

ВИРТУАЛНА ФИЗИЧНА ЛАБОРАТОРИЯ - НОВ ПОДХОД В ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА  
ВЪВ ВВМУ "Н. Й. ВАПЦАРОВ"

Павлина Н. Тодорова, ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“, Варна  
Мария П. Николова, ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“, Варна

A VIRTUAL PHYSICS LABORATORY - NEW APPROACH IN LEARNING ON PHYSICS  
IN NAVAL ACADEMY "N. J. VAPTSAROV"

Pavlina N. Todorova, Naval Academy „N. Y. Vaptsarov“, Varna  
Maria P. Nikolova, Naval Academy „N. Y. Vaptsarov“, Varna

**Abstract:** *In the paper analysis of electronic publications of studying physics, existing up to now in the Internet, is presented. The necessity to alter the traditional laboratory exercise is proved. The virtual laboratory, developed in the Naval Academy, is presented, including theory; simulation of physics phenomena and developments, invisible to the naked eye; interactive models; control tests; library and a table of results. The virtual physics laboratory corresponds to the requirements of contemporary studies in higher schools and technical universities. The laboratory can be used by students for e-learning, distance learning and self-dependent work. The program languages used for the simulation models are HTML, Java, Java Script, Macromedia Flash and Electronics Workbench.*

**Key words:** *virtual laboratory, distance learning.*

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Необходимостта от текущо осъвременяване на учебното съдържание по физика съобразно новите открития и приложението им в практиката, от провокиране на задълбочен интерес към предмета и повишаване на качеството на знанията и уменията, изисква разработването и внедряването на нови образователни технологии на обучение и интензификация на целия учебен процес. Това включва както осъвременяване на материалната база, така също и разработване на система от електронни учебни материали, като същевременно представлява и подготовка към въвеждането на дистанционно обучение. Глобалната мрежа Internet се явява интегрирано средство, използвано в тази форма на обучение. Разработени са различни електронни средства за обучение: компютърни учебници, обучаващи системи, мултимедийни учебни материали, тренажори, справочници, бази данни с учебно предназначение, лабораторни практикуми, контролиращи програми [1]. База за обучението са компютърните зали, кабинетите по информатика и снабдените с компютър и мултимедийен проектор лекционни зали.

Някои от предимствата на Web базираното дистанционно обучение са:

- многоплатформеност на технологията - обучаващите системи в Internet могат да се ползват от всички компютри независимо от операционната им система;
- евтино разпространение - докато са в Internet продуктите не заемат място на потребителската машина;
- лесна и мобилна преработка на съдържанието на електронните издания;
- моделиране на процеси и явления, които не

могат да се наблюдават по друг начин;

- повишаване на интереса на обучаемите към изучаваната дисциплина.

Електронното обучение има и някои недостатъци:

- обучаемите трябва сами да постигат желаната организираност и систематизираност при обучението си;
- намалена е връзката преподавател-обучаем;
- мониторът изморява очите повече, отколкото четенето от хартиен носител.

Тези недостатъци са минимални в сравнение с предимствата, което дистанционното обучение може да осигури на студентите от задочно обучение, които имат определен минимален брой присъствени дни за лекции и упражнения. А в обучението по физика, където се налага моделиране на сложни процеси и явления, компютърната симулация е незаменим помощник на преподавателя при обучението и на редовните студенти.

## 2. САЙТОВЕ ЗА ОБУЧЕНИЕ ПО ФИЗИКА

В българските образователни сайтове обучението по физика навлиза едва от няколко години. При търсене на български език чрез Google с ключова дума *симулации по физика* се получи (към 05.05.2007 г.) 830 резултата, сред които най-търсеният пакет със симулации (автор Б. Стефанов) е предназначен за обучение в средните училища. По ключова дума *дистанционно обучение по физика* се намират 1910 резултата, но реално подобно обучение все още няма. Търсене чрез ключова дума *виртуална физична лаборатория* показва 8 резултата, но информация за подобна лаборатория се намери единствено във формат .pdf.

