

**УДК 378.147:378.4:61:53:577**

**Ткаченко Юлія Петрівна**, викладач кафедри медичної і біологічної фізики та медичної інформатики Вищого державного навчального закладу України «Українська медична стоматологічна академія», м. Київ, e-mail: [juliyashiningsun@rambler.ru](mailto:juliyashiningsun@rambler.ru)

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З КУРСУ «МЕДИЧНА І БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА» НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

### **Анотація**

Стаття присвячена розробці комплексної системи використання інформаційно-комунікаційних технологій під час проведення лабораторно-практичних занять з курсу «Медична і біологічна фізика». Обґрунтовано дидактичні засади постановки модельних експериментів, представлених у вигляді демонстраційних і моделюючих програм, а також основні етапи побудови віртуального інтерактивного практикуму «Медична і біологічна фізика». Виокремлено групи фізичних моделей за способом керування і підгрупи за характером керування навчальною комп'ютерною моделлю. Запропоновано віртуальну лабораторну роботу «Визначення в'язкості крові».

**Ключові слова:** інформаційно-комунікаційні технології, віртуальний лабораторний практикум, фізична модель, модельний експеримент.

Впровадження інформаційних технологій в освіту суттєво вплинуло на систему засобів навчання. Значимого місця новітні технології набувають у дисциплінах фізико-математичного профілю.

На сторінках наукових журналів часто обговорюються загальні аспекти і тенденції впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в навчальний процес [1–8]. Однак, не менш важливим для практичної діяльності викладача є теоретичне обґрунтування основ створення програмних засобів навчання для проведення лабораторних робіт з конкретних навчальних дисциплін. Дана проблематика обумовлює актуальність нашого дослідження.

**Мета даної статті** полягає в теоретичному обґрунтуванні дидактичних основ створення віртуального лабораторного практикуму «Медична і біологічна фізика» для студентів вищих медичних навчальних закладів.

Відповідно до чинного навчального плану курс "Медична та біологічна фізика" вивчається на першому курсі вищих медичних навчальних закладів впродовж першого і другого семестрів, містить 165 навчальних годин, з них 30 – лекційних, 80 – лабораторно-практичних занять, 6 – підсумкові модульні контролі і 55 годин – самостійна робота студентів. Зміст дисципліни структуровано в 3 навчальні модулі й 8 змістових модулів (табл. 1). Структура дисципліни «Медична і біологічна фізика» і методика нарахування балів за поточну навчальну діяльність, конвертація традиційних оцінок у бали; оцінка у балах за виконання самостійної роботи студента наведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Структура дисципліни «Медична і біологічна фізика»**

№ модуля, кількість навчальних годин, кількість кредитів ECTS	Кількість змістових модулів, їх номери	Кількість практичних занять	Бали, які нараховуються студентам за оцінки на заняттях				Мінімальна кількість балів	В т. ч. за виконання СРС
			„5”	„4”	„3”	„2”		
Модуль 1 30/ 1,0	2 (№№ 1 -2)	8	15	10	5	0	40	0
Модуль 2 60/ 2,0	3 (№№ 3- 4)	12	10	7	4	0	48	0
Модуль 3 75/2,5	4 (№№ 5- 8)	17	7	5	3	0	51	1

Перелік лабораторних робіт, що виконують студенти ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія» під час вивчення курсу «Медична і біологічна фізика» наведено у табл. 2.

Таблиця 2

**Перелік лабораторних робіт з курсу «Медична та біологічна фізика»**

№ п/п	Назва лабораторної роботи
1.	Зняття спектральної характеристики вуха на межі слухового відчуття
2.	Визначення пружних властивостей біологічних тканин
3.	Силові та енергетичні параметри м'язового скорочення
4.	Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом відривання крапель
5.	Визначення в'язкості біологічних рідин
6.	Визначення рівноважного концентраційного потенціалу Нернста
7.	Визначення показника заломлення рідин за допомогою рефрактометра Аббе

8.	Вимірювання розмірів малих об'єктів з допомогою оптичної мікроскопії
9.	Визначення розмірів еритроцитів з допомогою дифракції лазерного випромінювання
10.	Аналіз роботи моста Уїнстона і вимірювання електричного опору тканин
11.	Біофізичні основи реографії і вимірювання імпедансу живих тканин
12.	Фізичні основи електрографії та практична електрокардіографія
13.	Визначення рухомості іонів методом електрофорезу
14.	Вивчення теплової дії УВЧ-терапії

Більшість процесів живого організму, фізичні механізми роботи яких досліджені, неможливо спостерігати в реальному часі і масштабі. Зокрема, мембранні, фотобіологічні процеси, електрокінетичні й оптичні явища відбуваються на мікроскопічному атомарному або молекулярному рівні. Тривають вони надзвичайно короткий час. Необхідно відзначити також, що в медичній і біологічній фізиці є широке коло фізичних експериментів, постановка яких вимагає великих матеріальних і фінансових витрат.

