

# МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ

## МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ ФІЗІКІ

Весці ВДПУ. Серыя 3. 2021. № 4. С. 21–25

УДК 53:378.147.091.32

UDC 53:378.147.091.32

**ЛІЧБАВЫ ЛАБАРАТОРНЫ  
ПРАКТЫКУМ У НАВУЧАЛЬНЫМ  
І ДАСЛЕДЧЫМ ЭКСПЕРЫМЕНЦЕ  
ВЫШЭЙШАЙ І СЯРЭДНЯЙ ШКОЛЫ**

**DIGITAL LABORATORY SESSION  
IN EDUCATIONAL AND RESEARCH  
EXPERIMENT OF HIGHER AND  
SECONDARY SCHOOL**

**В. Р. Собаль,**

*доктар фізіка-матэматычных навук,  
прафесар, загадчык кафедры фізікі  
і методыкі выкладання фізікі  
Беларускага дзяржаўнага педагагічнага  
ўніверсітэта імя Максіма Танка;*

**Ч. М. Федаркоў,**

*кандыдат педагагічных навук,  
дацэнт кафедры фізікі  
і методыкі выкладання фізікі  
Беларускага дзяржаўнага педагагічнага  
ўніверсітэта імя Максіма Танка;*

**А. М. Міхалковіч,**

*старшы выкладчык кафедры фізікі  
і методыкі выкладання фізікі  
Беларускага дзяржаўнага педагагічнага  
ўніверсітэта імя Максіма Танка*

**V. Sobol,**

*Head of the Department of Physics  
and Methods of Teaching Physics,  
Professor, Doctor of Physics and  
Mathematics, Belarusian State Pedagogical  
University named after Maxim Tank;*

**Ch. Fedorkov,**

*PhD in Pedagogy, Associate Professor  
of the Department of Physics and Methods  
of Teaching Physics, Belarusian State  
Pedagogical University named  
after Maxim Tank;*

**O. Mikhalkovich,**

*Senior Teacher of the Department of Physics and  
Methods of Teaching Physics, Professor, Doctor  
of Physics and Mathematics, Belarusian State  
Pedagogical University named after Maxim Tank*

Паступіла ў рэдакцыю 11.11.21.

Received on 11.11.21.

Разглядаюцца аспекты далучэння да навучальнага працэсу ў вышэйшых і сярэдніх навучальных установах лічбавага лабараторнага абсталявання. Дадатак традыцыйнай фізічнай лабараторыі прыладамі аналагава-лічбавага пераўтварэння і праграмнага дысплейнага інтэрфейсу адказвае глабальнаму пранікненню інфармацыйных сістэм ва ўсе сферы чалавечай дзейнасці. Абгрунтоўваецца тэзіс, што лабараторны практыкум у лічбавым фармаце ў спалучэнні з інфармацыйнымі сродкамі навучання здольны актывізаваць і пазнавальную, і даследчую дзейнасць навучэнцаў.

*Ключавыя словы:* фізіка, навучанне, лабараторыя, цыфравізацыя, матывацыя, самастойнасць.

The article considers the aspects of using digital laboratory equipment in the educational process in higher and secondary educational institutions. Adding the devices of analog-digital transformation and program display interface into a traditional physical laboratory contributes to global penetration of information systems in all spheres of human activity. The paper substantiates the point that laboratory session in digital format in combination with information means of education is able to liven up both cognitive and research activity of students.

*Keywords:* physics, education, laboratory, digitalization, motivation, independence.

**Уводзіны.** Навукова-тэхнічны прагрэс у спалучэнні з інфарматызацыяй сусветнай супольнасці змушае і спрыяе ўдасканаленню сістэмы адукацыі, самога навучальнага працэсу ва ўстановах сярэдняй і вышэйшай школы. У першую чаргу гэта датычыцца распрацоўкі перспектывных форм правядзення заняткаў, прыцягнення новых метадаў і сродкаў навучання для актывізацыі разумовай дзей-

насці школьнікаў і студэнтаў, у тым ліку і пры вывучэнні фізікі.