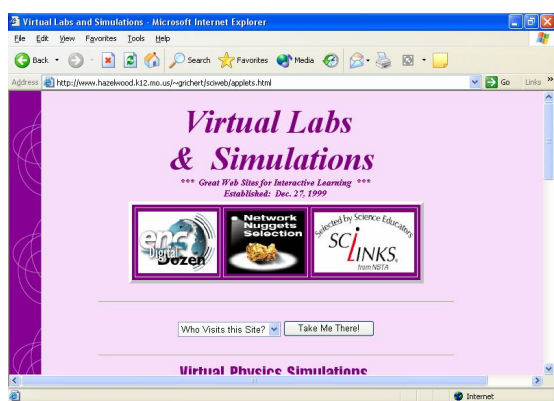
От проведеното търсене в български сайтове може да се направят следните изводи:

- Има разработени симулации по физика, подходящи за основно и средно образование.
- Няма сайт, който да предлага дистанционно обучение по физика, включващо лекционен материал, упражнения, симулации.
- Няма създадена виртуална физична лаборатория във ВУЗ.

Търсенето в сайтове на други езици показва следните резултати: за *virtual laboratory of physics* - 1470000 резултата, за *distance learning in physics* - 1540000 резултата, а за *physics simulations* – 31500000 (!).

Прегледът на най-търсените сайтове показва, че много университети от различни страни обучават дистанционно своите студенти по физика, показвайки им компютърни симулации на физични явления и процеси използвайки Java-аплети, Flash-анимации и анимирани графични файлове от тип .gif. Най-популярният език за програмиране на физични процеси е Java. Някои от авторите на сайтовете [2] предлагат освен демонстрация на аplet, още source-кода му, като по този начин компютърните симулации могат да се разглеждат в offline режим или да се променят при необходимост в зависимост от учебната задача. Добър пример може да се види в [3] (Фиг. 1) и [4].

В болшинството сайтове обаче, като например [5], независимо от заглавието, се предлагат само текст върху теорията и интерактивни тестове, но без модел. Други [6] представляват методически разработки с добри илюстрации и схеми, но изискват реална постановка за изпълнението.



Фиг. 1. Сайт, съдържащ виртуална лаборатория и симулации по физика

Директното използване на материалите по физика от чуждестранните ВУЗ не е подходящо поради езиковата бариера от една страна, а от друга - поради различията в програмите за обучение. Една част от илюстративните материали, достъпни безплатно в мрежата, могат да се ползват без съществено изменение, други изискват превод и/или адаптиране към конкретния учебен материал, към целите и

методическите изисквания на обучението в конкретното учебно заведение, поради което е необходимо добро познаване на програмните продукти и езици, с които са създадени илюстрациите и моделите. За получаването на методически издържан добър програмен продукт се изисква отличен синхрон между преподавателя и програмиста.

### 3. ВИРТУАЛНА ФИЗИЧНА ЛАБОРАТОРИЯ



Web сайтът *PhyZone* [7], разработен от гл. ас. д-р П. Тодорова, представлява база от електронни материали, чиято цел е да обхване целия процес на обучението по физика във ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“. Поради големия си обем е предназначен за базиране в Intranet. Състои се от 5 основни модула: електронен учебник, сборник със задачи, сборник с тестове, виртуална физична лаборатория и библиотека, като всеки модул е свързан с всички останали.

Модулът Виртуална физична лаборатория *Phy ZoneLab* съдържа комплект виртуални лабораторни упражнения, изградени по единен план, който включва: кратка теория, метод на експеримента, интерактивен модел, тестове за самоподготовка и за контрол, библиотека, форма за попълване на резултатите от експеримента и тяхната обработка. Създадена е с използването на програмните езици HTML, Java Script, Java, Macromedia Flash, Electronics Workbench, PHP и MySQL, като включва и много анимирани графични изображения.

