



105 гадоў
БДПУ

ISSN 1818-8575

2 / 2019

ВЕСТЬ БДПУ

Часопіс

25 год
1994–2019



Серыя 3

ФІЗІКА

МАТЭМАТЫКА

ІНФАРМАТЫКА

БІЯЛОГІЯ

ГЕАГРАФІЯ

МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ

МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ ФІЗІКІ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2019. № 2. С. 21–26.

УДК 53:378.147.091.32

UDC 53:378.147.091.32

**ЛЕКЦЫЙНЫЯ ДЭМАНСТРАЦЫІ –
ЭФЕКТЫЎНЫ СРОДАК БОЛЬШ
ГЛЫБОКАГА РАЗУМЕННЯ
СУТНАСЦІ ВЫВУЧАЕМАГА
МАТЭРЫЯЛУ ПА ФІЗІЦЫ**

**LECTURE DEMONSTRATIONS
AS AN EFFECTIVE MEANS
OF DEEPER UNDERSTANDING
OF THE ESSENCE OF THE STUDIED
PHYSICS MATERIAL**

В. Р. Собаль,
*доктар фізіка-матэматычных
наук, прафесар, загадчык кафедры
фізікі і методыкі выкладання фізікі
Беларускага дзяржаўнага педагагічнага
ўніверсітэта імя Максіма Танка;*

V. Sobol,
*Doctor
of Physics and Mathematics,
Professor, Head of the Department
of Physics and Methods
of Teaching Physics, BSPU;*

Ч. М. Федаркоў,
*кандыдат педагагічных
наук, дацэнт кафедры
фізікі і методыкі выкладання фізікі
Беларускага дзяржаўнага педагагічнага
ўніверсітэта імя Максіма Танка*

Ch. Fedorkov,
*PhD in Pedagogics,
Associate Professor
of the Department
of Physics and Methods
of Teaching Physics, BSPU*

Паступіў у рэдакцыю 27.03.19.

Received on 27.03.19.

Разглядаецца метадычнае пытанне аб выкарыстанні рэальных дэманстрацый на лекцыях (уроках) па фізіцы. На прыкладзе трох канкрэтных тэм паказана, што навукальныя дэманстрацыі з'яўляюцца адным з галоўных сродкаў у руках выкладчыка ў працэсе навучання фізіцы. Яны дазваляюць арганізаваць пазнавальную творчую дзейнасць вучняў, спрыяюць фарміраванню ўмення назірання і раскрыцця сутнасці вывучаемага матэрыялу. У метадычным дачыненні дэманстрацыі даюць магчымасць для студэнтаў (вучняў) назіраць фізічную з'яву ў больш рэальным вобразе, чым пры яго словесным апісанні або выкарыстанні камп'ютарных анімацый. Таму важна выкарыстоўваць навукальныя дэманстрацыі не выпадкова, а ў абгрунтаванай сістэме, паслядоўнасці, якая мае на мэце больш глыбокае разуменне навучэнцамі сутнасці вывучаемай фізічнай з'явы.

Ключавыя словы: фізіка, дэманстрацыі, метады, сродкі, эфектыўнасць, гіраскоп, магнетызм, адлюстраванне, з'ява, сутнасць.

The article discusses methodological question about the use of actual demonstrations in lectures (lessons) in physics. On the example of three specific topics it is shown that educational demonstrations are one of the main means for teacher in the process of teaching physics. They allow to organize the creative cognitive activities of students, contribute to the formation of the ability to observe and revelation of the essence of the studied material. Methodically, demonstrations make any physical phenomenon more real for students (pupils) than with its verbal description or the use of computer animations. Therefore, it is important to use educational demonstrations not by chance, but in a reasonable system, a sequence aimed at deeper understanding by students of the essence of the studied physical phenomenon.

Keywords: physics, demonstrations, method, means, efficiency, gyroscope, magnetism, reflection, phenomenon, essence.