Так званыя лічбавыя лабараторыі як параўнальна новая форма арганізацыі лабараторных заняткаў па выніках іх прымянення паказваюць значнасць і перспектывнасць іх ўкаранення ў дадатак да традыцыйнага лабараторнаму практыкуму, выяўляюць новыя аспекты іх прымянення ў працэсе фармі-

равання професійних компетенцій дослідчага плана. Вядомая аператыўнасць арганізацыі і выканання фізічнай лабараторыі на аснове эмпірычнага выяўлення і пацверджання разгляданых заканамернасцяў метадам лічбавага эксперыменту паказвае, што навучанне фізіцы можа стаць больш матываваным працэсам, які спрыяе развіццю ў навучэнцаў даследчых уменняў і навыкаў. У гэтым сэнсе традыцыйная схема адукацыі як прамая працэдура перадачы ведаў *выкладчык – навучэнец* можа быць дапоўнена творчым складнікам, пры якім слухач здольны карэціраваць сваю адукацыйную траекторыю за кошт індывідуальнай сістэматызацыі атрыманых ведаў у ходзе пошуку адказаў на пытанні, якія ўзнікаюць у тым ліку і за кошт доступу да лічбавых эмпірычных ведаў новай формы і наяўных інфармацыйных рэсурсаў [1–3].

**Асноўная частка.** Сучасны стандарт адукацыі патрабуе засваення актуальных спосабаў апрацоўкі, захоўвання і адлюстравання інфармацыі, атрыманай у ходзе заняткаў, у тым ліку і пры правядзенні навучальнага эксперыменту ў лабараторных работах. Як згадана, укараненне інтэрактыўных сродкаў навучання, лічбавых тэхналогій дазваляе дадаткова актывізаваць пазнавальную і творчую дзейнасць навучэнцаў праз самастойны пошук рашэння. У гэтым сэнсе дапаўненне традыцыйнага фізічнага лабараторнага практыкума віртуальнымі і лічбавымі вопытамі праз адпаведны праграмны інтэрфейс спрыяе пашырэнню дыдактычнага складніка адукацыйнага працэсу, паколькі ясна, што магчымасці лічбавага эксперыменту шырэй, чым у традыцыйным выкананні.

Фізічная лічбавая лабараторыя як комплекс абсталявання для правядзення рэальных эксперыментаў у спалучэнні з сістэмай рэгістрацыі, счытвання-пераўтварэння аналагавых сігналаў у лічбавыя коды дае магчымасць імгненна, у маштабе бягучага часу фіксаваць і адлюстроўваць на дысплеі камп'ютара колькасныя параметры праводзімага эксперыменту. Важна, што патэнцыял такога комплексу дазваляе праводзіць даследаванні ў рамках як вучэбнай праграмы, так і выходзячы за яе межы, што спрыяе падахвочванню навучэнцаў да даследаванняў. Таксама лічбавы лабараторны практыкум дае магчымасць пашырыць нагляднасць рэалізуемых эксперыментаў з магчымасцю правядзення онлайн-дэманстрацыі і допускам слухачоў да фарміруемых баз дадзеных [2–4].

Як вядома, традыцыйнае лабараторнае абсталяванне пры ўсёй значнасці класічнага навучальнага эксперыменту ў супастаўленні з яго лічбавым фармаатам некалькі запавольвае і працэс зняцця паказанняў, і іх апрацоўку з пабудовай баз дадзеных нават пры выкарыстанні электронных табліц. У рамках лічбавага аператыўнага суправаджэння разглядаемай з'явы магчыма вызваліць час на аналіз, асэнсаванне і разгляд нестандартных варыянтаў вывучаемых задач, стымуляваць навучэнцаў да даследавання. Па сутнасці можна меркаваць, што ўкараненне лічбавых лабараторыяў ў практыкум па фізіцы ў школе дазволіць пашырыць аб'ём эмпірычнай працы навучэнцаў пошукавага характару. Адпаведна, фізіка як вучэбная дысцыпліна ў такіх умовах валодае вялікімі магчымасцямі для фарміравання асобы, прыхільнай да даследчай дзейнасці з політэхнічнай скіраванасцю і здольнасцю прымянення атрыманых ведаў і ўменняў на практыцы.

