

УДК 681.315

Р. Н. Квєтний, д. т. н., проф.; Ю. В. Порємський, к. т. н.; Р. Г. Лига

**ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУЧАСНОГО
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ АУДІО- ТА
ВІДЕОПОТОКІВ ДАНИХ**

У роботі проведено аналіз функціональних можливостей сучасного програмного забезпечення для обробки аудіо- та відеопотоків даних, визначено основні переваги та недоліки кожного з них. Подано рекомендації щодо доцільності застосування розглянутих продуктів для вирішення окремого набору завдань.

Ключові слова: аудіо- та відеопотоки даних, стиснення, кодування, декодування, компенсація руху зображення, макроблоки.

Мета дослідження

Метою досліджень, яку описуємо у статті є аналіз основних функціональних характеристик сучасних програмних засобів для обробки аудіо- та відеоінформаційних потоків та визначення основних переваг та недоліків кожного продукту по відношенню до інших.

Постановка завдання

Однією з найбільш прогресуючих галузей інформаційних технологій є напрямок обробки аудіо- та відеоінформації. Є певний набір програмного забезпечення, яке реалізує алгоритми обробки даних інформаційних потоків. Деякі з них орієнтовано на обмежений простір виконання завдань, інші ж дозволяють використовувати більший спектр можливостей для вирішення поставлених завдань, але вимагають великих матеріальних затрат та потужних ресурсів обчислювальної техніки.

Варто відзначити, що не має універсального програмного забезпечення для виконання повного спектру можливих завдань при обробці аудіо- та відеоінформації. Тому як наслідок, досить часто постає проблема вибору конкретного програмного продукту для вирішення поставленого специфічного завдання [1].

Аналіз сучасного програмного забезпечення для обробки аудіо- та відеоінформаційних потоків

У процесі дослідження цього питання немає сенсу оцінювати функціональні можливості кожного з існуючих програмних засобів для роботи з мультимедійною інформацією, адже їх є дуже велика кількість. Окрім того, переважна більшість з них є, в тій чи іншій мірі, модифікацією попередніх розробок. Тому, досить важливим в розгляді цього питання є формування репрезентативної вибірки з поміж списку існуючого програмного забезпечення.

У результаті проведеної роботи визначено такі приклади програмних продуктів для роботи з аудіо- та відеопотоками даних:

Sony Vegas – це цифрова система нелінійного відео- й аудіомонтажу, яка пропонує необмежену кількість відео- й аудіодоріжок, кожна з яких має свою пару (A / B) доріжок. Ця система підтримує багатоканальний ввід-вивід у режимі повного дуплексу (для виводу сигналу можна задіяти 26 фізичних виходів із незалежною шиною мікшування на кожному), синхронізація за допомогою MIDI Time Code й MIDI Clock, 24 / 32-розрядний звук із частотою дискретизації 192 кгц. Для обробки звуку в реальному часі можна встановити в розрив кожної доріжки чотирьохполосний параметричний еквалайзер і компресор, а також використати 32 посилання на модулі підключення формату Direct [2]. Інструменти, які застосовуються в 'Vegas Pro', дають можливість редагування і обробки в реальному часі

форматів DV, AVCHD, HDV, SD/HD-SDI й XDCAM™, точного коректування аудіо, створення об'ємного звуку й двошарових DVD. Також є можливість створення стандартних DVD зі складним відео, субтитрами, багатомовним меню й додавання коментарів. Крім того, програма підтримує й такі функції як робота із двома процесорами й двома моніторами.

Також серед переваг Sony Vegas варто зазначити досить зручний та гнучкий інтерфейс. Щодо недоліків, то спостерігається повна відсутність модулів, які підключають (plug-in) сторонніх виробників, повільний прорахунок у порівнянні з іншими відеоредакторами, відсутність літератури та досить висока ціна комерційної версії.

Пакет Corel Digital Studio підтримує публікацію проектів за допомогою електронної пошти, фото- і відеосайтів, а також соціальних мереж. Крім того, він підтримує публікацію результатів роботи на мобільних пристроях.

До складу пакету входить такий набір утиліт: PaintShop Photo Express – програма для редагування фотографій; VideoStudio Express – простий відеоредактор; DVD Factory – утиліта для запису DVD-дисків; WinDVD – відомий програвач цифрового відео. Для швидкого доступу до інструментів пакету можна використати спеціальний гаджет, який автоматично запускається разом з Windows. Він виглядає як невелике вікно з посиланнями на всі утиліти Digital Studio 2010, що постійно перебуває на робочому столі.