Эфектыўнасць вузаўскай лекцыі (школьнага ўрока) можа быць павышана за кошт рацыянальнага выкарыстання тэхнічных сродкаў, якія скарачаюць выдаткі часу на чыста тэхнічную працу, і прымянення

дапаможных сродкаў, галоўным чынам дэманстрацыйных, якія павышаюць цікавасць да вывучаемага матэрыялу, абвастраюць і накіроўваюць увагу, умацняюць актыў-

насьць успрымання, спрыяюць трываламу запамінанню.

Вядома, што дэманстрацыі з'яўляюцца неад'емнай, арганічнай часткай лекцыі (урока). У метадычным дачыненні дэманстрацыі даюць магчымасць для студэнтаў (вучняў) назіраць фізічную з'яву ў больш рэальным вобразе, чым пры яго славесным апісанні або выкарыстанні камп'ютарных анімацый.

Традыцыйна для дэманстрацый выкарыстоўваюць разнастайныя фізічныя прыборы і ўстаноўкі, з дапамогай якіх можна павысіць ступень нагляднасці і ўзровень разумення сутнасці вывучаемай з'явы.

Наглядныя метады з'яўляюцца адным з галоўных сродкаў у руках выкладчыка ў працэсе навучання фізіцы. Гэтыя метады неабходныя для вывучэння фізічных уласцівасцей рэчываў або цел, раскрыцця і тлумачэння тых ці іншых прыродных з'яў. Яны дазваляюць арганізаваць пазнавальную творчую дзейнасць навучэнцаў, спрыяюць фарміраванню ўмення назірання і раскрыццю сутнасці першапачатковых паняццяў, якія маюць важнае значэнне ў канкрэтызацыі фізічных ведаў.

Метады, якія выкарыстоўваюць фізічныя дэманстрацыйныя прыборы, могуць прымяняцца як пры вывучэнні новага матэрыялу, так і пры яго замацаванні. Пры вывучэнні новага матэрыялу яны з'яўляюцца сродкам фарміравання новых ведаў, а пры яго замацаванні – спосабам актуалізацыі атрыманых ведаў аб прыродных з'явах. Вывучэнне прыроды з дапамогай дэманстрацыі натуральных аб'ектаў дазваляе сфарміраваць дастаткова поўныя і дакладныя ўяўленні аб вывучаемым аб'екце.

Як вядома, фізіка як вобласць прыродазнаўства з'яўляецца эксперыментальнай навукай. Гэта ў поўнай меры павінна быць адлюстравана ў працэсе навучання фізіцы для якой эксперымент з'яўляецца не толькі крыніцай ведаў, але і крытэрыем ісціны, гэта значыць завяршальным этапам навучальнага пазнання. У сувязі з гэтым дэманстрацыйны эксперымент павінен стаць асновай навучання, а не кароткачасовай «з'явай» на лекцыях (уроках) па фізіцы.

Прынцып нагляднасці – дыдактычны прынцып навучання, які адносіцца да ліку вядучых. Яго неабходнасць абгрунтоўваецца дыалектыкай пераходу ад пачуццёвага ўспрымання да абстрактнага мыслення ў працэсе пазнання. Чым больш разнастайныя пачуццёвыя ўспрымання вучэбнага матэрыялу, тым лепш ён засвойваецца. Дэман-

страцыйныя вопыты здольныя ўнесці элементы эмацыйнасці ў працэс вывучэння навучальнага матэрыялу і дзеянні па яго ўсведамленні. Але хутка ўзнікшая цікавасць да вучэбнага матэрыялу, не будучы падмацаванай адпаведнай працай, якая паглыбляе яго, можа хутка знікнуць. Таму важна выкарыстоўваць навучальныя дэманстрацыі не выпадкова, а ў абгрунтаванай сістэме, паслядоўнасці, якая мае на мэце больш глыбокае разуменне навучэнцамі сутнасці вывучаемай фізічнай з'явы.