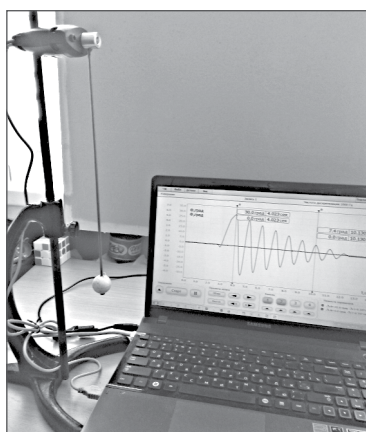
У якасці прыкладу ніжэй разгледжаны некаторыя магчымасці лічбавай лабараторыі «Вясёлка» (створана лабараторыяй L-мікра, ТАА ГД «Навучальнае абсталяванне», Расія), якая змяшчае камплект лічбавых USB-датчыкаў і адпаведнае праграмнае забеспячэнне. Як згадвалася, характарыстыкі і іх кінетыка, якія атрымліваюцца ў ходзе выканання лабараторнай працы, рэгіструюцца сістэмай камп'ютара і могуць быць адлюстраваны на дысплеі ў тэкставым, лічбавым, графічным фармаце, у тым ліку ў рэжыме эксперту дадзеных у праграму тыпу Excel. Вынікі выкананага эксперыменту пераўтварацца ў базы дадзеных, размешчаныя на жорсткіх носьбітах з магчымасцю рэдагавання, фармаатавання пры складанні справаздачнай і іншай дакументацыі.

У прыватнасці, узнаўленне фізічнага працэсу з сінхроннай рэгістрацыяй у рэжыме бягучага часу і адлюстраваннем адпаведных параметраў на дысплеі можна паказаць на прыкладзе даследавання малых ваганняў сістэмы паблізу становішча раўнавагі пры дзеянні сіл трэння на прыкладзе руху фізічнага маятніка. Пры нізкім узроўні дысіпацыі такі рух аналагічна руху нахільнага матэматычнага маятніка, які студэнты выкарыстоўваюць для выяўлення праз дэкрэмент згасання каэфіцыента сілы трэння качэння. У дадзеным выпадку карціна згасання амплітуды ваганняў адлюстроўваецца непасрэдна на дысплеі за кошт прымянення лічбавага датчыка вугла павароту, што больш зручна, чым выкарыстанне міліметровай паперы (малюнак 1, малюнак 2). Далей сістэма двух маркераў дазваляе вызна-

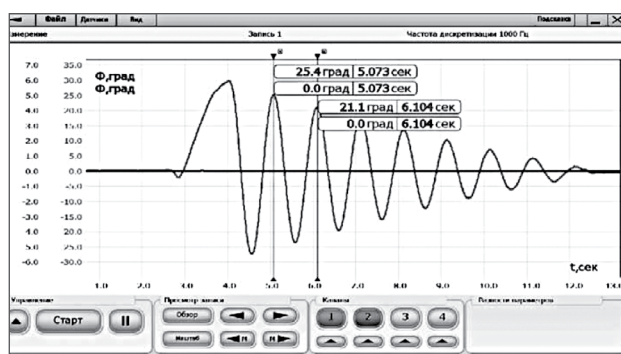
чыць амплітуды  $A_n$  і  $A_{n+1}$  ваганняў для двух любых суседніх пікаў і адлегласць паміж імі ў часе як перыяд ваганняў  $T$ . Затым па формулах  $\delta = \ln(A_n / A_{n+1})$ ,  $\delta = \beta T$ ,  $\beta = r/2m$  выяўляюцца лагарыфмічны дэкрэмент згасання  $\delta$ , каэфіцыент згасання  $\beta$  і каэфіцыент супраціву  $r$  асяроддзя. Па выніках вымярэнняў магчыма разлічыць прыведзеную даўжыню маятніка на падставе класічнай формулы для матэматычнага маятніка. Тэхналагічна ў працы магчыма вар'іраваць узровень дысіпацыі энергіі, адлюстроўваючы і даследуючы рэжымы руху маятніка ад квазігарманічнага да аперыядычнага.