Първоначалната цел на този модул бе да обезпечи самостоятелната работа на студентите от задочно (а за в бъдеще и дистанционно) обучение от ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“, но с развитието му, той бе успешно използван и от студентите от редовно обучение при подготовката им за работа на реална лабораторна постановка, така също и в качеството на лекционни демонстрации от преподавателя. Към настоящия момент той съдържа 4 напълно завършени лабораторни упражнения, други две са в напреднал стадий на разработка, и още 4 на етап идеен проект. Автор на идейния проект на всяко от упражненията и на лабораторията като цяло е П. Тодорова. В програмирането на интерактивните модели най-голям е приносът на доц. М. Николова, като в работата се включиха и студенти (табл. 1).

Физическата наука в същността си е експериментална. По време на обучението на физическия практикум се отрежда мястото на най-важното средство за обучение, тъй като той позволява на преподавателя ясно да постави и реализира целите на занятието. Традиционната постановка на експеримента в обучението преследва следните цели:

1. Формиране на умение за наблюдение, анализ и обяснение на физическите явления.

Таблица 1  
Интерактивни лабораторни упражнения

| Тема   | Автор на анимацията      |
|--|--------------------------|
| Определяне на инерчен момент на тяло и дирекционен момент на нишка | Димитър Крачунов         |
| Определяне на динамичния вискозитет по метода на Стокс             | М. Николов,<br>Г. Петров |
| Определяне на скоростта на звука по метода на стоящите вълни       | М. Николов               |
| Определяне на скоростта на звука по метода на фазовата разлика     | М. Николов               |
| Изследване на волт-амперната характеристика на P-N преход          | Деян Коларов             |
| Работа с електронен осцилоскоп                                     | Бейхан Исмаилов          |
| Изследване на затихващите трептения с осцилоскоп                   | Бейхан Исмаилов          |

2. Ползване на физически прибори и инструменти.

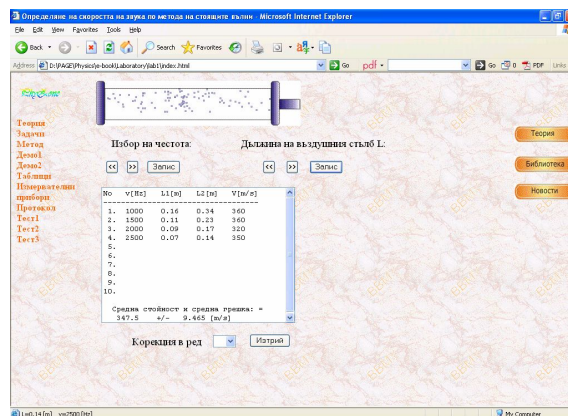
3. Запознаване със структурата и постановката на физическия експеримент.

4. Обработка на експерименталните данни, анализ и оценка на получените резултати.

За осъществяването на изброените цели, лабораторните упражнения във *PhyZoneLab* са разработени във формата на Web сайт (Фиг. 2), като обемът на работата с всяко от тях е предвиден за изпълнение в рамките на един-два учебни часа. Екранът е разделен на три фрейма, като основната информация се показва в централния фрейм.

Чрез бутоните от менюто в левия фрейм може да се премине към избрано място в упражнението. Подреждането им подсказва оптималния ред за работа. Упражнението започва с кратка теория, следва поставяне на задачите и описание на метода със схема на опитната постановка (или фотография на реална постановка). След изпълнението на тези стъпки, на студента се предлага да попълни контролен Тест 1, който е предназначен за самообучение и отговорите може да се видят на следващата страница. При правилни отговори следва запознаване и работа с измервателните прибори, след което може да се премине към контролен Тест 2, който е критериален. При положителна оценка от този тест, студентът се допуска до работа със симулацията (или на реална постановка). В симулацията получените данни от експеримента се попълват автоматично в таблица (Фиг.2). Автоматичната обработка се свежда до намиране на средната стойност и средната грешка. Времето за тези изчисления са спестени на студента, като в замяна се изисква вниманието му да е насочено към наблюдение, анализ, осмисляне на експеримента и оценка на възможните

грешки. В края на упражнението студентът попълва заключителен Тест 3, чрез който се осъществява традиционната „защита на отчета”. С това упражнението се счита за завършено. Протоколът с отчета за извършената работа се изпраща по e-mail на преподавателя. Окончателната оценка е на базата на оценките от Тест 2, Тест 3 и Отчета.



