Весці БДПУ

Штоквартальны навукова-метадычны часопіс.
Выдаецца з чэрвеня 1994 г.

№ 4(98) 2018

СЕРЫЯ 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія

Галоўны рэдактар **А. І. Жук**

Рэдакцыйная калегія:

С. І. Васілец (*нам. галоўнага рэдактара*) (Рэспубліка Беларусь)
У. В. Амелькін (Рэспубліка Беларусь)
Н. У. Броўка (Рэспубліка Беларусь)
М. К. Буза (Рэспубліка Беларусь)
І. В. Бялько (Рэспубліка Беларусь)
А. М. Вітчанка (Рэспубліка Беларусь)
С. Г. Грыгор'еў (Расійская Федэрацыя)
В. В. Грыншкун (Расійская Федэрацыя)
В. Б. Кадацкі (Рэспубліка Беларусь)
В. Н. Кісялёў (Рэспубліка Беларусь)
У. М. Котаў (Рэспубліка Беларусь)
М. І. Лістапад (Рэспубліка Беларусь)
С. Міцкевічус (Літоўская Рэспубліка)
В. М. Русак (Рэспубліка Беларусь)
В. Р. Собаль (Рэспубліка Беларусь)
І. М. Сцепановіч (Рэспубліка Беларусь)
В. Б. Таранчук (Рэспубліка Беларусь)
А. Т. Федарук (Рэспубліка Беларусь)
Н. Л. Шапекава (Рэспубліка Казахстан)
У. У. Шлыкаў (Рэспубліка Беларусь)
М. Г. Ясавееў (Рэспубліка Беларусь)

Адрас рэдакцыі:
Вул. Магілёўская, 37, пакой 124,
220007, Мінск,
тэл. 219-78-12
e-mail: vesti@bspu.by

Пасведчанне № 1353 ад 06.05.10.
Міністэрства інфармацыі
Рэспублікі Беларусь

Падпісана ў друк 19.12.18.
Фармат 60×84 $^{1}/_{8}$. Папера афсетная.
Гарнітура *Арыял*. Рызаграфія.
Ум. друк. арк. 6,5. Ул.-выд. арк. 5,8.
Тыраж 100 экз. Заказ 677.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:
Установа адукацыі «Беларускі дзяржаўны
педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка».
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі
выдаўца друкаваных выданняў
№ 1/236 ад 24.03.14.
Ліцэнзія № 02330/448 ад 18.12.13.
Вул. Савецкая, 18,
220030, Мінск.

Адказны сакратар В. У. Юхнавец
Рэдактар В. У. Юхнавец
Камп'ютарная вёрстка А. І. Сцябулі

© Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4.

✧ ✧ ✧

Да ведама аўтараў

У адпаведнасці з загадам Вышэйшай атэстацыйнай камісіі ад 02.02.2011 г. № 26 часопіс «Весці БДПУ. Серыя 3» уключаны ў Пералік навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, геаграфічных, педагагічных (тэорыя і методыка навучання матэматыцы, фізіцы, інфарматыцы), тэхнічных (інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне), фізіка-матэматычных (матэматыка, оптыка, фізіка кандэнсаванага стану) навуках

Часопіс «Весці БДПУ. Серыя 3» у адпаведнасці з Пастановай ВАКа ад 08.06.2009 № 3 выходзіць:
№ 1, 3 па навуковых кірунках «Біялогія. Геаграфія. Інфарматыка»,
№ 2, 4 па навуковых кірунках «Фізіка. Матэматыка. Методыка выкладання»

✧ ✧ ✧ ✧ ✧ ✧

У адпаведнасці з дагаворам
паміж БДПУ і ТАА «Научная электронная библиотека» (ліцэнзійны дагавор 676-12/2016 ад 21.12.2016 г.)
часопіс «Весці БДПУ» (у 3-х серыях) размяшчаецца на платформе eLIBRARY.RU і ўключаны ў Расійскі індэкс навуковага цытавання (РІНЦ) – бясплатны агульнадаступны інструмент вымярэння публікацыйнай актыўнасці навукоўцаў і арганізацый.

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

Вести БГПУ

Ежеквартальный научно-методический журнал.
Издается с июня 1994 г.

№ 4(98) 2018

СЕРИЯ 3. Физика. Математика. Информатика. Биология. География

Главный редактор **А. И. Жук**

Редакционная коллегия:

С. И. Василец (*зам. главного редактора*) (Республика Беларусь)
В. В. Амелькин (Республика Беларусь)
Н. В. Бровка (Республика Беларусь)
М. К. Буза (Республика Беларусь)
И. В. Белько (Республика Беларусь)
А. Н. Витченко (Республика Беларусь)
В. Б. Кадацкий (Республика Беларусь)
С. Г. Григорьев (Российская Федерация)
В. В. Гриншкун (Российская Федерация)
В. Н. Киселев (Республика Беларусь)
В. М. Котов (Республика Беларусь)
Н. И. Листопад (Республика Беларусь)
С. Мицкевичюс (Литовская Республика)
В. Н. Русак (Республика Беларусь)
В. Р. Соболь (Республика Беларусь)
И. М. Степанович (Республика Беларусь)
В. Б. Таранчук (Республика Беларусь)
А. Т. Федарук (Республика Беларусь)
Н. Л. Шапекова (Республика Казахстан)
В. В. Шлыков (Республика Беларусь)
М. Г. Ясовеев (Республика Беларусь)

Адрес редакции:
Ул. Могилевская, 37, к. 124,
220007, Минск,
тел. 219-78-12
e-mail: vesti@bspu.by

Свидетельство № 1353 от 06.05.10.
Министерства информации
Республики Беларусь

Подписано в печать 19.12.18.
Формат 60×84 $^{1}/_{8}$. Бумага офсетная.
Гарнитура *Ариал*. Ризография.
Усл. печ. л. 6,5. Уч.-изд. л. 5,8.
Тираж 100 экз. Заказ 677.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка».
Свидетельство о государственной регистрации издателя печатных изданий № 1/236 ад 24.03.14.
Лицензия № 02330/448 от 18.12.13.
Ул. Советская, 18,
220030, Минск.

Ответственный секретарь О. В. Юхновец
Редактор О. В. Юхновец
Компьютерная верстка А. И. Стебули

© Вести БГПУ. Серия 3. 2018. № 4

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

✧ ✧ ✧

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии от 02.02.2011 г. № 26 журнал «Весці БДПУ. Серыя 3» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по биологическим, географическим, педагогическим (теория и методика обучения математике, физике, информатике), техническим (информатика, вычислительная техника и управление), физико-математическим (математика, оптика, физика конденсированного состояния) наукам

Журнал «Весці БДПУ. Серыя 3» согласно Постановлению ВАКа от 08.06.2009 № 3 выходит:
№ 1, 3 по научным направлениям «Биология. География. Информатика»,
№ 2, 4 по научным направлениям «Физика. Математика. Методика преподавания»

✧ ✧ ✧ ✧ ✧ ✧

В соответствии с договором
между БГПУ и ООО «Научная электронная библиотека» (лицензионный договор 676-12/2016 от 21.12.2016 г.)
журнал «Весці БДПУ» (в 3-х сериях) размещается на платформе eLIBRARY.RU и включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) – бесплатный общедоступный инструмент измерения публикационной активности ученых и организаций.

BSPU Bulletin

Quarterly scientific-methodical journal
Published since June 1994

№ 4(98) 2018

SERIES 3. Physics. Mathematics. Informatics. Biology. Geography

Editor-in-Chief **A. Zhuk**

Editorial Board:
S. Vasilets (*First Deputy Editor-in-Chief*) (Republic of Belarus)
U. Amelkin (Republic of Belarus)
N. Brouka (Republic of Belarus)
M. Buza (Republic of Belarus)
I. Byalko (Republic of Belarus)
A. Vitchanka (Republic of Belarus)
S. Grigoriev (Russian Federation)
V. Grinshkun (Russian Federation)
V. Kadatski (Republic of Belarus)
V. Kisialiou (Republic of Belarus)
U. Kotau (Republic of Belarus)
M. Listapad (Republic of Belarus)
S. Mickevicius (Republic of Lithuania)
V. Rusak (Republic of Belarus)
V. Sobol (Republic of Belarus)
I. Stepanovich (Republic of Belarus)
V. Taranchuk (Republic of Belarus)
A. Fedaruk (Republic of Belarus)
N. Shapekava (Republic of Kazakhstan)
U. Shlykau (Republic of Belarus)
M. Yasaveyeu (Republic of Belarus)

Editorial Office Contacts:
Mogilyovskaya street, 37, room 124
220007, Minsk, Republic of Belarus.
Tel. 219-78-12
e-mail: vesti@bspu.by

Certificate No 1353 from 06.05.10
of the Ministry of Information
of the Republic of Belarus

Passed for printing 19.12.18.
Format 60×84 $^1/_8$. Offset paper. Font *Arial*.
Risography. Conventional printed sheet 6,5.
Publisher's signature 5,8.
Circulation 100 copies. Order 677.

Publishing and printing: Educational establishment "Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank".

Certificate about state registration
of publishers of printings No 1/236
from 24.03.14.

License No 02330/448 from 18.12.13.

Sovetskaya street, 18,
220030, Minsk, Republic of Belarus.

Deputy Editor-in-Chief V. Yuhnavec

Editor V. Yuhnavec

Desktop Publishing A. Stebulya

© BSPU Bulletin. Series 3. 2018. No 4

✧ ✧ ✧

In compliance with the order of the Higher Attestation Commission from 02.02.2011 No 26 the journal "BSPU Bulletin. Series 3" is included into the List of scientific publications of the Republic of Belarus for publishing the results of theses research on Biology, Geography, Pedagogic (theory and methods of teaching Mathematics, Physics, Informatics), Technical Sciences (Informatics, Computer Engineering and Managing), Physics and Mathematics (Mathematics, Optics, Physics of Condensed State).

In compliance with the decree
of the HAC No 3 from 08.06.2009 the journal "BSPU Bulletin. Series 3" appears:
No 1, 3 on the research areas "Biology. Geography. Informatics",
No 2, 4 on the research areas "Physics. Mathematics. Methods of Teaching".

✧ ✧ ✧ ✧ ✧ ✧

According to the agreement
between BSPU and Pvt Ltd "Scientific Electronic Library" (licence contract № 676-12/2016 from 21.12.2016)
the journal "BSPU Bulletin" (3 series) is placed on the platform eLIBRARY.RU and included in the Russian Science Citation Index (RSCI) – free public instrument for measuring publishing activity of scientists and organizations

Вучэбна-выдавецкі сектар БДПУ

Змест

Фізіка

Лавренов А. Н. ОДНОМЕРНЫЕ (1+1) РЕЛЯТИВИСТСКИЕ МОДЕЛИ.....5

Матэматыка

Шылінец У. А., Гуло І. М. ІНТЭГРАЛЬНАЕ ВЫЯЎЛЕННЕ ДЛЯ ГІПЕРКАМПЛЕКСНЫХ F-МАНАГЕННЫХ ФУНКЦЫЙ АДНАГО КЛАСА 11

Федорако Е. И., Самодуров А. А. ИНТЕГРИРУЮЩИЙ МНОЖИТЕЛЬ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ АБЕЛЯ 15

Методыка выкладання

Методыка выкладання фізікі

Собаль В. Р., Федаркоў Ч. М. МІНІ-ЗАДАЧЫ ПА ФІЗІЦЫ Ў РЫСУНКАХ І ГРАФІКАХ ЯК СРОДАК ПАВЫШЭННЯ ЎЗРОЎНЮ ВЕДАЎ НАВУЧЭНЦАЎ 19

Белая О. Н., Ковалева Н. И. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «МАЙНДМЭППИНГ» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА».....26

Шевчук Т. Н., Бордюк Н. А. ФОРМИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ О МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ».....32

Методыка выкладання інфарматыкі

Климович А. Ф., Буйницкая И. А., Скомьянова Г. А. ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....37

Климович А. Ф., Рутковская И. В. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ ИНФОРМАТИКЕ В КЛАССАХ ФИЛОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....42

Хуторова М. Н. УПРАВЛЯЕМОЕ САМООБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ КУРСАНТОВ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ.....47

Contents

Physics

Lavrenov A. ONE-DIMENSIONAL (1+1) RELATIVISTIC MODELS.....5

Mathematics

Shilinets V., Gulo I. INTEGRAL REPRESENTATION FOR HYPERCOMPLEX F-MONOGENIC FUNCTIONS OF ONE CLASS 11

Fedorako Ye., Samodurov A. INTEGRATING MODULE FOR ABEL'S EQUATION 15

Methods of Teaching

Methods of Teaching Physics

Sobol V., Fedorkov Ch. MINI-TASKS IN PHYSICS IN DRAWINGS AND GRAPHS AS A MEANS OF IMPROVING THE LEVEL OF KNOWLEDGE OF STUDENTS 19

Belaya O., Kovaleva N. METHODICAL ASPECTS OF USING «MAINDMAPPING» TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE TOPIC «MOLECULAR PHYSICS» 26

Shevchuk T., Bordyuk N. FORMING THE KNOWLEDGE ABOUT MACROMOLECULAR SYSTEMS AMONG FUTURE PHYSICS TEACHERS DURING STUDY OF THE COURSE "PHYSICS OF POLYMERS".....32

Methods of Teaching Informatics

Klimovich A., Buynitskaya I., Skomyanova G. APPLICATION OF CLOUD TECHNOLOGIES IN THE PROJECT ACTIVITY OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL SPECIALTIES IN THE STUDY OF INFORMATION TECHNOLOGIES 37

Klimovich A., Rutkovskaya I. METHODOLOGICAL APPROACHES TO TEACHING INFORMATICS I N THE CLASSES OF PHILOLOGICAL PROFILEE 42

Hutorova M. MANAGED SELF-STUDY OF INFORMATICS OF CADETS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS 47

Вузавскі выдавецкі цэнтр БДПУ

ФІЗІКА

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 5–10.

УДК 530.12.01

ОДНОМЕРНЫЕ (1+1) РЕЛЯТИВИСТСКИЕ МОДЕЛИ

А. Н. Лавренов,
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий в образовании БГПУ

UDC 530.12.01

ONE-DIMENSIONAL (1+1) RELATIVISTIC MODELS

A. Lavrenov,
PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Informational Technologies in Education, BSPU

Поступила в редакцию 16.10.18.

Received on 16.10.18

В статье проанализированы одномерные (1+1) релятивистские модели для спинов 0, 1/2, 1 и мультиспином 0,1. Получены шредингероподобные выражения для гамильтониана. Описание дано в унифицированной форме волновых уравнений первого порядка при помощи обобщенной матричной алгебры.

Ключевые слова: одномерные релятивистские модели, волновые уравнения первого порядка, спин, мультиспин, обобщенная матричная алгебра, гамильтониан.

The one-dimensional (1+1) relativistic models for spins 0, 1/2, 1 and a multispin 0,1 are analysed. The matrix Hamiltonian form of equations is obtained after the exclusion of the nondynamical components. The description is given in the unified form of the first order wave equations by means of the generalized matrix algebra.

Keywords: one-dimensional relativistic models, first order wave equations, spin, multispin, the generalized matrix algebra, Hamiltonian.

Введение. В последние время одномерные модели [1–2] стали более привлекательны для теоретических исследований по нескольким причинам. Нельзя не отметить методологический аспект таких моделей, когда из-за простоты их рассмотрения они служат удобным наглядным примером различных аспектов обсуждения. Появление практических возможностей построения наноструктур в квантовых точках или на плоскости делает рассматриваемые модели особо актуальными. Еще одной причиной может служить природная реализация таких моделей в сильном электромагнитном поле, когда одно из измерений становится наиболее существенным по сравнению с другими. Такую ситуацию можно иметь не только в земных лабораторных условиях, но и в галактических масштабах при черных дырах. Цель данной работы – двоякая. С одной стороны, будет предпринята попытка в унифицированном виде подойти к описанию одномерных моделей для спинов 0, 1/2, 1 и для мультиспина 0,1 в рамках уравнений первого порядка при помощи обобщенной матричной алгебры. Такое теоретическое описание элементарных частиц методически полезно для первоначального знакомства с эффективным общим подходом, предложенным Ф. И. Федоровым [3]. В его рамках получение шредингероподобных выражений для гамильтониана свободных частиц с исключением нединамической компоненты позволяет заложить основу для последующего анализа поведения частиц во внешнем поле или их взаимодействия, что составляет вторую цель этой работы. Изложение дано последовательно для вышеуказанных значений (мульти) спина с 1 по 4 пункт основной части.

Основная часть.

1. Нулевой спин. В данном случае нулевого спина отправным уравнением является скалярное уравнение Клейна – Фока второго порядка в двумерном релятивистском пространстве $\{(x_k) = (x_1, x_2) = (it, x_2)\}$, k = {1, 2}[3]:

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} - m^2\right]\varphi_0 \equiv \left[\partial_1^2 + \partial_2^2 - m^2\right]\varphi_0 = 0; \quad (1)$$

Вводя функции $\varphi_k{}^T \equiv (\varphi_1, \varphi_2) \equiv (\varphi_k)$ путем соотношений:

$$\partial_1\varphi_0 + m\varphi_1 = 0; \quad \partial_2\varphi_0 + m\varphi_2 = 0$$
$$\text{или} \quad \partial_k\varphi_0 + m\varphi_k = 0,$$

можно привести исходное уравнение (1) к следующему виду:

Вузовскі-выдавецкі цэнтр БДПУ

$\partial_1\varphi_1 + \partial_2\varphi_2 + m\varphi_0 = 0$ или $\partial_k\varphi_k + m\varphi_0 = 0.$

Здесь и далее подразумевается, если не оговорено противное, суммирование по повторяющимся индексам. Таким образом, из одного уравнения второго порядка получается для трехкомпонентной функции

$$\varphi^T = (\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2) = (\varphi_0, \varphi_k) \qquad (2)$$

система трех уравнений первого порядка (здесь и далее дается обобщение для двух значений массы $\varkappa_1$ и $\varkappa_2$, то есть $m^2 = \varkappa_1 * \varkappa_2$):

$$\begin{aligned} &\partial_1\varphi_1 + \partial_2\varphi_2 + \varkappa_2\varphi_0 = 0 \\ &\partial_1\varphi_0 + \varkappa_1\varphi_1 = 0; \quad \text{или} \quad \partial_k\varphi_k + \varkappa_2\varphi_0 = 0 \\ &\partial_2\varphi_0 + \varkappa_1\varphi_2 = 0 \qquad\qquad \partial_k\varphi_0 + \varkappa_1\varphi_k = 0 \end{aligned} \qquad (3)$$

Если ввести матричные обозначения, то вышеприведенная система (3) может принять следующую унифицированную форму уравнений первого порядка при помощи обобщенной матричной алгебры

$$\begin{bmatrix} \varkappa_2 & \partial_1 & \partial_2 \\ \partial_1 & \varkappa_1 & 0 \\ \partial_2 & 0 & \varkappa_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{bmatrix} \equiv$$

$$\equiv \left\{ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \partial_1 + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \partial_2 + \right.$$

$$\left. + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \varkappa_1 + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \varkappa_2 \right\}, \begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{bmatrix} \equiv$$

$$\equiv \left\{ \left(\varepsilon^{01} + \varepsilon^{10}\right)\partial_1 + \left(\varepsilon^{02} + \varepsilon^{20}\right)\partial_2 + \varkappa_1\left(\varepsilon^{11} + \varepsilon^{22}\right) + \right.$$

$$\left. + \varkappa_2\varepsilon^{00} \right\} \varphi(x) \equiv \left(\alpha_1\partial_1 + \alpha_2\partial_2 + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2\right)\varphi(x) = 0$$

или

$$\begin{bmatrix} \varkappa_2 & \partial_k \\ \partial_k & \varkappa_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_k \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} (\partial_k\delta_{kB} + \varkappa_2\delta_{0B})\delta_{0A} \\ (\partial_k\delta_{0B} + \varkappa_1\delta_{kB})\delta_A \end{bmatrix} \varphi_B(x) \equiv$$

$$\equiv \left[\partial_k\left(\varepsilon^{0k} + \varepsilon^{k0}\right) + \varkappa_1\varepsilon^{kk} + \varkappa_2\varepsilon^{00}\right]_{AB} \varphi_B(x) \equiv \qquad (4)$$

$$\equiv \left(\alpha_k\partial_k + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2\right)\varphi(x) = 0$$

Выше были введены представление волновой функции $\varphi(x) = \{\varphi_A(x)\}$, где $A = \{0, k\} \equiv \{0,1,2\}$, и элементы обобщенной матричной алгебры:

$$\alpha_1 = \varepsilon^{01} + \varepsilon^{10}; \quad \alpha_2 = \varepsilon^{02} + \varepsilon^{20};$$

$$P_1 = \varepsilon^{11} + \varepsilon^{22}; \quad P_2 = \varepsilon^{00}$$

или

$$(\varepsilon^{AB})_{CD} = \delta_{AC}\delta_{BD}; \quad \varepsilon^{AB}\varepsilon^{CD} = \delta_{BC}\varepsilon^{AD};$$

$$\alpha_k = \varepsilon^{0k} + \varepsilon^{k0}; \quad \alpha_k^3 = \alpha_k;$$

$$P_1 = \varepsilon^{kk}; \quad P_1^2 = P_1; \quad P_2 = \varepsilon^{00}; P_2^2 = P_2; \quad P_1 + P_2 = 1;$$

$$\alpha_k\alpha_l = \varepsilon^{kl} + \delta_{kl}\varepsilon^{00}; \quad \alpha_k\alpha_l\alpha_m + \alpha_m\alpha_l\alpha_k = \delta_{kl}\alpha_m + \delta_{ml}\alpha_k$$

Элементы матрицы ε^{AB} состоят из нулей и только одного единичного элемента, находящегося на пересечении строки A и столбца B. Запишем уравнение (4) в шредингероподобном виде, выделяя гамильтониан **H**. Для этого необходимо влево перенести временную компоненту и исключить так называемые нединамические компоненты:

$$-\alpha_1\partial_1\varphi(x) \equiv \left(\alpha_2\partial_2 + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2\right)\varphi(x).$$

Умножая данное уравнение на α_1 и $1-\alpha_1^2$, получим соответственно два уравнения

$$-\alpha_1^2\partial_1\varphi(x) = -\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \partial_1 \begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{bmatrix} \equiv$$

$$\equiv -\left\{\left(\varepsilon^{00} + \varepsilon^{11}\right)\partial_1\right\}\varphi(x) \equiv$$

$$\equiv \alpha_1\left(\alpha_2\partial_2 + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2\right)\varphi(x) \equiv$$

$$= \left\{ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \partial_2 + \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \varkappa_1 + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \varkappa_2 \right\} \times$$

$$\times \begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{bmatrix} \equiv \left\{\left(\varepsilon^{12}\partial_2 + \varepsilon^{01}\varkappa_1 + \varkappa_2\varepsilon^{10}\right)\right\}\varphi(x)$$

и

$$\left(1-\alpha_1^2\right)\alpha_1\partial_1\varphi(x) =$$

$$= -\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \partial_1 \begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{bmatrix} \equiv$$

$$\equiv -\left\{\varepsilon^{22}\left(\varepsilon^{01} + \varepsilon^{10}\right)\partial_1\right\}\varphi(x) \equiv$$

$$\equiv -\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \partial_1 \begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{bmatrix} \equiv 0 \equiv$$

$$\equiv \left(1-\alpha_1^2\right)\left(\alpha_2\partial_2 + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2\right)\varphi(x) =$$

Учебно-выдавецкі цэнтр БДПУ

$$\left\{\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&0\\1&0&0\end{bmatrix}\partial_2+\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&0\\0&0&1\end{bmatrix}\varkappa_1+\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&0\\0&0&0\end{bmatrix}\varkappa_2\right\}\times$$

$$\times\begin{bmatrix}\varphi_0\\\varphi_1\\\varphi_2\end{bmatrix}\equiv\left\{\varepsilon^{20}\partial_2+\varepsilon^{22}\varkappa_1\right\}\varphi(x).$$

Данные матрицы $R=\alpha_1^2\equiv\varepsilon^{00}+\varepsilon^{11}$ и $\bar{R}=1-\alpha_1^2\equiv\varepsilon^{22}$ являются проекторами, выделяя соответственно динамическую $\Phi=R\varphi$ и нединамическую $\Psi=\bar{R}\varphi$ составляющие в волновой функции φ. Из второго уравнения в общем виде можно получить уравнение для нединамической составляющей

$$\Psi=\bar{R}\varphi=-\frac{1}{\varkappa_1}\bar{R}\alpha_2\partial_2\Phi\equiv-\frac{1}{\varkappa_1}\varepsilon^{20}\partial_2\Phi.$$

Подставляя его в первое уравнение, с учетом свойств матриц получаем следующее уравнение в шредингероподобном виде для динамической составляющей $\Phi=R\varphi$

$$\partial_1\Phi=\mathbf{H}\Phi\equiv$$

$$\equiv-\left\{\alpha_1\left(\varkappa_1P_1+\varkappa_2P_2\right)-\frac{1}{\varkappa_1}\alpha_1\alpha_2\bar{R}\alpha_2\partial_2^2\right\}\Phi\equiv \qquad (5)$$

$$\equiv\left\{\varkappa_1\varepsilon^{01}+(\varkappa_2-\frac{1}{\varkappa_1}\partial_2^2)\varepsilon^{10}\right\}\Phi$$

2. Единичный спин. В данном случае единичного спина отправным уравнением примем систему уравнений Прока в двумерном релятивистском пространстве [3]:

$$\partial_l\varphi_{[kl]}+m\varphi_k=0;\ \partial_l\varphi_k-\partial_k\varphi_l+m\varphi_{[kl]}=0$$

или в покомпонентной записи (k, l = {1, 2})

$$\partial_2\varphi_{[12]}+m\varphi_1=0;\quad \partial_1\varphi_{[21]}+m\varphi_2=0;$$

$$\partial_2\varphi_1-\partial_1\varphi_2+m\varphi_{[12]}=0 \qquad (6)$$

Вводя трехкомпонентную функцию $\varphi^T=\left(\varphi_1,\varphi_2,\varphi_{[12]}\right)\equiv\left(\varphi_k,\varphi_{[kl]}\right)$ (здесь $\varphi_{[12]}=-\varphi_{[21]}$ – антисимметричный тензор, состоящий из одной компоненты в рассматриваемом пространстве) и матричные обозначения, то вышеприведенную систему Прока (6) можно переписать в виде унифицированной формы уравнений первого порядка при помощи обобщенной матричной алгебры:

$$\begin{bmatrix}\varkappa_1&0&\partial_2\\0&\varkappa_1&-\partial_1\\\partial_2&-\partial_1&\varkappa_2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\varphi_1\\\varphi_2\\\varphi_{[12]}\end{bmatrix}\equiv\left\{-\left(\varepsilon^{2[12]}+\varepsilon^{[12]2}\right)\partial_1+\right.$$

$$+(\varepsilon^{1[12]}+\varepsilon^{[12]1})\partial_2+\varkappa_1\left(\varepsilon^{11}+\varepsilon^{22}\right)+$$

$$\left.+\varkappa_2\varepsilon^{[12][12]}\right\}\varphi(x)=\left(\beta_1\partial_1+\beta_2\partial_2+\right.$$

$$\left.+\varkappa_1P_1+\varkappa_2P\right)\varphi(x)=0$$

или

$$\begin{bmatrix}\varkappa_1&\partial_l\\2\varepsilon_{kl}\partial_l&\varkappa_2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\varphi_k\\\varphi_{[kl]}\end{bmatrix}\equiv$$

$$\equiv\begin{bmatrix}(\partial_l\delta_{[kl]B}+\varkappa_1\delta_{kB})\delta_{kA}\\(\partial_l\delta_{kB}-\partial_k\delta_{lB}+\varkappa_2\delta_{[kl]B})\frac{1}{2}\delta_{[kl]A}\end{bmatrix}\varphi_B(x)\equiv$$

$$\equiv\left[\partial_l\left(\varepsilon^{k[kl]}+\frac{1}{2}\varepsilon^{[kl]k}-\frac{1}{2}\varepsilon^{[lk]k}\right)+\right.$$

$$\left.+\varkappa_1\varepsilon^{kk}+\varkappa_2\frac{1}{2}\varepsilon^{[kl][kl]}\right]_{AB}\varphi_B(x)\equiv \qquad (7)$$

$$\equiv\left(\beta_l\partial_l+\varkappa_1P_1+\varkappa_2P_2\right)\varphi(x)=0$$