Іншы варыянт лічбавага эксперыменту дазваляе даследаваць законы фотаэлектрапераўтварэння прамяністай энергіі і законы геаметрычнай аптыкі пры зрушэнні фотаадчувальнага элемента адносна кропкавай крыніцы святла. Мініяцюрная лямпа напальвання, якая імітуе кропкавую крыніцу, гене-

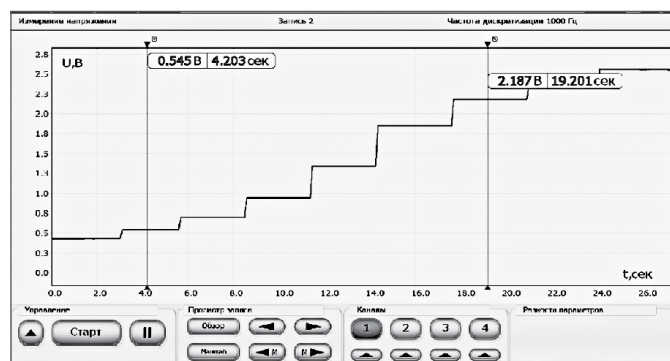
руе аналагавага сігнал у адчувальным элеменце на аснове крамянёвага паўправадніковага пераходу. Сігнал пераўтвараецца ў лічбавы код умантаваным ў фотапрыёмнік працэсарам і адлюстроўваецца на дысплеі ў выглядзе рознасці патэнцыялаў. Датчык на лінейным участку характарыстыкі рэгіструе і ўзровень асветленасці фотапрыёмніка. Адным з фармаваных графікаў пры выкананні працы прадугледжваецца выяўленне залежнасці напружання на фотапераўтваральніку ў функцыі часу пры вар'іраванні ўзроўню асветленасці (гл. малюнак 3). З ужываннем маркераў навучэнцы даследуюць характар асветленасці ў функцыі адлегласці да крыніцы святла, сам закон зваротных квадратаў пры нармальным і нахільным падзенні. Убудаваная праграма Excel дазваляе адлюстроўваць дадзеныя вымярэнняў у графічным фармаце.



Малюнак 1



Малюнак 2



Малюнак 3

Прывабнасць імгненнага адлюстравання колькасных вынікаў эксперыментальнага натурнага мадэлявання ў выглядзе графікаў, табліц, дыяграм, схем актуальная пры разглядзе фізічных з'яў у онлайн-фармаце на

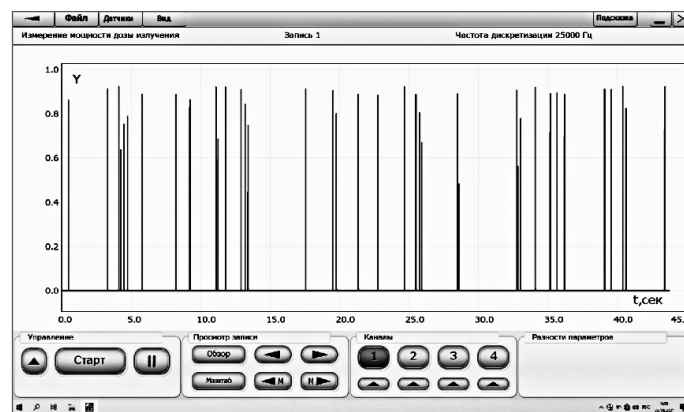
шырокую аўдыторыю, калі па выніках назіраных з'яў арганізуецца дыстанцыйная дыскусія ўдзельнікаў і ў зоне самога эксперыменту, і прадстаўнікоў кафедраў фізікі іншых навучальных устаноў. Вядомы рэсурс Zoom