Для розширення демонстраційної й експериментальної бази викладачі кафедри медичної і біологічної фізики та медичної інформатики Вищого державного навчального закладу України «Українська медична стоматологічна академія» використовують модельні експерименти на основі сучасних ІКТ, представлені у вигляді демонстраційних і моделюючих програм. У створеній нами мультимедійній навчальній системі (МНС) студенти разом з викладачем працюють за комп'ютерами, з'єднаними в локальну мережу. Причому програмне і технічне забезпечення дають змогу одночасно працювати з теоретичною інформацією за темою заняття, а також виконувати практичні завдання.

Побудова віртуального лабораторного практикуму включає такі етапи:

- створення системи завдань для практикуму;
- розробка віртуальних фізичних моделей;
- розробка віртуальних вимірювальних пристроїв.

**Першим етапом** розробки віртуального лабораторного практикуму «Медична і біологічна фізика» є *структура системи завдань*.

Система завдань, створеного нами віртуального практикуму побудована у порядку зростання їх складності. Наведемо приклад поступової деталізації завдань з теми біофізика зорового рецептора (рис. 1).

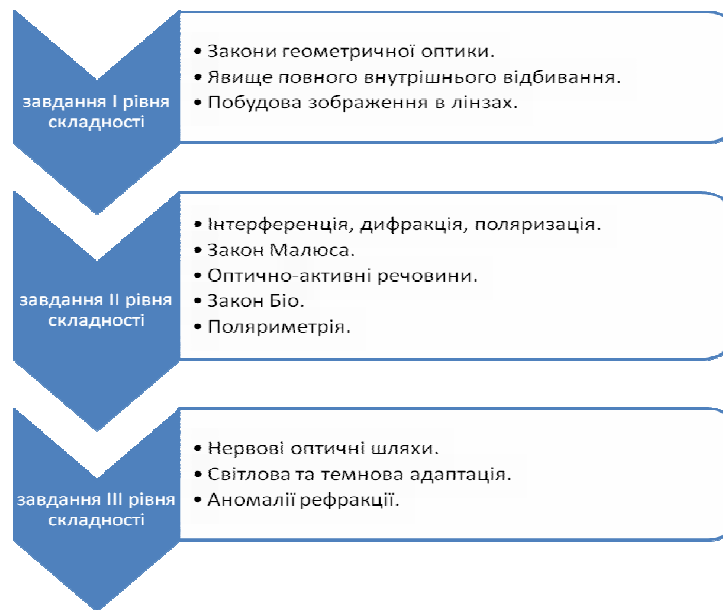


Рис. 1. Логічна структура завдань для практичного заняття «Біофізика зорового рецептора»

Структура і зміст завдань практикуму підпорядковані педагогічній концепції, згідно з якою найбільший ефект досягається за умови опанування студентами вмінь застосовувати різні види навчального експерименту в їх єдності. Особливістю віртуальних практикумів є те, студенти мають змогу працювати як індивідуально, так і групами, залежно від конкретних умов педагогічного експерименту, укомплектованості кабінету.

**Другим етапом** розробки віртуального лабораторного практикуму «Медична і біологічна фізика» є *створення віртуальних фізичних моделей*.

Навчальна комп'ютерна модель є одним із видів педагогічних програмних засобів, використання яких передбачено концепцією фізичної освіти [3]. Якщо взяти за основу спосіб керування навчальною комп'ютерною моделлю, то можна виокремити дві групи таких моделей:

- 1) керування без участі користувача;
- 2) керування здійснюване користувачем.

У свою чергу, у другій групі можна виокремити три підгрупи, які відрізняються характером керування комп'ютерною моделлю:

- нечислове керування (структурна зміна моделюючого об'єкта за допомогою клавіш керування курсором, інших нецифрових клавіш);
- числове керування (завдання конкретних значень параметрів моделюючого об'єкта);

- змішане керування.