Рэалізацыя прынцыпу нагляднасці на практыцы цесна звязана са зместам і тэхналогіяй дэманстрацыйнага эксперыменту, наяўнасцю дастатковай колькасці фізічнага абсталявання высокай сучаснай якасці. Бо нагляднасць пры навучанні фізіцы ёсць адлюстраванне з'яў рэальнага свету ў выглядзе дыдактычнага ладу, фармаванага з дапамогай эксперыментальных сродкаў навучання.

Для пацвярджэння сказанага аб значнасці дэманстрацыйнага фізічнага эксперыменту ў працэсе навучання фізіцы як эфектыўнага сродка глыбокага разумення сутнасці вывучаемага матэрыялу аб прыродзе, разгледзім некалькі прыкладаў выкарыстання навучальных дэманстрацый, якія рэалізуюць прынцып нагляднасці.

1. Тэма – Свабодныя восі. Гіраскоп. Дэманстрацыя – Аднарэйкавая дарога

У агульнай тэорыі вярчальнага руху даказваецца, што цвёрдыя целы маюць свабодныя восі кручэння, якія захоўваюць сваю арыентацыю ў прасторы пры адсутнасці дзеяння на іх знешніх сіл. Гэтыя восі называюцца галоўнымі восямі інерцыі, яны ўзаемна перпендыкулярныя і праходзяць праз цэнтр мас цела. Пры гэтым кручэнне вакол галоўных восяў з найбольшым і найменшым момантамі інерцыі аказваецца ўстойлівым, а кручэнне вакол восі з сярэднім момантам – няўстойлівым.

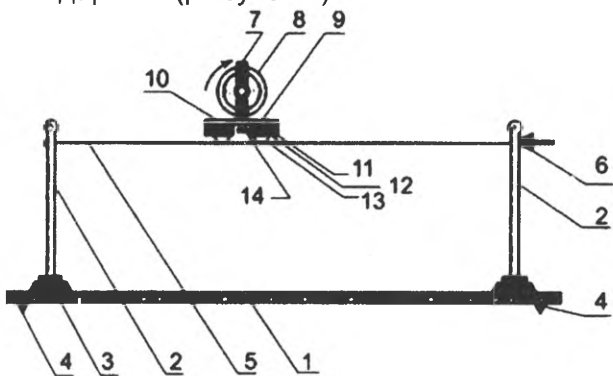
Масіўнае цвёрдае сіметрычнае цела, якое верціцца з вялікай вуглавой хуткасцю вакол сваёй восі сіметрыі, якая з'яўляецца свабоднай восю, называецца гіраскопам. Калі сумарны момант знешніх сіл, якія дзейнічаюць на гіраскоп, роўны нулю $\vec{M}$, то момант яго імпульсу

$$\vec{L} = I\vec{\omega} = \text{const},$$

дзе I – момант інерцыі гіраскопа адносна восі сіметрыі, ω – вуглавая хуткасць уласнага вярчэння. З гэтага сцвярджэння вынікае важ-

ная для практычнага прымянення ўласцівасць гіраскопа – захоўваць кірунак свабоднай восі ў прасторы.

Гэту асаблівасць гіраскопа можна паказаць навучэнцам з дапамогай вучэбнай дэманстрацыі, якая называецца «Аднарэйкая дарога» (рысунак 1).



Рысунак 1

Прыбор для дэманстрацыі гіраскапічнага эфекту складаецца з гіраскопа на калясцы і штатыва з двума стойкамі. Падстава 1 (800x800x7 мм) штатыва забяспечана чатырма ўраўняльнымі шрубамі 4, да яе прышрубаваны дзве стойкі 2 (вышыня – 250 мм, дыяметр – 15 мм), якія маюць патаўшчэнне 3 у ніжняй частцы. Паміж стойкамі 2 нацягнуты дрот 5 (даўжыня – 680 мм), нацяжэнне якога рэгулюецца шрубай 6. На дрот ставіцца металічная калясачка 9 (памерам 80x25x3 мм), на якой знаходзіцца гіраскоп. Да калясачкі з дапамогай утулак 12 для рэгулявання і трымальнікаў 11 прымацаваны металічныя калёсікі 13, якія могуць круціцца ва ўтулках. Трымальнікі 11 мацуюцца да падставы калясачкі шрубамі 10. З дапамогай шрубы 14 мацуюцца гіраскоп, які свабодна можа круціцца вакол гэтай шрубы ў гарызантальнай плоскасці. Дыск 8 гіраскопа лёгка круціцца вакол гарызантальнай восі, умацаванай на клямары 7, у вертыкальнай плоскасці.