забезпечує доступ до коментарів виникають у ході лічбових фізичних демонстрацій з абстракціями і атракціями у ході експерименту базами даних. Під час суцільного процесу експерименту магнітні новітні ввідні у вигляді проблематики метафізичного представлення матеріалу з усіма меркантильними атракціями школяра, студента-практика і викладача.

Важливим аспектом використання розгляданого лічбова експерименту з'являється те, що наявне у складі лічбової лабораторії абстракціями дає магнітні прилади якої при правильному керуванні для більш сур'язних досліджень. Датчикі-перетворювачі дають адекватні, каб'я ретельно творчі проекти студента і школяра. Прикладами подібного дослідження може стати дослідження на базі лабораторної роботи «Визначення швидкості іонізаційного випромінювання  $\beta$ -активності калію». Як відомо, доступною джерелом радіації для лабораторного експерименту у навчальній установі може використовуватися соль калію типу сільвініта KCl. Природні калій, які складають 0,0117 %  $\beta$ -активності ізотопу  $^{40}\text{K}$  з періодом розпаду  $1,251 \cdot 10^9$  років, реалізує у кожному грамі у середньому близько 32 актів розпаду за секунду. У хлористого калію кількість атомів калію з атомною масою 39 а.о.м. роїна кількості атомів хлору (а.о.м. 39) і на вагу складає

близько 52 %. Калій, як і магній, необхідні для клітинного метаболізму і складає на вагу близько 0,1 кг маси чалавека. Дослідчий аспекти названої проблематики можуть бути зв'язані з питаннями вживання їжі продуктів з високим вмістом досліджуваного хімічного елемента, умовами проживання чалавека у різних місцях збагачення досліджуваного елемента, різницями в організмі пацієнта і швидкості акції препарату і т. д.

У ході дослідження студентам треба буде засвоїти принцип дії датчика іонізаційного випромінювання як приладу, який складається з двох електродів – циліндр-катода, які з'являються правдоподібно, і центрального осевого анода, – які знаходяться у скляному балоні, заповненому газом (гелій, технічний аргон). Принцип спрацювання датчика, у якого на електроді протікає супротивний струм, що при вимірюванні у лічильнику іонізаційної частоти (альфа, бета і інш.) приводить до несподіваного розряду і скопичення заряду. Атракції таким чином електричний сигнал (імпульс) реєструється електронним блоком з атракціями на екрані монітора ноутбука (гл. малюнок 4). На кількості імпульсів за 40 с визначають середнє значення швидкості іонізаційного випромінювання  $\beta$ -активності калію  $\langle D_{\beta} \rangle = \langle D_{\beta+f} \rangle - \langle D_f \rangle$ .



Малюнок 4

**Заключення.** Приманення лічбових емпіричних метафизичних дій у лабораторному практикуме, при виконанні задань кіруемой самостійної праці студента, факультативних досліджень у паширненні навчальних програм показала, що навчальна лабораторія апошняга пакалення перспективна для адукаційного

процесу. Абстракціями, яке уводиться у їх камплект, при правильному використанні сприяє організації дослідчої праці студента і школяра з елементами STEM пракування, паколькі раціональне сплучення реєструючих блоків з лічбовими партами персонального комп'ютера дозволяє за кошт простої організації процесу

