

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДЕОАНАЛІЗУ У НАВЧАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

У статті стисло розглянуті проблеми, що можуть виникати при проведенні деяких навчальних фізичних експериментів (швидкоплинних, повільних, відносно складних у постановці та проведенні). Розглянута доцільність використання відеоаналізу як засобу розв'язання цих проблем. Проведено порівняння поширених засобів відеоаналізу та визначено перспективи розробки й впровадження мобільного ПЗ відеоаналізу в навчальний фізичний експеримент.

**Ключові слова:** відеоаналіз, навчальний фізичний експеримент, програмне забезпечення навчального фізичного відеоаналізу.

**Постановка проблеми.** При проведенні навчальних фізичних експериментів часто виникають наступні проблеми (табл. 1):

Таблиця 1

Проблеми, що часто виникають при проведенні навчальних фізичних експериментів та шляхи їх розв'язання

Проблема	Шляхи розв'язання без застосування ІКТ	Шляхи розв'язання із застосуванням ІКТ
Швидкоплинність експерименту – намагання зафіксувати такі величини, як час та координати, призводить до великих помилок вимірювань	1) намагання подовжити експеримент (призводить до необхідності масштабування обладнання); 2) багатократне повторення експерименту з визначенням середніх значень (призводить до збільшення часу виконання).	1) автоматизація процесу вимірювань (призводить до зменшення наочності або появи помилок дискретизації процесу);
Повільність експерименту – вимагаються великі витрати часу для спостережуваних змін вимірюваних величин	1) зменшення часу перебігу експерименту (призводить до необхідності зміни обладнання задля збільшення точності вимірювань); 2) зменшення кількості повторень експерименту (призводить до збільшення впливу помилок вимірювань); 3) застосування аналогової фізичної моделі (призводить до необхідності побудови та дослідження моделей процесу-оригіналу та процесу-замінника і перенесення результатів з моделі на оригінал).	2) моделювання швидкоплинного чи повільного процесу (призводить до явної заміни вимірювань розрахунками за моделлю); 3) застосування віртуальних лабораторій (призводить до неявної заміни вимірювань розрахунками за моделлю).
Відносна складність постановки та проведення експерименту	Заміна лабораторного експерименту демонстраційним або відеозаписом (призводить до зменшення навчального впливу експерименту).	Автоматизація процесу проведення експерименту (призводить до зменшення навчального впливу експерименту).

Також до традиційних способів розв'язання поставлених проблем відносяться:

1) залучення тих, хто навчається, до експериментальної роботи як частини індивідуального навчального дослідження;

2) фіксування перебігу експерименту з метою подальшого аналізу.

Найпоширенішим засобом фіксації перебігу експерименту є відеозапис, що може бути оцифрований для подальшого опрацювання засобами ІКТ.

**Аналіз останніх досліджень з вирішення загальної проблеми та виділення невирішених питань.** Проблему використання відеозаписів для аналізу перебігу навчального фізичного експерименту розглядали ряд вітчизняних та зарубіжних дослідників.

І.С. Чернецький [14] використав відеозаписів на лабораторних роботах з механіки розглядає як один з елементів наступної схеми:

1. Відеозйомка засобами Web-камери або відеокамери.

2. Опрацювання відеозапису за допомогою DataPoint v. 061 (рис. 1). «Головна ідея виконання робіт – це створення і аналіз таблиць екранних координат точок, що належать

досліджуваному рухомому об'єкту» [14, с.299]. За допомогою DataPoint формується таблиця екранних координат.

3. Аналіз табличних даних за допомогою електронних таблиць.

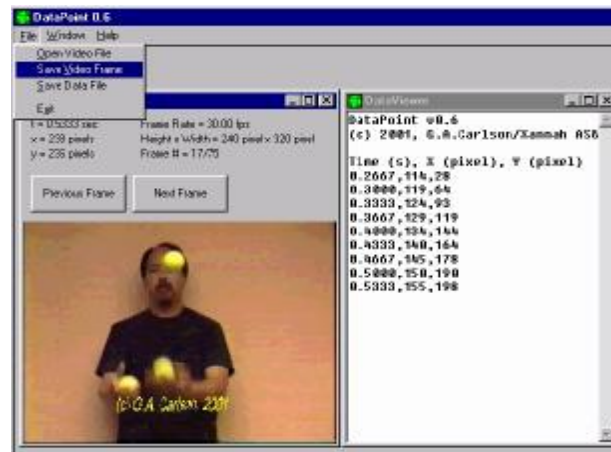


Рис. 1. Інтерфейс DataPoint

До методологічних недоліків запропонованої автором схеми віднесемо відсутність явного етапу побудови математичної моделі, що пов'язує наочний образ явища (процесу) із його фізичною суттю. До технічних недоліків схеми дослідження можна віднести використання стаціонарних засобів відеозйомки (нерухома камера), опрацювання відеозаписів (програмне забезпечення DataPoint не має мобільної версії) та аналізу табличних даних.