Парадак дэманстрацыі

1. Спачатку навучэнцам варта паказаць, што пры нерухомым дыску гіраскопа калясачка не можа стаяць на дроце і перакрываецца.

2. Затым з дапамогай разгоннага механізму, які складаецца з электрарухавіка і насаджанага на яго вось дыска, разганяюць дыск гіраскопа да максімальнай хуткасці, прыводзячы яго ў кантакт з дыскам рухавіка.

3. Акуратна ставяць калясачку з гіраскопам (дыск круціцца) на дрот і штурхаюць яго ўздоўж дроту.

4. Назіраюць, як гіраскоп з пэўнай хуткасцю, накіраванай уздоўж дроту, рухаецца ад адной стойкі ўстаноўкі да другой, захоўваючы зададзенае становішча ў прасторы.

Такім чынам навучэнцы атрымліваюць рэальнае ўяўленне аб гіраскопе, гіраскапічным эфекце і магчымасці яго прымянення ў аднарэйкавым чыгуначным транспарце.

2. Тэма – Дзеянне магнітнага поля на праваднік з токам. Дэманстрацыя – Рух правадніка ў магнітным полі

Дацкі навуковец, фізік, даследчык з'яў электрамагнетызму Х. К. Эрстэд у 1820 годзе эксперыментальна ўстанавіў, што ток, працякаючы па правадніку, дзейнічае на магнітную стрэлку, прымушаючы яе адхіляцца на пэўны кут. У той жа час «Ньютан электрычнасці» па Максвеллу, Андрэ-Мары Ампер – вялікі французскі фізік, матэматык і прыродазнавец – стварае тэорыю, якая вызначае сувязь электрычных і магнітных з'яў і праводзіць эксперымент па ўзаемадзеянні паралельных праваднікоў з токам, даказваючы такім чынам, што ток не толькі спараджае магнітнае поле, але магнітнае поле дзейнічае на ток.

Калі металічны праваднік з токам змясціць у магнітнае поле, то на гэты праваднік з боку магнітнага поля будзе дзейнічаць сіла, якую ў цяперашні час называюць сілай Ампера.

Сіла Ампера залежыць ад даўжыні правадніка з токам, сілы току ў правадніку, модуля магнітнай індукцыі і размяшчэння правадніка адносна ліній магнітнай індукцыі і вызначаецца роўнасцю:

$$d\vec{F} = I[d\vec{l}, \vec{B}],$$

дзе $d\vec{F}$ – сіла, з якой магнітнае поле дзейнічае на бясконца малы праваднік $d\vec{l}$ з токам I .

Модуль сілы Ампера можна вызначыць па формуле:

$$F = IBl \sin \alpha,$$

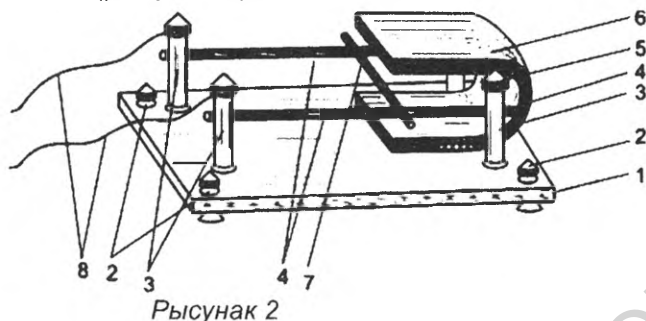
дзе $I = qn v S$ – ток праз праваднік сячэннем S , α – вугал паміж вектарам магнітнай індукцыі і кірункам, уздоўж якога цячэ ток. Сіла Ампера максімальная, калі праваднік з токам размяшчаны перпендыкулярна лініям магнітнай індукцыі.