До **першої групи** комп'ютерних моделей, керування яких здійснюється без участі користувача, належать моделі демонстраційного характеру, які використовують для:

а) моделювання фізичних дослідів, які неможливо продемонструвати в умовах без спеціального обладнання;

б) розкриття механізму фізичних явищ чи процесів.

Так, наприклад, до першої групи можна віднести інтерактивну модель нервових оптичних шляхів (рис. 2), яка широко використовується нами на практичних заняттях теми «Біофізика зорового рецептору». У рецепторах сітківки ока під дією променів світла виникає збудження, яке проводиться по відростках нейронів, що збираються в зоровий нерв. По ньому збудження потрапляє в зоровий центр головного мозку, який знаходиться в потиличній ділянці голови, в основі черепа. Основна частина нервових шляхів перетинається в передній частині черепа. Мозок приймає інформацію з правого і лівого ока і об'єднує її в єдиний образ.

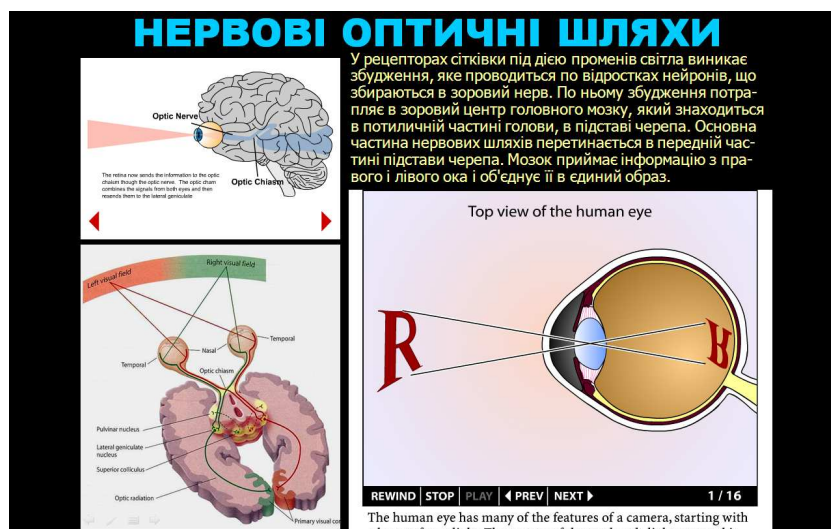


Рис. 2. Інтерактивна модель нервових оптичних шляхів

До цієї групи можна віднести рідинно-мозаїчну модель мембрани (рис. 3).

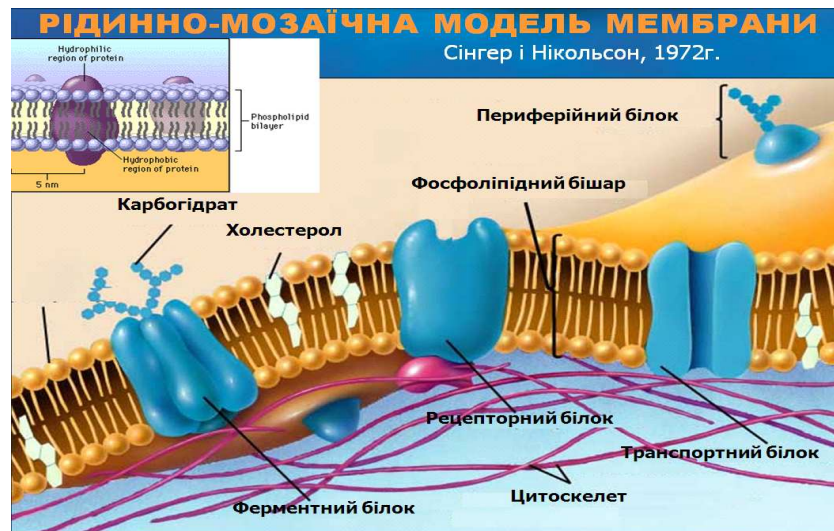


Рис. 3. Рідинно-мозаїчна модель мембрани

Візуальні програмні компоненти мають можливість динамічно змінювати параметри системи під час модельного експерименту, імітуючи реальні процеси живого організму. Так, наприклад, можна проаналізувати, на яку відстань  $S$  зміщуються молекули мембранних білків протягом заданого часу  $\Delta t$ , визначити швидкість руху молекул (рис. 4). Отже, досягається повнота і глибина розуміння навчального матеріалу, а також фізична суть досліджуваного процесу.