аператыўна і даступна, у тым ліку для шырокай аўдыторыі, адлюстроўваць фізічныя эксперыменты на ўзроўні сузіральных дэманстрацый у спалучэнні з колькаснымі даследаваннямі пры аператыўным вар'іраванні ўмоў і дысплейным адлюстраваннем працэсаў. Разгледжаны тып навучальных лабараторый дазваляе пашырыць спектр даследаванняў у галіне практычна значных вылічэнняў у праектных работах студэнтаў і школьнікаў, спрыяючы

пры гэтым павышэнню матывацыі цікавасці навучэнцаў да фізікі як вучэбнага прадмета. У цэлым лічбавае навучальнае абсталяванне выступае як важны рэсурс далучэння навучэнцаў да сучасных метадаў, якія ўжываюцца ў фундаментальных даследаваннях з пашырэннем дыяпазону дыдактычных прыёмаў рэалізацыі прынцыпу развіваючага навучання і фарміраваннем цэласнага ўяўлення аб фізічнай карціне свету.

#### ЛІТАРАТУРА

1. Возможности цифровых лабораторий в STEM образовании / В. Р. Соболев [и др.] // Материалы Республиканской научно-практической онлайн-конференции, посвященной 85-летию видного ученого, первого декана физического факультета, доктора педагогических наук, профессора, академика Академии педагогических наук Казахстана Арынгазина Канали Мубараквича, 13–15 мая 2021. – С. 199–202.
2. Аверина, С. Г. Использование цифровой лаборатории «Архимед» на уроках физики / С. Г. Аверина, С. А. Милькова // Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: материалы Всероссийской научно-практич. конф., 1–2 апреля 2019 г., Екатеринбург, Россия / Урал. гос. пед. ун-т; отв. ред. Т. Н. Шамало. – Екатеринбург: [б. и.], 2019. – 180 с.
3. Абдулов, Р. М. Использование современных технических средств в исследовательской и проектной деятельности в процессе обучения / Р. М. Абдулов, Е. В. Абдулова // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 1. – С. 135–140.
4. Методические рекомендации по работе с цифровой лабораторией «Архимед» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://mrc.kpk1.ru/images/stories/news/2016/metod\\_arhimed.pdf](http://mrc.kpk1.ru/images/stories/news/2016/metod_arhimed.pdf).

#### REFERENCES

1. Vozmozhnosti cifrovyyh laboratoriy v STEM obrazovanii / V. R. Sobol' [i dr.] // Materialy Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy onlajn-konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu vidnogo uchenogo, pervogo dekana fizicheskogo fakul'teta, doktora pedagogicheskikh nauk, professora, akademika Akademii pedagogicheskikh nauk Kazahstana Aryngazina Kanalii Mubarakovicha, 13–15 maya 2021. – S. 199–202.
2. Averina, S. G. Ispol'zovanie cifrovoj laboratorii «Arhimed» na urokah fiziki / S. G. Averina, S. A. Mil'kova // Formirovanie myshleniya v processe obucheniya estestvennonauchnym, tekhnologicheskim i matematicheskim disciplinam: materialy Vserossiyskoj nauchno-praktich. konf., 1–2 aprelya 2019 g., Ekaterinburg, Rossiya / Ural. gos. ped. un-t; otv. red. T. N. Shamalo. – Ekaterinburg: [b. i.], 2019. – 180 s.
3. Abdulov, R. M. Ispol'zovanie sovremennykh tekhnicheskikh sredstv v issledovatel'skoj i proektnoj deyatel'nosti v processe obucheniya / R. M. Abdulov, E. V. Abdulova // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2014. – № 1. – S. 135–140.
4. Metodicheskie rekomendacii po rabote s cifrovoj laboratoriej «Arhimed» [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL: [http://mrc.kpk1.ru/images/stories/news/2016/metod\\_arhimed.pdf](http://mrc.kpk1.ru/images/stories/news/2016/metod_arhimed.pdf).