Выше были введены представление волновой функции $\varphi(x)=\{\varphi(x)\}$, где $A=\{k,[kl]\}\equiv\{1,2,[12]\}$, и элементы обобщенной матричной алгебры:

$$-\beta_1=\varepsilon^{2[12]}+\varepsilon^{[12]2};\ \beta_2=\varepsilon^{1[12]}+\varepsilon^{[12]1};$$

$$P_1=\varepsilon^{22}+\varepsilon^{11};\ P_2=\varepsilon^{[12][12]};$$

или

$$(\varepsilon^{A,B})_{CD}=\delta_{AC}\delta_{BD};$$

$$\varepsilon^{A,B}\varepsilon^{C,D}=\delta_{BC}\varepsilon^{A,D};\ \varepsilon_{lk}=-\varepsilon_{kl};$$

$$\beta_k=\varepsilon^{[lk]l}+\varepsilon^{l[lk]};\ \beta_k^3=\beta_k;$$

$$P_1=\varepsilon^{kk};P_1^2=P_1;\ P_2=\frac{1}{2}\varepsilon^{[kl][kl]};$$

$$P_2^2=P_2;\ P_1+P_2=1;$$

$$\beta_k\beta_l=\varepsilon^{[mk][ml]}+\delta_{[mk][sl]}\varepsilon^{ms};$$

$$\beta_k\beta_l\beta_m+\beta_m\beta_l\beta_k=\delta_{kl}\beta_m+\delta_{ml}\beta_k.$$

Запишем уравнение (7) в шредингероподобном виде. Перенося влево временную компоненту, получим:

Вузлова видавнича група ВДПУ

$$-\beta_1\partial_1\varphi(x)=(\beta_2\partial_2+\varkappa_1 P_1+\varkappa_2 P_2)\varphi(x).$$

Далее, действуя аналогично случаю нулевого спина, умножим данное уравнение на β_1 и $1-\beta_1^2$ и получим соответственно два уравнения

$$-\beta_1^2\partial_1\varphi(x)\equiv-\left\{\left(\varepsilon^{22}+\varepsilon^{[12][12]}\right)\partial_1\right\}\varphi(x)\equiv$$

$$\equiv\beta_1(\beta_2\partial_2+\varkappa_1 P_1+\varkappa_2 P_2)\varphi(x)\equiv$$

$$\equiv\left(\varepsilon^{21}\partial_2+\varepsilon^{[12]2}\varkappa_1+\varkappa_2\varepsilon^{2[12]}\right)\varphi(x)$$

и

$$(1-\beta_1^2)\beta_1\partial_1\varphi(x)=$$

$$=-\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&0\\0&0&0\end{bmatrix}\partial_1\begin{bmatrix}\varphi_1\\\varphi_2\\\varphi_{[12]}\end{bmatrix}\equiv 0\equiv$$

$$\equiv(1-\beta_1^2)(\beta_2\partial_2+\varkappa_1 P_1+\varkappa_2 P_2)\varphi(x)\equiv$$

$$\equiv\left\{\varepsilon^{1[12]}\partial_2+\varepsilon^{11}\varkappa_1\right\}\varphi(x).$$

Из второго уравнения в общем виде при помощи проектора $\bar{R}=1-\beta_1^2\equiv\varepsilon^{11}$ имеем следующее уравнение для нединамической составляющей волновой функции $\varphi\Psi=\bar{R}\varphi=-\frac{1}{\varkappa_1}\bar{R}\beta_2\partial_2\Phi\equiv-\frac{1}{\varkappa_1}\varepsilon^{1[12]}\partial_2\Phi$. Подстановка его в первое уравнение и учет явного вида как проектора $R=\beta_1^2\equiv\varepsilon^{[12][12]}+\varepsilon^{22}$, так и свойств остальных матриц позволяют получить следующее уравнение в шредингероподобном виде для динамической составляющей $\Phi=R\varphi$.

$$\partial_1\Phi(x)=\mathbf{H}\Phi\equiv$$

$$\equiv\left\{-\beta_1(\varkappa_1 P_1+\varkappa_2 P_2)+\frac{1}{\varkappa_1}\beta_1\beta_2\bar{R}\beta_2\partial_2^2\right\}\Phi\equiv \qquad (8)$$

$$\equiv\left\{\varkappa_1\varepsilon^{[12]2}+\varepsilon^{2[12]}\left(\varkappa_2-\frac{1}{\varkappa_1}\partial_2^2\right)\right\}\Phi$$

Таким образом, имеем аналогичный по форме нулевому спину результат, за единственным, но важным исключением – входящих в конечное выражение матрицах.

3. Спин 1/2. В данном случае спина 1/2 отправным уравнением будет являться линеаризованное методом Дирака скалярное уравнение Клейна – Фока второго порядка [4] в двумерном релятивистском пространстве, где в качестве матриц Дирака со стандартными свойствами $\sigma_k\sigma_l+\sigma_l\sigma_k=2\delta_{kl}$ выбраны известные 2×2 матрицы Паули

$$\sigma_1=\begin{pmatrix}0&1\\1&0\end{pmatrix};$$

$$\sigma_2=i\begin{pmatrix}0&1\\-1&0\end{pmatrix};\ \sigma_3=\begin{pmatrix}1&0\\0&-1\end{pmatrix}.$$

Чтобы описать два массовых состояния фермиона $m_{1,2}=\pm\frac{1\mp\sqrt{1+4a}}{2a}\geq 0$, в уравнение Дирака вводится производная второго порядка

$$\left[\sigma_k\partial_k-\frac{a}{m}\partial_k^2+m\right]\varphi_0=0, \qquad (9)$$

где двухкомпонентная функция $\varphi_0^T=(\varphi_1,\varphi_2)$ есть биспинор. Для переписывания уравнения (9) в виде унифицированной формы уравнений первого порядка при помощи обобщенной матричной алгебры далее действуем аналогично случаю нулевого спина, введя двухкомпонентную функцию $\varphi(x)=\{\varphi_A(x)\}$, где $A=\{0,k\}\equiv\{0,1,2\}$.

$$\left[\sigma_k\partial_k+m\right]\varphi_0-\frac{a}{m}\partial_k(-m\varphi_k)\equiv$$

$$\equiv\left[\sigma_k\partial_k+m\right]\varphi_0+a\partial_k\varphi_k=0;$$

$$\partial_k\varphi_0+m\varphi_k=0,$$

или

$$\begin{bmatrix}\sigma_k\partial_k+m&a\partial_k\\\partial_k&m\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\varphi_0\\\varphi_k\end{bmatrix}\equiv$$

$$\equiv\left\{\begin{bmatrix}\sigma_k&a\\1&0\end{bmatrix}\partial_k+m\begin{bmatrix}1&0\\0&1\end{bmatrix}\right\}\begin{bmatrix}\varphi_0\\\varphi_k\end{bmatrix}\equiv$$

$$\equiv\left[\gamma_k\partial_k+m\right]\varphi(x)=0,$$

или

$$\begin{bmatrix}\sigma_k\partial_k+m&a\partial_k\\\partial_k&m\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\varphi_0\\\varphi_k\end{bmatrix}\equiv$$

$$\equiv\begin{bmatrix}(\sigma_k\partial_k\delta_{0B}+a\partial_k\delta_{kB}+m\delta_{0B})\delta_{0\dot{A}}\\(\partial_k\delta_{0B}+m\delta_{kB})\delta_{k\dot{A}}\end{bmatrix}\varphi_B(x)\equiv$$

$$\equiv\left[\partial_k\left(\varepsilon^{k0}+a\varepsilon^{0k}+\varepsilon^{00}\sigma_k\right)+m(\varepsilon^{kk}+\varepsilon^{00})\right]_{AB\varphi_B}(x)\equiv$$

$$\equiv\left[\gamma_k\partial_k+m\right]\varphi(x)=0 \qquad (10)$$

Вучэбно-выдавецкі сцэнар БДПУ

Подчеркнем небольшое отличие от предыдущих выводов – в определении $\gamma_k = \left(\varepsilon^{k0} + a\varepsilon^{0k}\right)\otimes \mathrm{I}_2 + \varepsilon^{00}\otimes\sigma_k$ необходимо вводить знак прямого произведения $\otimes$ матриц из-за исходной матричной структуры составляющих. Перенося влево временную компоненту в уравнении (10), запишем его в шредингероподобном виде:

$$\gamma_1\partial_1\varphi(\mathrm{x}) = -[\gamma_2\partial_2 + m]\varphi(\mathrm{x}).$$

Отметим, что γ_1 подчиняется следующему минимальному полиному $\gamma_k^4 - (1+2a)\gamma_k^2 + a^2\Lambda = 0$, что позволяет найти γ_1^{-1} и избавиться от матрицы γ_1 при производной по времени. Проекционные операторы

$$\Lambda^2 = \Lambda = \left(\varepsilon^{00} + \varepsilon^{11}\right)\otimes \mathrm{I}_2$$

и $\Pi^2 = \Pi = 1 - \Lambda = \varepsilon^{22}\otimes \mathrm{I}_2$

выделяют соответственно динамическую $\Phi = \Lambda\varphi$ и нединамическую $\Psi = \Pi\varphi$ составляющие в волновой функции φ. Учитывая все вышеприведенное, получим:

$$\partial_1\Phi \equiv \boldsymbol{H}\Phi = \left[\frac{1}{a}\left\{m(a\varepsilon^{10}\otimes I_2 + \varepsilon^{01}\otimes I_2 - \right.\right.$$

$$\left.\left. -\varepsilon^{11}\otimes\sigma_k) + \varepsilon^{01}\otimes\sigma_2\partial_2\right\} - \frac{1}{m}(\varepsilon^{01}\otimes I_2)\partial_2^2\right]\Phi. \qquad (11)$$

Для случая a=0 после умножения уравнения Дирака на σ_1, получим:

$$\partial_1\varphi_0 \equiv \mathbf{H}\varphi_0 = -\sigma_1\left[\sigma_2\partial_2 + m\right]\varphi_0 \equiv$$

$$\equiv \left[i\sigma_3\partial_2 + m_1\sigma_1\right]\varphi_0. \qquad (12)$$

4. Мультиспин 0,1. В данном случае мультиспина 0,1 исходными уравнениями примем следующие уравнения в двумерном релятивистском пространстве:

$$\partial_l\varphi_l + m\varphi_0 = 0; \qquad \partial_l\varphi_{[kl]} + \partial_k\varphi_0 + m\varphi_k = 0$$

$$-\partial_l\varphi_k + \partial_k\varphi_l + m\varphi_{[lk]} = 0$$

или в покомпонентной записи (k, l = {1, 2})

$$\partial_1\varphi_1 + \partial_2\varphi_2 + m\varphi_0 = 0;$$

$$\partial_2\varphi_{[12]} + \partial_1\varphi_0 + m\varphi_1 = 0; \quad \partial_1\varphi_{[21]} + \partial_2\varphi_0 + \mathrm{m}\varphi_2 = 0;$$

$$-\partial_1\varphi_2 + \partial_2\varphi_1 + \mathrm{m}\varphi_{[12]} = 0 \qquad (13)$$

Вводя четырехкомпонентную функцию

$$\varphi^T = \left(\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_{[12]}\right) \equiv \left(\varphi_0, \varphi_k, \varphi_{[kl]}\right)$$

и матричные обозначения, вышеприведенная система (13) может принять следующий вид унифицированной формы уравнений первого порядка при помощи обобщенной матричной алгебры:

$$\begin{bmatrix} \varkappa_2 & \partial_1 & \partial_2 & 0 \\ \partial_1 & \varkappa_1 & 0 & \partial_2 \\ \partial_2 & 0 & \varkappa_1 & \partial_1 \\ 0 & \partial_2 & -\partial_1 & \varkappa_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \varphi_{[12]} \end{bmatrix} \equiv$$

$$\equiv \left\{\left(\varepsilon^{01} + \varepsilon^{10} - \varepsilon^{2[12]} - \varepsilon^{[12]2}\right)\partial_1 + \right.$$

$$+\left(\varepsilon^{02} + \varepsilon^{20} + \varepsilon^{1[12]} + \varepsilon^{[12]1}\right)\partial_2 +$$

$$\left. +\varkappa_1\left(\varepsilon^{11} + \varepsilon^{22}\right) + \varkappa_2\left(\varepsilon^{00} + \varepsilon^{[12][12]}\right)\right\}\varphi(x) \equiv$$

$$\equiv \left(\gamma_1\partial_1 + \gamma_2\partial_2 + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2\right)\varphi(x) = 0$$

или

$$\begin{bmatrix} \varkappa_2 & \partial_k & 0 \\ \partial_k & \varkappa_1 & \partial_l \\ 0 & 2\varepsilon_{kl}\partial_l & \varkappa_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \varphi_0 \\ \varphi_k \\ \varphi_{[kl]} \end{bmatrix} \equiv$$

$$\equiv \begin{bmatrix} (\partial_k\delta_{kB} + \varkappa_2\delta_{0B})\delta_{0A} \\ (\partial_k\delta_{0B} + \varkappa_1\delta_{kB} + \partial_l\delta_{[kl]B})\delta_{kA} \\ (\partial_l\delta_{kB} - \partial_k\delta_{lB} + \varkappa_2\delta_{[kl]B})\frac{1}{2}\delta_{[kl]A} \end{bmatrix}\varphi_B(\mathrm{x}) \equiv$$

$$\equiv \left[\partial_k\left(\varepsilon^{0k} + \varepsilon^{l[lk]} + \frac{1}{2}\varepsilon^{[lk]l} - \frac{1}{2}\varepsilon^{[kl]l} + \varepsilon^{k0}\right) + \right.$$

$$\left. +\varkappa_1\varepsilon^{kk} + \varkappa_2\left(\varepsilon^{00} + \frac{1}{2}\varepsilon^{[kl][kl]}\right)\right]_{AB}\varphi_B(x) \equiv \qquad (14)$$

$$\equiv \left(\gamma_k\partial_k + \varkappa_1\mathrm{P}_1 + \varkappa_2\mathrm{P}_2\right)\varphi(\mathrm{x}) = 0$$

Выше были введены представление волновой функции $\varphi(\mathrm{x}) = \{\varphi_A(x)\}$, где $A = \{0, k, [kl]\} \equiv \{0, 1, 2[12]\}$, и элементы обобщенной матричной алгебры:

$$\gamma_1 = \varepsilon^{01} + \varepsilon^{10} - \varepsilon^{2[12]} - \varepsilon^{[12]2};$$

$$\mathrm{P}_1 = \varepsilon^{22} + \varepsilon^{11};$$

$$\gamma_2 = \varepsilon^{02} + \varepsilon^{20} + \varepsilon^{1[12]} + \varepsilon^{[12]1};$$

$$\mathrm{P}_2 = \varepsilon^{[12][12]} + \varepsilon^{00};$$

или

$$(\varepsilon^{A,B})_{CD} = \delta_{AC}\delta_{BD}; \quad \varepsilon^{A,B}\varepsilon^{C,D} = \delta_{BC}\varepsilon^{A,D};$$

$$\varepsilon_{lk} = -\varepsilon_{kl}; \quad \gamma_k = \varepsilon^{0k} + \varepsilon^{l[lk]} + \varepsilon^{[lk]l} + \varepsilon^{k0};$$

$$\gamma_k^2 = 1; \quad \mathrm{P}_1 = \varepsilon^{kk}; \quad \mathrm{P}_1^2 = \mathrm{P}_1;$$

Вузівська видавецька група ДДТУ

$$P_2 = \varepsilon^{00} + \frac{1}{2}\varepsilon^{[kl][kl]};\quad P_2^2 = P_2;\ P_1 + P_2 = 1.$$

Запишем уравнение (14) в шредингероподобном виде. Перенося влево временную компоненту

$$-\gamma_1\partial_1\varphi(x) = (\gamma_2\partial_2 + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2)\varphi(x)$$

и умножая данное уравнение соответственно на γ_1, получим:

$$-\gamma_1^2\partial_1\varphi(x) \equiv -\partial_1\varphi(x) =$$

$$\equiv \gamma_1(\gamma_2\partial_2 + \varkappa_1 P_1 + \varkappa_2 P_2)\varphi(x) \equiv$$

$$\equiv (\varepsilon^{01} + \varepsilon^{10} - \varepsilon^{2[12]} - \varepsilon^{[12]2})\times$$

$$\times\{(\varepsilon^{02} + \varepsilon^{20} + \varepsilon^{1[12]} + \varepsilon^{[12]1})\partial_2 + \varkappa_1(\varepsilon^{11} + \varepsilon^{22}) +$$

$$+\varkappa_2(\varepsilon^{00} + \varepsilon^{[12][12]})\}\varphi(x) \equiv$$

$$\equiv \{(\varepsilon^{12} - \varepsilon^{21} + \varepsilon^{0[12]} - \varepsilon^{[12]0})\partial_2 + \varkappa_1(\varepsilon^{01} - \varepsilon^{[12]2}) +$$

$$+\varkappa_2(\varepsilon^{10} - \varepsilon^{2[12]})\}\varphi(x).$$

Таким образом, имеем следующее уравнение в шредингероподобном виде:

$$\partial_1\varphi(x) = \mathbf{H}\varphi(x) \equiv$$

$$\equiv \left\{\begin{array}{l}(\varepsilon^{21} - \varepsilon^{12} + \varepsilon^{[12]0} - \varepsilon^{0[12]})\partial_2 + \\ +\varkappa_1(\varepsilon^{[12]2} - \varepsilon^{01}) + \varkappa_2(\varepsilon^{2[12]} - \varepsilon^{10})\end{array}\right\}\varphi(x) \qquad (15)$$

Обратим внимание на структуру матриц γ_k, которые можно рассматривать как определенную сумму матриц нулевого и единичного спинов: $\gamma_k = \alpha_k + \beta_k$

Заключение. В данной работе дано в унифицированном виде описание одномерных моделей с двумя массовыми состояниями для спинов 0, 1/2, 1 и для мультиспина 0,1 в рамках уравнений первого порядка при помощи обобщенной матричной алгебры. В его рамках получены шредингероподобные выражения для гамильтониана свободных частиц (формулы (5), (8), (11), (12), (15)) с исключением неединамической компоненты, что позволяет перейти в последующих публикациях к рассмотрению задач поведения частиц во внешнем поле или их взаимодействия. Отметим, что анализ вышеуказанных одномерных моделей из исходных принципов и уравнений позволил существенно уменьшить размерность матриц в полученных уравнениях по сравнению со случаем простого зануления лишних координат в обычно анализируемых размерностях пространства. Это, в свою очередь, позволяет методически легко обозревать и получать необходимые результаты.

Литература

1. Pont, Federico M. Exact wave functions and entropies of the one dimensional Regularized Calogero model / Federico M. Pont, Omar Osenda, Pablo Serra; [Electronic resource] : Cornell University Library (CUL) , 2017. – Mode of access: https://arxiv.org/pdf/1709.06374.pdf. – Date of access: 20.09.2018.
2. Hartmann, R. R. Pair states in one-dimensional Dirac systems / R. R. Hartmann, M. E. Portnoi; [Electronic resource] : Cornell University Library (CUL) , 2017. – Mode of access: https://arxiv.org/pdf/1706.04886.pdf. – Date of access: 20.09.2018.
3. Федоров, Ф. И. Группа Лоренца / Ф. И. Федоров. – М. : Наука, 1979. – 384 с.

References

1. Pont, Federico M. Exact wave functions and entropies of the one dimensional Regularized Calogero model / Federico M. Pont, Omar Osenda, Pablo Serra [Electronic resource] : Cornell University Library (CUL) , 2017. – Mode of access: https://arxiv.org/pdf/1709.06374.pdf. – Date of access: 20.09.2018.
2. Hartmann, R. R. Pair states in one-dimensional Dirac systems / R. R. Hartmann, M. E. Portnoi; [Electronic resource] : Cornell University Library (CUL), 2017. – Mode of access: https://arxiv.org/pdf/1706.04886.pdf. – Date of access: 20.09.2018.
3. Fyodorov, F. I. Gruppa Lorentsa / F. I. Fyodorov. – M. : Nauka, 1979. – 384 s.

Вучоны – выдавецкі сэрвіс БДПУ

МАТЭМАТЫКА

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 11–14.

УДК 517.968.25

ІНТЭГРАЛЬНАЕ ВЫЯЎЛЕННЕ ДЛЯ ГІПЕРКАМПЛЕКСНЫХ F-МАНАГЕННЫХ ФУНКЦЫЙ АДНАГО КЛАСА

У. А. Шылінец,
кандыдат фізіка-матэматычных навук, загадчык кафедры вышэйшай матэматыкі УА ФПБ «Міжнародны ўніверсітэт "МІТСО";

І. М. Гуло,
кандыдат фізіка-матэматычных навук, загадчык кафедры матэматыкі і методыкі выкладання матэматыкі БДПУ

Паступіў у рэдакцыю 22.10.18

Для гіперкамплексных F-манагенных функцый аднаго класа атрымана інтэгральнае выяўленне і рэшана краявая задача.

Ключавыя словы: гіперкамплексная функцыя, манагеннасць у сэнсе У. С. Фёдарава, інтэгральнае выяўленне, краявая задача.

UDC 517.968.25

INTEGRAL REPRESENTATION FOR HYPERCOMPLEX F-MONOGENIC FUNCTIONS OF ONE CLASS

V. Shilinets,
Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Head of the Department of Higher Mathematics of Higher Educational Establishment of the Federation of Trade Unions of Belarus «International University «MITSO»;

I. Gulo,
Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, BSPU

Received on 22.10.18

For hypercomplex functions of one class the integral representation is obtained and the boundary value problem is solved.

Keywords: hypercomplex function, monotonicity in the sense of V. S. Fedorov, integral representation, solution of the boundary value problem.

Уводзіны. Для вывучэння дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных выкарыстоўваюцца розныя метады. Адным з такіх метадаў з'яўляецца метад функцый, манагенных у сэнсе У. С. Фёдарава (F-манагенных) [1–8]. У прыватнасці, пры дапамозе F-манагенных функцый удаецца пабудаваць функцыянальна-інварыянтныя рашэнні сістэмы Максвэла для электрамагнітнага поля ў пустаце [9; 10]. Акрамя гэтага, пры дапамозе адзначаных функцый удаецца для асобных відаў дыферэнцыяльных раўнанняў і сістэм дыферэнцыяльных раўнанняў будаваць рашэнні ў замкнутай форме.

У дадзенай працы даследуюцца F-манагенныя гіперкамплексныя функцыі аднаго класа. Для гэтых функцый атрымана інтэгральнае выяўленне, пры дапамозе якога рэшана краявая задача.

Асноўная частка. Няхай D – адназвязны абсяг чатырохмернай рэчаіснай эўклідавай прасторы $E^4(x,y,z,t)$. Разгледзім гіперкамплексныя функцыі выгляду

$$f = f_1(x,y,z,t) + f_2(x,y,z,t)j + \\ + f_3(x,y,z,t)j^2 + f_4(x,y,z,t)j^3,$$

$$p = x + yj + zj^2 + tj^3,$$

дзе f_1, f_2, f_3, f_4 – рэчаісныя функцыі класа $C^1(D)$; $1, j, j^2, j^3$ – базіс асацыятыўна-камутатыўнай алгебры над полем рэчаісных лікаў з законам множання $j^4 = -1$.

Для любых пунктаў $M(x,y,z,t)$ і $M'(x',y',z',t')$ абсягу D мяркуем

$$\Delta f = f(M') - f(M), \quad \Delta p = p(M') - p(M).$$

Вуэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

Азначэнне. Гіперкамплексная функцыя называецца манагеннай у сэнсе У. С. Фёдарпры рава (F-манагеннай) [1] па гіперкамплекснай функцыі p у абсягу D, калі існуе такая гіперкамплексная функцыя

$$\theta = \theta_1(x,y,z,t) + \theta_2(x,y,z,t)j + \\ +\theta_3(x,y,z,t)j^2 + \theta_4(x,y,z,t)j^3$$

($\theta_i(x,y,z,t)(i = 1,2,3,4)$ – адназначныя рэчаісныя функцыі пункта (x, t, z, t) абсягу D), што для любога фіксаванага пункта $M \in D$ і любога зменнага пункта $M \in D$ маем

$$\Delta f = \Delta p\theta(M) + \alpha(M,M'), \text{ дзе } \frac{\alpha(M,M')}{\rho} \to 0$$

пры $\rho \to 0$ $\rho = |\overline{MM'}|$.

Лёгка паказаць, што калі функцыя f – F-манагенная па функцыі p у абсягу D, то існуюць частковыя вытворныя $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z}, \frac{\partial f}{\partial t}$, і пры гэтым

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial x}\theta, \frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial p}{\partial y}\theta, \frac{\partial f}{\partial z} = \\ = \frac{\partial p}{\partial z}\theta, \frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial p}{\partial t}\theta.$$

Абазначым функцыю θ праз $\frac{\partial f}{\partial p}$. Тады апошнюю роўнасць можна запісаць у выглядзе

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial x}\frac{\partial f}{\partial p}, \frac{\partial f}{\partial y} = \frac{\partial p}{\partial y}\frac{\partial f}{\partial p}, \\ \frac{\partial f}{\partial z} = \frac{\partial p}{\partial z}\frac{\partial f}{\partial p}, \frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial p}{\partial t}\frac{\partial f}{\partial p}.$$

Разгледзім наступную краявую задачу.

Задача. Няхай V – чатырохмерны абмежаваны абсяг з граніцай σ ($\sigma \subset D, V \subset D$). Мяркуем далей, што p і функцыя f, F-манагенная па p, вызначаны на замкнутай трохмернай паверхні σ, гомеаморфнай сферы канечнага дыяметра і дастаткова гладкай для магчымасці скарыстать формулу Астраградскага.

Патрабуецца знайсці ў любым унутраным пункце абсягу V значэнне функцыі f, F-манагеннай па p, калі вядомы яе значэнні на паверхні .

Для функцыі

$$f = f_1(x,y,z,t) + f_2(x,y,z,t)j + \\ +f_3(x,y,z,t)j^2 + f_4(x,y,z,t)j^3$$

і адвольнага пункта $M(x_0,y_0,z_0) \notin \sigma$ лічым [11]:

$$I_\sigma = \int_\sigma \{\alpha_1(\frac{\partial \phi}{\partial x} - j\frac{\partial \phi}{\partial y} - j^2\frac{\partial \phi}{\partial z} - j^3\frac{\partial \phi}{\partial t}) + \\ +\alpha_2(j\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial y}) + \alpha_3(j^2\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial z}) + \\ +\alpha_4(j^3\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial t})\}fd\sigma, \quad (1)$$

дзе $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – кіроўныя косінусы вонкавай нармалі да паверхні у яе бягучым пункце $P(x,y,z,t)$,

$r = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2 + (t-t_0)^2}$,

$\frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{x-x_0}{r^4}$, $\frac{\partial \phi}{\partial y} = \frac{y-y_0}{r^4}$, $\frac{\partial \phi}{\partial z} = \frac{z-z_0}{r^4}$, $\frac{\partial \phi}{\partial t} = \frac{t-t_0}{r^4}$.

Няхай M – любы дадзены пункт абсягу D, $M \notin \bar{V}$.

Тэарэма 1. Для любой гіперкамплекснай функцыі f, F-манагеннай па гіперкамплекснай функцыі p у абсягу D, маем $I_\sigma = 0$, дзе I_σ вызначаецца роўнасцю (1).