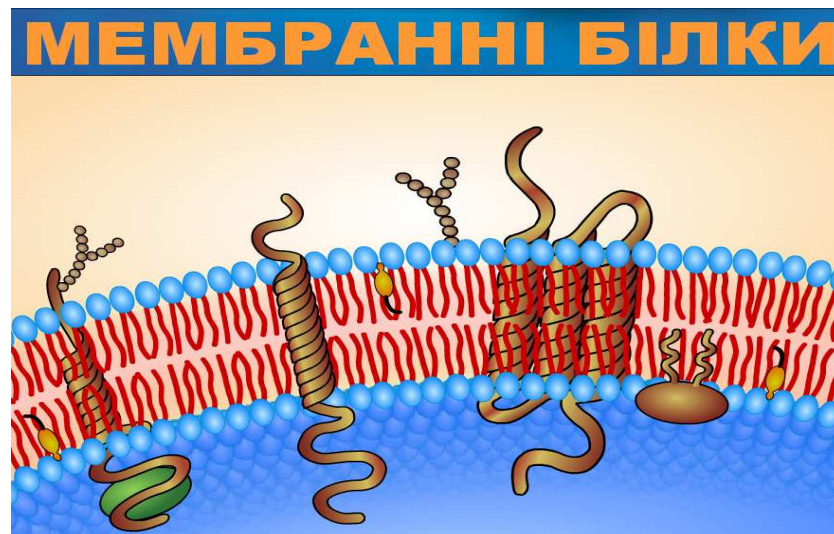


Рис. 4. Модель руху мембранних білків

До **другої групи** відносимо комп'ютерні моделі, керування яких здійснюється безпосередньо користувачем, здебільшого їх використовують для:

- моделювання механізмів, роботу яких неможливо спостерігати в реальному часі і масштабі (відбуваються на мікроскопічному атомарному або молекулярному рівні), або є надто довготривалими;

- демонстрації експериментів, постановка яких вимагає великих матеріальних і фінансових витрат;
- демонстрації, що моделюють хід виконання реальних лабораторних робіт.

Під час підготовки до практично-лабораторного заняття «В'язкість рідин і методи її визначення» студенти мають змогу використовувати віртуальну лабораторну роботу «Визначення в'язкості крові» (рис. 7), що сприяє кращому засвоєнню теоретичного матеріалу й підготовці до виконання реальної лабораторної роботи.

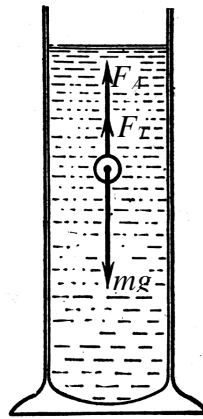


Рис. 5. Метод Стокса

В'язкість лімфи й плазми крові досить добре описуються законом Ньютона для в'язкої течії, тому їх можна віднести до ньютонівських рідин. Кров є суспензією формених елементів у білковому розчині – плазмі. Під час руху крові по судинах спостерігається концентрація формених елементів вздовж осі течії, що зумовлює незначне збільшення в'язкості, де в'язкість незначно збільшується. Тому кров відносять до неньютонівських рідин. Але так як в'язкість крові невелика, то за певних умов цими змінами можна знехтувати і вважати коефіцієнт в'язкості постійною величиною.

Класичним методом визначення в'язкості рідин є *метод Стокса*, що полягає у експериментальному встановленні: під час руху тіла кулястої форми у в'язкому середовищі з невеликою швидкістю, на неї діє сила опору, пропорційна коефіцієнту в'язкості, радіусу кульки і швидкості її руху:

$$F = 6\pi\eta r v \quad (2)$$

Під час падіння кульки в рідині ця сила зростає, доки не зрівноважить вагу кульки, після чого рух кульки стає рівномірним (рис. 5). Точніше швидкість рівномірного руху  $v$  кульки визначають за умови рівноваги сил:

$$mg = Q + F \quad (3)$$

де  $m$  – маса кульки,  $Q$  – виштовхувальна сила рідини,  $F$  – сила опору рідини.

Підставивши значення цих сил, матимемо:

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_1 g + 6\pi\eta r v \quad (4)$$

звідки:

$$\eta = \frac{2(\rho - \rho_1)gr^2}{9v} \quad (5)$$

де  $\rho$  – густина рідини,  $\rho_1$  – густина матеріалу кульки.