Г.А. Карлсон, розробник DataPoint, зауважує, що його програмне забезпечення є альтернативою VideoPoint та World in Motion (Physics ToolKit) для виконання двовимірного аналізу руху [5].

Дж. Брайан розширює можливості використання DataPoint, наводячи приклади застосування відеоаналізу для фізичних процесів, що ілюструють перетворення механічної енергії [3]. Порівнюючи застосування відеоаналізу із застосуванням комп'ютерних комплексів для автоматизації фізичного експерименту, автор, посилаючись на роботи попередників (зокрема, [2]), зауважує, що опрацювання «на льоту» та відкладене у часі мають однаковий навчальний вплив. До основних переваг відеоаналізу Дж. Брайан відносить такі [3, р.55]:

1. Можливість аналізу на одному запису більш ніж одного об'єкту та можливість порівняння руху різних об'єктів у одній системі.

2. Відеоаналіз не потребує складного обладнання для комп'ютеризації фізичного експерименту та є більш фінансово доступним.

3. Відеоаналіз може бути виконаний як над швидкоплинними, так і над довготривалими процесами (в тому числі й тими, що перебігають одночасно).

4. Відеоаналіз може бути виконаний як над спеціально зробленими записами, так й над будь-якими іншими.

До проблем використання відеоаналізу можна віднести такі:

1. Необхідність маркування відеозапису (часу, масштабу, відстані) під час зйомки або у процесі аналізу.

2. Неминучість помилок дискретизації відеозапису.

3. Можливість спотворення відеозапису в процесі його підготовки для відеоаналізу.

4. Важкість урахування тривимірної природи об'єктів та проведення відповідного маркування.

А. Александрова та Н. Нанчева пропонують застосовувати відеоаналіз для демонстрації законів збереження імпульсу та механічної енергії [1]. При цьому вони користуються пакетом Coach [4] (рис. 2).



Рис. 2. Інтерфейс Coach

**Метою статті** є огляд програмного забезпечення навчального фізичного відеоаналізу та виділення засобів відеоаналізу для вітчизняної освіти.

**Виклад основного матеріалу.** Під навчальним фізичним відеоаналізом (далі відеоаналізом) будемо розуміти відео контент-аналіз [11] записів фізичних експериментів, спрямований на перевірку гіпотез про характер перебігу досліджуваних процесів, встановлення та опрацювання результатів експерименту.

**Огляд програмного забезпечення для відеоаналізу.** Наразі існує велика кількість програмних продуктів, що дозволяють здійснювати відеоаналіз. Короткий огляд цих продуктів наведено в таблиці 2.

До складу Physics ToolKit входить не лише ПЗ для відеоаналізу, а й набір відеозаписів різних експериментів з описом методики їх відеоаналізу, надаючи вчителю велику (у порівнянні з іншими розглянутими засобами відеоаналізу) бібліотеку наочностей. На жаль, незважаючи на свій обсяг, Physics ToolKit має ряд суттєвих обмежень:

- працює лише з файлами, створеними за допомогою внутрішнього редактору;
- в рамках однієї задачі можливо працювати не більше ніж з 26 кадрами;
- опущено етап моделювання;
- користувач має можливість побудувати графіки лише тих залежностей, які були передбачені розробником для даної задачі.

Всі розглянуті програмні засоби в цілому дуже схожі одне на одного за своїм функціоналом. Кожен з них може бути використаний в навчальному процесі з майже однаковою ефективністю. Проте серед розглянутих засобів можна виділити й два лідери: Logger Pro – найфункціональніше комерційне ПЗ відеоаналізу та Tracker – найфункціональніше некомерційне ПЗ відеоаналізу. До особливостей останнього слід віднести мобільність (використовується Java), можливість обміну відеофайлами та результатами вимірювань.