Кірунак сілы Ампера вызначаецца па правіле вылічэння вектарнага здабытка або правіле левай рукі – калі левую руку размясціць у магнітным полі так, каб сілавая лінія ўваходзілі ў далонь, а чатыры пальцы былі

накіраны па току, то адагнуты вялікі палец пакажа кірунак сілы, якая дзейнічае на праваднік.

Закон Ампера, менавіта формула сілы Ампера, дазваляе раскрыць сэнс паняцця магнітнай індукцыі. З выраза для сілы Ампера вынікае $B = \frac{F}{Il}$, гэта значыць што

магнітная індукцыя – гэта фізічная велічыня, роўная адносінам сілы, якая дзейнічае на праваднік з токам у магнітным полі, да сілы току і даўжыні правадніка, якая знаходзіцца ў магнітным полі. Дзеянне магнітнага поля на праваднік з токам можна паказаць з дапамогай рэальнай дэманстрацыі, устаноўка якой выканана ў навучальных майстэрнях універсітэта (рысунак 2).



Рысунак 2

Прыбор для назірання руху правадніка з токам у магнітным полі складаецца з U-вобразнага магніта 6 (шырыня 50 мм, таўшчыня 10 мм, максімальная даўжыня 130 мм), які ўсталёўваецца на падставу 1, зробленую з арганічнага шкла, што дае магчымасць дэманстраваць дадзены вопыт у ценявой праекцыі ў праходзячым святле для вялікіх аўдыторый. На падставе 1 прамавугольнай формы (375x200x10 мм) пры дапамозе адмысловых шайбаў і гаек мацуюцца чатыры стойкі 3, зробленыя з алюмініевых трубак дыяметрам 10 мм. На вышыні 30 мм ад падставы ў стойках маюцца папярочныя адтуліны ($d = 5$ мм), у якія свабодна ўваходзяць дзве падоўжныя трубки 4 даўжынёй 325 мм, выкананыя з медзі. Трубки цалкам гладкія, прамалінейныя і строга паралельныя падставы прыбора. Да стоек 3 трубки мацуюцца з дапамогай латуневых вінтоў 5, якія адначасова з'яўляюцца і заціскамі для токападводных праваднікоў 8. Дэманстрацыйная ўстаноўка з дапамогай чатырох вінтоў 2 ўсталёўваецца ў гарызонтальную плоскасць. На трубкі-праваднікі 4 змяшчаецца медная трубка-праваднік 7 дыяметрам 7 мм і даўжынёй 150 мм, якая практычна без трэння можа каціцца па трубках 4.

Парадак дэманстрацыі

1. U-вобразны магніт размяшчаюць на падставе ўстаноўкі згодна з малюнкам.

2. На праваднікі 4 паміж канцамі U-вобразнага магніта 6 кладзецца трубка-праваднік 7.

3. Праваднікі 8 падключаюць да заціскаў 5 і крыніцы пастаяннага напружання, здольнага даваць ток сілай 10–20 А.

4. Прапануюць навучэнцам звярнуць увагу на трубку-праваднік і ўключаюць крыніцу току, які будзе працякаць па трубцы. Трубка пакоціцца направа або налева адносна магніта, у залежнасці ад кірунку току.

5. Па выніках эксперыменту правяраюць выкананне правіла левай рукі (можна і да ўключэння току па правіле левай рукі вызначыць кірунак качэння трубки з токам).