Corel Digital Studio характеризується цілісністю усіх компонентів та простим інтерфейсом з мінімумом функцій.

Серед недоліків важливо відзначити порівняно невисоку швидкість роботи цього програмного забезпечення та обмеженість функцій редагування відео як для такого масивного програмного продукту, який охоплює лише конвертування та можливість обрізки.

Пакет Camtasia Studio пропонує користувачеві все необхідне для зручного запису до комп'ютера того, що відбувається на екрані, голосових коментарів і відеопотоку з web-камери, забезпечуючи створення наочних відеопідручників, презентацій і рекламних показів для доставки через Інтернет або на компакт-дисках.

Готовий матеріал можна записати на компакт-диск, опублікувати в Інтернеті, зберегти в корпоративній мережі Інтранет, а завдяки підтримці формату Flash і форматів для запису на компакт-диски, створені за допомогою пакета Camtasia Studio відеоматеріали можна зробити доступними для будь-якого глядача.

Крім того, прикладена до пакета Camtasia Studio надбудова для пакету PowerPoint дозволяє записувати інформацію в презентації PowerPoint, щоб глядачі могли побачити в первісному вигляді пропущене або просто те, що зацікавило їхній виступ. Одним натисканням миші можна записати всі звуки, зображення з web-камери, анімацію й рух зображення. Далі користувач може відредагувати й обмінятися відеоматеріалом у кожному з популярних форматів відео, щоб будь-який глядач міг подивитися підготовлений матеріал.

Серед негативних факторів варто відзначити досить високу ціну продукту, який робить доцільним використання цієї програми лише для професійної роботи. Також Camtasia Studio не є оптимізованим програмним пакетом для відтворення відео, тобто якість відтворення залишає бажати кращого в порівнянні з спеціалізованими інструментами.

ImTOO Video Editor – з'єднує, обрізає й розділяє різні типи відеофайлів. Програма підтримує 3GPP й 3GPP2, AVI, файли Macromedia Flash, QuickTime, MPEG4, RAW h264, файли Windows Media й MPEG. Утиліту просто встановити й використати. При запуску відкривається вікно додатка із трьома кнопками. Залежно від виконуваного завдання необхідно натиснути на одну з них: Join (З'єднати), Split (Розбити), Cut (Обрізати).

При злитті двох або більше відеофайлів потрібно вибрати файли (або папку, де вони перебувають), вихідний формат, метод стиску, кількість кадрів за секунду, бітрейт і папку для зберігання результату. Потім натиснути на кнопку Join.

Коли постають завдання розбиття ролику, після вказівки джерела й папки для вихідних файлів потрібно налаштувати параметри процесу. Розділити файл можна вручну, вказавши оцінки на часовій шкалі, або автоматично – на сегменти, частини рівного розміру або

частини, рівні за часом.

Обрізати файл ще простіше: варто вибрати джерело й папку для результату, а потім вказати межі обрізки на тайм-лінії.

Переваги: перед виконанням будь-якої операції доступний попередній перегляд файлу у вбудованому плеєрі; при злитті файлів різних типів можна вказати формат результату; після закінчення процесу утиліта автоматично вимкне комп'ютер, зверне його в сплячий режим або режим очікування, або просто завершить свою роботу.

Варто також відзначити, що ImTOO Video Editor попри усі свої переваги є лише утилітою для злиття, розбиття та обрізки відеофайлів і її недостатньо для якісного та професійного відеомонтажу.

Sony Sound Forge – аудіоредактор, до складу якого входить набір утиліт, призначених для роботи зі звуком. За допомогою цієї програми можна ефективно обробляти звукові композиції, накладати безліч ефектів, здійснювати точний і швидкий запис, кодувати дані, конвертувати звукові файли в різні формати [3].

Це одна із найпопулярніших і дійсно корисних програм, призначених для обробки аудіо на професійному рівні. З її допомогою можна обробляти аудіосигнал, змінюючи його до невпізнанності, або ж редагувати невдало записану партію якого-небудь музичного інструмента. Sony Sound Forge успішно поєднує в собі практично повний набір сучасних звукових ефектів і потужні засоби редагування звуків для наступного їхнього використання. Sony Sound Forge – один з лідерів серед звукових редакторів. Потужні функції редагування, можливість вбудовувати та підключати будь-які модулі, що, підтримують технології Direct, зручний інтерфейс. Sound Forge уже давно є галузевим стандартом і широко використовується професіоналами для редагування, запису аудіоматеріалів і створення мультимедійного інформаційного наповнення.