Фиг. 2. Лабораторно упражнение "Определяне на скоростта на звука по метода на стоящите вълни"

Чрез трите бутона в десния фрейм може да се получи допълнителна информация: Бутон „Теория” препраща към съдържанието на електронния учебник, в „Библиотека” може да се намери допълнителна литература по разглеждания въпрос и всякакви помощни таблици (Физически закони, Дефиниции, Величини, Физични формули, Математически формули, Система Си, Гръцка азбука), както и връзки към сайтове със сродна тематика, а в „Новости” - последните изследвания в по-широка област.

Лабораторните упражнения във *PhyZoneLab* са три типа:

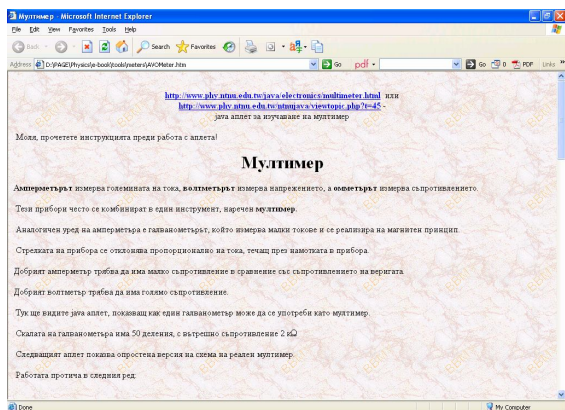
А) Напълно заместващи реалния експеримент: „Определяне на скоростта на звука по метода на стоящите вълни”, „Определяне на скоростта на звука по метода на фазовата разлика”, „Определяне на динамичния вискозитет по метода на Стокс” (автор М. Николова), „Работа с електронен осцилоскоп” и „Изследване на затихващи трептения с осцилоскоп”.

Б) Демо-версия, реализирана посредством Flash анимация, която не е интерактивна и позволява единствено наблюдение на различните процеси и явления при определени стойности на параметрите: „Изследване на волт-амперна характеристика на P-N преход”.

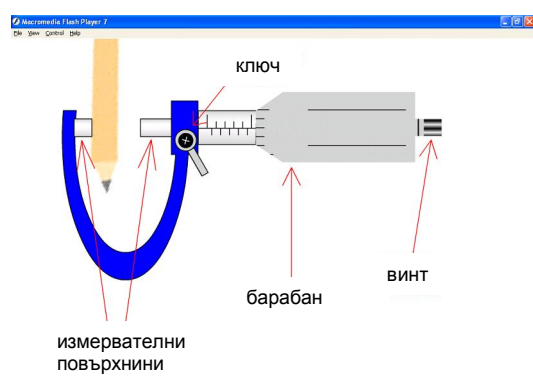
В) Подпомагащи обработката на данните. Flash анимация на процеса, която не е интерактивна. В интерактивен режим се обработват данните от реален експеримент: „Определяне на динамичния вискозитет по метода на Стокс” (автор Г. Петров) и „Определяне на инерчен момент на тяло и дирекционен момент на нишка”.

За постигането на цел 2, а именно формиране на

умения за работа с измерителни прибори, към модул „Библиотека” има специален раздел „Инструменти”. Той съдържа интерактивни упражнения с основните измервателни уреди. Те са реализирани посредством Java – аплети [8,9] (Фиг. 3), или Flash-анимации [10] (Фиг. 4), преведени на български и адаптирани.