Доказ. Па формуле Астраградскага атрымоўваем

$$I_\sigma = \int_V \{\frac{\partial}{\partial x}((\frac{\partial \phi}{\partial x} - j\frac{\partial \phi}{\partial y} - j^2\frac{\partial \phi}{\partial z} - j^3\frac{\partial \phi}{\partial t})f) + \\ +\frac{\partial}{\partial y}((j\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial y})f) + \frac{\partial}{\partial z}((j^2\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial z})f) + \\ +\frac{\partial}{\partial t}((j^3\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial t})f)\}dV = \\ = \int_V \{(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - j\frac{\partial^2 \phi}{\partial y \partial x} - j^2\frac{\partial^2 \phi}{\partial z \partial x} - j^3\frac{\partial^2 \phi}{\partial t \partial x})f + \\ +(\frac{\partial \phi}{\partial x} - j\frac{\partial \phi}{\partial y} - j^2\frac{\partial \phi}{\partial z} - j^3\frac{\partial \phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial x} + \\ +(j\frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2})f + (j\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial y})\frac{\partial f}{\partial y} + \\ +(j^2\frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2})f + \\ +(j^2\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial z})\frac{\partial f}{\partial z} + (j^3\frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial t} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2})f + \\ +(j^3\frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial t}\}dV =$$

Выдача-выдавецкі цэнтр БДПУ

$$= \int_V \{(\frac{\partial^2\phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial t^2})f +$$
$$+(\frac{\partial\phi}{\partial x} - j\frac{\partial\phi}{\partial y} - j^2\frac{\partial\phi}{\partial z} - j^3\frac{\partial\phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial x} +$$
$$+(j\frac{\partial\phi}{\partial x} + \frac{\partial\phi}{\partial y})\frac{\partial f}{\partial y} +$$
$$+(j^2\frac{\partial\phi}{\partial x} + \frac{\partial\phi}{\partial z})\frac{\partial f}{\partial z} + (j^3\frac{\partial\phi}{\partial x} + \frac{\partial\phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial t}\}dV.$$

Адсюль і з умоў F-манагеннасці функцыі f па функцыі p у абсягу D, паколькі $\frac{\partial^2\phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial t^2} = 0$, атрымоўваем

$$I_\sigma = \int_V \{(\frac{\partial\phi}{\partial x} - j\frac{\partial\phi}{\partial y} - j^2\frac{\partial\phi}{\partial z} - j^3\frac{\partial\phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial p} +$$
$$+(j\frac{\partial\phi}{\partial x} + \frac{\partial\phi}{\partial y})\frac{\partial f}{\partial p}j + (j^2\frac{\partial\phi}{\partial x} + \frac{\partial\phi}{\partial z})\frac{\partial f}{\partial p}j^2 +$$
$$+(j^3\frac{\partial\phi}{\partial x} + \frac{\partial\phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial p}j^3\}dV =$$
$$= \int_V \{(\frac{\partial\phi}{\partial x} - j\frac{\partial\phi}{\partial y} - j^2\frac{\partial\phi}{\partial z} - j^3\frac{\partial\phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial p} +$$
$$+(j^2\frac{\partial\phi}{\partial x} + j\frac{\partial\phi}{\partial y})\frac{\partial f}{\partial p} + (-\frac{\partial\phi}{\partial x} + j^2\frac{\partial\phi}{\partial z})\frac{\partial f}{\partial p} +$$
$$+(-j^2\frac{\partial\phi}{\partial x} + j^3\frac{\partial\phi}{\partial t})\frac{\partial f}{\partial p}\}dV = 0.$$

Тэарэма 2. Калі гіперкамплексная функцыя f з'яўляецца F-манагеннай па гіперкамплекснай функцыі p у абсягу D, то для любога пункта M, які ляжыць унутры V, маем

$$f(M) = \frac{1}{2\pi^2}\int_\sigma \{(\alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial x} + \alpha_2\frac{\partial\phi}{\partial y} + \alpha_3\frac{\partial\phi}{\partial z} + \alpha_4\frac{\partial\phi}{\partial t}) +$$
$$+(\alpha_2\frac{\partial\phi}{\partial x} - \alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial y})j + (\alpha_3\frac{\partial\phi}{\partial x} - \alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial z})j^2 +$$
$$+(\alpha_4\frac{\partial\phi}{\partial x} - \alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial t})j^3\}fd\sigma.$$

Доказ. Няхай σ_1 – сфера з цэнтрам у пункце $M(x_0, y_0, z_0, t_0)$, якая размешчана ўнутры σ. Калі L – радыус сферы σ_1, то маем

$$I_{\sigma_1} = \int_{\sigma_1} \{(\alpha_1 + \alpha_2 j + \alpha_3 j^2 + \alpha_4 j^3)\frac{\partial\phi}{\partial x} +$$
$$+(\alpha_2 - \alpha_1 j)\frac{\partial\phi}{\partial y} +$$
$$+(\alpha_3 - \alpha_1 j^2)\frac{\partial\phi}{\partial z} + (\alpha_4 - \alpha_1 j^3)\frac{\partial\phi}{\partial t}\}fd\sigma_1 =$$
$$= \int_{\sigma_1} \{(\alpha_1 + \alpha_2 j + \alpha_3 j^2 + \alpha_4 j^3)\frac{x - x_0}{l^4} +$$
$$+(\alpha_2 - \alpha_1 j)\frac{y - y_0}{l^4} +$$
$$+(\alpha_3 - \alpha_1 j^2)\frac{z - z_0}{l^4} + (\alpha_4 - \alpha_1 j^3)\frac{t - t_0}{l^4}\}fd\sigma_1 =$$
$$= \int_{\sigma_1} \{\frac{1}{l^3}(\alpha_1^2 + \alpha_1\alpha_2 j + \alpha_1\alpha_3 j^2 + \alpha_1\alpha_4 j^3 +$$
$$+\alpha_2^2 - \alpha_1\alpha_2 j +$$
$$+\alpha_3^2 - \alpha_1\alpha_3 j^2 + \alpha_4^2 - \alpha_1\alpha_4 j^3)\}fd\sigma_1 = \quad (2)$$
$$= \int_{\sigma_1} \{\frac{1}{l^3}(\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \alpha_4^2)\}fd\sigma_1.$$

Вядома, што $\sum_{k=1}^{4}\alpha_k^2 = 1$, $d\sigma_1 = l^3 d\omega$ ($d\omega$ – элемент адзінкавай сферы).

З роўнасці (2) атрымаем

$$f(M) = \frac{1}{2\pi^2} I_{\sigma_1} \quad (3)$$

З тэарэмы 1 вынікае, што $I_{\sigma_1} = I_\sigma$.

Тады з роўнасці (3) маем

$$f(M) = \frac{1}{2\pi^2}\int_\sigma \{(\alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial x} + \alpha_2\frac{\partial\phi}{\partial y} + \alpha_3\frac{\partial\phi}{\partial z} +$$
$$+\alpha_4\frac{\partial\phi}{\partial t}) + (\alpha_2\frac{\partial\phi}{\partial x} - \alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial y})j + \quad (4)$$
$$+(\alpha_3\frac{\partial\phi}{\partial x} - \alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial z})j^2 + (\alpha_4\frac{\partial\phi}{\partial x} - \alpha_1\frac{\partial\phi}{\partial t})j^3\}fd\sigma.$$

Заключэнне. Пры дапамозе пабудаванага ў тэарэме 2 інтэгральнага выяўлення (4) і рашаецца сфармуляваная краявая задача.

Літаратура

1. Федоров, В. С. Основные свойства обобщенных моногенных функций / В. С. Федоров // Известия вузов. Математика. – 1958.– № 6.– С. 257–265.
2. Павлов, С. Д. Решение систем линейных дифференциальных уравнений с частными производными с помощью моногенных функций в смысле В. С. Фе-

References

1. Fyodorov, V. S. Osnovnyye svoystva obobshchyonnykh monogennykh funktsiy / V. S. Fyodorov // Izvestiya vuzov. Matematika. – 1958. - № 6. – S. 257–265.
2. Pavlov, S. D. Resheniye sistem lineynykh differentsialnykh uravneniy s chastnymi proizvodnymi s pomoshchyu monogennykh funktsiy v smysle V. S. Fyodorova

Вучоны-выдавецкі цэнтр ВДПУ

дорова / С. Д. Павлов // Anal. stiint. Univ. Iasi. – 1962.– F. 2. – T. 8.– P. 323–329.
3. Стельмашук, Н. Т. О некоторых линейных дифференциальных системах в частных производных / Н. Т. Стельмашук // Сибирский математический журнал. – 1964. – № 1.– Т. 5. – С. 166–173.
4. Кусковский, Л. Н. О краевой задаче типа Римана – Гильберта / Л. Н. Кусковский // Дифференциальные уравнения. – 1975. – № 3.– Т. 11.– С. 523–532.
5. Стельмашук, Н. Т. Метод формальных производных для решения задачи Коши для одной системы дифференциальных уравнений в частных производных / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец // Дифференциальные уравнения. – 1993. – Т. 29. – № 11. – С. 2019–2020.
6. Stelmashuk, N. T. The solution of the boundary value problem for a system of equations in formal derivatives by means dual differential operators /N. T. Stelmashuk, V. A. Shylinets // Труды института математики НАН Беларуси. – 2004. – № 2.– Т. 12.– С. 170–171.
7. Стельмашук, Н. Т. О преобразовании к каноническому виду системы линейных уравнений в частных производных с помощью двойных дифференциальных операторов / Н. Т. Стельмашук, В. А. Шилинец // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2008. – № 2.– С. 61–65.
8. Шылінец, У. А. Аб рэдуцыраванні адной сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных да кананічнага выгляду / У. А. Шылінец, І. М. Гуло // Весці БДПУ. Серыя 3. – 2018. – № 2. – С. 5–9.
9. Стельмашук, Н. Т. Об одном исследовании системы Максвелла с помощью F-моногенных функций / Н. Т. Стельмашук // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1967.– № 2. – Т. 7. – С. 431–436.
10. Стэльмашук, М. Т. Пабудова інтэгральных выяўленняў для функцыянальна-інварыянтных рашэнняў сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў Максвэла / М. Т. Стэльмашук, У. А. Шылінец // Весці БДПУ. – 1999.– № 2.– С. 147–150.
11. Федоров, В. С. Об одном обобщении интеграла типа Коши в многомерном пространстве / В. С. Федоров // Известия вузов. Математика. – 1957.– №1.– С. 227–233.

/ S. D. Pavlov // Anal. stiint. Univ. Iasi. – 1962.– F. 2.– T. 8.– P. 323–329.
3. Stelmashuk, N. T. O nekotorykh lineynykh differentsialnykh sistemakh v chastnykh proizvodnykh / N. T. Stelmashuk // Sibirskiy matematicheskiy zhurnal. – 1964.– № 1.– T. 5.– S. 166–173.
4. Kuskovskiy, L. N. O krayevoy zadache tipa Rimana-Gilberta / L. N. Kuskovskiy // Differentsialnyye uravneniya. – 1975.– № 3.– T. 11. – S. 52–532.
5. Stelmashuk, N. T. Metod formalnykh proizvodnykh dlya resheniya zadachi Koshi dlya odnoy sistemy differentsialnykh uravneniy v chastnykh proizvodnykh / N. T. Stelmashuk, V. A. Shilinets // Differentsialnyye uravneniya. – 1993. – № 11. – T. 29. – S. 2019–2020.
6. Stelmashuk, N. T. The solution of the boundary value problem for a system of equations in formal derivatives by means dual differential operators / N. T. Stelmashuk, V. A. Shylinets // Trudy instituta matematiki NAN Belarusi. – 2004. – № 2.– T. 12. – S. 170–171.
7. Stelmashuk, N. T. O preobrazovanii k kanonicheskomu vidu sistemy lineynykh uravneniy v chastnykh proizvodnykh s pomoshchyu dvoynykh differentsialnykh operatorov / N. T. Stelmashuk, V. A. Shilinets // Vestsi NAN Belarusi. Ser. fiz.-mat. navuk. – 2008. – № 2. – S. 61–65.
8. Shylinets, U. A. Ab redutsyravanni adnoy sistemy dyferentsyyalnykh raunannyay u chastkovykh vytvornykh da kananichnaga vyglyadu / U.A. Shylinets, I. M. Gulo // Vestsi BDPU. Seryya 3. – 2018. – № 2.– S. 5–9.
9. Stelmashuk, N. T. Ob odnom issledovanii sistemy Maksvella s pomoshchyu F-monogennykh funktsiy / N. T. Stelmashuk // Zhurnal vychislitelnoy matematiki i matematicheskoy fiziki. – 1967. – № 2. – T. 7. – S. 431–436.
10. Stelmashuk, M. T. Pabudova integralnykh vyyaulennyau dlya funktsyyanalna-invaryyantnykh rashennyau sistemy dyferentsyyalnykh raunannyau Maksvela / M. T. Stelmashuk, U. A. Shylinets // Vestsi BDPU. – 1999. – № 2. – S. 147–150.
11. Fyodorov, V. S. Ob odnom obobshchenii integrala tipa Koshi v mnogomernom prostranstve / V. S. Fyodorov // Izvestiya vuzov. Matematika. – 1957. – № 1. – S. 227–233.

Вуздовы выданне БДПУ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 15–18.

УДК 517.968

ИНТЕГРИРУЮЩИЙ МНОЖИТЕЛЬ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ АБЕЛЯ

Е. И. Федорако,
старший преподаватель кафедры «Высшая математика №3» БНТУ;

А. А. Самодуров,
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Общей математики и информатики» БГУ

Поступила в редакцию 9.10.18.

UDC 517.968

INTEGRATING MODULE FOR ABEL'S EQUATION

Ye. Fedorako,
Senior Teacher of the Department of Higher Mathematics № 3, BNTU;

A. Samodurov,
PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of General Mathematics and Informatics, BSU

Received on 9.10.18.

Рассмотрено дифференциальное уравнение первого порядка – уравнение Льенара, являющееся уравнением траекторий для систем, соответствующих уравнениям второго порядка. Путем замены переменной оно приведено к уравнению Абеля. Получены необходимые и достаточные условия существования интегрирующего множителя достаточно общего вида для уравнения Абеля. Умножение обеих частей дифференциального уравнения на интегрирующий множитель позволяет привести его к уравнению в полных дифференциалах, а значит, проинтегрировать уравнение в квадратурах.

Существование интегрирующего множителя равносильно наличию группы непрерывных преобразований переменных, оставляющих инвариантным рассматриваемое уравнение. Такая группа преобразований выписывается по известному интегрирующему множителю. По найденной группе можно либо построить точное решение данного уравнения, либо по одному известному точному решению построить семейство решений дифференциального уравнения.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения Льенара и Абеля, замена переменной, интегрирующий множитель, непрерывное преобразование переменных, инвариантное дифференциальное уравнение.

The differential equation of the first order – Lienard equation is considered. By replacing the variable it is transformed to Abel equation. The necessary and sufficient conditions of existence of the integrating multiplier for Abel equation are obtained.

The presence of such a multiplier is equivalently to the existence of continuous transformation of variables that leaves invariant the equation under consideration.

Keywords: Lienard and Abel differential equations; replacing the variable, integrating multiplier, continuous transformation of variables; invariant differential equation.

Рассмотрим дифференциальное уравнение Льенара первого порядка

$$yy' + f(x)y + g(x) = 0, \qquad (1)$$

где $f(x)$ и $g(x)$ – непрерывно дифференцируемые функции, обеспечивающие существование и единственность решения локальной задачи Коши на некотором промежутке. Дифференциальное уравнение Льенара второго порядка описывает конкретные физические процессы, изучаемые в теории колебаний и динамических систем [1]. Уравнение (1) является уравнением траекторий для систем, соответствующих уравнениям второго порядка.

Выполним в уравнении (1) замену переменной по формуле

$$y(x) = \frac{1}{z(x)},$$

где $z(x)$ – новая неизвестная функция, в результате чего получим уравнение

$$z' = f(x)z^2 + g(x)z^3. \qquad (2)$$

Если известно частное решение уравнения Абеля общего вида

$$y' = a_3(x)y^3 + a_2(x)y^2 + a_1(x)y + a_0(x),$$

то уравнение (2) получаем из него с помощью замены переменных [2].

Будем искать интегрирующий множитель для уравнения (2) в достаточно общем виде

$$\mu(x,z) = \prod_{j=1}^{n} \left(z + \varphi_j(x)\right)^{\alpha_j}, \qquad (3)$$

где $\varphi_j(x)$ – дифференцируемые функции переменной x, α_j – постоянные, $j = \overline{1,n}$.

Выбрано выдавецкі цэнтр БДПУ

Наличие такого множителя эквивалентно наличию непрерывного преобразования переменных, оставляющего инвариантным рассматриваемое уравнение [3; 4]. Для существования интегрирующего множителя для уравнения (2) необходимо и достаточно выполнения условия

$$\frac{\partial \mu}{\partial x}+\frac{\partial \mu}{\partial z}\left(f(x)z^2+g(x)z^3\right)+ \\ +\mu\left(2zf(x)+3z^2g(x)\right)=0. \qquad (4)$$

Рассмотрим сначала простейшие случаи.

1. Случай n = 1. Подставим

$$\mu(x,z)=\left(z+\varphi(x)\right)^{\alpha}$$

в тождество (4) с учетом уравнения (2), получим тождество

$$2\alpha f(x)z^2+2\alpha g(x)z^3+\alpha\varphi'(x)+ \\ +2z^2f(x)+3z^3g(x)+2zf(x)\varphi(x)+ \\ +3z^2g(x)\varphi(x)\equiv 0.$$

Сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях z, получим систему:

$$\begin{cases} g(x)(2\alpha+3)=0, \\ 2f(x)(\alpha+1)-3g(x)\varphi(x)=0, \\ \varphi(x)=0, \\ \varphi'(x)=0. \end{cases} \qquad (5)$$

Система (5) имеет решение $\alpha=-\frac{3}{2}$, $\varphi(x)=0$ при условии, что $f(x) = 0$ (тривиальный случай).

2. Случай n = 2. Подставим

$$\mu(x,z)=\left(z+\varphi_1(x)\right)^{\alpha}\left(z+\varphi_2(x)\right)^{\beta} \qquad (6)$$

в тождество (4) с учетом уравнения (2), получим равенство

$$\alpha\left(f(x)z^2+g(x)z^3+\varphi_1'(x)\right)\left(z+\varphi_1(x)\right)^{\alpha-1}\times \\ \times\left(z+\varphi_2(x)\right)^{\beta}+\beta\left(f(x)z^2+g(x)z^3+\varphi_2'(x)\right)\times \\ \times\left(z+\varphi_1(x)\right)^{\alpha}\left(z+\varphi_2(x)\right)^{\beta-1}+ \\ +\left(z^2f(x)+z^3g(x)\right)+ \\ +\left(\alpha\left(z+\varphi_1(x)\right)^{\alpha-1}\left(z+\varphi_2(x)\right)^{\beta}+\right. \qquad (7) \\ \left.+\beta\left(z+\varphi_1(x)\right)^{\alpha}\left(z+\varphi_2(x)\right)^{\beta-1}\right)+ \\ +\left(z+\varphi_1(x)\right)^{\alpha}\left(z+\varphi_2(x)\right)^{\beta}\times \\ \times\left(2zf(x)+3z^2g(x)\right)\equiv 0.$$

Сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях z в уравнении (7), получим систему:

$$\begin{cases} g(x)(2\alpha+2\beta+3)=0, \\ 2f(x)(\alpha+\beta+1)+ \\ 2g(x)\left(\alpha\varphi_2(x)+\beta\varphi_1(x)\right)+ \\ +3g(x)\left(\varphi_1(x)+\varphi_2(x)\right)=0, \\ 2f(x)\left(\alpha\varphi_2(x)+\beta\varphi_1(x)\right)+ \\ +2f(x)\left(\varphi_1(x)+\varphi_2(x)\right)+ \\ +3g(x)\varphi_1(x)\varphi_2(x)=0, \\ \alpha\varphi_1'(x)+\beta\varphi_2'(x)+ \\ +2f\varphi_1(x)\varphi_2(x)=0, \\ \alpha\varphi_1'(x)\varphi_2(x)+\beta\varphi_1(x)\varphi_2'(x)=0. \end{cases} \qquad (8)$$

Обозначим

$$\alpha\varphi_1(x)+\beta\varphi_2(x)=u_1(x), \\ \varphi_1(x)+\varphi_2(x)=u_2(x), \\ \varphi_1(x)\varphi_2(x)=v(x).$$

Тогда при условии, что $g(x)\neq 0$, из (8) получим систему:

$$\begin{cases} \alpha+\beta=-\frac{3}{2}, \\ f+2gu_1=0, \\ f^2-fgu_2+3g^2v=0, \\ u_1'+2fv=0, \\ \varphi_1^{\alpha}\cdot\varphi_2^{\beta}=1. \end{cases} \qquad (9)$$

Из системы (9) имеем:

$$\begin{cases} u_1=-\frac{f}{2g}, \\ u_2=\frac{f^2}{2g}-\frac{3g}{8f}\left(\frac{f}{g}\right)', \\ v=\frac{1}{4f}\left(\frac{f}{g}\right)'. \end{cases} \qquad (10)$$

Таким образом, для того чтобы уравнение (2) имело интегрирующий множитель вида (6), необходимо и достаточно, чтобы система (10) при условиях $\alpha+\beta=-\frac{3}{2}$ и $\varphi_1^{\alpha}\cdot\varphi_2^{\beta}=1$ была совместна при некотором выборе постоянных α и β.

Вучобна-выдавецкі цэнтр БДПУ

3. Случай n = 3. Подставим

$$\mu(x,z) = (z+\varphi_1(x))^{\alpha}(z+\varphi_2(x))^{\beta}(z+\varphi_3(x))^{\gamma} \quad (11)$$

в тождество (4) с учетом уравнения (2), получим равенство

$$\begin{aligned}
&\alpha\left(f(x)z^2+g(x)z^3+\varphi_1'(x)\right)(z+\varphi_1(x))^{\alpha-1}\times\\
&\times(z+\varphi_2(x))^{\beta}(z+\varphi_3(x))^{\gamma}+\\
&+\beta\left(f(x)z^2+g(x)z^3+\varphi_2'(x)\right)\times\\
&(z+\varphi_1(x))^{\alpha}(z+\varphi_2(x))^{\beta-1}(z+\varphi_3(x))^{\gamma}+\\
&+\gamma\left(f(x)z^2+g(x)z^3+\varphi_3'(x)\right)(z+\varphi_1(x))^{\alpha}\times\\
&\times(z+\varphi_2(x))^{\beta}(z+\varphi_3(x))^{\gamma-1}+\\
&+\left(z^2f(x)+z^3g(x)\right)[\alpha(z+\varphi_1(x))^{\alpha-1}\times\\
&\times(z+\varphi_2(x))^{\beta}(z+\varphi_3(x))^{\gamma}+\\
&+\beta(z+\varphi_1(x))^{\alpha}(z+\varphi_2(x))^{\beta-1}(z+\varphi_3(x))^{\gamma}+\\
&+\gamma(z+\varphi_1(x))^{\alpha}(z+\varphi_2(x))^{\beta}(z+\varphi_3(x))^{\gamma-1}\square+\\
&+(z+\varphi_1(x))^{\alpha}(z+\varphi_2(x))^{\beta}(z+\varphi_3(x))^{\gamma}\times\\
&\times\left(2zf(x)+3z^2g(x)\right)\square\square
\end{aligned}$$

Сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях z в последнем уравнении, получим систему:

$$\begin{cases}
g(2\alpha+2\beta+2\gamma+3)=0,\\
2f(\alpha+\beta+\gamma+1)+\\
+2g(\alpha\varphi_2+\alpha\varphi_3+\beta\varphi_1+\beta\varphi_3+\gamma\varphi_1+\gamma\varphi_2)+\\
+3g(\varphi_1+\varphi_2+\varphi_3)=0,\\
2f(\alpha(\varphi_2+\varphi_3)+\beta(\varphi_1+\varphi_3)+\gamma(\varphi_1+\varphi_2))+\\
+2f(\varphi_1+\varphi_2+\varphi_3)+\\
+3g(\varphi_1\varphi_2+\varphi_1\varphi_3+\varphi_2\varphi_3)+\\
+2g(\alpha\varphi_2\varphi_3+\beta\varphi_1\varphi_3+\gamma\varphi_1\varphi_2)=0,\\
\alpha\varphi_1'+\beta\varphi_2'+\gamma\varphi_3'+\\
+2f(\alpha\varphi_2\varphi_3+\beta\varphi_1\varphi_3+\gamma\varphi_1\varphi_2)+\\
+2f(\varphi_2\varphi_3+\varphi_1\varphi_3+\varphi_1\varphi_2)+\\
+3g\varphi_1\varphi_2\varphi_3=0,\\
\alpha\varphi_1'(\varphi_2+\varphi_3)+\beta\varphi_2'(\varphi_1+\varphi_3)+\\
+\gamma\varphi_3'(\varphi_1+\varphi_2)+2f\varphi_1\varphi_2\varphi_3=0,\\
\alpha\varphi_1'\varphi_2\varphi_3+\beta\varphi_1\varphi_2'\varphi_3+\gamma\varphi_1\varphi_2\varphi_3'=0\square
\end{cases} \quad (12)$$

Обозначим

$$\begin{aligned}
&\alpha\varphi_1(x)+\beta\varphi_2(x)+\gamma\varphi_3(x)=u_1(x),\\
&\varphi_1(x)+\varphi_2(x)+\varphi_3(x)=u_2(x),\\
&\alpha\varphi_2(x)\varphi_3(x)+\beta\varphi_1(x)\varphi_3(x)+\\
&+\gamma\varphi_1(x)\varphi_2(x)=v_1(x),\\
&\varphi_1^2(x)+\varphi_2^2(x)+\varphi_3^2(x)=v_2(x),\\
&\alpha\varphi_1^2(x)+\beta\varphi_2^2(x)+\gamma\varphi_3^2(x)=v_3(x),\\
&\varphi_1(x)\varphi_2(x)\varphi_3(x)=w(x).
\end{aligned}$$

Тогда при условии, что $g(x)\neq 0$, из (12) получим систему:

$$\begin{cases}
\alpha+\beta+\gamma=-\frac{3}{2},\\
2g\left[(\alpha+\beta+\gamma)u_2-u_1\right]+3gu_2-f=0,\\
2f\left[(\alpha+\beta+\gamma)u_2-u_1\right]u_1+2gu_1+\\
+3g(u_2^2-v_2)+3fu_2=0,\\
2fv_1+u_1'+3gw+\\
+2f(u_2^2-v_2)-\frac{3}{2}u_2'-=0,\\
2fw+u_1'u_2-\frac{v_3'}{2}=0\\
\varphi_1^{\alpha}\cdot\varphi_2^{\beta}\cdot\varphi_3^{\gamma}=1.
\end{cases} \quad (13)$$

Из системы (13) получим:

$$\begin{cases}
u_1=-\frac{f}{2g},\\
v_2-u_2^2=\frac{f^2}{3g^2}-\frac{f}{3g},\\
2fv_1+3gw=\left(\frac{f}{2g}\right)'-\frac{2f^2}{3g}+\frac{2f^3}{3g^2}\\
v_3'+u_2\left(\frac{f}{g}\right)'-4fw=0.
\end{cases} \quad (14)$$

Таким образом, для того чтобы уравнение (2) имело интегрирующий множитель вида (11), необходимо и достаточно, чтобы система (14) при условиях $\alpha+\beta+\gamma=-\frac{3}{2}$ и $\varphi_1^{\alpha}\cdot\varphi_2^{\beta}\cdot\varphi_3^{\gamma}=1$ была совместна при некотором выборе постоянных α, β и γ.

4. Общий случай.

Подставив

Вусходнеславянскі дзяржаўны БДПУ

$$\frac{\partial \mu}{\partial x} = \prod_{j=1}^{n}\left(z+\varphi_j\right)^{\alpha_j-1} \times$$

$$\times\left(\alpha_1\left(z'+\varphi_1'\right)\left(z+\varphi_2\right)\left(z+\varphi_3\right)\ldots\left(z+\varphi_n\right)+\right.$$

$$+\alpha_2\left(z'+\varphi_2'\right)\left(z+\varphi_1\right)\left(z+\varphi_3\right)\ldots\left(z+\varphi_n\right)+\ldots+$$

$$\left.+\alpha_n\left(z+\varphi_1\right)\left(z+\varphi_2\right)\ldots\left(z+\varphi_{n-1}\right)\right)$$

и

$$\frac{\partial \mu}{\partial z} = \frac{\alpha_1\prod_{j=1}^{n}\left(z+\varphi_j\right)^{\alpha_j}}{z+\varphi_1}+$$

$$+\frac{\alpha_2\prod_{j=1}^{n}\left(z+\varphi_j\right)^{\alpha_j}}{z+\varphi_2}+\ldots+\frac{\alpha_n\prod_{j=1}^{n}\left(z+\varphi_j\right)^{\alpha_j}}{z+\varphi_n}$$

в уравнение (4) с учетом уравнения (2) и приравнивая коэффициенты при одинаковых степенях z, получим систему:

$$\begin{cases} 2g\sum_{j=1}^{n}\alpha_j+3=0, \\ 2f\left(\sum_{j=1}^{n}\alpha_j+1\right)+ \\ +2g\left(\alpha_1\sum_{j=2}^{n}\varphi_j+\alpha_2\sum_{\substack{j=1\\ j\neq 2}}^{n}\varphi_j+\ldots+\alpha_n\sum_{j=1}^{n-1}\varphi_j\right)+ \\ +3g\sum_{j=1}^{n}\varphi_j=0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \sum_{j=1}^{n}\left[\alpha_j\varphi_j'\left(\sum_{\substack{k=1\\ k\neq j}}^{n}\varphi_k\right)\right]+2f\prod_{j=1}^{n}\varphi_j=0, \\ \prod_{j=1}^{n}\varphi_j^{\alpha_j}=1. \end{cases} \quad (15)$$

Таким образом, доказана следующая теорема.