Спільним недоліком майже всіх розглянутих ПЗ можна вважати відсутність інтерфейсу користувача українською (російською) мовою, що обмежує можливості широкого використання їх у школі. З огляду на це певний інтерес являють собою вітчизняні розробки. Розглянемо, зокрема, програму «Експериментатор», розроблену на кафедрі фізики ХНПУ ім. Г.С. Сковороди (рис. 3).

Порівняльний аналіз існуючих ПЗ відеоаналізу

	Video-Point Physics Fundamentals [12]	Data-Point [5]	Measurement-in-Motion [8]	Logger Pro [7]	Tracker [10]	Physics Tool-Kit [9]	KCS Motion [6]	Coach [4]	Експериментатор [13]
Платформа	Win, Mac	Win	Win, Mac	Win, Mac, Lin, iOS	Win, Mac, Lin	Win	Win	Win	Win
Ліцензія	комерційна	shareware	комерційна	комерційна (shareware для Linux)	вільна	freeware	freeware	freeware	freeware
Контейнери	mov	avi	різні	різні	різні	різні	різні	різні	різні
Обробка даних	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Експорт даних	-	+	-	+	+	+	-	-	-
Вимірювання	координати	координати	координати, кути	координати, кути	координати, кути	координати, кути	координати, кути	координати, кути	координати, кути
Додаткові можливості				робота з фотографіями	засоби обробки відео				
Мова інтерфейсу	англійська	англійська	англійська	англійська	різні	англійська	англійська	голландська	українська
Остання версія	1.0.0, 2005 р.	0.62, 2003 р.	3.1, 2008 р.	3.8.5.1, 2012 р.	4.62, 2012 р.	6.0, 2011 р.	20101125, 2010 р.	6 Lite, 2012 р.	



Рис. 3. Інтерфейс програми «Експериментатор»

Ю.В. Литвинов пропонує використовувати «Експериментатор», зокрема, для дослідження прямолінійного рівноприскореного, коливального рухів, скочування з урахуванням моменту інерції [13]. Цей продукт призначений насамперед для отримання з відеофайлу експериментальної залежності координати від часу. Обробка ж цих даних здійснюється в табличному редакторі поза межами «Експериментатора». Такий підхід видається більш логічним, адже, як показав огляд ПЗ для відеоаналізу, засоби для опрацю-

вання даних, що інтегровані в ПЗ відеоаналізу, значно поступаються за функціональністю існуючим табличним процесорам.

До недоліків цього продукту в порівнянні з аналогічними можна віднести:

1. Відсутність можливості співвіднести відстані на екрані з реальними відстанями.
2. Підтримка роботи лише з одним фізичним тілом протягом одного експерименту.
3. Неможливість вимірювання залежності від часу більш ніж однієї фізичної величини протягом одного дослідження.

#### Висновки:

1. Станом на сьогодні існує велика кількість програмного забезпечення, призначеного для відеоаналізу фізичних явищ. Все воно в цілому справляється зі своєю задачею. Є серед цих продуктів як універсальні засоби, що дозволяють повністю виконати експеримент, не виходячи за межі цього продукту (Tracker, Physics ToolKit, Logger Pro), так і такі, які ставлять за мету лише отримання числових даних та їх збереження задля подальшої їх обробки сторонніми засобами (DataPoint, «Експериментатор»). Ціна на використання різних засобів також сильно відрізняється (від безкоштовного ПЗ до продуктів ціною в кількості євро).

2. Спільним недоліком є недостатня мобільність усіх розглянутих засобів. Серед розглянутих продуктів лише Logger Pro має мобільну версію, призначену для використання з iOS. Але слід мати на увазі, що ціни на Logger Pro сягають десятків євро, що досить дорого як для масового застосування цього продукту в школах. Тому актуальною видається адаптація існуючих засобів відеоаналізу задля використання їх на мобільних платформах чи розробка нового ПЗ, орієнтованого саме на них.

**Перспективи подальших досліджень:** локалізація ПЗ відеоаналізу, що поширюються за відкритими ліцензіями, та розробка їх мобільних і Web-версій.