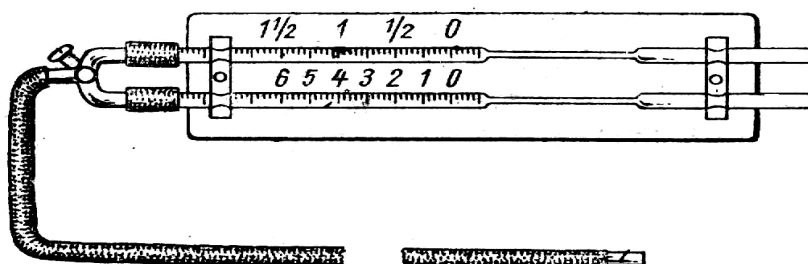
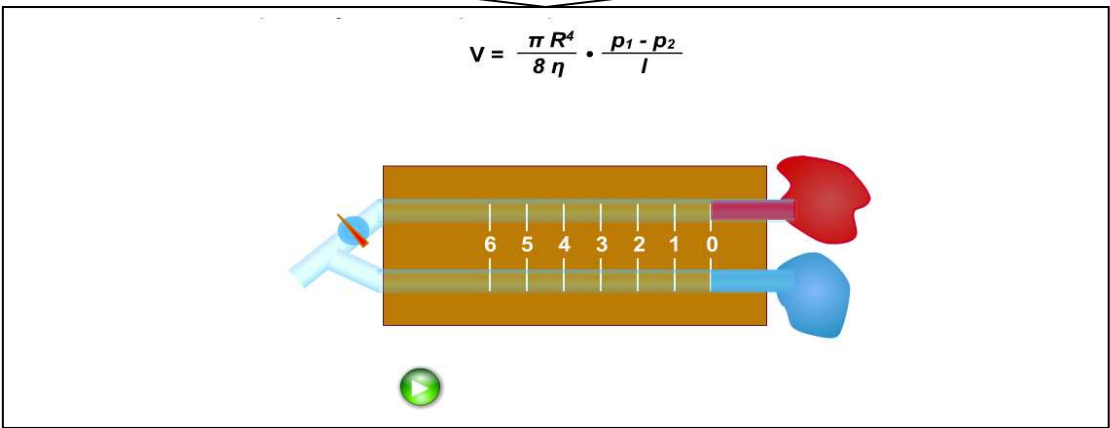
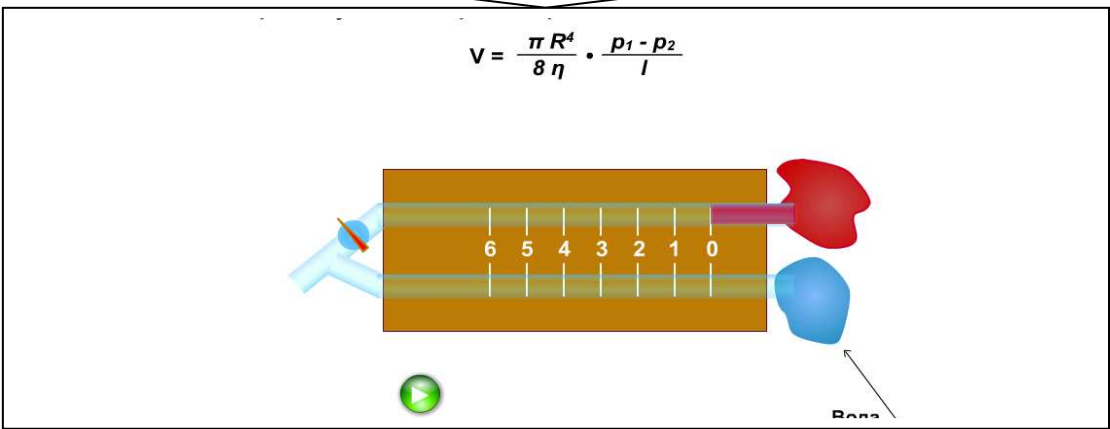