Теорема. Для того чтобы уравнение (2) допускало интегрирующий множитель вида (3), необходимо и достаточно, чтобы при некотором выборе постоянных α_j, $\overline{j=1,n}$, была совместна система (15).

Условия существования интегрирующего множителя иного вида для уравнения Абеля исследованы в работе [5].

Литература

1. Эрроусмит, Д. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями / Д. Эрроусмит, К. Плейс; пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 243 с.
2. Камке, Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Э. Камке. – М. : Гос. изд. физ.-мат. литературы, 1971. – 704 с.
3. Ибрагимов, Н. Х. Группы преобразований в математической физике / Н. Х. Ибрагимов. – М : Знание, 1982. – 279 с.
4. Федорако, Е. И. Непрерывные преобразования дифференциальных уравнений второго порядка с заданной нелинейностью / Е. И. Федорако // Весці БДПУ. Сер. 3. – 2014. – № 4.– С. 38–40.
5. Самодуров, А. А. Интегрирующий множитель уравнения Абеля / А. А. Самодуров // Дифференциальные уравнения. – 1988. – № 5. – Т. 24. – С. 907–909.

References

1. Errousmit, D. Obyknovennyye differentsialnyye uravneniya. Kachestvennaya teoriya s prilozheniyami / D. Errousmit, K. Pleys; per. s angl. – M. : Mir, 1986. – 243 s.
2. Kamke, E. Spravochnik po obyknovennym differentsialnym uravneniyam / E. Kamke. – M. : Gos. izd. fiz.-mat. literatury, 1971. – 704 s.
3. Ibragimov, N. Kh. Gruppy preobrazovaniy v matematicheskoy fizike / N. Kh. Ibragimov. – M. : Znaniye, 1982. – 279 s.
4. Fedorako, Ye. I. Nepreryvnyye preobrazovaniya differentsialnykh uravneniy vtorogo poryadka s zadannoy nelineynostyu / Ye. I. Fedorako // Vestsi BDPU. Ser. 3. – 2014. – № 4. – S. 38–40.
5. Samodurov, A. A. Integriruyushchiy mnozhitel uravneniya Abelya / A. A. Samodurov // Differentsialnyye uravneniya. – 1988. – № 5. – T. 24. – S. 907–909.

Вузлова выдавецкі цэнтр БДПУ

МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ

МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ ФІЗІКІ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 19–25.

УДК 53:37.091.32.2

МІНІ-ЗАДАЧЫ ПА ФІЗІЦЫ Ў РЫСУНКАХ І ГРАФІКАХ ЯК СРОДАК ПАВЫШЭННЯ ЎЗРОЎНЮ ВЕДАЎ НАВУЧЭНЦАЎ

В. Р. Собаль,
доктар фізіка-матэматычных навук, прафесар, загадчык кафедры фізікі і методыкі выкладання фізікі БДПУ;

Ч. М. Федаркоў,
кандыдат педагагічных навук, дацэнт кафедры фізікі і методыкі выкладання фізікі БДПУ

Паступіў у рэдакцыю 28.08.18.

У артыкуле паказваецца, што сярод колькасных, якасных, эксперыментальных, графічных і іншых задач па фізіцы ёсць месца і міні-задачам, якія з'яўляюцца эфектыўным сродкам павышэння ўзроўню ведаў навучэнцаў. Прыводзяцца канкрэтныя прыклады міні-задач па ўсіх раздзелах курса фізікі. Аўтары сцвярджаюць, што рашэнне задач выступае і як мэта, і як метад, і як эфектыўны сродак навучання. У гэтым плане рашэнне міні-задач служыць простым, зручным і эфектыўным спосабам атрымання і праверкі ведаў, фарміравання вучэбных уменняў і навыкаў навучэнцаў, дазваляе хутка праводзіць паўтарэнне вывучанага матэрыялу, ажыццяўляць практычную міжпрадметную сувязь фізікі з матэматыкай, чарчэннем і іншымі вучэбнымі прадметамі. Пры гэтым асаблівы эфект пры рашэнні міні-задач, разам з тэкставым зместам, уносяць рысункі і графікі, якія спрыяюць актыўнай мэтанакіраванай разумовай дзейнасці.

Ключавыя словы: фізіка, праблема, задача, рысунак, графік, метад, сродак, веды, навучанне.

UDC 53:37.091.32.2

MINI-TASKS IN PHYSICS IN DRAWINGS AND GRAPHS AS A MEANS OF IMPROVING THE LEVEL OF KNOWLEDGE OF STUDENTS

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

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

Received on 28.08.18.

The article points out that among the quantitative, qualitative, experimental, graphic and other tasks in physics there is a place for mini-tasks that are an effective means of improving the level of knowledge of students. Specific examples of mini-problems in all sections of physics course are given. The authors argue that the solution of problems acts as a goal, and as a method and as an effective means of learning. In this regard the decision of the mini-task is a simple, convenient and effective method of obtaining and testing the knowledge, the formation of the training and skills of students; it allows a very quick revising of the material studied, carrying out practical intersubject connection of physics with mathematics, drawing and other educational subjects. In this case, a special effect in solving mini-problems, along with text content, belongs to drawings and graphs that contribute to the active purposeful mental activity.

Keywords: physics, problem, task, drawing, schedule, method, means, knowledge, training.

Праблема павышэння ўзроўню ведаў школьнікаў і студэнтаў па фізіцы вырашаецца ў школе і ВНУ рознымі шляхамі, у прыватнасці, узмацненнем эксперыментальнага боку выкладання, арганізацыяй самастойнай працы вучняў, удасканаленнем методыкі рашэння практычных задач. Вядома, што рашэнне фізічных задач дапамагае навучэнцам глыбей і паўней асэнсаваць фізічныя з'явы і больш дэталёва зразумець тэарэтычна вывучаную заканамернасць, якая апісвае працэс праяўлення гэтай з'явы.

Рашэнне задач – гэта адзін з метадаў пазнання ўзаемасувязі законаў, якія апісваюць з'явы, што адбываюцца ў прыродзе. У працэсе рашэння задач навучэнцы непасрэдна сутыкаюцца з неабходнасцю прымянення атрыманых тэарэтычных ведаў па фізіцы, глыбей усведамляюць сувязь тэорыі з практыкай, максімальна праяўляюць самастойнасць і

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

творчы падыход. Працэс рашэння задач – адзін з важных сродкаў паўтарэння, замацавання і праверкі ведаў студэнтаў і школьнікаў. Рашэнне і аналіз задачы дазваляюць зразумець і запомніць асноўныя законы і формулы фізікі, ствараюць уяўленне аб іх характэрных асаблівасцях і межах прымянення. Задачы развіваюць навык у выкарыстанні агульных законаў матэрыяльнага свету для вырашэння канкрэтных пытанняў, якія маюць практычнае і пазнавальнае значэнне, бо ў аснове кожнай фізічнай задачы ляжыць тое ці іншае прыватнае праяўленне аднаго або некалькіх фундаментальных законаў прыроды і іх следстваў. На занятках па рашэнні фізічных задач часцей, чым у іншых выпадках, ствараюцца праблемныя сітуацыі, якія актывізуюць разумовую дзейнасць, з'яўляючыся эфектыўным сродкам развіцця творчых здольнасцяў навучэнцаў.

Асноўнымі функцыямі навучальных задач па фізіцы (а таксама па іншых прадметах) з'яўляюцца наступныя:

– навучальныя, якія спрыяюць навучэнцам выявіць сутнасць прыроднай з'явы, якія фарміруюць уменні і навыкі выканання графічнай і аналітычнай работы;

– выхаваўчыя, мэтай якіх з'яўляецца фарміраванне ў студэнтаў і школьнікаў дыялектыка-матэрыялістычнага светапогляду;

– развіваючыя, якія забяспечваюць умовы для фарміравання лагічнага і творчага мыслення, праявы інтуіцыі і актыўнасці.

З пункту гледжання педагогікі задача – гэта асноўная клетачка педагагічнага майстэрства, рашэнне якой адлюстроўвае ўзровень прафесіяналізму педагога. У той жа час фізічнай задачай у вучэбнай практыцы называюць невялікую тэматычную праблему, якая вырашаецца з дапамогай лагічных высноў, прымянення тэарэтычных ведаў і матэматычных дзеянняў на аснове законаў і метадаў фізікі.

Дыдактычная каштоўнасць задач вызначаецца перш за ўсё той фізічнай інфармацыяй, якую яны ўтрымліваюць. У сувязі з гэтым асаблівай увагі заслугоўваюць задачы, у якіх апісваюцца класічныя фундаментальныя доследы і адкрыцці, якія з'яўляюцца падмуркам сучаснай фізікі.

Пры гэтым праблема павышэння якасці ведаў навучэнцаў (у сярэдняй школе і ВНУ) па фізіцы вырашаецца рознымі шляхамі, у прыватнасці, узмацненнем эксперыментальнага боку выкладання, арганізацыяй самастойнай працы і выкарыстаннем міні-задач.

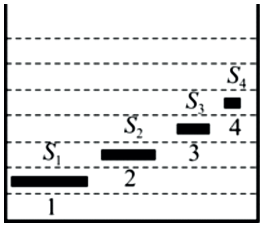
Міні-задачы – гэта задачы, пры вырашэнні якіх патрабуецца растлумачыць тую ці іншую фізічную з'яву або прадказаць, як яна будзе працякаць пры пэўных умовах; у змесце гэтых задач, як правіла, адсутнічаюць лікавыя дадзеныя. Рашэнне міні-задач дазваляе ўвесці новыя паняцці, высветліць вывучаемыя заканамернасці, падрыхтаваць вучняў да выкладу новага матэрыялу. У працэсе рашэння такіх задач навучэнцы непасрэдна сутыкаюцца з неабходнасцю прымяніць атрыманыя веды па фізіцы ў рэальнай сітуацыі, глыбей усведамляюць сувязь тэорыі з практыкай. Рашэнне міні-задач – адзін з эфектыўных, хуткасных сродкаў паўтарэння і замацавання вучэбнага матэрыялу, праверкі ведаў навучэнцаў. Асаблівы эфект пры рашэнні міні-задач, разам з тэкставым зместам, уносяць рысункі і графікі, якія спрыяюць актыўнай мэтанакіраванай разумовай дзейнасці, ствараюць эмацыйны настрой і пазітыўнае стаўленне да працэсу рашэння задач.

Рашэнне міні-задач, у якіх выкарыстоўваюцца графікі, спрыяе высвятленню функцыянальнай залежнасці паміж фізічнымі велічынямі, прывіццю навыкаў працы з маштабамі і фарміраванню ўмення параўноўваць і аналізаваць фізічныя працэсы і з'явы. Міні-задачы з рысункамі патрабуюць вусна даць адказ на пастаўленае пытанне або адлюстраваць новы рысунак, які з'яўляецца адказам на рысунак задачы. Рашэнне такіх задач спрыяе выхаванню ў вучняў увагі, назіральнасці і развіццю фізічнай пісьменнасці.

Шматгадовы вопыт працы ў галіне адукацыі паказвае, што міні-задачы з'яўляюцца эфектыўным сродкам павышэння ўзроўню ведаў навучэнцаў і іх рашэнне спрыяе павышэнню матывацыі вучняў і студэнтаў да вывучэння курса фізікі. У сувязі з гэтым намі створаны тэматычны комплекс такіх задач па ўсіх раздзелах фізікі, прыклады якіх прыведзены ніжэй.

Механіка

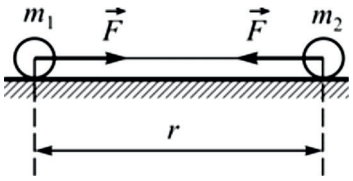
1. Плоскія пласцінкі, плошчы паверхні якіх суадносяцца як $S_1 > S_2 > S_3 > > S_4$, знаходзяцца ў вадзе на розных глыбінях ($h_1 < h_2 < h_3 < h_4$). У якім выпадку сіла ціску на пласцінку будзе найменшай:



1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) будзе аднолькавай?

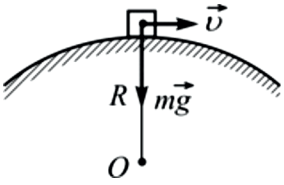
Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

2. Два целы ўзаемадзейнічаюць паміж сабой. Калі масу першага цела павялічыць у 2 разы, а адлегласць паміж целамі паменшыць у 2 разы, то сіла ўзаемадзеяння:



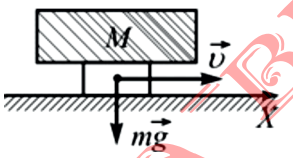
1) павялічыцца ў 4 разы; 2) паменшыцца ў 4 разы; 3) павялічыцца ў 8 разоў; 4) паменшыцца ў 2 разы.

3. Аўтамабіль рухаецца з пастаяннай па модулі скорасцю па выпуклым мосце. У гэтым выпадку сіла ціску аўтамабіля на мост у верхнім пункце і сіла цяжару суадносяцца як:



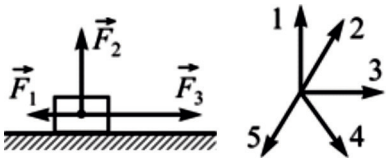
1) $F_ц > mg$; 2) $F_ц < mg$; 3) $F_ц = mg$; 4) $F_ц = mg/2$.

4. Цела масай m рухаецца па гарызантальнай паверхні. Калі на гэта цела пакласці груз, маса якога M = 3m, то сіла трэння слізгання:



1) павялічыцца ў 3 разы; 2) паменшыцца ў 3 разы;
3) паменшыцца ў 5 разоў; 4) павялічыцца ў 4 разы.

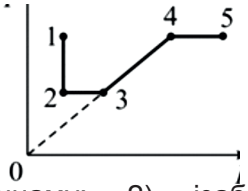
5. На цела дзейнічаюць тры сілы (гл. малюнак 1). Напрамак вектару выніковай сілы на малюнку 2 пазначаны лічбай:



1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

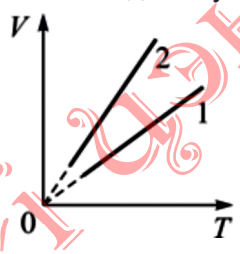
Малекулярная фізіка і тэрмадынаміка.

1. Залежнасць змены тэмпературы ідэальнага газу некаторай масы ад ціску графічна паказана на рысунку. Якому працэсу адпавядае ўчастак 3–4 гэтага графіка:



1) ізатэрмічнаму; 2) ізабарычнаму; 3) ізахарычнаму; 4) адыабатычнаму?

2. На рысунку паказаны дзве ізабары ў каардынатах V, T для аднаго і таго ж газу. Ціскі газу ў гэтых выпадках суадносяцца як:

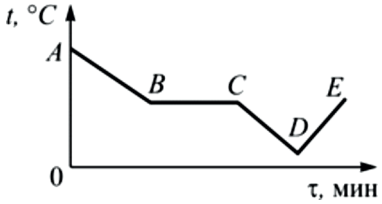


1) $p_1 > p_2$; 2) $p_1 < p_2$; 3) $p_1 = p_2$; 4) $p_1 > 2p_2$.

3. Выходзячы з графіка вызначце, у колькі разоў змянілася тэмпература ідэальнага газу пры пераходзе са стану 1 у стан 2:

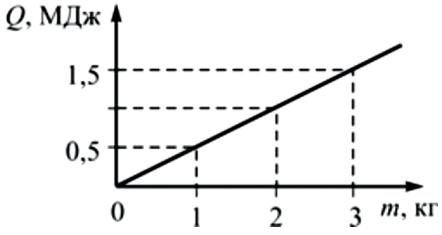
1) 4; 2) 5; 3) 4; 4) 3.

4. Які ўчастак графіка, што паказвае залежнасць тэмпературы рэчыва ад часу, можа адпавядаць працэсу кандэнсацыі:



1) DE; 2) AB; 3) BC; 4) CD?

5. Вызначце ўдзельную цеплыню параўтварэння рэчыва з графіка залежнасці колькасці выдаткаванай цеплыні ад масы вадкасці, якая выпарылася:

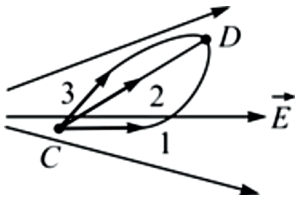


Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

1) 0,5 МДж/кг; 2) 1,5 МДж/кг;
3) 3,0 МДж/кг; 4) 1,0 МДж/кг.

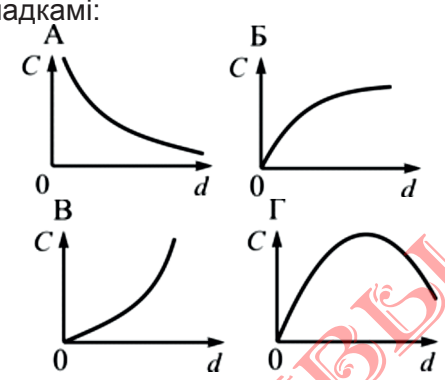
Электрычнасць і магнетызм.

1. Станоўчы кропкавы зарад q перамяшчаецца ў неаднародным электрастатычным полі з кропкі C у кропку D па розных траекторыях. Пры перамяшчэнні па якой з траекторый работа сіл поля найбольшая:



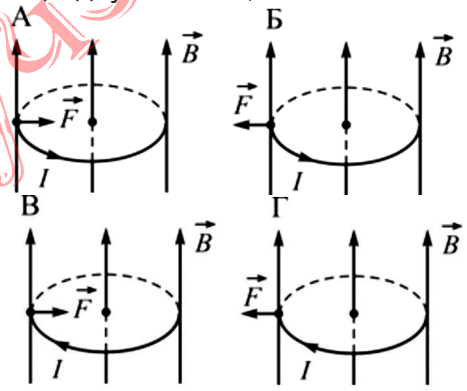
1) па першай; 2) па другой; 3) па трэцяй;
4) работа сіл поля аднолькавая?

2. На якім з графікаў правільна паказана залежнасць ёмістасці C плоскага паветранага кандэнсатара ад адлегласці d паміж яго абкладкамі:



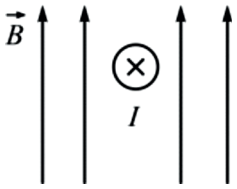
1) А; 2) Б; 3) В; 4) Г?

3. Металічнае кольца знаходзіцца ў магнітным полі, накіраваным уздоўж яго восі. На якім з рысункаў правільна пазначаны напрамкі індукцыйнага току I ў коле і сілы F, якая дзейнічае з боку поля на малы ўчастак кольцы даўжынёй Δl, калі ΔB/Δt > 0:



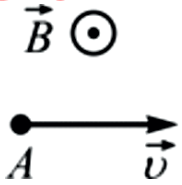
1) А; 2) Б; 3) В; 4) Г.

4. Згодна з рысункам, пакажыце напрамак сілы, якая дзейнічае на праваднік з токам:



1) уніз; 2) ўверх; 3) налева; 4) направа;
5) перпендыкулярна плоскасці рысунка ад назіральніка.

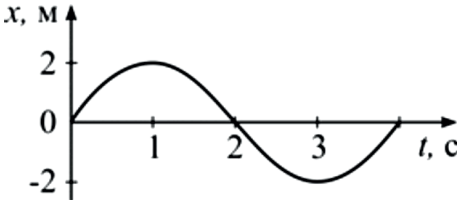
5. Згодна з рысункам, пакажыце напрамак сілы, якая дзейнічае на адмоўна зараджаную часціцу A:



1) перпендыкулярна плоскасці рысунка ад назіральніка;
2) уніз; 3) уверх; 4) налева; 5) направа.

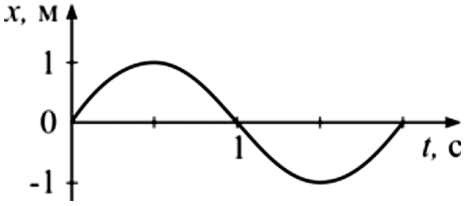
Ваганні і хвалі

1. На рысунку паказаны графік залежнасці каардынаты цела, якое здзяйсняе гарманічныя ваганні ўздоўж восі Ox, ад часу. Частата ваганняў роўная:



1) ν = 4 Гц; 2) ν = 0,5 Гц; 3) ν = 2 Гц;
4) ν = 0,25 Гц; 5) ν = 1 Гц.

2. На рысунку паказаны графік залежнасці каардынаты цела, якое здзяйсняе гарманічныя ваганні ўздоўж восі Ox, ад часу. Амплітуднае значэнне праекцыі хуткасці ϑ_{0x} цела на гэтую вось роўнае:

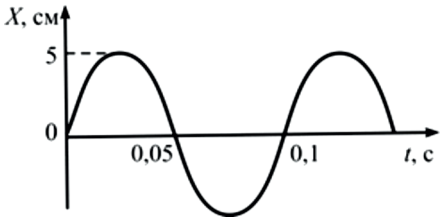


1) ϑ_{0x} = 2 м/с; 2) ϑ_{0x} = 4 м/с; 3) ϑ_{0x} = 3 м/с;
4) ϑ_{0x} = 5м/с; 5) ϑ_{0x} = 8 м/с.

3. Калі амплітуда ваганняў A = 5 см, частата ν = 10 Гц, пачатковая фаза φ_0 = 0, то

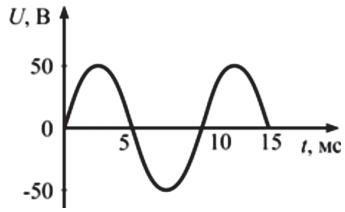
Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

раўнанне гарманічнага вагання, паказанага на рысунку, у асноўных адзінках СІ мае выгляд:



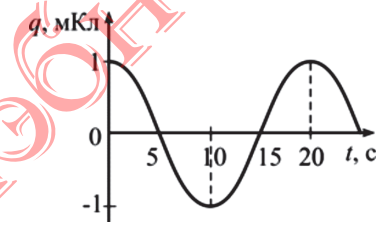
1) x = 5 sin10 πt ; 2) x = 0,05 sin 20 πt ;
3) x = 0,05 cos(20 πt + π);
4) x = 0,5 sin (10 πt + 0,5 π);
5) x = 5 cos 20 πt.

4. Па прыведзеных на графіку дадзеных залежнасці зарада *q* на абкладках ідэальнага кандэнсатара вагальнага контуру, ёмістасць якога C = 6 мкФ, ад часу *t* вызначыце максімальную энергію W_0 магнітнага поля контуру:



1) W_0 = 83 Дж; 2) W_0 = 76 Дж;
3) W_0 = 35 Дж; 4) W_0 = 28 Дж;
5) W_0 = 105 Дж.

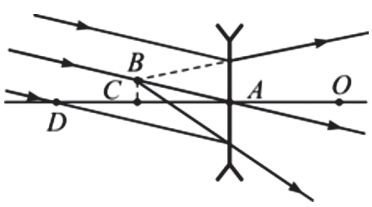
5. Па прыведзеных на графіку дадзеных залежнасці напружання U на рэзістары супраціўленнем R = 20 Ом, уключаным у ланцуг пераменнага току, ад часу t вызначыце дзеючае значэнне сілы току $I_д$ у ланцугу:



1) $I_д$ = 1,2 А; 2) $I_д$ = 1, 8 А; 3) $I_д$ = 2,1 А;
4) $I_д$ = 0,60 А; 5) $I_д$ = 3,4 А.

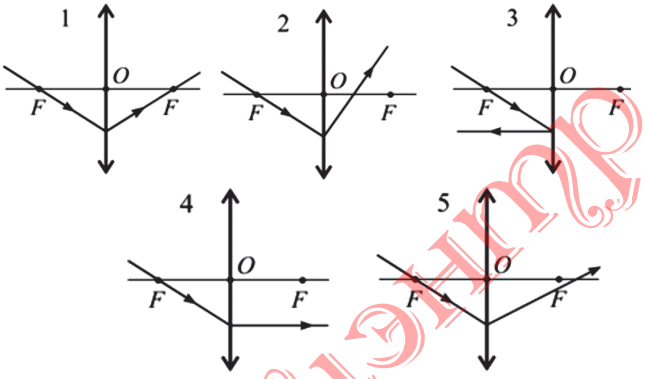
Оптыка

1. Аптычным цэнтрам рассейвальнай лінзы з'яўляецца кропка:



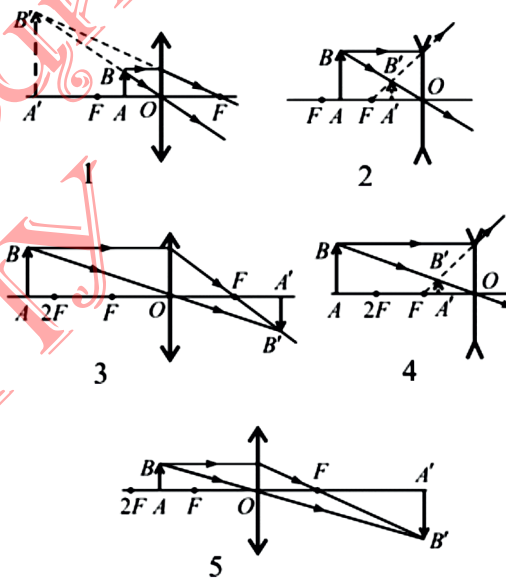
1) A; 2) O; 3) C; 4) D; 5) B.

2. Які з рысункаў дакладна адлюстроўвае ход праломленага прамяня ў збіральнай лінзе:



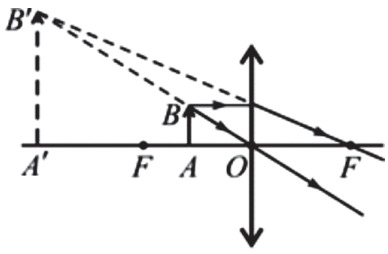
1) 2; 2) 4; 3) 1; 4) 5; 5) 3?

3. Які рысунак адпавядае атрыманню відарысу ў праекцыйным апараце:



1) 4; 2) 5; 3) 2; 4) 1; 5) 3?

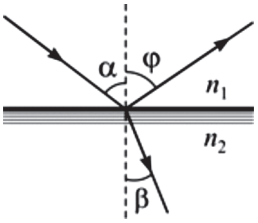
4. Якая роўнасць вызначае формулу тонкай лінзы для выпадку, паказанага на рысунку:



1) 1/F = 1/d + 1/f; 2) -1/F = 1/d - 1/f;
3) 1/F = -1/d + 1/f; 4) -1/F = -1/d + 1/f;
5) 1/F = 1/d – 1/f?

5. Згодна з рысункам закон праламлення святла вызначаецца роўнасцю:

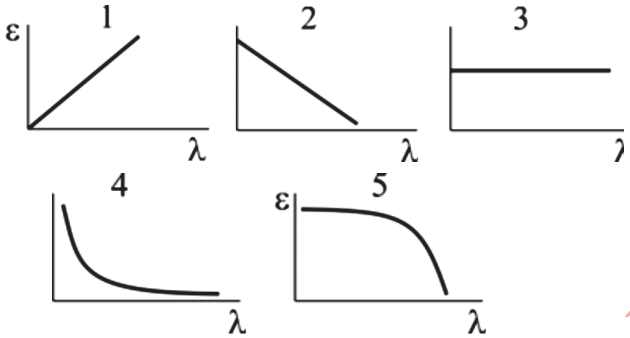
Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ



1) sinß/sinα = n_1/n_2; 2) sinα/sinß = n_1/n_2;
3) sinα/sinß = n_2/n_1; 4) sinα/sinφ = n_2/n_1;
5) sinß/sinφ = n_2/n_1.

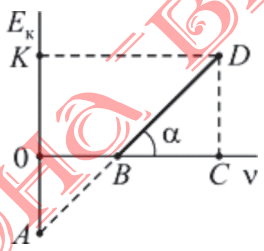
Квантавая фізіка

1. На якім рысунку адлюстраваны графік залежнасці энергіі фатона ад даўжыні хвалі выпраменьвання:



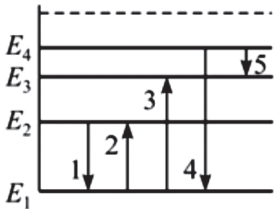
1) 3; 2) 4; 3) 1; 4) 5; 5) 2.