#### Список використаних джерел:

1. Aleksandrova A. Using video analysis to investigate conservation impulse and mechanical energy laws / Aleksandrija Aleksandrova, Nadezhda Nancheva // Methodologies and Tools of the Modern (e-) Learning : Supplement to the International Journal "INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE" Volume 2/2008 / Krassimir Markov, Krassimira Ivanova, Pia Mitov (ed.). – Sofia : FOI ITHEA, 2008. – (Information Science and Computing. Number 6). – P. 91–96.
2. Brungardt J.B. Influence of interactive videodisc instruction using simultaneous-time analysis on kinematics graphing skills

of high school physics students / John B. Brungardt, Dean Zollman // Journal of Research in Science Teaching. – 1995. – October. – Vol. 32, Issue 8. – P. 855–869.

3. Bryan J.A. Investigating the conservation of mechanical energy using video analysis: four cases / J.A. Bryan // Physics Education. – 2010. – No 4. – P. 50–57.
4. Coach 6 [Electronic resource] // CMA. – Access mode: <http://cma-science.nl/english/software/coach6/coach6.html>
5. DataPoint Video Analysis Software [Electronic resource] // Glenn A. Carlson. – 2011. – Access mode: <http://www.xannah.org/datapoint/>.
6. KCS Motion [Electronic resource] // Greg Mason. – Access mode: <http://fac-staff.seattleu.edu/mason/web/kcs/index.htm>.
7. Logger Pro 3 [Electronic resource] // Vernier Software & Technology. – Access mode: <http://www.vernier.com/products/software/lp/>
8. Measurement in Motion – Learning in Motion [Electronic resource] // Learning in Motion. – Access mode: <http://www.learninginmotion.com/products/measurement/index.html>.
9. Physics ToolKit Version 6.0 [Electronic resource] // Robert A. Carlson. – Access mode: <http://www.physicstoolkit.com>.
10. Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education [Electronic resource] // Open Source Physics. – Access mode: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/index.html>.
11. Video content analysis [Electronic resource] // Wikipedia, the free encyclopedia. – 13 April 2012. – Access mode: [http://en.wikipedia.org/wiki/Video\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Video_analysis).
12. VideoPoint Physics Fundamentals [Electronic resource] // Lenox Softworks. – Access mode: <http://www.vpfundamentals.com/index.html>.
13. Литвинов Ю.В. Комп'ютерні технології в експерименті з механіки / Юрій Литвинов, Євген Малець, Олена Мялова, Віктор Сергєєв // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2009. – Випуск 82. – Ч. 2. – С. 312–316.
14. Чернецький І.С. Методика використання цифрового аналізу відеозображень у лабораторних роботах з механіки / І.С. Чернецький // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. – Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2008. – Вип. VII : в 3-х т. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 298–302.

This article reviews some problems that may arise during the educational physical experiment. The feasibility of video analysis using as a tool to solve this problems are reviewed. The most popular video analysis software tools are compared. The prospects of development and implementation of mobile software in educational physical experiments are determined.

**Key words:** video analysis, educational physical experiment, educational physical video analysis software.

Отримано: 18.06.2012

УДК 378.14

*Н. Л. Мыслинская*

*Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского*

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА ЭКОЛОГИЗАЦИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

В статье представлена технологическая модель формирования экологической компетентности будущего учителя физики на основе межпредметной связи курса общей физики и курса методики обучения физике. Главное внимание уделено особенностям методики решения задач с экологическим содержанием.

**Ключевые слова:** физика, экология, учитель, компетентность, задачи.

Экологическое образование на уровне государства определено как одно из приоритетных направлений природоохранной политики, что закреплено в Конституции РФ и законе РФ «Об охране окружающей среды». Данный аспект государственной политики находит отражение в обучении физике как принцип экологизации образования. основополагающим понятием экологии – науки о взаимоотношении живых организмов и условий среды – является экосистема, т.е. любая совокупность взаимодействующих живых организмов и условий среды обитания. Например, экосистемой может быть муравейник, лес (участок леса), кабина самолета или космического корабля и весь земной шар. Возникновение экологических проблем обусловлено социально-экологическими факторами и поэтому их решение должно осно-

вываться не только на использовании технических средств, но и на основе формирования ценностного подхода к окружающей среде, т.е. такого сознания общества, которое предполагает полную гармонию человека и окружающей среды [5]. В целях экологического образования молодого поколения в методической науке разработаны содержание, методы и технологии [4], с которыми для их реализации в самостоятельной педагогической деятельности должны быть ознакомлены студенты в курсе общей физики и курсе методики обучения этому предмету. Успех дела зависит от того, насколько координировано содержание работы в данном направлении субъектов учебного процесса, т.е. преподавателей курса общей физики и методики обучения физике. Системный подход и координация данной работы целесообразно