Переваги: простий і зручний інтерфейс, якісне графічне відображення хвильової форми в процесі редагування й відтворення, підтримка частоти дискретизації до 192 кгц і розрядності до 32 біт, імпорт та експорт файлів значної кількості форматів, більше 35 алгоритмів обробки, можливість керування більшістю функцій з MIDI контролерів, SMPTE- і МТС-синхронізація з іншими програмами або периферією, необмежена кількість скасування операцій.

Недоліки: незручності обробки сигналу в реальному часі, не завжди ефективний алгоритм роботи з жорстким диском, відсутність нормальних засобів для запису CD, відсутність вбудованих засобів шумопоглинання та пакетної обробки файлів.

Програма VirtualDub дає можливість виконувати безліч різних завдань із різних галузей.

Типові завдання, успішно розв'язані за допомогою VirtualDub, містять у собі: перекодування відеофайлів з одного формату в інший; застосування фільтрів (очищення від шумів, стабілізація тремтіння, зміна розмірів тощо); різання / склейка файлів без перекодування, заміну або додавання звукових доріжок; захоплення відео з аналогових джерел; покадровий перегляд, аналіз якості зображення, збереження окремих кадрів у файл (скріншоти); пакетну обробку безлічі файлів.

Важливою перевагою є й те, що VirtualDub займає на диску всього 1 – 2 мегабайта, не вимагає установки, поширюється вільно. До речі, остання обставина привела до того, що крім самого VirtualDub, є ще низка його модифікацій (VirtualDubMod, VirtualDub-MPEG2 і т. д.), які відрізняються додатковими можливостями [4].

Недоліками можна вважати обмежений список функціональних можливостей роботи з відеофайлами та відсутність яскравих ефектів для обробки відео.

FFDShow – медіа-декодер, який зазвичай використовується для швидкого й високоточного декодування відеопотоку в MPEG-4 ASP (тобто кодованого за допомогою Div, Xvid або FFMpeg MPEG-4) і AVC (H.264) формати, також підтримує безліч інших відео- й аудіоформатів. Є вільним програмним забезпеченням, який випускають під ліцензією GPL, працює під Windows як фільтр DirectShow.

Fdshow має підтримку субтитрів, яку можна включити, можливість вибрати набір використовуваних кодеків, зняття знімків екрану, контроль за допомогою клавіатури, контроль розширення зображень, яскравості, набір фільтрів постпроцесінгу картинки, включаючи можливість підключення плагінів відео обробки та фільтрів DScaler. Має можливість використання інтегрованих аудіофільтрів, еквалайзера, мікшера, декодера Dolby, DSP плагінів Winamp й ін. Низка елементів постпроцесінга взято із плеера MPlayer і фільтрів AviSynth.

Ffdshow використовує бібліотеку libavcodec і ряд інших, вільних і відкритих (open source) пакетів декодування відеорозповсюджених форматів, таких як MPEG-4 (включаючи кодовані за допомогою Xvid, 3ivx, всіх версій Div), H.263 й VP6, H.264/AVC, WMV. Ffdshow також декодує аудіопотік у MP3, AAC, Dolby AC3, WMA і Vorbis формати.

Фільтри постпроцесінгу ffdshow використовуються у відеоредакторах VirtualDub й AviSynth, шляхом налаштування VFW. Крім того у цих редакторах ffdshow може бути використаний також для кодування відео потоку сумісного з MPEG-4, з кодеками Xvid, Div, і x264, також як і відео без втрати якості й низку інших форматів, які підтримуються базовою бібліотекою libavcodec.

На даний момент реалізована підтримка відеоформатів: H.264/AVC, XVID, Div 4/5/6, MPEG 4, Div3, MP41, MP42, MP43, H.263, FLV1, Theora, VP3, VP5, VP6, VP6F, MPEG1, MPEG2, WMV1, WMV2, WMV3, VC-1, WMVP, MSS1/2, H.261, Huffyuv, MJPEG, SVQ1, SVQ3, QTRLE, 8BPS, QRPZA, FFV1, DV, CamStudio, CorePNG, LOCO, MSZH, Techsmith, ZLib, ZMBV, AutoDesk RLE, Cinepack, Indeo, MS Video 1, MS Video RLE, QPEG, Real Video і ряд інших.