2. На рысунку адлюстраваны графік залежнасці кінетычнай энергіі фотаэлектрона ад частаты выпраменьвання. Якой кропкай рысунка вызначаецца чырвоная мяжа фотаэфекту:



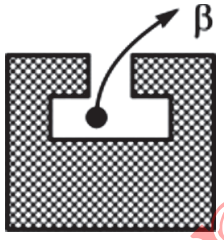
1) 5; 2) 3; 3) 4; 4) 1; 5) 2?

3. На рысунку прадстаўлены энергетычныя ўзроўні атама вадароду. Які пераход адпавядае выпраменьванню фатона з найменшай даўжынёй хвалі:



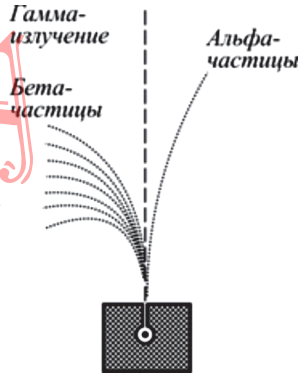
1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5?

4. Пры даследаванні прыроды радыеактыўных выпраменьванняў прэпарат радыя змяшчалі ў моцнае магнітнае поле. Як павінен быць накіраваны вектар індукцыі магнітнага поля, каб назіралася паказанае на рысунку адхіленне β-часціц:



1) уверх;
2) уніз;
3) перпендыкулярна плоскасці рысунка ад назіральніка;
4) перпендыкулярна плоскасці рысунка да назіральніка;
5) направа?

5. Вядома, што радыеактыўнае выпраменьванне мае складаны састаў і ў магнітным поліпадзяляецца на α-, β-і γ-выпраменьванне. Як накіравана магнітнае поле ў выпадку, паказаным на рысунку:



1) уверх;
2) перпендыкулярна плоскасці рысунка ад назіральніка;
3. перпендыкулярна плоскасці рысунка да назіральніка;
4) налева;
5) направа?

Прыведзеныя прыклады міні-задач паказваюць, што іх рашэнне не патрабуе вялікіх выдаткаў часу і глыбокага аналізу іх зместу. Рысункі і графікі дапаўняюць змест і робяць такога тыпу задачы бліц-задачамі. Кожная з іх выклікае матываванае стаўленне да дадзенай вывучаемай або паўтараемай фізічнай тэмы, што прыводзіць да больш эфектыўнага запамінання і павышэння ўзроўню ведаў.

Рашэнне і аналіз міні-задач спрыяе запамінанню асноўных законаў і формул фізікі, стварае ўяўленне аб іх характэрных асаблі-

Вузбона-выдавецкі цэнтр БДПУ

васцях і межах прымянення. Такога тыпу задачы развіваюць навыкі ў выкарыстанні агульных законаў матэрыяльнага свету для вырашэння канкрэтных пытанняў, якія маюць практычнае і пазнавальнае значэнне.

Фізіка як навучальны прадмет – не толькі сукупнасць тэарэтычных дадзеных, але і развіццё поглядаў на прыроду, фарміраванне светапогляду, стаўлення да рэчаіснасці. Мэта навучання фізіцы: фарміраванне навуковых ведаў у галіне прыродазнаўчых навук, паняццяў, законаў, сучаснай фізічнай карціны свету; фарміраванне эксперыментальных уменняў і навыкаў, знаёмства з асноўнымі напрамкамі навукова-тэхнічнага прагрэсу. Таму рашэнне задач выступае і як мэта, і як метад, і як эфектыўны сродак навучання. У гэтым плане рашэнне міні-задач служыць простым, зручным і эфектыўным спосабам атрымання і праверкі ведаў, фарміравання вучэбных уменняў і навыкаў навучэнцаў, дазваляе хутка праводзіць паўтарэнне вывучанага матэрыялу, ажыццяўляць практычную міжпрадметную сувязь фізікі з матэматыкай, чарчэннем і іншымі навучальнымі прадметамі. Такім чынам, рашаючы падобныя міні-задачы, навучэнцы вучацца ў канкрэтных з'явах знаходзіць праявы фізічных законаў, і ў іх свядомасці адбываецца пашырэнне аб'ёму вывучаемых паняццяў і ведаў у цэлым.

Літаратура

1. Общая физика: сборник задач: учеб. пособие / В. А. Яковенко [и др.] ; под общ. ред. В. Р. Соболя. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 455 с.
2. Собаль, В. Р. Метадычны падыход пры рашэнні практычных задач па тэме «Інтэрферэнцыя святла» / В. Р. Собаль, Ч. М. Федаркоў, В. А. Бондар // Весці БДПУ, серыя 3. – 2017. – № 4. – С. 35–39.
3. Федаркоў, Ч. М. Графічныя задачы ў сістэме атрымання ведаў па фізіцы / Ч. М. Федаркоў, У. А. Якавенка // Весці БДПУ, серыя 3. – 2015. – № 4. – С. 16–20.
4. Централизованное тестирование. Физика : сборник тестов / Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Республики Беларусь. – Минск : Аверсэв, 2017. – 47 с.
5. Сергеева-Некрасова, М. С. Задачи по физике и методики их решения / М. С. Сергеева-Некрасова, Г. Ф. Смирнова. – Мінск : БГУИР, 2004. – 32 с.
6. Хабибуллин, К. Я. Обучение методам решения нестандартных задач / К. Я. Хабибуллин // Школьные технологии. – 2004. – № 3. – С. 217–225.
7. Усова, А.В. Практикум по решению физических задач. – 2-е изд. / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева. – М. : Просвещение, 2001. – 206 с.
8. Кудрявцев, Ю. Н. Методы решения физических задач / Ю. Н. Кудрявцев. – Ульяновск : УИПКПРО, 2010. – 43 с.

References

1. Obshchaya fizika: sbornik zadach: ucheb. posobiye / V. A. Yakovenko [i dr.]; pod obshch. red. V. R. Sobolya. – Minsk : Vysheyshaya shkola, 2015. – 455 s.
2. Sobal, V. R. Metadychny padykhod pry rashenni praktychnykh zadach pa teme “Interferentsyya svyatla” / V. R. Sobal, Ch. M. Fedarkou, V. A. Bondar // Vestsi BDPU, seryya 3. – № 4. – 2017. – S. 35–39.
3. Fedarkou, Ch. M. Grafichnyya zadachy u sisteme atrymannya vedau pa fizitsy / Ch. M. Fedarkou, U. A. Yakavenka // Vestsi BDPU, seryya 3. – № 4. – 2015. – S. 16–20.
4. Tsentralizovannoye testirovaniye. Fizika : sbornik testov / Resp. In-t kontrolya znaniy M-va obrazovaniya Respubliki Belarus. – Minsk : Aversev, 2017. – 47 s.
5. Sergeyeva-Nekrasova, M. S. Zadachi po fizike i metodiki ikh resheniya / M. S. Sergeyeva-Nekrasova, G. F. Smirnova. – Minsk : BGUIR, 2004. – 32 s.
6. Khabibullin, K. Ya. Obucheniya metodam resheniya nestandartnykh zadach / K. Ya. Khabibullin // Shkolnyye tekhnologii. – № 3. – 2004. – S. 217–225.
7. Usova, A. V. Praktikum po resheniyu fizicheskikh zadach. – 2-ye izd. / A. V. Usova, N. N. Tulkibayeva. – M. : Prosveshcheniye, 2001. – 206 s.
8. Kudryavtsev, Yu. N. Metody resheniya fizicheskikh zadach / Yu. N. Kudryavtsev. – Ulyanovsk : UIPKPRO, 2010. – 43 s.

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 26–31.

УДК 539.19:37091.3

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «МАЙНДМЭППИНГ» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»

О. Н. Белая,
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и методики преподавания физики БГПУ;

Н. И. Ковалева,
аспирант физико-математического факультета БГПУ

Поступила в редакцию 13.06.18.

UDC 539.19:37091.3

METHODICAL ASPECTS OF USING «MAINDMAPPING» TECHNOLOGY IN THE EDUCATIONAL PROCESS ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE TOPIC «MOLECULAR PHYSICS»

O. Belaya,
PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics, BSPU;

N. Kovaleva,
Postgraduate Student of the Faculty of Physics and Mathematics, BSPU

Received on 13.06.18.

В статье рассматривается возможность применения технологии «Майндмэппинг» в образовательном процессе как дополнительного средства организации учебного и научного познания при изучении учебного предмета «Физика». На примере раздела «Молекулярная физика» раскрыта методика применения ментальных карт, а также обоснована необходимость их использования при изучении физики с целью формирования познавательной активности учащихся и повышения качества образовательного процесса.

Ключевые слова: физика, ментальная карта, технология «Майндмэппинг», молекулярная физика.

The article considers the possibility of using the "MindMapping" technology in the educational process as an additional means of organization of educational and scientific cognition in the study of the subject "Physics". On the example of the section "Molecular physics" it discloses the methodology for the use of mental maps. The necessity of using mental maps in studying physics with the purpose of forming cognitive activity of students and improving the quality of the educational process is proved.

Keywords: Physics, Mental Map, "MindMapping" Technology, Molecular Physics.

Актуальными в настоящее время подходами к организации образовательного процесса являются системно-деятельностный, компетентностный и личностно ориентированный. При этом учащийся является главным объектом образовательного процесса, основное внимание уделяется активной разносторонней, в максимальной степени самостоятельной познавательной деятельности учащегося. Формирование компетенций при изучении физики должно осуществляться как за счет содержания учебного предмета, предъявленного в учебной программе, так и за счет процессуальной стороны обучения (целенаправленного процесса организации и стимулирования учебной деятельности учащихся по развитию их творческих способностей, формированию компетенций, мотивации получения образования в течение всей жизни).

Механизмами реализации указанных выше подходов при изучении физики являются современные технологии обучения и воспитания, обеспечивающие овладение учащимися методологическими, теоретическими знаниями, экспериментально-проектными умениями, приобретение опыта познавательной деятельности, развитие творческих способностей учащихся. Современные методы изучения учебного предмета «Физика» базируются на использовании информационных технологий. Успешность освоения содержания физики определяется степенью сформированности у учащихся информационной компетенции.

Эффективность восприятия и усвоения учебной информации в первую очередь зависит от носителя и способа представления на нем этой информации. Традиционные формы записи не всегда помогают при обработке значительного объема информации,

Вучоная электронная бібліятэка БДПУ

они плохо запоминаются, поскольку вовлекают в работу только логическое мышление. Рисунки и символы запечатлеваются гораздо легче, наш мозг имеет отвечающую за воображение область, позволяющую мыслить целостно, – это правое полушарие мозга. В настоящее время происходит интенсивное внедрение метода «Майндмэппинг» в образовательный процесс. Ментальные карты позволяют графически отображать информацию, например, для того, чтобы генерировать идеи, готовить доклады, составлять планы. Особенно эффективно использовать ментальные карты при изучении физики, в связи с большим объемом информации (модели, понятия, явления, демонстрации). Таким образом, разработка и внедрение в образовательный процесс по физике ментальных карт являются актуальными, при этом необходимо осуществлять поиск эффективных способов использования ментальных карт при обучении физике, направленных на повышение качества образования [1].

Технологизация образования и образовательного процесса в частности – это объективная тенденция, которая все более активно проявляет себя и в школьной практике. Традиционное образование ориентируется в основном на усвоении учащимися требований учебных программ, знаний из учебных пособий. Учащийся при этом является ведомым, работает по заданиям учителя, часто выполняет действия, которые опережают появление у него понимания цели этих действий. Необходимо повышение результативности образовательного процесса за счет изменения подходов к его организации, введения инновационных образовательных технологий [2].

Новые, используемые в настоящее время или только зарождающиеся педагогические технологии, в рамках реализации концепции проектно-ориентированного образования, такие, как решение реальных научно-исследовательских и проектных задач, анализ конкретных ситуаций, моделирование реальных технологических или управленческих процессов на базе информационных систем, немыслимы без активного применения нового педагогического инструментария. Одним из удобных инструментов для отображения процесса мышления и структурирования информации в визуальной форме являются ментальные карты [3].

Современным автором этого метода является британский писатель, лектор и консультант по вопросам интеллекта, психологии обучения и проблем мышления Тони Бьюзен. Он стремился к эффективному использованию мозга. Изучая психологию, нейрофизиологию мозга, нейролингвистику, кибернетику, теорию восприятия, теорию творческого мышления и общие науки, Тони Бьюзен пришел к промежуточному заключению: производительность мозга можно увеличить, сохранив его эффективность, если дать возможность его потенциальным способностям работать совместно [4].

Суть метода состоит в выделении основного понятия, от которого ответвляются задачи, мысли, идеи, шаги в реализации проекта. Каждая ветка может содержать несколько более мелких ветвей-подпунктов. Ко всем записям можно оставлять комментарии, которые помогут не запутаться в сложном проекте. При составлении ментальных карт сначала располагают в центре образ рассматриваемой темы, от него проводят ветви, каждая из которых обозначает какую-то важную мысль и порождает ассоциативные мысли следующего уровня. Их располагают на дочерних ветках, и каждая новая мысль побуждает выдвигать новые идеи.

При использовании ментальных карт на уроках по физике целесообразно руководствоваться следующими методическими правилами:

– охват посредством ментальной карты всего учебного материала, относящегося к данной теме;
– структурно-смысловое единство материала, изучаемого на занятии и выносимого на самостоятельное изучение;
– последовательное развертывание основной ментальной карты;
– оптимизация размеров и количества изображенных на карте элементов и связей в соответствии с возможностью их восприятия и усвоения;
– детализация ветвей основной ментальной карты посредством дополнительных изображений;
– подведение итогов на основе ментальной карты с детализацией учебного задания [5].

Систематическое использование этих методически оправданных форм работы помогает учащимся выделять существенные общие признаки фактов и явлений, устанавливать причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями, приводить в систему свои знания по применению физических формул, оценить значимость практического

Вучобна-выхаваўчы цэнтр БДПУ

использования физики. Работа по составлению и заполнению схем и таблиц всегда требует от учащегося активной мыслительной деятельности. В стороне от этой работы не бывают даже слабоуспевающие учащиеся. Проверяя проделанную работу, целесообразно предложить учащимся пояснить то или иное свойство или закономерность, отмеченные в схеме или таблице; объяснить причину или суть явлений, провести сравнение отмеченных свойств, проанализировать графические зависимости исходя из уровня обученности учащихся [6].

В качестве примера рассмотрим использование технологии «Майндмэппинг» при изучении раздела «Молекулярная физика».

Разделом «Молекулярная физика» начинается курс физики 10 класса. Изучение этого раздела имеет целью углубление знаний учащихся о строении и свойствах вещества и тепловых явлениях, первоначальные сведения о которых они получили в курсе физики 7–8 классов. В задачу раздела входит расширение знаний учащихся о молекулах (особенностях их движения и взаимодействия); изучение молекулярно-кинетической теории газов, объяснение свойств газов на основе этой теории, изучение свойств конденсированных систем (вещества в твердом, жидком, газообразном состоянии), объяснение этих свойств на основе знаний о взаимодействии и движении молекул и атомов, углубление знаний о переходе вещества из одного агрегатного состояния в другое.

Принципиально новым для учащихся здесь является понятие о методах измерения массы, размеров и скорости движения молекул, о статистическом характере законов движения атомов и молекул, понятие о количестве вещества и единице его измерения.

Дальнейшее развитие в процессе изучения получают понятия «внутренняя энергия» и «температура». На основе знаний основ молекулярно-кинетической теории, формирования основных понятий и изучения количественных соотношений между величинами, характеризующими состояние идеального газа, рассматривается энергетический аспект молекулярной физики идеального газа. Рассмотрение этих вопросов играет важную роль в углублении знаний о законе сохранения и превращения энергии, иллюстрируя его применение к тепловым и механическим процессам.

В данном разделе учащиеся знакомятся с термодинамикой, объясняющей тепловые явления на макроскопическом уровне, и с молекулярно-кинетической теорией, объясняющей тепловые явления, строение и свойства тел на основе понятия о молекулах, их взаимодействии и движении.

В связи с этим при изучении раздела «Молекулярная физика» представляется возможным дать учащимся общее понятие о научной теории и ее структуре, выделить основание теории, ее ядро и следствия, показать роль теории в науке и практике, обратить внимание на то, что каждая теория имеет свою область явлений, которые она объясняет, то есть указать на ограниченность теории. Нужно отметить, что по мере развития науки на смену старым теориям приходят новые, более верно и полно объясняющие сущность явления.

Рассматриваемый раздел является одним из наиболее сложных в методическом отношении. Задача учителя – рассмотреть в единстве два метода описания тепловых явлений и процессов: термодинамический (феноменологический), основанный на понятии энергии, и статистический, основанный на молекулярно-кинетических представлениях о строении вещества. При рассмотрении статистического и термодинамического методов необходимо четко разграничить знания, полученные эмпирически, и знания, полученные в результате моделирования внутреннего строения вещества и происходящих с ним явлений и процессов.

Важно показать, что эти два подхода, по сути, описывают с разных точек зрения состояние одного и того же объекта и потому дополняют друг друга. В связи с этим, формируя такие понятия, как температура, внутренняя энергия, идеальный газ и т. д., учитель должен раскрыть их содержание как с термодинамической, так и с молекулярно-кинетической точки зрения.

Раздел «Молекулярная физика» изучается после раздела «Механика». Такое расположение материала, с одной стороны, соответствует методическому принципу рассмотрения физических явлений в порядке усложнения форм движения материи, а с другой – позволяет изучать микроявления на количественном уровне и использовать известные из курса механики величины: масса, скорость, сила, импульс, энергия и т. д. [7].

Учителю следует постоянно подчеркивать единство статистического и термодина-

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

мического методов. В этом отношении полезно обобщить и систематизировать знания учащихся о статистическом и термодинамическом подходах к описанию тепловых явлений. Обобщение знаний проводят в конце изучения всего раздела. Связь между этими подходами представлена в виде традиционной структурно-логической схемы (рисунок 1).

При использовании технологии «Майндмэппинг» предполагается использование двух ментальных карт в связи с тем, что раздел «Молекулярная физика» включает две темы «Основы молекулярно-кинетической теории» и «Основы термодинамики», то есть изучение начинают с основных положений молекулярно-кинетической теории и их опытного обоснования. В разделе «Молекулярная физика» изучают молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, основные положения которой рассматривали еще в 8 классе, а все явления описывали качественно. Поэтому при изложении молекулярной физики в 10 классе знания, имеющиеся у учащихся, нужно актуализировать, углубить и расширить, довести их до уровня понятий и количественного описания явлений. В частности, изучают основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов; рассматривают свойства газов, жидкостей и твердых тел. В разделе получают дальнейшее развитие энергетические представления, происходит обобщение закона сохранения энергии на тепловые процессы, вводится формула первого закона термодинамики и рассматриваются применения этого закона к анализу конкретных процессов.

При составлении ментальной карты «Основы молекулярно-кинетической теории» (рисунок 2) руководствовались тем, что учащиеся изучают поведение качественно нового материального объекта: системы, состоящей из большого числа частиц (молекул и атомов), и новую, присущую именно этому объекту форму движения (тепловую) и соответствующий ей вид энергии (внутреннюю).

Вопросы молекулярно-кинетической теории изучают, уделяя особое внимание опытным обоснованиям: рассматривают броуновское движение, достаточно детально изучают характеристики молекул, методы их теоретического и экспериментального определения, при объяснении взаимодействия между молекулами проводят анализ графика сил взаимодействия. Это вполне оправдано, так как глубокое понимание термодинамики возможно лишь после изучения механизма, лежащего в основе того или иного процесса. Кроме того, изучение основных положений молекулярно-кинетической тео-

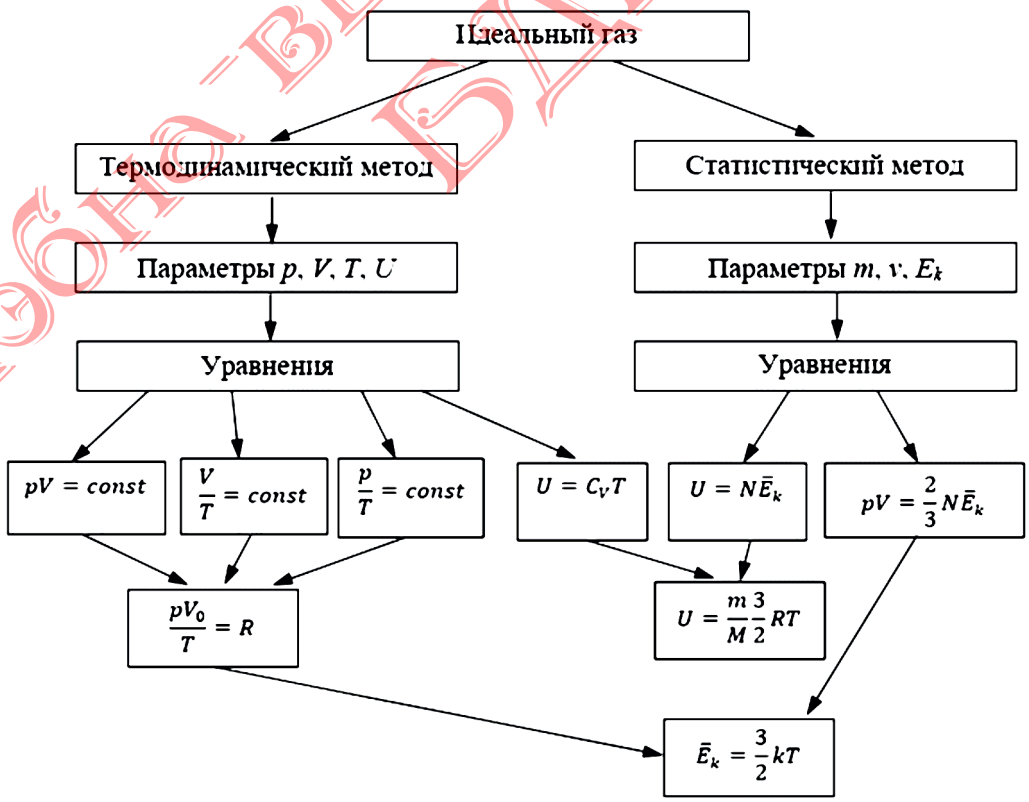


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема изучения основных понятий раздела «Молекулярная физика»

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

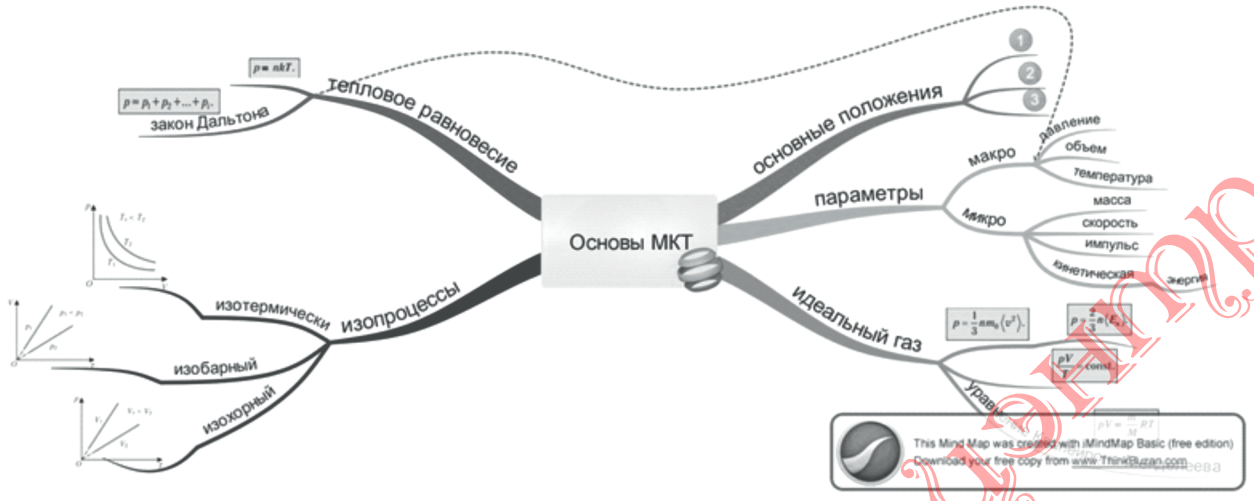


Рисунок 2 – Ментальная карта «Основы молекулярно-кинетической теории»

рии сразу же позволяет установить связь рассматриваемого материала с тем, что уже известно учащимся из базового курса физики и химии.

Затем изучают основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа, понятие температуры, уравнение Менделеева – Клайперона и изопроцессы. Полученные знания используют для объяснения свойств паров, жидкостей и твердых тел.

При составлении ментальной карты «Основы термодинамики» (рисунок 3) руководствовались необходимостью повторить и углубить понятия, изученные учащимися в теме «Тепловые явления» (8 класс): внутренняя энергия, способы изменения внутренней энергии, количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии, уделяют внимание на зависимость внутренней энергии от параметров состояния системы. Затем изучают первый закон термодинамимки. Рассмотерние важного вопроса темы – принципов действия тепловых двигателей – позволяет показать применение законов термодинамики в конкретных технических устройствах.

Использование ментальных карт в образовательном процессе требует более тщательной проработки не только самой карты, но и организации работы с ней, методических аспектов ее применения. Для этого ментальная карта должна не просто раскрывать структуру и содержание изучаемой темы, а педагогически адаптировать учебный материал с учетом особенностей обучающихся, служить средством активизации учебно-познавательной деятельности.

Ментальные карты, приведенные выше, полностью демонстрируются не сразу. Сначала идет слайд, показывающий общую структуру (основные ветки). Дальнейшее ветвление добавляется по мере изучения материала.

В процессе работы с картой ее удобно разворачивать, что позволяет активизировать деятельность учащихся, создавая проблемные ситуации, в которых учащиеся высказывают свои предположения о том, что

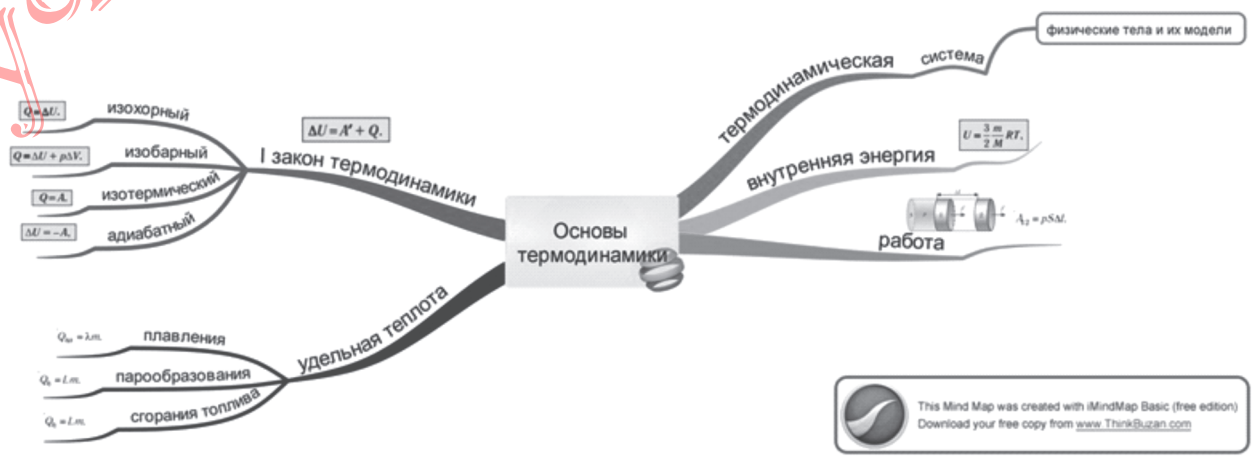


Рисунок 3 – Ментальная карта «Основы термодинамики»

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

должно находиться на следующем уровне ветвления. Этому способствуют и вопросы, поставленные на первом уровне ветвления. Данная структура – не просто копирование структуры учебного материала, она оптимизирована для уровня подготовленности учащихся, которые не имеют обширных теоретических знаний, но вполне могут опереться на свой опыт учения, выстраивая ассоциативные связи. Это позволяет реализовать эвристический метод преподавания.

