних освітніх ресурсів, в тому числі з вбудованою анімаційною графікою у порівняння з іншими пакетами.

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

Створюючи анімаційні моделі та об'єкти за допомогою систем комп'ютерних систем, студенти вивчають не тільки особливості роботи з

відповідними програмами, 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 навчальному процесі. За яким би напрямом не відбувалося навчання, обов’язково треба дотримуватися принципу профільності – навчання студентів повинно відбуватися на матеріалі їх спеціальності. Розробка моделей поєднує в собі і науку, і мистецтво, і знання відповідної предметної галузі. Управління анімацією на кожному рівні реалістичності посилює практичні навички управління анімаційним об'єктом.

Отже, пошук і впровадження в навчальний процес дисциплін інженерно-технічного спрямування інноваційних рішень, що ґрунтуються на сучасних мультимедійних технологіях і анімації, та мотивують студентів до навчання в технічному закладі вищої освіти, можна вважати перспективними напрямками дослідження і є актуальними завданнями.

Список літератури.

1. Бугаєць,Н.О. (2015). Моделювання анімаційних наочностей засобами графічного середовища програми Maxima. *Інформаційні технології і засоби навчання. Том 47*, (3), 67-79.

2. Гречко, А.Л. (2013). Сучасний стан програмного забезпечення в курсах якісної теорії диференціальних рівнянь та динамічних систем. *Математика в сучасному технічному університеті: матеріали Другої міжнародної науково-практичної конференції 20-21 грудня 2013, Київ.* – С. 296-298.

3. Orobinskyi, P., Deineko, Z., & Lyashenko, V. (2020). Comparative Characteristics of Filtration Methods in the Processing of Medical Images. *American Journal of Engineering Research*, 9(4), 20-25.

4. Deineko, Z., Zeleniy, O., Lyashenko, V., & Tabakova, I. (2021). Color space image as a factor in the choice of its processing technology. *Problems of modern science and practice: Abstracts of I International scientific-practical conference (September 21-24, 2021).* – Boston, USA. – P. 389-394.

5. Lyashenko, V., Deineko, Z., Zeleniy, O., & Tabakova, I. (2021). Wavelet ideology as a universal tool for data processing and analysis: some application examples. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJAISR)*, 5(9), 25-30.

6. Алексєєв, О.М., Коротун, М.М., & Требухов, Д.В. (2018). Використання анімації як засобу підвищення мотивації навчання студентів інженерних спеціальностей. *Інформаційні технології і засоби навчання. Том 65*, (3), 76-90.

7. Положення про електронні освітні ресурси : затверджене наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України № 1060 від 01.10.2012 р. http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12.

8. Видання електронні. (2010). *Інформація та документація. Видання електронні. Основні види та вихідні відомості.* (ДСТУ 7157:2010). Держспоживстандарт України.

9. Звєрєва І.Д. (Ред.) (2008). *Соціальна педагогіка: мала енциклопедія*. Київ: Центр учбової літератури.

10. Shul`ga, I. (2008) Pedagogicheskaya animacziya kak socziokul`turny`j i psikhologo-pedagogicheskij fenomen. *Ped. obrazovanie i nauka*, (2), 55-59.

11. Максимовська, Н. (2011). Анімація в сфері дозвілля як напрям соціально-педагогічної діяльності. *Соціальна педагогіка: теорія та практика*, (1), 19-26.

12. Alad`ev, V.Z. (2006) *Sistemy` komp`yuternoj algebry`: Maple: Iskusstvo programmirovaniya.* Tallinn: Laboratoriya bazovy`kh znanij.

13. Губаль, Г.М. (2013). Анімація в математичних текстах на мові Latex. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*, (11), 11-15.

14. Varenko, T.K. (2015). Mul`timedijny`j uchebnik: opredelenie i formaty` realizaczii // *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Іноземна філологія*, (82), 29-34.

15. Volchenko, Yu.M. (2013). Sovremennaya lekcziya – kompleksny`j podkhod. *Математика в сучасному технічному університеті: матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції 20-21 грудня 2013, Київ.* – С. 293-295.

16. Нікітенко, О.М. (2021). *LaTeX в дії. Рекомендації з використання видавничої системи LATEX для студентів, науковців, викладачів*. Харків: ХНУРЕ.

17. Грищенко, Т.Б., Дейнеко, Ж.В., & Нікітенко, О.М. (2019). Використання системи LaTeX під час підготовки наукових публікацій. *PRINT, MULTIMEDIA & WEB: тези доп. IV Міжнар. наук.-техн. конф. (14-17 травня 2019, м. Харків).* – Харків: «Друкарня Мадрид». – Т 1. – С. 96-99.

18. Zakharov, I.P., Logvinenko, N.F., & Nikitenko, O.M. (2000). Ispol`zovanie komp`yuterny`kh tekhnologij pri samomtoyatel`nom izuchenii kursa «Inzhenernaya grafika». *Obrazovanie i virtual`nost` – 2000: mat. 4-oy Mezhdunarodnoy konferencziyi Ukrainskoj assocziaczii distanczionnogo obrazovaniya Kharki`v-Sevastopol` 13-16 veresnya 2000 r.* – 98-104.

19. Грищенко, Т.Б., Нікітенко, О.М., & Дейнеко, Ж.В. (2021). Підготовка електронних підручників у системі LaTeX. *PRINT, MULTIMEDIA & WEB:тези доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. (18-22 травня 2021, м. Харків).* – Харків: «Друкарня Мадрид». – Т 1. – С. 62-64.

20. Нікітенко, О.М., Дейнеко, Ж.В., & Грищенко, Т.Б. (2021). Дослідження переваг застосування графіків у системі LaTeX при оформленні наукових праць. *Актуальні проблеми теорії керуючих систем у комп'ютерних науках: праці науково-практичної конференції, 21-24 грудня 2021 р. Слов'янськ.* – С. 79-84.

21. Deineko, Zh., Kraievska, N., & Lyashenko, V. (2022). QR Code as an Element of Educational Activity. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJAISR)*, 6(4), 26-31.

22. Грищенко, Т.Б., Нікітенко, О.М., & Дейнеко, Ж.В. (2021). Створення електронних підручників засобами видавничої системи LaTeX. *PRINT, MULTIMEDIA & WEB: колективна монографія*. – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид». – С. 80-96.

23. Нікітенко, О.М., & Дейнеко, Ж.В. (2022). Особливості створення анімаційних зображень для навчання видавничою системою LaTeX. *PRINT, MULTIMEDIA & WEB:тези доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. 17-21 травня, 2022 р.* – С. 155-156.

24. Kottwitz, S. The recent 10 examples. www.texample.net.