Серед недоліків ffdshow варто відзначити фактичну відсутність підтримки багатопоточності. Адже два процесори він задіяти поки не може. Хоча робота над цим і йде, до мультипроцесорного релізу дуже й дуже далеко. Поки ж багатопоточність працює тільки частково – у фільтрі resize, кодерах MPEG4/MPEG2/MPEG1 (через libavcodec), Xvi та x264.

І ще один важливий момент, який потрібно враховувати – до складу ffdshow не входять "сплітери", які, зокрема, забезпечують поділ контейнерів типу MKV, OGM й MP4 на відео, звук і субтитри.

MAGIX Movie Edit Pro 14 PLUS 7.5.2.1 – професійний нелінійний відеоредактор, який має інструменти для захоплення аналогового й цифрового відео з будь-якого джерела (камера, TV, VHS, Internet), а також функції віртуального відеомагнітофона. У складі програми є великі бібліотеки звукових і відеоефектів, є можливість створення субтитрів.

Основні можливості: програмований таймер для запису телевізійних програм, нелінійне редагування й відновлення відео в режимі реального часу, коректування кольору, фокусу, контрасту й мерехтіння, стабілізатор зображення (усунення тремтіння), реставрація аудіо (видалення шумів й оптимізація звуку), якісний масштабований попередній перегляд, 70 відео, фото й колірних ефектів, 170 3D-ефектів, 45 професійних ефектів для дублювання звуку, обрізка відео, створення й використання власних ефектів, створення субтитрів, запис на VCD, SVCD, DVD, mini DVD (підтримка запису на декількох дисках).

Ще одна особливість – при створенні нового проекту, попередній перегляд кожного нового фільму зберігається в нижній панелі. Отже, користувач має можливість працювати з декількома фільмами одночасно. При натисканні на кнопку Import File програма запитує, чи потрібно їй приєднати новий кліп до виділеного проекту або створити новий проект. Але, на жаль, функція Import File не дає можливості подивитися всі імпортовані файли.

POP FLV Jukebox – програмне забезпечення, яке дозволяє конвертувати відеофайли й DVD-відео у формат FLV, який призначений для трансляції відео в Інтернеті. POP FLV Jukebox підтримує більшість відеоформатів, включаючи AVI, MPEG, WMV, ASF, MOV, QT, DAT (VCD), MP4, VOB (DVD), 3GP й RM/RMVB. При цьому програма має великі можливості, які дозволяють повністю налаштувати характеристики конвертованого відео. За допомогою POP FLV Jukebox можна розділити відеофайли або DVD на окремі кліпи у

форматі FLV, встановивши початок і кінець відрізків. Програма має простий і зрозумілий інтерфейс, дуже проста у використанні, а також може робити пакетне конвертування файлів [5].

Сопорус EDIUS Pro дозволяє відеомонтажерам працювати в реальному часі, міксувати різні формати HD / SD, включаючи HD, HDV, DV, MPEG-2, lossless і незжаті відео. Застосовуючи якісну технологію транскодування, EDIUS Pro перетворить відео в реальному часі в розділеннях HD й SD, використовуючи різні співвідношення сторін і частоту кадрів. EDIUS Pro також забезпечує відтворення й виведення в DV всіх ефектів, переходів і титрів, а також може експортувати проекти в будь-який формат, включаючи DVD-Video. Такі нові можливості як підтримка функції multicam, редагування декількох частин у межах одного проекту, поліпшений інструмент обрізки (trimming tool) і можливість роботи з найважливішими кадрами при корекції кольорів, перетворюють EDIUS Pro у гнучке рішення нелінійного монтажу.

Сопорус EDIUS Pro досить швидкий, але для монтажу, документального фільму він мало придатний, як і для монтажу фільмів і відеофрагментів, які планують використати в мережі Інтернет, комп'ютерних іграх і різноманітних мультимедійних навчальних курсах.