Технологии с применением ментальных карт в образовательном процессе могут использовать как учителя, так и учащиеся. При составлении ментальных карт учащиеся проделывают большую мыслительную работу: усваивают информацию, анализируют ее, выделяют главное, существенное. В результате формируются способности пространственного мышления, изложения кратких и точных выводов, прочные знания, развиваются умения работы с источниками информации. Эффективность ментальных карт заключается в динамичности их структуры и формы. Чем больше разноцветных извилистых линий, символов, слов и образов тянется во все стороны от центра, тем яснее раскрывается ее совершенно естественная и органичная структура.

Как известно, за логическое мышление отвечает левое полушарие мозга. Следовательно, при ведении классических линейных записей, то есть при составлении структурно-логических схем, будет активизировано именно оно. Зато правое, отвечающее за творчество и образное мышление, будет отдыхать. Но технология «Майндмэппинг» позволяет одновременно задействовать оба, что и означает целостность мышления, в пользу данной технологии говорит и то, что это метод целостного мышления.

Таким образом, использование технологии «Майндмэппинг» позволяет реализовать широкий спектр возможностей общедидактических методов обучения, определяющих различный характер учебно-познавательной деятельности: объяснительно-иллюстративного, репродуктивного, метода проблемного изложения, частично-поискового, исследовательского.

Литература

1. Ананчинова, Е. А. Дидактические многомерные инструменты и интеллект-карты в образовательном процессе по физике и астрономии / Е. А. Ананчинова // Физика. – 2013. – № 9. – С. 10–18.
2. Запрудский, Н. И. Современные образовательные технологии / Н. И. Запрудский. – Минск : Мастерская учителя, 2010. – 256 с.
3. Бьюзен, Т. Супермышление / Т. Бьюзен, пер. с англ. Е. А. Самсонов. – Минск : Попурри, 2014. – 272 с.
4. Бьюзен, Т. Интеллект-карты для бизнеса / Т. Бьюзен, пер. с англ. О. Г. Белошеев. – Минск : «Попурри», 2011. – 320 с.
5. Ковалева, Н. И. Ментальная карта как инструмент организации и регуляции деятельности учащегося / Н. И. Ковалева // Формирование готовности будущего учителя математики к работе с одаренными учащимися: матер. респ. заоч. науч.-практ. конф, Брест, 14–15 апреля 2015 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина; редкол.: Н. А. Каллаур [и др.]. – Брест : БрГУ, 2015. – С. 258–261.
6. Симонова, М. В. Использование ментальных карт в деле обеспечения качества знаний на разных этапах обучения / М. В. Симонова // Научные исследования в образовании. – 2008. – № 6. – С. 44–47.
7. Каменецкий, С. Е. Теория и методика обучения физике в школе. Частные вопросы / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 384 с.

References

1. Ananchinova, Ye. A. Didakticheskiye mnogomernyye instrument i intellect-karty v obrazovatelnom protsesse po fizike i astronomii / Ye. A. Ananchinova // Fizika. – 2013. – № 9. – S. 10–18.
2. Zaprudskiy, N. I. Sovremennyye obrazovatelnyye tekhnologii / N. I. Zaprudskiy. – Minsk: Masterskaya uchitelya, 2010. – 256 s.
3. Byuzen, T. Supermyshleniye / T. Byuzen; per. s angl. Ye. A. Samsonov. – Minsk: Popurri, 2014. – 272 s.
4. Byuzen, T. Intellekt-karty dlya biznesa / T. Byuzen; per. s angl. O. G. Belosheyev. – Minsk : “Popurri”, 2011. – 320 s.
5. Kovalyova, N. I. Mentalnaya karta kak instrument organizatsii i regulyatsii deyatelnosti uchashchegosya / N. I. Kovalyova // Formirovaniye gotovnosti budushchego uchitelya matematiki k rabote s odaryonnymi uchashchimisya: mater. resp. zaoch. nauch.-prakt. konf., Brest, 14–15 aprelya 2015 g. / Brest. gos. un-t im. A. S. Pushkina; redkol.: N. A. Kallaur [i dr.]. – Brest : BrGU, 2015. – S. 258–261.
6. Simonova, M. V. Ispolzovaniye mentalnykh kart v dele obespecheniya kachestva znaniy na raznykh etapakh obucheniya / M. V. Simonova // Nauchnyye issledovaniya v obrazovanii. – 2008. – № 6. – S. 44–47.
7. Kamenetskiy, S. Ye. Teoriya i metodika obucheniya fizike v shkole. Chastnyye voprosy / S. Ye. Kamenetskiy, N. S. Purysheva. – M. : Izdatelskiy tsentr “Akademiya”, 2000. – 384 s.

Выбрана-выкладзена БДПУ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 32–36.

УДК 539.2:378.016

ФОРМИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ О МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ»

Т. Н. Шевчук,
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Ровенского государственного гуманитарного университета (Украина);

Н. А. Бордюк,
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Ровенского государственного гуманитарного университета (Украина)

Поступила в редакцию 28.04.18.

UDC 539.2:378.016

FORMING THE KNOWLEDGE ABOUT MACROMOLECULAR SYSTEMS AMONG FUTURE PHYSICS TEACHERS DURING STUDY OF THE COURSE “PHYSICS OF POLYMERS”

T. Shevchuk,
PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Physics, Rivne State Humanitarian University (Ukraine);

N. Bordyuk,
PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Physics, Rivne State Humanitarian University (Ukraine)

Received on 28.04.18.

Предлагается структура и содержание специального курса «Физика полимеров». Его изучение позволяет формировать знания о структуре и свойствах полимеров у будущих педагогов, а также использовать эти знания при преподавании физики в общеобразовательной школе.

Ключевые слова: полимерные композиты, формирование знаний, выборочный курс, учебная программа, технологии изучения.

The structure and contents of the special course "Physics of polymers" are suggested. The course enables future teachers to form their knowledge in polymer structure and properties and actively use it in teaching Physics in secondary school.

Keywords: polymer composites, forming knowledge, additional course, school curriculum, learning techniques.

Введение. Рассмотрение проблем происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики возможно с позиций образования и функционирования макромолекулярных систем [1], а также генерации, передачи, распознавания, сохранения макромолекулами информации [2].

Полимерные материалы находят широкое применение в различных сферах жизнедеятельности [3]. Поэтому в науке о полимерах наиболее перспективными направлениями являются изучение процессов структурообразования и свойств макромолекулярных систем [4; 5] и их компьютерное моделирование [6; 7].

Для исследования синтетических и биополимеров используются основные подходы физики полимеров. В книге «Физика полимеров» [8] С. Я. Френкель и Г. М. Бартенев определили эту область знаний как физику реальных систем и тел, состоящих из макромолекул или включающих последние (растворы, композиции). Физика полимеров базируется на результатах исследований термодинамики, кинетики, статистической физики, теплофизики, электродинамики, оптики, квантовой, ядерной физики, физики наноразмерных объектов.

Основная часть. Введение в программы школьного курса физики тем о полимерных материалах и нанокомпозитах предполагает формирование знаний о макромолекулярных системах у студентов педагогических университетов. Вопросы изучения полимерных материалов в университетах обсуждались на многих научных конференциях [9]. Результатами таких дискуссий стало совершенствование учебно-методической работы, обмена опытом, учебными программами в области науки о полимерах и созданию унифицированных требований к подготовке бакалавров, магистров, что соответствовало бы требованиям европейского образования и способствовало бы консолидации полимерного научно-педагогического сообщества.

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

Перспективным направлением реализации этих проблемных вопросов является изучение свойств полимерных материалов в курсе физики вузов педагогического направления, что дает возможность будущим педагогам получить современные знания и хорошую практическую подготовку. Наряду с другими факторами это предполагает обеспечение правильного понимания современной научной картины мира, которая позволяет видеть все полученные знания в их единстве и взаимосвязи, выделяя и логически обосновывая в этой картине место и значение любого естественного явления и научной проблемы [10; 11].

Полученные в настоящее время фундаментальные результаты в физике полимеров могут освещаться в неизменной трактовке студентами I, II курсов физических, химических, естественных, технологических специальностей, поскольку требуют знания курса общей физики, органической и неорганической химии, биофизики и основ высшей математики в пределах трех-четырех семестров [12].

Важную роль в изучении физических свойств полимерных материалов играет лабораторный практикум курса общей физики, который дает возможность студентам получить практические навыки и умения в экспериментальной работе [13].

Широкое использование полимерных материалов в быту и технике позволяет изучать их свойства не только в лекционном курсе общей физики и при выполнении лабораторных работ, но и на занятиях физико-химического научного студенческого кружка [14].

Для студентов физических, химических, естественных специальностей педагогических университетов наиболее эффективным способом формирования знаний по физике, химии полимеров является проведение спецкурсов и спецсеминаров [15].

Целью внедрения таких видов занятий в высшей школе является освоение студентами фундаментальных знаний в области физики и физической химии полимеров в конденсированном состоянии, а также экспериментальных методов исследования свойств макромолекулярных систем. Основными задачами, решаемыми при преподавании таких спецкурсов, является изложение основ физики полимерных систем, закономерностей их поведения в полях различной природы. Для успешного усвоения таких курсов студенты должны иметь основательную подготовку по курсам общей и теоретической физики, физической, коллоидной и органической химии, математики и информатики.

Методологическую основу таких спецкурсов составляют: философские положения теории познания, теории систем, общенаучные принципы системного подхода и элементы системного анализа, диалектическая теория о всеобщей связи, взаимообусловленность и целостность явлений объективной действительности, положение о роли непрерывного образования в формировании профессионализма личности, концептуальныя положения о профессионализме студентов. В основу подбора теоретического и экспериментального материала и проведения таких спецкурсов положен синергетический подход к рассмотрению его как системы открытой и способной к самоорганизации.

Для основательного формирования знаний о макромолекулярных системах и их физических свойствах для студентов отрасли знаний «физика» предлагается программа (структура и содержание) специального курса «Физика полимеров» [16].

Кроме изложения теоретического материала по физике полимеров, предусматривается проведение практических занятий, на которых рассматриваются и решаются теоретические, расчетные, качественные задачи. Такие задачи по содержанию и форме отличаются от традиционных текстовых задач и требуют творческих методов и подходов к решению. Данный подход способствует развитию физического мышления в целом и овладения студентами научными, осознанными и глубокими знаниями. Содержание таких задач может быть следующим.

1. Предложите методы усиления адсорбционного взаимодействия полимера с поверхностью наполнителя. Постройте графики зависимости размеров глобулы поблизости поверхности наполнителя от параметра τ, для макромолекул в которых среднеквадратическое растояние между структурными элементами равно 1,08Å, 1,26Å, 1,32Å, 1,54Å, 1,74Å.

2. Найдите коэффициент Пуассона для полимеров, в которых отношение модуля продольной деформации к модулю сдвига составляет 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8. Постройте график зависимости коэффициента Пуассона от этого отношения в пределах от 2 до 3. Сделайте выводы.

3. Постройте график зависимости диэлектрической проницаемости поливинилхлорида, наполненного железом, от концен-

Вузівська бібліотека ЛДПУ

трации наполнителя, определенной на основе соотношений Вагнера, Бруггемана, Оделевского. Сравните эти значения, сделайте выводы.

4. Степень полимеризации полимера 2500. Оцените потери энергии нейтроном, который движется вдоль макромолекулы. Масса структурного элемента, с которым взаимодействует нейтрон, в 12 раз больше его массы.

5. Проанализируйте особенности структурообразования в полимерных жидких кристаллах и предложите возможные области науки и техники, в которых возможно их использование.

Для решения задач по физике полимеров возникает потребность в использовании и создании моделей макромолекулярных систем. В процессе решения таких задач студент сам определяет проблемные вопросы, формулирует их, а затем получает результат. Примеры таких задач.

1. Используя модель одномерной линейной цепи, оценить квазиупругую константу силы связи между атомными группами макромолекул полиэтилена (-CH2-CH2) n, если известно, что частота валентных колебаний $5{,}5954 \cdot 10^{14}$Гц.

2. Для макромолекулы поливинилхлорида расстояние между атомными группами при реализации C-C связи равно 1,54Å. Используя модель свободно-сопряженной цепи, найдите для макромолекулы поливинилхлорида расстояние между ее концами, контурную длину, персистентную длину в зависимости от угла θ_L; степень свернутости макромолекулы и наиболее вероятное ее значение.

3. Рассматривая макромолекулу как цепь точечных масс, рассчитать силовые константы взаимодействия между C-C по потенциалу Леннард-Джонса.

4. Определите коэффициент теплопроводности поливинилхлорида, используя модельные представления о том, что кинетический элемент макромолекулы является источником носителей энергии (тепловых фононов).

5. Моделируя полимер как цепную и шаровую структуру, постройте график зависимости удельной теплоемкости от параметра жесткости макромолекулы, считая все остальные величины постоянными. Сделайте выводы.

6. Пользуясь кластерной моделью аморфного полимера, объясните изменение температуры стеклования при введении в такой полимер активного (неактивного) наполнителя. Используя кластерную модель аморфных полимеров, оцените модули упругости межкластерных областей.

7. При каких условиях, при наполнении полимера металлическими нанонаполнителями, система может переходить в сверхпроводящее состояние? Предложите модели электрической проводимости в таких системах при различных концентрациях металлического.

8. Используя фрактально-перколяционный поход, предложите модель структурной организации полимерных ауксетиков.

При таком подходе, когда преподаватель при решении учебных задач не устраняет все трудности на пути умственной деятельности студента, лучше всего формируются его интеллектуальные способности.

Решение качественных, теоретических, расчетных задач позволяет не только раскрывать основные понятия физики полимеров, но и устанавливать важные взаимосвязи и функциональные зависимости и способы их выражения. Такой подход позволяет формировать у студентов опыт «видения» физических зависимостей в конкретных условиях и определять границы их применения.

В процессе решения экспериментальных и технологических (технических) задач данного курса появляется возможность ознакомления студентов с различными техническими устройствами и технологическими процессами. Особое значение такой подход приобретает тогда, когда в условие задачи вводятся данные, характеризующие местное производство или научно-исследовательскую деятельность высших учебных заведений региона. Такой подход позволяет реализовать потенциал политехнического образования и профессиональной ориентации студентов.

Широкое использование полимерных материалов в технике и быту способствует формированию у студентов умений решения экспериментальных задач и привитию интереса к реализации задач, которые требуют проведения эксперимента, измерений или наблюдений. В дополнении к занятиям по решению тестовых задач, семинарским занятиям, лекционным, лабораторным работам экспериментальные приемы получения результатов по исследованию свойств полимерных материалов обогащают опыт сту-

Вучобна-выдавецкі цэнтр БДПУ

дентов в изучении физических явлений, развивают наблюдательность, любознательность и конструкторские способности.

При решении творческих задач на исследование свойств и моделирование физических процессов в полимерах используются ассоциативные методы поиска. Главными источниками для генерирования новых подходов и идей, для описания структуры и свойств полимерных материалов являются ассоциации, метафоры и случайно выбранные понятия.

Следует отметить, что большинство задач, которые предлагаются студентам для решения, составлены на основе теоретических и экспериментальных исследований свойств полимерных систем, проведенных в научных лабораториях вуза.

Программой этого курса предусмотрено выполнение лабораторных работ физического практикума. Подбор тематики этих работ осуществлялся на основе подхода «завершенности» экспериментальных исследований физических свойств полимеров. Выполнение лабораторных работ позволяет студентам самостоятельно, под руководством преподавателя, сформировать полимерные образцы в режиме температура-давление для экспериментальных исследований механических, теплофизических, электромагнитных свойств. Такие экспериментальные исследования полимерных систем дают возможность получить информацию об их использовании. Знание основных характеристик макромолекулярных систем побуждает студентов к поиску модельных представлений, которые позволяют теоретически определять их.

Результаты решения задач и экспериментальных исследований студенты могут использовать при выполнении индивидуальных научно-исследовательских задач; написании курсовых, дипломных, магистерских работ.

Выводы. Реализация этой программы при подготовке будущих учителей физики дает возможность не только осваивать знания о макромолекулярных системах и их свойствах, но и овладевать методологией науки о полимерах, формировать умения и навыки исследовательской работы.

Литература

1. Чернавский, Д. С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики / Д. С. Чернавский // Успехи физических наук. – 2000. – Т. 170. – № 2. – С. 157–183.
2. Френкель, С. Я. Молекулярная кибернетика / С. Я. Френкель, И. М. Цыгельный, Б. С. Колупаев. – Львов : Свит, 1990. – 168 с.
3. Рупышев, В. Г. Состояние и перспективы развития потребительского рынка полистирольных пластиков в РФ и странах СНГ / В. Г. Рупышев // Межнародные новости мира пластмасс. – 2007. – № 9–10. – С. 25–31.
4. Козлов, Г. В. Кластерная модель аморфного состояния полимеров / Г. В. Козлов, В. У. Новиков // Успехи физических наук. – 2001. – Т. 171. – №7. – С. 717–764.
5. Pojman John A. Nonlinear dynamics with polymers: fundamentals, methods and applications / Pojman John A., Tran-Cong-Miyata Qui. – Willy-VCH, 2010 – 270 p.
6. Иванов, В. А. Методы компьютерного моделирования для исследования полимеров и биополимеров / В. А. Иванов, А. Л. Рабинович, А. Р. Хохлов (ред.). – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 585 с.
7. Компьютерное моделирование жесткоцепных полимеров / В. А. Иванов [и др.] // Высокомолекулярные соединения. – 2013. – Т. 55(С). – № 7. – С. 808–828.
8. Бартенев, Г. М. Физика полимеров / Г. М. Бартенев, С. Я. Френкель; под ред. А. М. Ельяшевича. – Ленинград : Химия, 1991. – 432 с.

References

1. Chernavskiy, D. S. Problema proiskhozhdeniya zhizni i myshleniya s tochki zreniya sovremennoy fiziki / D. S. Chernavskiy // Uspekhi fizicheskikh nauk. – 2000. – T. 170. – № 2. – S. 157–183.
2. Frenkel, S. Ya. Molekulyaraya kibernetika / S. Ya Frenkel, I. M. Tsygelnyy, B. S. Kolupayev – Lvov : Svit, 1990. – 168 s.
3. Rupyshev, V. G. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya potrebitelskogo rynka polistirolnykh plastikov v RF i stranakh SNG / V. G. Rupyshev // Mezhnarodnyye novosti mira plastmass. – 2007. – № 9–10. – S. 25–31.
4. Kozlov, G. V. Klasternaya model amorfnogo sostoyaniya polimerov / G. V. Kozlov, V. U. Novikov // Uspekhi fizicheskikh nauk. – 2001. – T. 171. – № 7. – S. 717–764.
5. Pojman John A. Nonlinear dynamics with polymers: fundamentals, methods and applications / Pojman John A., Tran-Cong-Miyata Qui. – Willy-VCH, 2010 – 270 p.
6. Ivanov, V. A. Metody kompyuternogo modelirovaniya dlya issledovaniya polimerov i biopolimerov / V. A. Ivanov, A. L. Rabinovich, A. R. Khokhlov (red.). – M. : Knizhnyy dom “LIBROKOM”, 2009. – 585 s.
7. Kompyuternoye modelirovaniye zhyostkotsepnykh polimerov / V. A. Ivanov, [i dr.] // Vysokomolekulyarnyye soyedineniya. – 2013. – T. 55(S). – № 7. – S. 808–828.
8. Bartenev, G. M. Fizika polimerov / G. M. Bartenev, S. Ya. Frenkel pod red. A. M. Yelyashevicha. – Leningrad: Khimiya, 1991. – 432 s.

Вулиця-бібліотека ЗДПУ

9. Шибаев, В. П. Пятая всероссийская конференция «Полимеры-2010» / В. П. Шибаев // Высокомолекулярные соединения. – 2011. – Т. 53(С). – № 7. – С. 1166–1167.
10. Бордюк, М. Вивчення властивостей полімерних матеріалів у курсі фізики педагогічних ВНЗ / М. Бордюк / М. Бордюк // Фізика та астрономія в школі. – 2009. – №1(70). – С. 45–48.
11. Простомолотова, Е. В. Рассмотрение некоторых вопросов физики полимеров в курсе общей физики / Е. В. Простомолотова // Физическое образование в вузах. – 2008. – Т. 14. – № 1. – С. 23–29.
12. Бордюк, М. Формування знань про полімерні матеріали у майбутніх вчителів фізики / М. Бордюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2012. – Вип. 32. – С. 33–38.
13. Бордюк, М. А. Науково-методичні аспекти вивчення властивостей полімерних матеріалів у вищій школі / М. А. Бордюк, Б. С. Колупаєв, Т. М. Шевчук // Теорія і методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін. Наукові записки РДГУ. – 2007. – Вип. 10. – С. 40–44.
14. Бордюк, М. А. Організація і методика проведення науково-дослідної роботи студентів при вивченні властивостей макромолекулярних систем у ВНЗ / М. А. Бордюк // Науковий вісник Південноукраїнського державного педагогічного університету ім. К. Д. Ушинського. – 2008. – № 3. – С. 144–150.
15. Бордюк М.А. Основні напрямки формування знань про полімерні матеріали у майбутніх педагогів / М. А. Бордюк, Т. М. Шевчук, Н. А. Бордюк // Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти. Наукові записки РДГУ. – 2012. – Вип. 3(46). – С. 140–145.
16. Шевчук, Т. М. Спецкурси з фізики полімерів / Т. М. Шевчук, М А. Бордюк // do.rshu.edu.ua

9. Shibayev, V. P. Pyataya vserossiyskaya konferentsiya “Polimery-2010” / V. P. Shibayev // Vysokomolekulyarnyye soyedineniya. – 2011. – T. 53(S). – № 7. – S. 1166–1167.
10. Bordyuk, M. Vyvchennya vlastyvostey polimernykh materialiv u kursi fizyky pedagogichnykh VNZ / M. Bordyuk // Fizyka ta astronomiya v shkoli. – 2009. – № 1(70). – S. 45–48.
11. Prostomolotova, Ye. V. Rassmotreniye nekotorykh voprosov fiziki polimerov v kurse obshchey fiziki / Ye. V. Prostomolotova // Fizicheskoye obrazovaniye v vuzakh. – 2008. – T. 14. – № 1. – S. 23–29.
12. Bordyuk, M. Formuvannya znan pro polimeri materiali u maybutnikh vchiteliv fizyky / M. Bordyuk // Naukovyy chasopys Natsionalnogo pedagogichnogo universytetu imeni M. P. Dragomanova. Seriya 5. Pedagogichi nauky: realiyi ta perspektyvy. – 2012. – Vyp. 32. – S. 33–38.
13. Bordyuk, M. A. Naukovo-metodychni aspekty vyvchennya vlastyvostey polimernykh materialiv u vyshchiy shkoli / M. A. Bordyuk, B. S. Kolupayev, T. M. Shevchuk // Teoriya i metodyka vyvchennya pryrodnycho-matematychnykh i tekhnichnykh dystsyplin. Naukovi zapysky RDGU. – 2007. – Vyp. 10. – S. 40–44.
14. Bordyuk, M. A. Organizatsiya i metodyka provedennya naukovo-doslidnoy roboty studentiv pry vyvchenni vlastyvostey makromolekulyarnykh system u VNZ / M. A. Bordyuk // Naukovyy visnyk Pivdennoukrayinskogo derzhavnogo pedagogichnogo universytetu im. K. D. Ushinskogo. – 2008. – № 3. – S. 144–150.
15. Bordyuk, M. A. Osnovni napryamki formuvannya znan pro polimerni materialy u maybutnikh pedagogiv / M. A. Bordyuk, T. M. Shevchuk, N. A. Bordyuk // Onovlennya zmistu, form ta metodiv navchannya i vykhovannya v zakladakh osvity. Naukovi zapysky RDGU. – 2012. – Vyp. 3 (46). – S. 140–145.
16. Shevchuk, T. M. Spetskursy z fizyky polimeriv / T. M. Shevchuk, M. A. Bordyuk // do.rshu.edu.ua

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 37–41.

УДК 378.147.88:004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. Ф. Климович,
кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой информационных технологий в образовании БГПУ;

И. А. Буйницкая,
преподаватель кафедры информационных технологий в образовании БГПУ;

Г. А. Скомьянова,
преподаватель кафедры информационных технологий в образовании БГПУ

Поступила в редакцию 26.11.18.

В статье рассматривается вопрос применения метода проектов и онлайн-сервисов Интернета в подготовке студентов педагогических специальностей при изучении дисциплины «Информационные технологии в образовании».

Ключевые слова: метод проектов, облачные технологии, подготовка студентов педагогических специальностей.

The article discusses the use of the project method and online services of the Internet in training of students of pedagogical specialties in the study of the discipline "Information technology in education".

Keywords: project method, cloud technologies, training of students of pedagogical specialties.

UDC 378.147.88:004.9

APPLICATION OF CLOUD TECHNOLOGIES IN THE PROJECT ACTIVITY OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL SPECIALTIES IN THE STUDY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

A. Klimovich,
PhD in Pedagogics, Head of the Department of Information Technologies in Education, BSPU;

I. Buynitskaya,
Teacher of the Department of Information Technologies in Education, BSPU;

G. Skomyanova,
Teacher of the Department of Information Technologies in Education, BSPU

Received on 26.11.18.

Введение. Выпускник учреждения высшего образования должен обладать фундаментальными знаниями в области своей профессии, быть готовым к трудовой деятельности, уметь легко адаптироваться в обществе, быть разносторонней личностью, способной к самообразованию и самосовершенствованию. В эпоху развития цифровой экономики и информационного общества овладение современными информационными технологиями стало неотъемлемой частью подготовки специалистов в учреждениях высшего образования. Подготовка грамотных, квалифицированных, творчески мыслящих кадров является первостепенной государственной задачей и одной из основных целей высшего педагогического образования [1].

В связи со сказанным выше подготовка будущих учителей в области информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) должна обеспечить необходимый уровень профессиональной компетентности и мастерства их применения. При этом следует научить студентов не только пользоваться ИКТ, но и с их помощью самостоятельно разрабатывать учебно-методическое обеспечение для образовательного процесса, выбирать из разнообразия программных средств наиболее подходящие для решения поставленных задач, находить приемлемые варианты использования полученной информации.

Концепция информатизации системы образования предполагает формирование образовательной среды учреждения образования на базе облачных технологий, модерни-

Вучэбна-выдавецкая серыя БДПУ

зацию ее технической инфраструктуры, разработку электронных образовательных ресурсов и обеспечение сетевого взаимодействия участников образовательного процесса [1]. Одним из механизмов реализации концепции является проектный подход к информатизации на основе комплексных решений.

Для формирования у студентов педагогических специальностей компетенций в области использования облачных технологий в образовательном процессе в 2018/2019 учебном году в содержание учебной программы по дисциплине «Информационные технологии в образовании» было включено изучение сервисов Веб 2.0 и 3.0, современных средств визуальной коммуникации в веб-среде, интерактивной графики и видео, дополненной реальности, организации совместной и внеаудиторной деятельности школьников средствами Интернета, например ведение сетевого дневника, блога, общение в социальных сетях, участие в вебинарах.

Основная часть. Проектный метод в современном образовании является одним из основополагающих, так как позволяет обучающимся не только систематизировать полученные знания, но и развивать познавательные, творческие навыки, критическое мышление, умение самостоятельно конструировать свои знания и ориентироваться в информационном пространстве. Вопросам организации проектной деятельности в образовательном процессе посвящены работы ученых и специалистов в области методики обучения и воспитания Л. В. Байбородовой, Л. Н. Серебренникова [2], Г. А. Матвеева [3], Н. Ю. Пахомовой [4], Е. С. Полат [5] и др., в которых образовательный проект, например, рассматривается как совместная учебно-познавательная, творческая или игровая деятельность обучающихся, имеющая общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленная на достижение общего результата. Использование проектного метода обучения позволяет:

– актуализировать, закрепить и углубить знания и умения обучающихся;
– индивидуализировать обучение и повысить мотивацию к нему за счет работы обучающегося над интересующей лично его проблемой;
– выполнять работу в индивидуальном для студента темпе;
– осуществлять взаимодействие между участниками проекта, входящими в одну группу, в процессе их совместной исследовательской работы.

Учебной программой дисциплины «Информационные технологии в образовании» предусмотрена подготовка будущих учителей к организации проектной деятельности обучающихся. Содержанием предусмотрено рассмотрение принципов создания учебно-методических комплексов средствами компьютерных информационных технологий, определяется порядок разработки, экспертизы, апробации и внедрения учебно-методических комплексов в образовательный процесс. На лабораторных и практических занятиях студенты учатся проектированию учебного модуля по выбранной специальности; создают, в том числе используя онлайн-сервисы, средства обучения в цифровом формате (электронный курс, тесты, анкеты, кроссворды, справочники, карты знаний, фрагменты электронного учебного пособия, интерактивные упражнения, тезаурус и др.); планируют события с помощью группового календаря, участвуют в вебинарах, общаются в профессиональных чатах и на форумах; знакомятся с технологиями создания веб-документов и разработки гипертекстовых сред средствами HTML и веб-редакторов.