Фиг. 3. Инструкция за работа с мултиметър [8]



Фиг. 4. Flash-анимация за измерване на микрометър

#### 4. ИЗВОДИ

Предложените във Виртуалната физична лаборатория *PhyZoneLab* упражнения представляват модели - анимация или симулация на физични процеси, в които се имитира лабораторна работа. Тъй като теоретичните зависимости са зададени програмно, процесите на екрана протичат съгласно теорията. Ако отчитането на данните беше автоматично (както в голяма част от Java-аплетите, предлагани като виртуални упражнения), щяха да се получават теоретични или близки до теоретичните резултати. Възможността студентите сами да направят измерване, като посочват точка с показалеца на мишката (която има определена чувствителност) върху екрана на монитора (с крайна разделителна способност), внася определена грешка. Ако трябва например да се натисне бутон, за да се засече момент от време, точността зависи от бързината на реакция, от наблюдателността, не на последно място от честотата на процесора и разделителната способност на монитора. В последния случай харак-

теристиките на компютъра и монитора внасят систематични грешки, а дейността на студента - груби, систематични и случайни. От студентите се изисква в изводите от упражнението да направят анализ и оценка на възможните грешки.

Предимствата на предложения метод на организация на лабораторната работа са следните:

- Създават се възможности за издигане на нивото на обучение на по-висока степен чрез използване на информационни и комуникационни технологии;
- Дава възможност на обучаемите да работят сами, подбирайки нужните им инструменти, да изследват сами процеса, при което се развиват качества като наблюдателност, съобразителност, логическо мислене, формират се умения за наблюдение, анализ и обяснение на физическите явления;
- Дава възможност за избиране на индивидуален темп за усвояване на знанията по време на упражнението, което повишава качеството на обучението;
- Спестеното време и усилия за обработка на експерименталните данни, се посвещава на оценка и анализ на получените резултати;
- Стимулира се естествения стремеж към творчество, изобретателство, конструиране и самостоятелно изготвяне на прибори и демонстрации;
- Спестява времето на преподавателя за въвеждане в лабораторното упражнение и устно препитване;
- Относителна обективност на оценяването чрез тестова форма.
- Подготвено във вид на Web-сайт, лабораторното упражнение предлага бърз и лесен достъп до всички необходими спомагателни информационни и технически средства и обработващи програми по време на упражнението.
- Позволява по-нататък лесно да се премине към дистанционно обучение, тъй като техническата реализация на компютърен практикум за очното обучение е идентична на практикума при дистанционното обучение.

#### 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ролята на виртуалните лабораторни работи не се ограничава само със замаяната на реалните експерименти. Компютърният практикум може да бъде използван и като разширяващо допълнение към традиционния практикум във формата на тренажор. Преди изпълняване на лабораторната работа може да се проведе изследователска работа от студентите върху виртуалния модел, изобразяващ особеностите при протичане на процесите в реалната установка. След преминаването на този своеобразен тренинг на компютърния модел, те ще формират по-ясна структура от знания, която ще им позволи с разбиране на всички физически особености да проведат експеримента. По такъв начин виртуалният модел може да се използва в два варианта: като интерактивно нагледно пособие,

което ще позволи на преподавателя да организира самостоятелна изследователска дейност на студентите (когато няма достъп до лабораторно оборудване), или в качеството на тренажор преди изпълняването на реален експеримент. Те могат да се използват за e-learning, дистанционно обучение и самообучение от студенти и курсанти, обучаващи се във ВВМУ и в другите висши училища.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. О б у ч е н и е пред монитора, PC World, 2006
2. Т о д о р о в а, П. Н. Електронен учебник по физика. I. Структура. - В: Морски научен форум, т. 2 "Проблеми на висшето образование. Науки за морето и кораба", Варна, ВВМУ "Н. Й. Вапцаров", стр. 39-45, 2003.

3. <http://www.myphysicslab.com>
4. <http://www.haselwood.k12.mo.us/~grichert/sciwb/applets.html>
5. <http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.html>
6. [http://virlib.eunnet.net/win/metod\\_materials/wm11/WEB\\_LAB/web\\_lab.htm](http://virlib.eunnet.net/win/metod_materials/wm11/WEB_LAB/web_lab.htm)
7. <http://www.expel.hit.bg/>
8. <http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/electronics/multimeter.html>
9. <http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/viewtopic.php?t=51>
10. <http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/index.html>

#### З А К О Н Т А К Т И:

1. П. Н. Тодорова: e-mail: pawtod@abv.bg;
2. Кр. Ив. Кърджилова: e-mail: kardjilova@yahoo.com