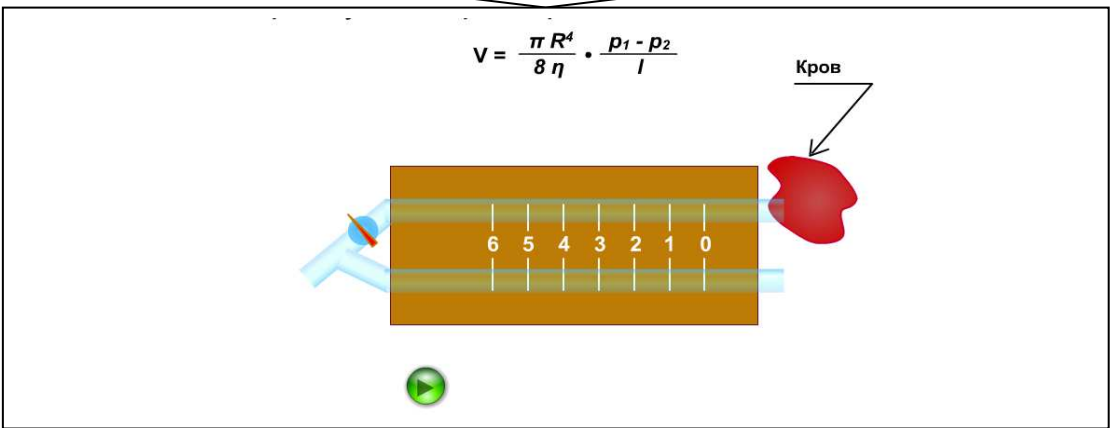
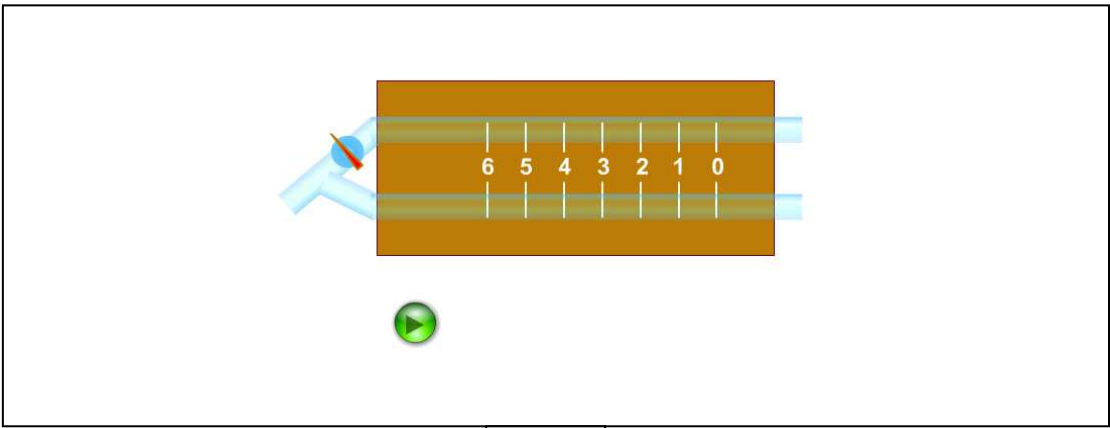