Одним из инструментов оценивания знаний студентов по названной выше дисциплине является создание образовательного веб-проекта по избранной специальности, чаще всего учебно-методического назначения.

Сайт учебного назначения, который студенты самостоятельно планируют, разрабатывают и реализуют, позволяет в дальнейшем не только осуществлять образовательный диалог, но и дает возможность общаться и осуществлять обучение дистанционно. Являясь интерактивным дидактическим средством, сайт учителя позволяет организовать взаимодействие между всеми участниками педагогического процесса: учителем и учениками, учителем и родителями.

Согласно общим подходам к проектированию [5] на первых занятиях студентам предлагается выбрать тему проекта, его тип и состав участников. Далее студенты, под руководством преподавателя, определяют возможные варианты проблем, которые необходимо исследовать в рамках намеченной тематики, распределяют задачи в группах, обсуждают возможные методы исследования, поиска информации, творческих решений и др. В процессе знакомства с конкретной информационной технологией студенты

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

работают самостоятельно над выбранной тематикой по своим индивидуальным или групповым задачам. Преподаватель проводит промежуточные обсуждения полученных данных в группах и индивидуально.

Защита проектов, коллективное обсуждение и экспертиза проходит на практических занятиях в конце освоения дисциплины. При этом оценивается содержание проекта, его актуальность и выводы, методические находки, техническое исполнение, умение представлять результаты проекта, отвечать на вопросы, отстаивать свою точку зрения, держаться на публике и грамотно излагать материал.

Интеграция возможностей Интернета и облачных технологий в работу над проектом, по нашему мнению, является наиболее актуальной в подготовке современного учителя.

Дидактические возможности облачных сервисов заключаются в организации совместной работы преподавателя и студентов над редактированием документов, в быстром включении в общеобразовательный процесс созданных образовательных продуктов, в организации интерактивных занятий и коллективных консультаций.

Проанализировав возможности, которые предоставляются различными облачными сервисами, с точки зрения их применения в образовании, для работы над проектом нами были выбраны сервисы поисковой системы Google. К ее преимуществам можно отнести:

– лидерство по количеству и качеству оказываемых информационных услуг;
– единые принципы работы со всеми сервисами, что облегчает освоение других сервисов, входящих в состав Google;
– интуитивно легкое и простое освоение работы с сервисами;
– встроенные редакторы документов, таблиц, презентаций, форм, рисунков и др.;
– возможность коллективной работы в режиме онлайн;
– бесплатное предоставление дисковой памяти;
– безопасность использования учетных записей;
– многоплатформенность функционирования сервисов с возможностью синхронизации результатов работы [6; 7].

Тестирование студентов показало, что 79,8 % респондентов знакомы с понятием «облачные технологии», но большинство из них пользуются в основном электронной почтой и переводчиком (82,6 %), с остальными приложениями знакомы менее 20 % опрошенных. 90,8 % студентов хотели бы изучить эти сервисы. На этом основании нами были выбраны следующие сервисы для организации работы над проектом:

1. Поиск Google (https://www.google.com) – основной источник информации для наполнения проекта контентом.

2. Почта Gmail (https://mail.google.com) – почтовый сервис с интеграцией адресной книги, мгновенным обменом сообщениями прямо из сервиса, поддерживает голосовое общение и видеочат.

3. Контакты Google (https://www.google.com) – записная книжка, которая хранится в Интернете.

4. Диск Google (https://drive.google.com) – облачное хранилище информации (текстовых документов, таблиц, изображений, аудио- и видеофайлов) с возможностью совместного доступа и онлайн-редактирования.

Примерами применения сервисов Google студентами для разработки образовательных проектов могут служить:

– *документы:* создание контента для страниц сайта;
– *презентации:* совместное создание мультимедийной интерактивной презентации, сопровождающей проект;
– *формы:* создание анкет посетителей сайта, опросов, тестов для проверки знаний;
– *таблицы:* статистический сбор и анализ результатов тестирования;
– *рисунки:* создание схем, изображений для иллюстрации изучаемого материала;
– *фото:* хранилище фотографий и графических файлов для проекта.

5. Переводчик Google (https://translate.google.com) – осуществление перевода текста и веб-страниц. Помогает студентам в поиске информации на других языках.

6. Календарь Google (https://calendar.google.com) – организация встреч и других мероприятий, включение напоминания о запланированных событиях. Календарь позволяет студентам поддерживать работу в команде, с помощью отправки расписания другим пользователям или создания нескольких календарей для совместного использования в группе.

7. Google сайты (https://sites.google.com) – позволяет хранить и представлять в виде веб-сайта любые виды информации (текстовые документы, электронные табли-

Вузівська бібліотека БДПУ

цы, формы и презентации, созданные с помощью Google сервисов). Данный сервис является инструментом для создания оболочки проекта [6; 7].

Для руководства проектной деятельностью студентам выдаются требования к проекту, критерии оценивания проекта, методические рекомендации для работы с сервисами Google, методические рекомендации для разработки контента, график работы над проектом, график и средства проведения консультаций, электронный ресурс с настройкой доступа.

Этапы организации студенческой работы над проектом выглядят следующим образом:

1. Постановка задачи.
2. Знакомство с облачными сервисами.
3. Накопление и анализ материала.
4. Проектирование и создание структуры сайта.
5. Создание и наполнение страниц сайта контентом.
6. Тестирование работы сайта.
7. Защита и анализ проекта.

Параметрами оценки проекта могут служить:

– значимость и актуальность выдвинутых проблем, адекватность их изучаемой тематике;
– корректность используемых методов исследования и методов обработки получаемых результатов;
– активность каждого участника проекта в соответствии с его индивидуальными возможностями;
– коллективный характер принимаемых решений;
– характер общения и взаимопомощи между участниками проекта;
– необходимая и достаточная глубина изучения проблемы;
– привлечение знаний из других областей;
– доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы;
– эстетика оформления результатов разработанного проекта;
– лаконичность и аргументированность ответов на вопросы.

Вывод. Анализируя опыт ведения проектной деятельности по дисциплине «Информационные технологии в образовании», нами были сделаны следующие выводы: сервисы Google можно считать приоритетным инструментами в организации работы как преподавателей, так и студентов; применение сервисов Google на занятиях и в самостоятельной работе студентов позволяет приобщить их к современным информационным технологиям, познакомить с эффективными инструментами и в целом улучшить уровень подготовки использования информационных технологий в профессиональной деятельности.

Работая над проектом, студенты учатся ставить перед собой задачи, выдвигать гипотезы, планировать свою работу, искать способы достижения поставленных целей. Немаловажным также является умение выражать свои мысли, обсуждать этапы и результаты своей работы, умение искать и находить нужную информацию в различных источниках и, главное, правильно представить, передать найденное в своем проекте. В связи с вышеизложенным применение облачных технологий как для проектной деятельности, так и для других видов работы имеет ряд очевидных преимуществ при использовании в любом учреждении образования.

Литература

1. Концепция информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 года. Утверждено Министерством образования Республики Беларусь от 24 июня 2013 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://edu.gov.by/statistics/informatizatsiya-obrazovaniya/. Дата доступа : 12.09.2018.
2. Байбородова, Л. В. Проектная деятельность как средство профессионального самоопределения школьников / Л. В. Байбородова, Л. Н. Серебренников // Ярославский педагогический вестник. – 2014. – № 2. – Том II (Психолого-педагогические науки). – С. 65–70 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://vestnik.yspu.org/releases/2014_2pp/15.pdf. Дата доступа : 12.09.2018.

References

1. Kontseptsiya informatizatsii sistemy obrazovaniya Respubliki Belarus na period do 2020 goda. Utverzhdeno Ministerstvom obrazovaniya Respubliki Belarus ot 24 iyunya 2013 goda [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://edu.gov.by/statistics/informatizatsiya-obrazovaniya/. – Data dostupa: 12.09.2018.
2. Bayborodova L. N. Proyektnaya deyatelnost kak sredstvo professionalnogo samoopredeleniya shkolnikov // L. V. Bayborodova, L. N. Serebrennikov / Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik. – 2014. – № 2. – Tom II (Psikhologo-pedagogicheskiye nauki). – S. 65–70 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://vestnik.yspu.org/releases/2014_2pp/ 15.pdf. – Data dostupa: 12.09.2018.

Вузлова выдавецкі цэнтр БДПУ

3. Матвеев Г. А. Применение метода проектов при изучении информатики студентами экономических и юридических специальностей / Г. А. Матвеев // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2012. – № 4 (Апрель). – С. 61–65 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://e-koncept.ru/2012/1245.htm – Дата доступа : 12.09.2018.
4. Пахомова, Н. Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов / Н. Ю. Пахомова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://refdb.ru/look/1610583-pall.html – Дата доступа : 12.09.2018.
5. Полат, Е. С. Метод проектов / Е. С. Полат [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://schools.keldysh.ru/labmro/lib/polat2.htm. – Дата доступа : 12.09.2018.
6. Сервисы и веб-приложения Google. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ixbt.com/soft/googleapps-1.shtml. – Дата доступа : 10.10.2018.
7. GSuite Центр обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://gsuite.google.ru/learning-center/products/ – Дата доступа : 11.10.2018.

3. Matveyev, G. A. Primeneniye metoda proyektov pri izuchenii imformatiki studentami ekonomicheskikh i yuridicheskikh spetsialnostey / G. A. Matveyev // Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal “Kontsept”. – 2012. – № 4 (Aprel). – S. 61–65. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://e-koncept.ru/2012/1245.htm. – Data dostupa: 12.09.2018.
4. Pakhomova, N. Yu. Metod uchebnogo proyekta v obrazovatelnom uchrezhdenii: Posobiye dlya uchiteley i studentov pedagogicheskikh vuzov /[Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://refdb.ru/look/1610583-pall.html. – Data dostupa: 12.09.2018.
5. Polat, Ye. S. Metod proyektov / Ye. S. Polat [Elektron resurs]. – Rezhim dostupa: http://schools.keldysh.ru/labmro/lib/polat2.htm. – Data dostupa: 12.09.2018.
6. Servisy i veb-prilozheniya Google. Chast 1 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.ixbt.com/soft/googleapps-1.shtml. – Data dostupa: 10.10.2018.
7. GSuite Tsentr obucheniya [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://gsuite.google.ru/learning-center/products/ – Data dostupa: 11.10.2018.

Вучэбна-выдавецкі сэктар БДПУ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 42–46.

УДК 37.016:004.9

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ ИНФОРМАТИКЕ В КЛАССАХ ФИЛОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

А. Ф. Климович,
кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой информационных технологий в образовании БГПУ;

И. В. Рутковская,
учитель информатики, Лицей № 2 г. Минска

Поступила в редакцию 26.11.18.

UDC 37.016:004.9

METHODOLOGICAL APPROACHES TO TEACHING INFORMATICS IN THE CLASSES OF PHILOLOGICAL PROFILEE

A. Klimovich,
PhD in Pedagogics, Head of the Department of Information Technologies in Education, BSPU;

I. Rutkovskaya,
Informatics teacher, State educational institution «Lyceum № 2 of Minsk»

Received on 26.11.18.

В статье рассматриваются методические подходы к обучению информатике школьников в классах филологического профиля. Приведены примеры профильно направленных заданий, выполнение которых предполагает использование текстовых процессоров, систем компьютерного перевода, графических редакторов и онлайн-ресурсов.

Ключевые слова: профильно-ориентированное обучение информатике, класс филологического профиля обучения, информационно-коммуникационные технологии.

The article discusses the methodological approaches to teaching computer science to schoolchildren in philological classes. Examples of specialized tasks are given, the fulfillment of which involves the use of word processors, computer translation systems, graphic editors and online resources.

Keywords: profile-oriented informatics training, class of philological education profile, information and communication technologies.

Введение. Одной из задач общего среднего образования является подготовка обучающихся к выбору будущей профессиональной деятельности. Реализовать это направление возможно с помощью целостной системы профориентационной работы, которая должна формировать у школьников устойчивую профессиональную направленность, психологическую готовность взаимодействовать в условиях рыночных отношений, мотивацию к будущей профессиональной деятельности [1]. Кроме профессионального просвещения, отбора, консультирования, воспитания, адаптации и психологической помощи, как традиционных форм профориентации, по нашему мнению, данную функцию могут носить школьные учебные предметы, способствующие осознанному выбору будущей сферы профессиональной деятельности, в которой требуются знания соответствующей предметной области. Инструктивно-методическим письмом Министерства образования Республики Беларусь «Об организации в 2015/2016 учебном году профильного обучения на III ступени общего среднего образования» определена организация обучения школьников по гуманитарному, естественно-научному, физико-математическому и педагогическому профилям [2].

Учебный предмет «Информатика», формирующий ИТ-компетенции, которые необходимы в профессиональной деятельности любого современного специалиста информационного общества, изучается школьниками на базовом уровне. Реализовать его профориентационные функции возможно, применяя методику профильно-ориентированного обучения информатике, которая предполагает использование профильнонаправленных заданий для изучения соответствующих тем информатики [3].

Методика использования профильно-направленных заданий по информатике для формирования профессиональных компетенций у обучающихся филологического профиля. Понятия, методы и технологии информатики используются практически во всех сферах деятельности современного человека, существенно повышают ее эффек-

Вучоныя запіскі БДПУ

тивность, активизируют и разнообразят формы коммуникации. Данные изменения широко используются в повседневной жизни, благодаря пониманию личностной значимости неформального владения знаниями и умениями из области информатики и информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) для каждого члена социума.

Необходимость подготовки выпускников учреждений общего среднего образования, пользующихся знаниями и умениями по информатике вне зависимости от сферы их будущей деятельности, доказана многими учеными (С. А. Бешенковым, С. Г. Григорьевым, В. В. Гриншкуном, А. А. Кузнецовым, И. Ю. Морозовым, З. В. Семеновой, Е. К. Хеннером и др.). Однако, как показывают результаты исследований В. А. Акиньшиной, Т. Б. Захаровой, В. И Зозули, Н. И. Лагашиной, Е. Ю. Лунькковой, М. Ю. Монахова, Д. Сикорски, для школьников гуманитарных классов характерно наличие неосознанных знаний по информатике. По мнению А. Н. Шаровой, данный факт негативно отражается на качестве усвоения ими материала как некоторых базовых, так и профильных предметов [4].

Обучение в классах гуманитарного, как и любого другого, профиля опирается на интересы и познавательные потребности школьников. Усилить учебную мотивацию обучающихся на непрофильных предметах, таких как информатика [5], в классах филологического профиля возможно с помощью заданий, содержание которых устанавливает связи с профильными дисциплинами и позволяет обучающимся овладевать актуальными для выбранного профиля компетенциями, учитывает их профессиональный интерес, например, из областей, связанных с лингвистикой и средствами массовой информации, с издательской деятельностью и художественно-литературным направлением [4; 6].

Так, при изучении текстового процессора в классах с филологическим профилем будет актуальным обучение работе с аппаратно-программным обеспечением ввода и распознавания текста, специализированными текстовыми процессорами, системами компьютерной лингвистики, компьютерными словарями и переводчиками, издательскими системами, программным обеспечением для создания художественного текста. Для более глубокого изучения средств работы с текстами можно предложить обучающимся задания по созданию документов сложной структуры, подготовке шаблонов, автотекста, писем на основе слияния документов, а также сделать акцент на настройку и проверку правописания, возможности защиты текстовой информации.

Для будущих лингвистов, филологов, журналистов и других специалистов из данной области актуальными являются компетенции, позволяющие использовать телекоммуникационные технологии как современное средство визуальной коммуникации в веб-среде. Это технологии Веб 2.0 (блоги, wiki, социальные сети), Веб 3.0 (создание качественного контента средствами онлайн-ресурсов), организация видеосвязи, видеоконференций, вебинаров, сетевого общения в чатах и на форумах, создание интерактивной графики, видео, карт и тайм-линий, дополненной реальности, инфографики, панорамного фото, облака тегов и др. Изучение данных ресурсов обосновано необходимостью их использования для широкого спектра гуманитарных профессий.

Система профильного филологического образования учащихся включает в себя учебные предметы на двух уровнях: базовые и профильные общеобразовательные предметы.

Знание понятия информационной модели, умение использовать стили и генерировать оглавления для создания текстовых моделей, использовать электронные таблицы для реализации и исследования моделей из различных предметных областей являются требованиями к результатам учебной деятельности обучающихся в области информационного моделирования, определенные учебной программой по учебному предмету «Информатика» для X–XI классов учреждений общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания [7].

Рассмотрим ряд задач межпредметного характера, предназначенных для развития познавательной мотивации учащихся на примере практической связи информатики с другими дисциплинами, используя метод моделирования.

Обучение общим принципам построения информационных моделей в области литературы, обществознания, математики, экологии и др. на уроках информатики в классах филологического профиля обязывает преподавателя учитывать уровень знаний обучающихся в затрагиваемых предметных областях, повышает их интерес к информатике, дает им понимание ее значимости для будущей профессиональной деятельности.

Вучобна-выхаваўчы цэнтр БДПУ

Достаточно активно для учащихся названного выше профиля используются задачи на моделирование в среде текстового редактора. Например:

1. Создайте словесную модель одного из предложенных объектов (модель экстрим-парка, модель римского войска, модель горного ландшафта, литературное описание и др.). Выберите форму изложения (стихотворная, проза) [8].
2. Ответьте на вопрос: «Где применяется и чем привлекательна словесная модель?».
3. Отчет представьте в виде листовки, созданной в текстовом процессоре (примените к тексту различные знакомые вам эффекты).

Для демонстрации алфавитного подхода к определению количества информации в области кодирования и защиты информации возможны приведенные ниже типы заданий. Например:

1. Определите объем информации в битах, который несет сообщение, содержащее 20 символов, записанное буквами из 16-символьного алфавита.
2. Определите количество информации в своей фамилии, имени и отчестве, если для кодирования будет использоваться 32-символьный алфавит.
3. Определите количество символов в тексте, который занимает в памяти компьютера 0,50 Кб.
4. Определите объем памяти, необходимый для хранения рукописи автора, занимающей 68 полных страниц из 28 строк по 64 символа, кодирующихся 16 битами.

Для лучшего запоминания правил по различным предметам можно предложить обучающимся изображать их в виде блок-схем. Например, учащимся классов филологического профиля помогут систематизировать знания по написанию слов следующие задания: «Составьте алгоритмическую модель в виде блок-схемы, иллюстрирующую одно из правил русского языка:

Вариант 1: Определение спряжения глагола с безударными личными окончаниями [9].

Вариант 2: Написание букв «о» – «а» в корнях -лаг- / -лож-, -рос- / -раст- (-ращ-).

Вариант 3: «ё» – «о» после шипящих в корне слова.

Вариант 4: Написание букв «е» – «и» в корнях с чередованием» (рисунок).

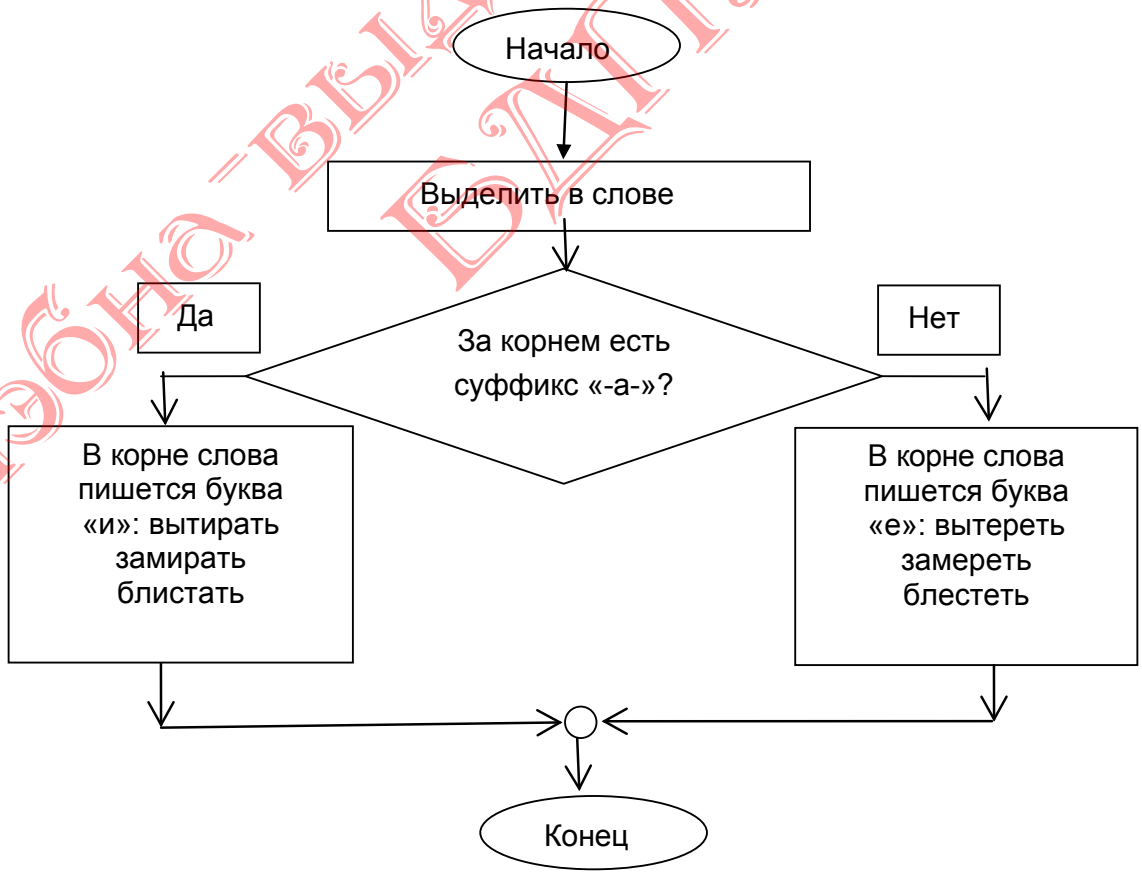


Рисунок – Блок-схема выполнения правила написания букв «е» – «и» в корнях с чередованием

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

Информационная модель, представленная в виде блок-схемы, способствует лучшему запоминанию и дальнейшему практическому использованию названных выше правил. Данная модель может быть реализована средствами растровых и векторных графических редакторов, а также с помощью автофигур в текстовом редакторе.

Актуальным для учащихся филологического профиля является умение использовать существующие компьютерные программы для перевода исходного текст с одного языка на другой, например с русского на английский, немецкий или французский. Например, можно предложить учащимся следующее задание.

1. Переведите предложенный фрагмент литературного произведения с английского языка на русский с помощью программы PROMT или онлайн-ресурса.
2. Выполните сравнение результата литературного перевода, выполненного компьютером и человеком.
3. Проведите анализ часто встречающихся ошибок.

Для большинства учащихся гуманитарного профиля существует проблема образного восприятия математических или физических задач. Для лучшего их понимания,например связанных с исследованием функций, можно предложить задачу на составление и анализ логарифмических и показательных уравнений типа $y = \log_2(x)$ и $y = 2^x$.

Таким образом, представленные выше примеры заданий являются частью системы, реализующей методику профильно-ориентированного обучения информатике на базовом уровне в классах филологического профиля учреждений общего среднего образования. Названная методика позволяет внедрить компетентностный подход в обучение школьников, усилить практикоориентированность и профессиональную направленность содержания обучения информатике на базовом уровне в профильных классах с учетом интересов обучающихся.

Литература

1. Концепция развития профессиональной ориентации молодежи в Республике Беларусь. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, Министерства экономики Республики Беларусь, Министерства образования Республики Беларусь от 31.03.2014 N 15/27/23 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://edu.gov.by/sistema-obrazovaniya/srenee-obr/proforientatsionnaya-rabota-s-uchashchimisya/ index.php. – Дата доступа : 12.02.2018.
2. Инструктивно-методическое письмо Министерства образования Республики Беларусь «Об организации в 2015/2016 учебном году профильного обучения на III ступени общего среднего образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://adu.by/ru/42-uchitelyu/profilnoe-obuchenie/117-profilnoe-obuchenie.html. – Дата доступа : 04.10.2018.
3. Климович, А. Ф. Методические аспекты профильно-ориентированного преподавания информатики в учреждениях общего среднего образования / А. Ф. Климович // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2018. – № 2. – С. 72–76.
4. Шарова, А. Н. Повышение уровня осознанности знаний по информатике учащихся классов филологического профиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=212. Дата доступа: 07.09.2018.
5. Карташова, Л. И. Развитие познавательной мотивации старшеклассников при обучении информатике на основе решения задач межпредметного характера [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.

References

1. Kontseptsiya razvitiya professionalnoy oriyentatsii molodyozhi v Respublike Belarus. Postanovleniye Ministerstva truda i sotsialnoy zashchity Respubliki Belarus, Ministerstva ekonomiki Respubliki Belarus, Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus ot 31.03.2014 N 15/27/23 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://edu.gov.by/sistema-obrazovaniya/srenee-obr/proforientatsionnaya-rabota-s-uchashchimisya/ index.php. – Data dostupa: 12.02.2018.
2. Instruktivno-metodicheskoye pismo Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus “Ob organizatsii v 2015/2016 uchebnom godu profilnogo obucheniya na III stupeni obshchego srednego obrazovaniya” [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://adu.by/ru/42-uchitelyu/profilnoe-obuchenie/117-profilnoe-obuchenie.html. – Data dostupa: 04.10.2018.
3. Klimovich, A. F. Metodicheskiye aspekty profilno-oriyentirovannogo prepodavaniya informatiki v uchrezhdeniyakh obshchego srednego obrazovaniya / A. F. Klimovich // Vestsi BDPU. Seryya 3. Fizika. Matematyka. Infarmatyka. Biyalogiya. Geagrafiya. – 2018. – № 2. – S. 72–76.
4. Sharova, A. N. Povysheniye urovnya osoznannosti znaniy po informatike uchashchikhsya klassov filologicheskogo profilya [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=212. – Data dostupa: 07.09.2018.
5. Kartashova, L. I. Razvitiye poznavatelnoy motivatsii starsheklassnikov pri obuchenii informatike na osnove resheniya zadach mezhpredmetnogo kharaktera [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.netess.

Вучэбна-метадычны дапаможнік БДПУ

ru/3pedagogika/460742-1-razvitie-poznavatelnoy-motivacii-starsheklassnikov-pri-obuchenii-informatike-osnove-resheniya-zadach-mezhpredmetnogo-harakte.php. – Дата доступа: 15.02.2018.

6. Лагашина, Н. И. Разработка элективных курсов по информатике, направленных на формирование профессионального самоопределения учащихся старших классов филологического профиля / Н. И. Лагашина [Электронный ресурс]. Режим доступа : http://www.dslib.net/teoria-vospitania/razrabotka-jelektivnyh-kursov-po-informatike-napravlennyh-na-formirovanie.html. Дата доступа: 20.09.2018.
7. Учебная программа по учебному предмету «Информатика» для X–XI классов учреждений общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания. Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2017 № 93 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.adu.by/en/202-obrazovatelnyj-protsess-2018-2019-uchebnyj-god/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/1280-informatika.html. – Дата доступа : 12.07.2018.
8. Словесные информационные модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.yaklass.ru/p/informatika/6-klass/informatcionnoe-modelirovanie-13604/modeli-obektov-i-ikh-naznachenie-13461/re-2d17a3c8-b8d1-419d-b980-5de735010571. – Дата доступа: 20.09.2018.
9. Определение спряжения глаголов с помощью моделирования в графическом редакторе Paint [Электронный ресурс]. – Режим доступа :https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjxmPqqh9_eAhVFiSwKHXP3B1IQFjANegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Focnit.vorstu.ru%2Fgorbunova.ppt&usg=AOvVaw2GKXRSguywi4TaQPPFlVF0. – Дата доступа: 11.10.2018.

netess.ru/3pedagogika/460742-1-razvitie-poznavatelnoy-motivacii-starsheklassnikov-pri-obuchenii-informatike-osnove-resheniya-zadach-mezhpredmetnogo-harakte.php. – Data dostupa: 15.02.2018.