Pinnacle Studio поєднує простий й інтуїтивно зрозумілий інтерфейс із професійними можливостями, такими як уповільнення й прискорення, створення власного музичного супроводу, більше 100 переходів, включаючи тривимірні ефекти Hollywood FX, корекція кольору, керування яскравістю й контрастом. Це програмне забезпечення дає можливість працювати із уже наявним Firewire контролером, web-камерою або картою захоплення, здійснюючи імпорту відео, його редагування й додавання спеціальних ефектів. Що стосується захоплення відео, то тут є одна незаперечна перевага. Найчастіше софт від Pinnacle Systems продається в комплекті із платами захоплення. Тобто, користувачеві надається програмно-апаратний комплекс по роботі з відео. Тому якщо у вас є плата захоплення від Pinnacle, то ви зможете захоплювати відео практично з будь-яких джерел. HD-відеокамер стає усе більше, і потрібно відзначити, що Pinnacle Studio підтримує відео високої чіткості, але, як звичайно, не відразу – необхідно активізувати модуль роботи з HD за додаткову плату (приблизно 40\$). Інструментарій завжди під рукою, усе розташовано саме там, де очікуєш побачити, що значно прискорює процес створення фільму. На жаль, у розпорядженні користувача всього чотири доріжки, більше треків додати не можна. Розташовуються вони вкрай нелогічно. Наприклад, доріжка для накладання титрів перебуває під доріжкою відео, що незручно для сприйняття. Цю програму дуже люблять користувачі-початківці, зокрема, через наявність у ній значної кількості різноманітних ефектів і переходів. Однак треба пам'ятати про те, що за ціну приблизно 100\$ ви одержуєте "голу" програму з неактивованими ефектами. Тобто всі ці "прикраси" доведеться купувати окремо. Студія з коробки сама по собі не може практично нічого. Додаткові витрати підуть на використання звуку у форматі MP3, на роботу з будь-якими файлами формату MPEG, на ефекти й переходи й інше. Варто відзначити, що найчастіше такі "дрібниці" вже входять у вартість багатьох інших програм для відеомонтажу.

Wondershare Video Converter Platinum – відеоконвертер, який перетворює різноманітні відеофайли в більшість популярних форматів, щоб дозволити користувачам програвати відео на різноманітних плеєрах, наприклад, на iPod, iPhone, Apple TV, Zune, PSP, Pocket PC, Creative Zen, PS3, Xbox 360, Archos й ін. Це також і HD відеоконвертер та AVCHD відеоконвертер, що конвертує HD відео й AVCHD відео у формат avi, конвертує m2ts в avi, mts в avi, ts в mp4 без втрати якості. Wondershare Video Converter Platinum складається із двох взаємозалежних програм – DVD Ripper Platinum й Video Converter Platinum.

Основні можливості: конвертація в різноманітні відеоформати, включаючи MP4, MOV, 3GP, AVI, WMV, MKV, RM, MPEG-1, MPEG-2, FLV, ASF; конвертація HD відео й AVCHD відео (m2ts, mts, ts, tp, trp etc) у такі формати як avi, mp4, flv; конвертація відео в SWF, DV (digital video format), AU, AIFF, FLAC; можливість витягу аудіодоріжки з відеофайлів

формати M4A, WMA, WAV, MP3, AAC й AC3; дозволяє обрізати відео, додавати різні ефекти, редагувати водяні знаки й додавати субтитри; два вікна попереднього перегляду дозволяють вам контролювати всі процеси; вбудований інструмент для передачі файлів між комп'ютером й iPod/PSP; автоматичне відновлення новими версіями. Wondershare Video Converter Platinum має вбудовані інструменти синхронізації відеокolleкції з Sony PSP й iPod Video.

Недоліки: не має підтримки багатоканального звуку та відносно висока ціна як для представленого спектру можливостей.

Розв'язок завдання обробки даних у форматі Mpeg 4 part 10 (H.264)

H.264 – стандарт (формалізована сукупність алгоритмів) стиснення відеоданих, прийнятий Міжнародною організацією з стандартизації (ISO). Також відомий як MPEG-4 part 10 й AVC (Advanced Video Coding).

У порівнянні з MPEG2 (DVD-Video) і MPEG4 ASP (Div, Xvi), стиснення H.264 істотно ефективніше, що забезпечує кращу якість зображення і менший обсяг файлу. H.264 прийнятий як стандарт для стиснення відео високої чіткості (HD, HDTV), розповсюдженого на оптичних носіях нового покоління – Blu-ray й HD DVD, використовується в мобільних пристроях, підтримується в Apple QuickTime, поширюється в системах цифрового телемовлення, відеоконференцз'язку та відеоспостереження [6]. H.264 є гібридним стандартом блокового кодування відеоданих з використанням компенсації руху. Компенсація ґрунтується на використанні векторів переміщення областей кадру для прогнозування змін у зображенні. Оскільки для відеозображень характерний високий ступінь кореляції між двома послідовними кадрами, то використовуємо це для кодування не зображення в цілому, а лише векторів переміщення різних частин зображення. Кодується при цьому прогнозована різниця між поточним кадром і його областями, які присутні на інших кадрах у зміщеному щодо оригінального положенні. Ця техніка називається "проміжне пророкування" [7].