Дэманстрацыя дзеяння магнітнага поля на праваднік з токам у рэальным вобразе не толькі павышае цікавасць да вивучаемага матэрыялу, абвастрае і накіроўвае ўвагу, узмацняе актыўнасць ўспрымання, спрыяе трываламу запамінанню, але і раскрывае магчымасці прымянення гэтай з'явы ў тэхніцы. Бо рух правадніка з токам у магнітным полі ляжыць у аснове працы электрычнага рухавіка, у якім энергія электрычнага і магнітнага палёў ператвараецца ў механічную энергію. Пры гэтым усім вядома, што ў сучасным развітым грамадстве электрычная энергія знаходзіць вельмі шырокае прымяненне!

3. Тэма – Поўнае ўнутранае адлюстраванне. Дэманстрацыя – Вадзяны струмень, які свеціцца

Вядома, што на мяжы падзелу двух празрыстых асяроддзяў святло (выпраменьванне) змяняе кірунак свайго распаўсюджвання. У выніку адлюстравання частка светлавой энергіі вяртаецца ў першае асяроддзе і часткова праходзіць праз мяжу асяроддзяў, змяняючы пры гэтым кірунак распаўсюджвання. Гэта з'ява называецца праламленнем святла. Закон праламлення святла запісваецца ў выглядзе наступнай роўнасці:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Закон праламлення святла вызначае ўзаемнае размяшчэнне прамянёў падаючага, праламленага і перпендыкуляра да паверхні падзелу асяроддзяў, паўсталага ў кропцы падзення. Вугал α называецца вуглом падзення, а вугал β – вуглом праламлення.

Пры праходжанні святла з аптычна менш шчыльнага асяроддзя ў больш шчыльнае,

згодна з законам праламлення $\beta < \alpha$, пры гэтым праломлены прамень набліжаецца да перпендыкуляра. Калі накіраваць светлавы прамень з аптычна больш шчыльнага асяроддзя ў аптычна менш шчыльнае, то $\beta > \alpha$ – у гэтым выпадку праломлены прамень адхіляецца ад перпендыкуляра. Пры некаторым вугле падзення значэнне вугла праламлення наблізіцца да 90° і праломлены прамень пойдзе амаль па мяжы падзелу асяроддзяў. Найбольш магчымаму вуглу праламлення $\beta = 90^\circ$ адпавядае вугал падзення α_0 . Калі вугал падзення $\alpha > \alpha_0$, то праламленне святла назірацца не будзе, прамень будзе цалкам адлюстроўвацца ў больш шчыльнае асяроддзе. Гэта з'ява называецца поўным унутрашнім адлюстраваннем святла.

Вугал падзення α_0 , які адпавядае вуглу праламлення $\beta = 90^\circ$, называюць гранічным вуглом поўнага ўнутранага адлюстравання, які вызначаецца роўнасцю

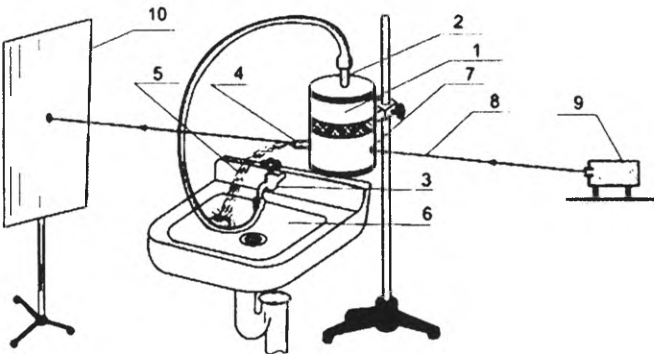
$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n},$$

дзе n – абсалютны паказчык асяроддзя.

З усяго вышэйсказанага вынікае, што галоўная ўмова поўнага ўнутранага адлюстравання заключаецца ў тым, што гэта адлюстраванне існуе толькі ў аптычна больш шчыльным асяроддзі, якое акружана менш шчыльным.