Рис. 6. Будова віскозиметра ВК-4

Закон Стокса лежить в основі методу визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) крові. Вимірювання ШОЕ в плазмі крові є надзвичайно важливим методом діагностики, і можливість встановити наявність запальних процесів в організмі людини.

У зв'язку з необхідністю досить великої кількості рідини, метод Стокса не може бути використаний для визначення в'язкості крові. З цією метою користуються віскозиметром ВК-4 (рис. 6), принцип дії якого базується на законі Пуазейля. Віскозиметр ВК-4 складається з двох проградуєваних однакових піпеток-капілярів. Відстань, яку проходить рідина в капілярі під дією градієнту тиску, обернено пропорційна в'язкості рідини. Тому відношення в'язкостей відомої і невідомої рідин, обернено пропорційне відповідним відстаням. Як рідину з відомою в'язкістю використовують воду.





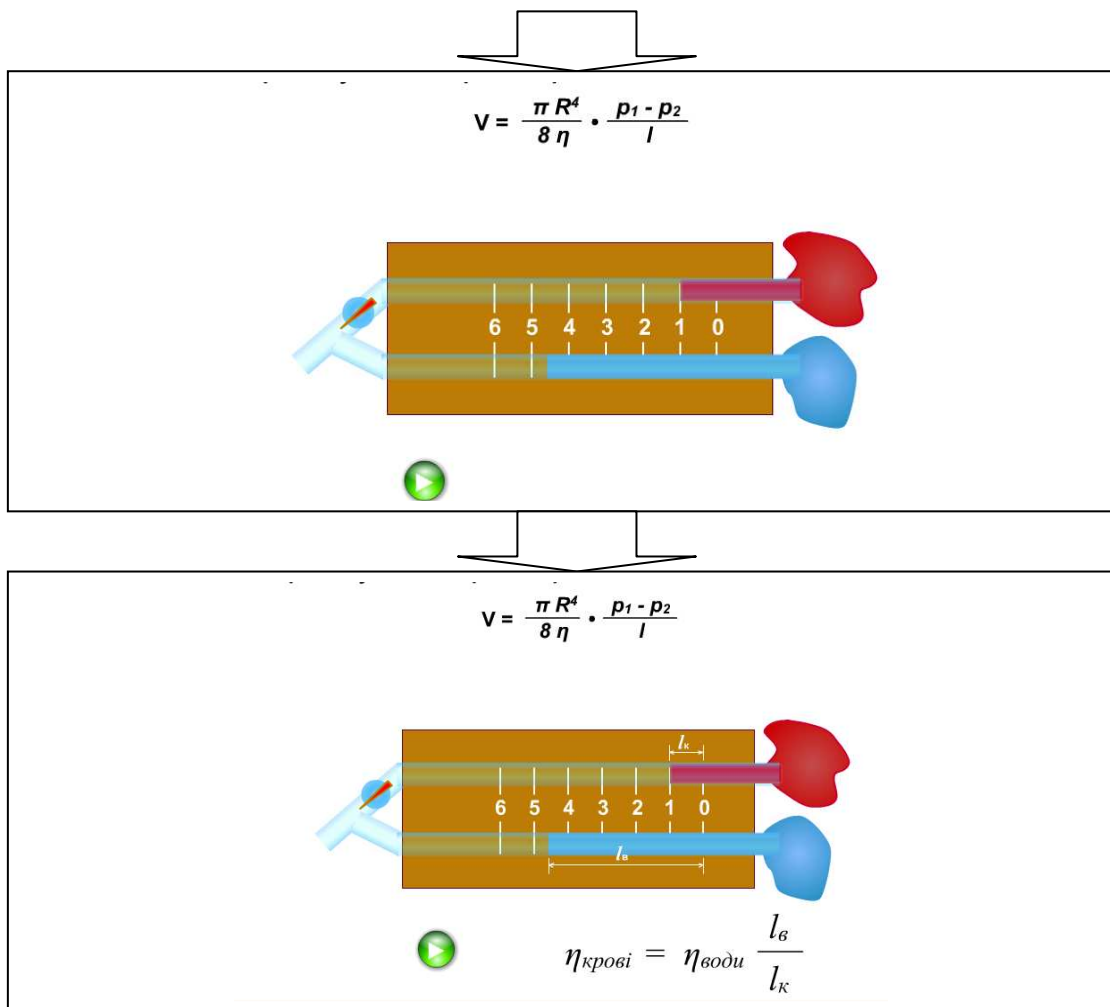


Рис. 7. Віртуальна лабораторна робота «Визначення в'язкості крові»

Як і будь-яка навчальна модель, така комп'ютерна модель є джерелом інформації, але в той же час вона є об'єктом самостійної діяльності студентів, що здійснюється з допомогою ІКТ. Виконання цієї діяльності активізує процес пізнання, сприяє розумінню суті фізичних явищ і процесів, дає можливість набувати вмінь і навичок, формує фахові компетенції. Проте важливим є те, що комп'ютер не замінює фізичного експерименту, а доповнює і поглиблює його.

**Третім етапом** створення віртуального лабораторного практикуму є *розробка віртуальних вимірювальних пристроїв*.

Для апробації вимірів у межах модельного експерименту була створена модельна програма, що імітує рух молекул в ідеальному газі. У прямокутнику, що зображає герметично закриту посудину, рухаються кульки, що імітують рух молекул ідеального газу. Кульки рухаються хаотично, пружно відбиваються від стінок. Розміри їх настільки малі, що вірогідність їх зіткнення між собою безкінечно мала,

тому вони пролітають одна повз одну. Модель дає змогу враховувати розподіл молекул за швидкостями.

Підрахунок кількості зіткнень кульок (молекул) зі стінками за рівні проміжки часу (вимірювання тиску), можливість зміни швидкості руху кульок (зміна температури) і величини досліджуваного об'єму (рух стінок посудини), у разі збереженні кількості молекул всередині посудини, дозволяє побудувати графіки ізотермічного, ізобарного, ізохорного процесу в ідеальному газі.