Стандартом H.264 передбачається розбиття зображення на макроблоки розміром до 16x16 пікселів кожний. Макроблоки поєднуються в групи (одну чи декілька). Отже, окреме зображення може бути закодоване як одна або кілька груп. Використання групування макроблоків дозволяє застосовувати різні методи корекції помилок, різні типи кодування макроблоків, а також такі інструменти як роздільне кодування напівкадрів.

У кольорових відеозображеннях кодування яскравісної складової відбувається окремо від колірної. З огляду на особливості людського зору, при цьому, як правило, використовується дискретизація колірної складової відносно яскравої [8].

Поданий стандарт реалізований за допомогою вищеописаного ffdshow.

Висновки

Спектр завдань, які можуть виконувати сучасні програмні засоби для роботи з аудіо- та відеоматеріалами, сьогодні може задовольнити як професіонала в цій сфері, так і початківця. Що стосується кожного продукту окремо, жоден з них не можна вважати досконалим, враховуючи такі критерії, як: ціна, функціональні можливості, швидкість роботи, затрати ресурсів комп'ютера та якість отриманого результату.

Для виконання завдань, пов'язаних з лише з редагуванням мультимедійної інформації потрібно використовувати безкоштовні утиліти, які дають змогу заощадити час та не вимагають потужних ресурсів обчислювальної техніки. За таких умов у нагоді стануть такі програмні засоби як ImTOO Video Editor та VirtualDub, щоправда, від них не слід очікувати вирішення більш складних завдань. Для конвертації краще використовувати спеціалізовані програмні продукти, які підтримують велику кількість форматів та надають можливість їх швидкого конвертування, наприклад, Ffdshow, що має ряд переваг над іншими програмними засобами для вирішення представленого набору завдань. Проте варто відзначити, що досить

добре себе проявив у цій галузі і POP FLV Jukebox. Для професійного монтажу є дуже великий вибір програмних продуктів, кожен з яких має свої переваги та недоліки: досить великі затрати часу для обробки інформації (Corel Digital Studio), відносно невисока якість зображення (Camtasia Studio) та багато інших факторів. При виборі такого програмного забезпечення слід звернути увагу на зручність роботи, ціну, адже вона не завжди відповідає якості, як наприклад у випадку з Pinnacle Studio, та спектр функціональних можливостей кожного продукту, чи дійсно достатньо його для отримання якісного результату. Також важливим фактором для створення професійного аудіо та відео є економність програмного забезпечення щодо ресурсів комп'ютера, що відображається і на затратах часу під час виконання операцій.

Враховуючи проведений аналіз програмного забезпечення для обробки відео- та аудіоданих можна прийти до висновку, що для підвищення швидкої та якісної обробки відео з мінімумом затрат є доцільним використання набору з декількох програмних засобів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Столяров А. М. Уроки по видеомонтажу / А. М. Столяров, Е. С. Столяров. – М.: НТ Пресс, 2007. – 256 с.
2. Буковецкая О. А. Видео на вашем компьютере / О. А. Буковецкая. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 240 с.
3. Выбегалов А. А. Видеомонтаж на ПК. / А. А. Выбегалов. – М.: Аквариум, 2005. – 128 с.
4. Ломакин П. А. Системы домашнего видеомонтажа на персональном компьютере. / П. А. Ломакин. – М.: Майор, 2004. – 223 с.
5. Ривкин М. Ю. Видеомонтаж на домашнем компьютере: подробное иллюстрированное руководство. / М. Ю. Ривкин – М.: Лучшие книги, 2005. – 208 с.
6. Володин А. А. Обработка видео в системах телевизионного наблюдения. / А. А. Володин, В. Г. Митько, Е. Н. Спинко. – М.: Мир, 2002. – 237 с.
7. Гук И. Особенности сжатия видеоданных по рекомендации H.264/MPEG 4 Part 10 / И. Гук // Компоненты и технологии. – 2006. – №2. – С. 11 – 20.
8. Татарников О. Системы нелинейного монтажа / О. Татарников // КомпьютерПресс. – 2001. – №4. – С.84 – 87.

Квстний Роман Наумович – д. т. н., професор, завідувач кафедри автоматичної та інформаційно-вимірювальної техніки.

Поремський Юрій Віталійович – к. т. н., старший викладач кафедри комп'ютерних наук.

Лига Роман Григорович – магістрант, кафедра автоматичної та інформаційно-вимірювальної техніки.

Вінницький національний технічний університет.