Асноўныя напрамкі практычнага прымянення поўнага ўнутранага адлюстравання звязаны з валаконнай оптыкай, якая забяспечвае не толькі каналіраванне электрамагнітнай энергіі на вялікіх адлегласці і ў цяжкадаступныя месцы, але і перадачу аптычных малюнкаў і інфармацыйных сігналаў, што дазволіць у будучыні перайсці ад радыё – да оптаэлектронікі.

Разгледзім адну з мноства навучальных дэманстрацый, з дапамогай якой можна назіраць з'яву поўнага ўнутранага адлюстравання ў вадзяным струмені (рысунк 3).



Рысунк 3

Дэманстрацыйная ўстаноўка складаецца з металічнай пасудзіны 1 (дыяметрам $D = 105$ мм і вышынёй $h = 125$ мм), у якой маецца патрубак 2 ($d = 15$ мм), праз які ў посуд паступае вада з вадаправоднага крана 3, і зліўную адтуліну 4 ($d = 15$ мм) з якой вада ў выглядзе струменя 5 выліваецца з пасудзіны ў ракавіну 6. З процілеглага боку адтуліны 4 у пасудзіне знаходзіцца празрыстае зашклёнае акенца 7 ($d = 15$ мм), праз якое ў посуд паступае светлавы прамень 8 (дыяметрам $D \approx 3$ мм) ад газавога лазера 9 бесперапыннага выпраменьвання ($\lambda = 630$ нм) ЛГН-109.

Парадак дэманстрацыі

1. Усталяваць прыбор так, каб лазерны прамень праходзіў праз акенца 7 і адтуліну 4, утвараючы на экране 10 яркую пляму, якая свеціцца.

2. З дапамогай вадаправоднага крана ствараць такі напор вады ў сістэме, пры якім струмень будзе роўны без распысквання.

3. Зварніце ўвагу навучэнцаў на колер струменя, ён будзе афарбаваны, што паказвае на змяненне напрамку распаўсюджвання лазернага прамяня з-за праявы поўнага ўнутранага адлюстравання ўнутры струменя. Струмень у гэтым выпадку іграе ролю святлавода.

4. Пастаўце пад струмень вады празрыстую пласцінку з аргшкла. Тады ў месцы разрыву струменя будзе назірацца яркая пляма.

5. Пры памяншэнні напору вады струмень становіцца больш стромным у адносінах да лазернага прамяня і ў нейкі момант умова ўзнікнення поўнага ўнутранага адлюстравання парушаецца, афарбаванасць струменя знікае і на экране зноў з'яўляецца пляма, што свеціцца.

Такім чынам, з дапамогай рэальнага эксперыменту можна паказаць навучэнцам фізічную з'яву – поўнага ўнутранага адлюстравання, якое назіраецца ў шчыльным аптычным асяроддзі (вадзе, $n = 1,33$), якое знаходзіцца ў менш аптычна шчыльным (паветры $n \approx 1$).

Прыведзеныя вышэй прыклады лекцыйных дэманстрацый па фізіцы паказваюць, што выкарыстанне рэальных наглядных сродкаў спрыяе не толькі стварэнню ў навучэнцаў вобразных уяўленняў аб аб'екце вывучэння, але і фарміраванню новых паняццяў, разуменню адцягненых сувязяў і залежнасцей паміж тэорыяй і практыкай, што з'яўляецца адным з найважнейшых палажэнняў дыдактыкі. Адчуванне і паняцце – розныя прыступкі адзінага працэсу пазнання. Бо ў метадычным дачыненні дэманстрацыі ро-

б'язь любую фізичную з'яву больш відавочнай для навучэнцаў, чым пры яе славесным апісанні, і садзейнічае больш лёгкаму засваенню і трываламу запамінанню вучэбнага матэрыялу.

У апошні час у ВНУ краіны захоўваецца тэндэнцыя замены «жывых» рэальных эксперыментаў віртуальнымі, камп'ютарнымі дэманстрацыямі. Але ўсе віртуальныя дэманстрацыі, заснаваныя на камп'ютарным мадэляванні, адносяцца да тэарэтычнага ўзроўню фізікі. На экране камп'ютара мы бачым толькі тое, што заклалі аўтары ў прагра-

му, выкарыстоўваючы тэарэтычную мадэль фізічнай з'явы.