**Висновки.** Розглядається ідея і етапи створення електронних засобів навчання на прикладі електронного лабораторного практикуму «Медична і біологічна фізика». Забезпечення наочності шляхом комп'ютерного моделювання, анімації фізичних процесів і явищ створює умови для суттєвого підвищення ефективності навчання.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів поставленої проблематики. Актуальним і перспективним є аналіз впливу мережевих технологій на якість реалізації дидактичних функцій віртуального лабораторного практикуму.

#### Список використаних джерел

1. *Бочков В. Е.* Учебно-методический комплекс как основа и элемент обеспечения качества дистанционного образования / Бочков В. Е., Краснова Г. А., Мартынова Т. Н. //Материалы Междунар. НТК “Системные проблемы качества, математического моделирования и информационных технологий”. – Часть 7. – М. – Сочи, 2003. – С. 42–51.
2. *Гаврилюк І. П.* Методи обчислень : підручник : у 2-х ч. / І. П. Гаврилюк, В. Л. Макаров. – К. : Вища школа, 1995. – Ч. 1. – 367 с.
3. *Дубнищева Т. Я.* От образного к рациональному (из опыта использования интерактивных моделей в учебном процессе) / Дубнищева Т. Я., Пигарев А. Ю. // Междунар. конгресс конф. “ИТО–2003”. – М. : Просвещение, 2003. – С. 37–39.
4. *Жук Ю. О.* Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання у професійній освіті : зб. наук. праць. – Донецьк : Либідь, 2001.
5. Материалы для подготовки проведения итоговой аттестации выпускников средних общеобразовательных учреждений по физике / В. А. Коровин, Г. Н. Степанова. – М. : Дрофа, 2001. – 96 с.
6. Основи нових інформаційних технологій навчання : посіб. для вчителів / [Машбиць Ю. І., Гокунь О. О., Жалдак М. І., Комісаров О. Ю., Морзе Н. В.]

/ Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України; Інститут змісту і методів навчання. – К. : ІЗМН, 1997. – 260 с.

7. *Прояненко Л. А.* Физика. ЕГЭ : метод. пособ. для подготовки / Л. А. Прояненко, Н. И. Одинцова. – М. : Издательство «Экзамен», 2006 . – 350 с.

8. *Шушкіна М. П.* Модельний підхід у побудові комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища // Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. “Інформатизація освіти та дистанційна форма навчання: сучасний стан та перспективи розвитку” (Суми, січень–жовтень 2004 р.). – Суми : [б. в.], 2004. – С. 17–21.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО КУРСУ «МЕДИЦИНСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИКА» НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Ткаченко Юлия Петровна**, преподаватель кафедры медицинской и биологической физики и медицинской информатики Высшего государственного учебного учреждения Украины «Украинская медицинская стоматологическая академия», г. Киев, e-mail: [juliyashiningsun@rambler.ru](mailto:juliyashiningsun@rambler.ru)

### **Аннотация**

Статья посвящена разработке комплексной системы использования информационно-коммуникационных технологий при проведении лабораторно-практических занятий по курсу «Медицинская и биологическая физика». Обоснованы дидактические принципы постановки модельных экспериментов, представленных в виде демонстрационных и моделирующих программ, а также основные этапы построения виртуального интерактивного практикума «Медицинская и биологическая физика». Выделены группы физических моделей по способу управления и подгруппы по характеру управления учебной компьютерной моделью. Предложена виртуальная лабораторная работа «Определение вязкости крови».

**Ключевые слова:** информационно-коммуникационные технологии, виртуальный лабораторный практикум, физическая модель, модельный эксперимент.

## **METHODOLOGY OF LABORATORY- PRACTICAL LESSONS FROM THE COURSE: METHODICAL AND BIOLOGICAL PHYSICS ON THE BASIS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

**Julia P. Tkachenko**, lecturer of the Department of Medical and Biological Physics and Medical Informatics, Higher educational establishment of Ukraine «Ukrainian Medical Stomatological Academy», Kyiv, e-mail: juliyashiningsun@rambler.ru

### **Resume**

The article is devoted to the development of the comprehensive system and application of information and communication technologies during laboratory examination from the course: «Methodical and biological physics». Didactical principles on the basis of model experiments which presented in a form of demonstration and simulate programs as well as basic stage of the virtual interactive practical work «Methodical and biological physics» are proved. Groups of physics models separated according to the control and the subgroups according to the character of the computer course model are defined. Propounded virtual laboratory work: «Definition of blood viscosity» is proposed.

**Keywords:** information and communication technologies, virtual laboratory practical work, physical model, model experiment.

Матеріал надійшов до редакції 16.03.2011 р.