Камп'ютарныя дэманстрацыі, безумоўна, карысныя для паглыблення ў тэарэтычную мадэль, для нагляднай інтэрпрэтацыі і візуалізацыі паводзін мадэлі ў тых ці іншых умовах. Але стаць заменай «жывому» эксперыменту камп'ютарныя мадэлі не змогуць ніколі «па вызначэнні». Таму адной з першарадных задач любой кафедры фізікі павінна стаць падтрыманне ў рабочым стане і пастаяннае папаўненне калекцыі фізічных прыбораў і лекцыйных эксперыментаў, іх мадэрнізацыя і ўдасканаленне.

ЛІТАРАТУРА

1. Физика в лекционных демонстрациях: учеб. пособие / А. Ф. Галкин [и др.]; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 130 с.
2. Демонстрационное и техническое обеспечение лекций по физике. Электричество и оптика: метод. указания / Владим. политехн. ин-т ; сост. В. Н. Кунин. – Владимир, 1980. – 40 с.
3. Цветянский, А. Л. Демонстрационный эксперимент на лекциях по общей физике / А. Л. Цветянский, А. И. Слободской, А. А. Полев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 4–3. – С. 576–580.
4. Зуев П. В. Простые опыты по физике в школе и дома / П. В. Зуев. – М. : Флинта, 2012. – 141 с.
5. Юрк, О. Д. Лекционные демонстрации по физике учебное пособие / О. Д. Юрк. – Оренбург : ОГУ, 2011. – 298 с.
6. Арсеньев, В. Д. К вопросу о взаимосвязи прецессионного и нутационного движений гироскопа / В. Д. Арсеньев // Авиакосмическое приборостроение. – 2014. – № 1. – С. 10–18.
7. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы. – 5-е изд. / И. Е. Иродов. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 319 с.
8. Майер, В. В. Полное внутреннее отражение света: учебные исследования / В. В. Майер. – М. : Физматлит, 2007. – 160 с.

REFERECES

1. Fizika v leksionnykh demonstratsiyakh: ucheb. posobiye / A. F. Galkin [i dr.]; Vladim. gos. un-t im. A. G. i N. G. Stoletovykh. – Vladimir : Izd-vo VIGU, 2012. – 130 s.
2. Demonstratsionnoye i tekhnicheskoye obespecheniye lektsiy po fizike. Elektrichestvo i optika: metod. ukazaniya / Vladim. Politekh. in-t ; sost. V. N. Kunin. – Vladimir, 1980. – 40 s.
3. Tsvetyanskiy, A. L. Demonstratsionnyy eksperiment na lektsiyakh po obshchey fizike / A. L. Tsvetyanskiy, A. I. Slobodskoy, A. A. Polev // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy. – 2017. – № 4–3. – S. 576–580.
4. Zuyev, P. V. Prostyye opyty po fizike a shkole i doma / P. V. Zuyev. – Flinta : 2012. – 141 s.
5. Yurk, O. D. Lektsionnyye demonstratsii po fizike : uchebnoye posobiye / O. D. Yurk. – Orenburg : OGU, 2011. – 298 s.
6. Arsenyev, V. D. K voprosu o vzaimosvyazi pretssionnogo i nutatsionnogo dvizheniy giroskopa / V. D. Arsenyev // Aviakosmicheskoye priborostroyeniye. – 2014. – № 1. – S. 10–18.
7. Irodov, I. Ye. Elektromagnetizm. Osnovnyye zakony. – 5-ye izd. / I. Ye. Irodov – M. : BINOM. Laboratoriya znaniy, 2006. – 319 s.
8. Mayer, V. V. Polnoye vnutrenneye otrazheniye sveta: uchebnyye issledovaniya / V. V. Mayer. – M. : Fizmatlit, 2007. – 160 s.