6. Lagashina, N. I. Razrabotka elektivnykh kursov po informatike, napravlennykh na formirovaniye professionalnogo samoopredeleniya uchashchikhsya starshikh klassov filologicheskogo profilya / N. I. Lagashina [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.dslib.net/teoria-vospitania/razrabotka-jelektivnyh-kursov-po-informatike-napravlennyh-na-formirovanie.html. – Data dostupa: 20.09.2018.
7. Uchebnaya programma po uchebnomu predmetu “Informatika” dlya X–XI klassov uchrezhdeniy obshchego srednego obrazovaniya s russkim yazykom obucheniya i vospitaniya. Utverzhdena postanovleniyem Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus 27.07.2017 № 93 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.adu.by/en/202-obrazovatelnyj-protsess-2018-2019-uchebnyj-god/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/1280-informatika.html. – Data dostupa: 12.07.2018.
8. Slovesnyye informatsionnye modeli [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.yaklass.ru/p/informatika/6-klass/informatcionnoe-modelirovanie-13604/modeli-obektov-i-ikh-naznachenie-13461/re-2d17a3c8-b8d1-419d-b980-5de735010571. – Data dostupa: 20.09.2018.
9. Opredeleniye spryazheniya glagolov s pomoshchyu modelirovaniya v graficheskom redaktore Paint [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjxmPqqh9_eAhVFiSwKHXP3B1IQFjANegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Focnit.vorstu.ru%2Fgorbunova.ppt&usg=AOvVaw2GKXRSguywi4TaQPPFlVF0. – Data dostupa: 11. 10.2018.

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БДПУ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2018. № 4. С. 47–52.

УДК [004:378.147.091.313]-057.36

УПРАВЛЯЕМОЕ САМООБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ КУРСАНТОВ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

М. Н. Хуторова,
магистр педагогических наук, аспирант НМУ «Национальный институт образования Министерства образования Республики Беларусь», преподаватель кафедры оперативно-розыскной деятельности УО «Могилевский институт МВД»

Поступила в редакцию 22.08.18.

UDC [004:378.147.091.313]-057.36

MANAGED SELF-STUDY OF INFORMATICS OF CADETS OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS

M. Hutorova,
Master of Pedagogics, Postgraduate Student of National Institute of Formation of the Ministry of Education of Republic of Belarus, Teacher of the department of Operational Search Activity, Mogilev Institute of the Ministry of Internal Affairs

Received on 22.08.18.

В статье анализируется эффективность применения кибернетического подхода в обучении информатике на основе информационных и коммуникационных технологий. Предлагается возможность организации управляемого самообучения информатике курсантов вузов МВД Республики Беларусь во время аудиторных занятий и самостоятельной подготовки.

Ключевые слова: профильно-ориентированное обение информатике, класс филологического профиля обучения, информационно-коммуникационные технологии.

The article analyzes the effectiveness of the application of the cybernetic approach in the teaching of computer science on the basis of information and communication technologies. It offers the possibility of organizing a managed self-study of cadets of higher educational institutions of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Belarus during the .

Keywords: training, self-study, management of educational and cognitive act*ivities*.

Введение. В современном обществе, когда развитие науки и техники происходит быстрыми темпами, что влечет за собой значительный рост производства и его оснащения, требуются специалисты, способные постоянно совершенствовать свои знания, быстро и адекватно реагировать на изменение условий жизнедеятельности. Это отражено в Концепции информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 г. [1]. Самообразование, самообучение являются реальными потребностями современного человека. О. Л. Жук отметила, что «самообразование предполагает самостоятельное проектирование своей образовательной траектории и самоуправление собственной образовательной деятельностью» [2, с. 165]. Однако, как показывает педагогическая практика, самопроизвольное формирование у курсантов учреждений образования Министерства внутренних дел эффективных приемов самостоятельной работы с различными источниками информации происходит достаточно медленно. Необходимо целенаправленное обучение курсантов методам самостоятельной учебной работы с информацией. Сегодня, в век развития информационного общества, необходимо усиление информационной ориентации системы образования, расширение подготовки специалистов, свободно владеющих информационными технологиями, в связи с чем на первый план выступает изучение информатики. Специфика информатики как учебного предмета обусловливает ее большой потенциал для воплощения в жизнь задач качественного использования средств информационных технологий.

Основная часть. Как показывают проведенные психолого-педагогические и дидактические исследования (Я. А. Ваграменко, С. В. Зенкина, А. М. Коротков, А. А. Кузнецов, В. В. Лаптев, Е. И. Машбиц, С. В. Панюкова, Е. С. Полат, И. В. Роберт, В. В. Рубцов, А. Н. Тихонов, О. К. Тихомиров и др.), применение информационных и коммуникационных технологий дает возможность обеспечить индивидуализацию обучения, адаптивность к способностям, возможностям и интересам обучающихся, развитие их самостоятельности и творческих способ-

Вучобна-выдавецкі цэнтр БДПУ

ностей, доступ к новым источникам учебной информации.

В работе А. П. Лобанова, Н. В. Дроздовой [3] анализируется опыт организации управляемой самостоятельной работы студентов в высших учебных заведениях Республики Беларусь. В исследованиях В. В. Сергеенковой [4] рассматриваются проблемы организации управляемой самостоятельной работы студентов по модульно-рейтинговой технологии.

Анализ вышеуказанных исследований и публикаций по применению ИКТ в обучении и для организации управляемой самостоятельной работы студентов (курсантов) позволяет предположить, что управляемое самообучение информатике курсантов учреждений образования Министерства внутренних дел на основе ИКТ будет способствовать повышению уровня знаний по информатике, развитию профессионально значимых качеств будущих сотрудников органов внутренних дел – самостоятельности, целеустремленности.

Обучение является информационным управляемым процессом, и, следовательно, для его анализа может быть применен кибернетический подход. Многие исследователи (Б. Скиннер, В. П. Беспалько, Е. И. Машбиц, В. Е. Фирстов, В. С. Аванесов, И. В. Роберт, Т. В. Минькович) отмечают эффективность применения кибернетического подхода в обучении в целом и в обучении информатике на основе ИКТ в частности. Под кибернетическими системами (системами управления) понимаются такие, которые представляют собой совокупность двух связанных подсистем – объекта управления и управляющей подсистемы. Управляющий субъект целенаправленно воздействует на объект управления, обеспечивая его требуемое поведение или работу [5, с. 46]. Для осуществления управления управляющая подсистема должна иметь возможность оказывать влияние на управляемую – физический или информационный канал прямого воздействия. В управляемой подсистеме обязательно имеются измерители параметров ее состояния; результаты измерений по каналу обратной связи подаются в управляющую подсистему. На основании анализа поступившей информации управляющая подсистема вырабатывает корректирующее воздействие и реализует его. Возникшая таким образом связь образует замкнутый контур, а управление приобретает циклический характер [6, с. 8].

При планировании педагогического управления следует принимать во внимание, что субъекты управления – курсанты – обладают мышлением, они заинтересованы результатами своей деятельности и поэтому в управляемой подсистеме возможны процессы самоорганизации, саморегуляции и самообучения. Например, курсант может сам соотнести результаты своей деятельности с желаемой целью, выработать и реализовать необходимые, с его точки зрения, корректирующие действия. То есть часть функций управления принимает на себя курсант, а для этого он нуждается в точной информации о характере и результатах своих действий.

Р. В. Майер [7, с. 3] сформулировал принципы кибернетики применительно к дидактическим системам.

1. Анализ педагогической системы с точки зрения связей управления и информационных потоков, которыми обмениваются управляющая и управляемые подсистемы.

2. Оптимизация процесса обучения, нахождение таких форм и методов организации учебного процесса, при которых функционирование системы образования было бы наиболее эффективным, то есть при наименьших затратах приносило бы максимальную пользу.

3. Практическое использование электронных устройств и автоматизированных обучающих систем для управления процессом обучения и тестирования, программированное обучение.

Учитывая приведенные положения, мы адаптировали кибернетическую последовательность управления к процессу формирования управляемого самообучения информатике курсантов.

I. Проводим анализ педагогической системы на основе системно-синергетического подхода. Выделяем и анализируем целевой, содержательный, организационный, дидактический компоненты.

Целевой компонент. Цели управляемого самообучения информатике курсантов соответствуют учебной программе дисциплины «Информационные технологии в деятельности органов внутренних дел», составленной согласно образовательным стандартам высшего образования I ступени по специальностям 1-93 01 01 Правовое обеспечение общественной безопасности и 1-93 01 03 Правовое обеспечение оперативно-розыскной деятельности. Выявляем противоречие между требованиями общей педагогической цели и конкретными возможностями курсантов, намечаем пути разрешения этих противоречий в виде постановки задач управляемого самообучения информатике курсантов. Цели и задачи управляемого самообучения информатике курсантов представлены в таблице 1.

Вучобна-выдавецкі сэктар БДПУ

Таблица 1 – Цели и задачи управляемого самообучения информатике

Основные цели управляемого самообучения информатике курсантов	Основные задачи управляемого самообучения информатике курсантов
Формирование у курсантов системы знаний в области компьютерных технологий, необходимой для успешной профессиональной деятельности сотрудника органов внутренних дел, способного к эффективному применению современных информационных технологий на практике в сфере своей профессиональной деятельности	Освоить основополагающие принципы организации современных информационных технологий; изучить специализированные программные средства, используемые в органах внутренних дел. Приобрести практические умения применения компьютерных технологий при решении задач, возникающих в профессиональной деятельности сотрудника органов внутренних дел (нахождения, обработки, анализа, обобщения, визуализации и защиты информации)
Формирование профессионально значимых качеств будущих сотрудников органов внутренних дел – самостоятельности, целеустремленности	Приобрести практические навыки самостоятельного творческого использования теоретических знаний в практической деятельности сотрудника органов внутренних дел
Формирование потребности в самосовершенствовании и самообразовании в области информационных технологий	Приобрести практические навыки для достижения успеха в самообучении информатике (анализ и коррекция отношения между целями, средствами и последствиями действий). Приобрести практические навыки для самостоятельной оценки уровня профессиональной компетентности

Содержательный компонент соответствуют учебной программе дисциплины «Информационные технологии в деятельности органов внутренних дел».

Организационный компонент. Управляемое самообучение информатике курсантов охватывает как аудиторные занятия, так и внеаудиторные. В основной части учебного плана курсантов вузов МВД Республики Беларусь обозначен такой обязательный вид учебной деятельности, как управляемая самостоятельная работа, которая проводится в специально отведенные часы в распорядке дня. В современных условиях управляемая самостоятельная работа курсантов осуществляется комплексно: при непосредственном или косвенном руководстве преподавателями, ведущими учебные дисциплины, и офицерами, исполняющими должностные обязанности куратора курсантов.

Дидактический компонент. Основываясь на исследовании Ю. Г. Репьева [8, с. 170–171], нами были приняты следующие дидактические принципы для организации управляемого самообучения информатике курсантов: аудиторная и внеаудиторная самостоятельная деятельность курсантов является ведущей деятельностью в образовательном процессе; роль преподавателя в обучении определяется как целенаправленное содействие эффективному учению; содействие преподавателя эффективному учению должно осуществляться опосредованно через электронный учебно-методический комплекс, обеспечивающий субъекту учения выбор траектории изучения учебной информации, темпа и скорости ее получения и усвоения, свободы в переходе к любому из ее фрагментов; на начальном этапе обучения для информационно-мотивационного воздействия преподавателя на субъекты учения необходима вербальная форма предъявления преподавателем учебной информации взводу курсантов; необходимым и достаточным условием эффективности самообучения курсантов является внедрение распределенного, многоуровневого (входной, рубежный, итоговый) текущего контроля, мониторинга учения с циклами коррекционного, самоуправляемого учения до запланированного уровня и критерия обученности на каждом из контрольных мероприятий.

II. Исследуем объект управления (учебно-познавательная деятельность курсантов): путем анкетирования и специализированного начального тестирования определяем уровень начальных знаний, умений, навыков и личностных особенностей курсантов.

Анкетирование решало задачи: установление уровня понимания важности самообучения информатике; анализ результатов деятельности; установления уровня использования умений самообучения информатике. В анкете для курсантов содержались примерно следующие вопросы:

1. Считаете ли вы, что самообучение информатике является значимым в современном обществе?

Вучэбна-выдавецкі сэнтр БДПУ

2. Является ли владение умениями самообучения информатике значимым лично для вас?

3. Считаете ли вы необходимыми умения самообучения информатике в профессиональной деятельности сотрудника органов внутренних дел?

4. Владеете ли вы умениями самообучения информатике? Перечислите их.

5. Какие умения самообучения информатике вы хотели бы приобрести?

Для анализа полученных данных были разработаны следующие критерии: мотивационный критерий, критерий факта использования, критерий качества. В соответствии с данными критериями все полученные результаты мы распределили на три уровня: высокий, средний, низкий.

Показатели данных уровней следующие.

Мотивационный критерий: высокому уровню соответствовали курсанты, показывающие значимую заинтересованность в освоении и применении умений самообучения информатике в собственной образовательной деятельности и в будущей профессиональной деятельности сотрудника органов внутренних дел; среднему уровню соответствовали курсанты, осознающие значимость умений самообучения информатике, но не считающие их обязательными для освоения; низкому уровню соответствовали курсанты, не считающие данные умения как существенные и не выявляющие интереса к их освоению.

По критерию факта использования: высокому уровню соответствовали курсанты, использующие умения самообучения информатике при каждой необходимости; среднему уровню соответствовали курсанты, которые используют данные умения при специальном стимулировании; на низком уровне находились курсанты, не использующие умения самообучения информатике, даже при специальном побуждении.

По критерию качества: на высоком уровне находились курсанты, которые показывали всю полноту умений; среднему уровню соответствовали курсанты, которые обладали данными умениями, но частично; низкому уровню соответствовали курсанты, которые отказывались от использования умений самообучения информатике.

Количественные данные тестирования в соответствии с тремя критериями представлены в таблице 2. Данные приведены в процентах, в округленных до целых чисел, за 100 % принято количество 123 курсанта учреждения образования «Могилевский институт МВД».

Таблица 2 – Уровни владения умениями самообучения информатике

Уровни	Мотивационный критерий	Критерий факта использования	Критерий качества
Высокий	9 %	11 %	5 %
Средний	25 %	32 %	26 %
Низкий	66 %	57 %	69 %

Анализ результатов анкетирования дал возможность выявить, что хорошо осознают важность и выявляют большой интерес в использовании умений самообучения информатике небольшое количество курсантов, 25 % опрошенных осознают важность умений самообучения информатике в профессиональной деятельности сотрудника органов внутренних дел, но не используют их в своей деятельности. Большую часть составляют курсанты, не выявившие интереса к самообучению информатике и не считающие данные умения необходимыми. Довольно мало курсантов (11 %) используют умения самообучения информатике по мере надобности; несколько больше – при специальном стимулировании; большая часть курсантов не использует их даже тогда, когда это необходимо.

Основываясь на результатах специализированного начального тестирования, уточняем содержательный компонент, определяем начальный уровень знаний работы курсантов с программами MS Word, MS Excel, MS PowerPoint (специализированные программные средства, используемые в органах внутренних дел, не вносим в тестовые задания, так как они пока не изучались). Курсантам предлагается выполнить 21 тестовое задание. Все полученные результаты мы

Вузоўна-выдавецкі цэнтр БДПУ

распределили на три уровня: высокий, средний, низкий – в соответствии с полученными баллами за выполнение тестовых заданий.

Количественные данные тестирования в соответствии с тремя критериями представлены в таблице 3. Данные приведены в процентах, округленных до целых чисел, за 100 % принято количество 123 курсанта учреждения образования «Могилевский институт МВД».

Таблица 3 – Уровни владения знаниями работы курсантов с программами MS Word, MS Excel, MS PowerPoint

Уровни	MS Word	MS Excel	MS PowerPoint
Высокий	34 %	12 %	76 %
Средний	43 %	36 %	19 %
Низкий	23 %	52 %	5 %

Анализ результатов тестирования позволил нам выявить, что из представленного программного обеспечения наибольшую сложность для курсантов представляет табличный процессор MS Excel; средний уровень знаний показали курсанты при работе с текстовым процессором MS Word; большая часть курсантов хорошо выполнила тестовые задания по MS PowerPoint.

III. На основе проведенного анализа нами разработан электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Информационные технологии в деятельности ОВД», который успешно используется курсантами как во время аудиторных занятий, так и в часы самоподготовки. ЭУМК «Информационные технологии в деятельности ОВД» разработан на базе системы управления LMS Moodle и функционирует в рамках локальной сети учреждения образования «Могилевский институт МВД».

Управляемое самообучение информатике как кибернетическая система содержит: управляющий субъект – преподаватель, использующий возможности ЭУМК «Информационные технологии в деятельности ОВД»; объект управления – учебно-познавательная деятельность курсантов.

Управление самообучением информатике курсантов осуществляется следующим образом. Весь учебный материал ЭУМК «Информационные технологии в деятельности ОВД» разбит на модули по темам. В начале обучения курсантам предлагается для изучения теоретический материал (организован канал прямой связи); после изучения первого блока теоретического материала, курсант проходит тестирование (организован канал обратной связи); если тестирование пройдено успешно, курсанту предлагается решить задачу с подробной инструкцией, если нет – рекомендуется ознакомиться с дополнительным теоретическим материалом; после этого снова предлагается решение задачи с подробной инструкцией. После изучения второго блока теоретического материала курсанту предлагается решить задачу с краткой инструкцией. И только после усвоения третьего блока теоретического материала курсант решает задачу без инструкции (задача проверяется преподавателем). Цикл обучения закончен. Курсант может приступать к изучению второго модуля обучения и т. д.

Заключение. Практика показывает, что одним из факторов, обеспечивающих успешность и эффективность профессиональной деятельности сотрудника органов внутренних дел, является его способность уверенно действовать в современной информационной среде, ориентироваться в потоках информации, добывать и обрабатывать ее, владеть навыками использования информационных технологий. Организация управляемого самообучения информатике в вузе будет способствовать развитию данных качеств.

Литература

1. Концепция информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 г. [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал Министерства образования Республики Беларусь. — Режим доступа: http://edu.gov.by/statistics/informatizatsiya-obrazovaniya/index.php?sphrase_id=56608. – Дата доступа: 15.06.2018.

References

1. Kontseptsiya informatizatsii sistemy obrazovaniya Respubliki Belarus na period do 2020 g. [Elektronnyy resurs] // Ofitsialnyy internet-portal Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus. – Rezhim dostupa: http://edu.gov.by/statistics/informatizatsiya-informatizatsiya-obrazovaniya/index.php?sphrase_id=56608. – Data dostupa: 15.06.2018.

Вучобна-выдавецкі цэнтр ВІПУ

2. Жук, О. Л. Педагогика. Практикум на основе компетентностного подхода: учебное пособие / О. Л. Жук. – Минск : РИВШ, 2007. — 182 с.
3. Лобанов, А. П. Управляемая самостоятельная работа студентов в контексте инновационных технологий / А. П. Лобанов, Н. В. Дроздова. – Минск : РИВШ, 2005. – 107 с.
4. Сергеенкова, В. В. Управляемая самостоятельная работа студентов. Модульно-рейтинговая и рейтинговая системы / В. В. Сергеенкова. – Минск : РИВШ, 2005. – 130 с.
5. Минькович, Т. В. Модель методических систем обучения информатике / Т. В Минькович. – М. : Логос, 2011. – 308 с.
6. Методика использования информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе. Ч. 4 . Проектирование методов управления учебной деятельностью : учеб. пособие / Б. Е. Стариченко [и др.] ; под ред. Б. Е. Стариченко. – Екатеринбург : Урал. гос. пед. ун-т., 2013. – 141 с.
7. Майер, Р. В. Кибернетическая педагогика: Имитационное моделирование процесса обучения / Р. В. Майер. – Глазов : ГГПИ, 2013. – 138 с.
8. Репьев, Ю. Г. Интерактивное самообучение : монография / Ю. Г. Репьев. – М. : Логос, 2004. – 248 с.

2. Zhuk, O. L. Pedagogika. Praktikum na osnove kompetentnostnogo podkhoda: uchebnoye posobiye / O. L. Zhuk. – Minsk : RIVSh, 2007. – 182 s.
3. Lobanov, A. P. Upravlyayemaya samostoyatelnaya rabota studentov v kontekste innovatsionnykh tekhnologiy / A. P. Lobanov, N. V. Drozdova. – Minsk : RIVSh, 2005. – 107 s.
4. Sergeyenkova, V. V. Upravlyayemaya samostoyatelnaya rabota studentov. Modulno-reytingovaya i reytingovaya sistemy / V. V. Sergeyenkova. – Minsk : RIVSh, 2005. – 130 s.
5. Minkovich, T. V. Model metodicheskikh system obucheniya informatike / T. V. Minkovich. – Moskva : Logos, 2011. – 308 s.
6. Metodika ispolzovaniya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy v uchebnom protsesse. Ch. 4. – Proyektirovaniye metodov upravleniya uchebnoy deyatelnostyu : ucheb. posobiye / B. Ye. Starichenko [i dr.] ; pod red. B. Ye. Starichenko. – Yekaterinburg : Ural. gos. ped. un-t, 2013. – 141 s.
7. Mayer, R. V. Kiberneticheskaya pedagogika: Imitatsionnoye modelirovaniye protsessa obucheniya / R. V. Mayer. – Glazov: GGPI, 2013. – 138 s.
8. Repyev, Yu. G. Interaktivnoye samoobucheniye. Monografiya / Yu. G. Repyev. – M. : Logos, 2004. – 248 s.

Вучэбна-выдавецкі сэктар БДПУ

ДА ВЕДАМА АЎТАРАЎ

Пры накіраванні рукапісу ў рэдакцыю просьба прытрымлівацца наступных правіл:

1. Артыкул падаецца ў рэдакцыю часопіса на электронным носьбіце і ў двух якасна надрукаваных (на аркушах фармата А4) экзэмплярах. Аб'ём артыкула павінен складаць не менш чым 0,35 аўтарскага аркуша, г. зн. 14 000 друкаваных знакаў, куды ўключаны прабелы паміж словамі, знакі прыпынку, лічбы і г. д., як правіла, не менш чым 5,5 (але не больш за 10) старонак тэксту, надрукаванага праз 1,5 інтэрвалу шрыфтам Times New Roman вышынёй 14 пунктаў у тэкставым рэдактары MS Word. У дадзены аб'ём уваходзяць тэкст, табліцы, рысункі, спіс літаратуры, якія павінны быць выкананы ў адпаведнасці з наступнымі патрабаваннямі:
   - матэрыял артыкула павінен знаходзіцца ў адным файле;
   - файл павінен мець стандартнае расшырэнне DOC, DOCX або RTF;
   - дыяграмы, малюнкі і схемы павінны быць выкананы ў фармаце, які забяспечвае выразнасць перадачы ўсіх дэталей, і размешчаны ў асобных радках паміж абзацамі ў плоскасці тэксту пасля першай спасылкі на іх; арыгіналы малюнкаў і схем павінны мець адно з наступных расшырэнняў: рэдактуемыя (CDR, VSD, WMF, EMF) або нерэдактуемыя добрай якасці (TIFF, JPG); формулы павінны быць набраны ў рэдактары формул MathType; дыяграмы павінны быць выкананы ў рэдактары MS Excel.

НЕ РЫХТАВАЦЬ ІЛЮСТРАЦЫІ Ў РЭДАКТАРАХ WINWORD, PAINT І НЕ ЎКЛЮЧАЦЬ ІХ У ТЭКСТ РУКАПІСУ!

2. Патрабаванні да афармлення артыкула:
   - у артыкуле на дзвюх мовах (мове артыкула і англійскай) указваюцца ініцыялы і прозвішча, вучоная ступень і званне аўтара (аўтараў), арганізацыя, якую ён (яны) прадстаўляе (напрыклад, ***І. І. Пятроў***, кандыдат … навук, дацэнт кафедры … БДПУ);
   - назва артыкула на дзвюх мовах (мове артыкула і англійскай) павінна адлюстроўваць яго змест, быць лаканічнай, утрымліваць ключавыя словы, што дазволіць індэксаваць артыкул; выкарыстанне формул у назве недапушчальна;
   - змест артыкула павінен складацца з лагічна завершаных раздзелаў і ўтрымліваць наступныя часткі: уводзіны, асноўную частку, заключэнне.

Ва *ўводзінах* даецца кароткі агляд літаратуры па праблеме, указваюцца нявырашаныя раней пытанні, фармулюецца і абгрунтоўваецца мэта, падаюцца спасылкі на працы іншых аўтараў за апошнія гады, а таксама на зарубежныя публікацыі.

Асноўная частка ўключае апісанне методыкі, тэхнічных сродкаў, аб'ектаў і зместу даследаванняў, праведзеных аўтарам (аўтарамі). Атрыманыя рэзультаты павінны быць абмеркаваны з пункту гледжання іх навуковай навізны і супастаўлены з адпаведнымі вядомымі данымі. Асноўная частка можа дзяліцца на падраздзелы з паясняльнымі падзагалоўкамі.

У *заключэнні* ў сціслым выглядзе павінны быць сфармуліраваны атрыманыя рэзультаты з указаннем іх навізны і магчымасцей прымянення вынікаў даследавання на практыцы;
   - спіс цытуемых крыніц і літаратуры размяшчаецца ў канцы тэксту, спасылкі нумаруюцца адпаведна парадку іх цытавання ў тэксце. Парадкавыя нумары спасылак пішуцца ў квадратных дужках па схеме: [1, с. 25–31];
   - спіс літаратуры афармляецца ў адпаведнасці з патрабаваннямі ВАКа, змешчанымі ў Інструкцыі па афармленні дысертацый, аўтарэферата і публікацый па тэме дысертацый (зацверджана пастановай Вышэйшай атэстацыйнай камісіі Рэспублікі Беларусь 28.02.2014. № 3).
3. Да артыкула з пазначаным індэксам УДК павінны быць прыкладзены рэкамендацыя кафедры, рэцэнзія спецыяліста ў пэўнай галіне, даведка аб выніках праверкі тэкставага дакумента на наяўнасць запазычанняў, анатацыя на мове артыкула (100–150 слоў) і на англійскай мове, спіс ключавых слоў на мове артыкула і на англійскай мове. Анатацыя павінна змяшчаць толькі тэкставую інфармацыю. Выкарыстанне формул і іншых графічных матэрыялаў недапушчальна.
4. Артыкулы, прадстаўленыя аспірантамі, дактарантамі або саіскальнікамі ў год заканчэння навучання, друкуюцца ў першую чаргу.
5. Аўтары нясуць адказнасць за накіраванне ў рэдакцыю артыкулаў, апублікаваных раней або прынятых да друку іншымі выданнямі.
6. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці публікацыі з'яўляюцца профільнасць, навізна і навуковасць артыкула. Калі па рэкамендацыі рэцэнзента артыкул вяртаецца аўтару на дапрацоўку, то дапрацаваны рукапіс зноў разглядаецца рэдкалегіяй і датай паступлення лічыцца той дзень, калі рэдакцыя атрымала яго канчатковы варыянт.
7. Рэдакцыя часопіса не ўтрымлівае плату з аўтараў за публікацыі навуковых артыкулаў і не выплачвае аўтарскіх ганараў.

УВАГА!

1. **Пры невыкананні ўказаных патрабаванняў матэрыялы да публікацыі не прымаюцца.**
2. **Рэдкалегія пакідае за сабой права канчатковага рашэння аб публікацыі артыкула і перапіскі па матывах адхілення матэрыялаў не вядзе. Рукапісы аўтарам не вяртаюцца.**
3. **Артыкулы размяшчаюцца ў рэпазіторыі БДПУ.**

Вучоныя выдавецкі сэнсор БДПУ

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

При подаче рукописи в редакцию просьба придерживаться следующих правил:

1. Статья предоставляется в редакцию журнала на электронном носителе и в двух качественно напечатанных (на листах формата А4) экземплярах. Ее объем должен составлять не меньше 0,35 авторского листа, то есть 14 000 знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, числа и т. д., как правило, не менее 5,5 (но не более 10) страниц текста, напечатанного через 1,5 интервала шрифтом Times New Roman высотой 14 пунктов в текстовом редакторе MS WORD. В структуру статьи должны входить текст, рисунки и список литературы, соответствующие следующим требованиям:
   - материал статьи должен находиться в одном файле;
   - рисунки и схемы выполняются в черно-белом варианте и в формате, который обеспечивает яркость передачи всех деталей; оригиналы рисунков и схем должны иметь одно из следующих расширений: редактируемые (CDR, VSD, WMF, EMF) или нередактируемые (TIFF, JPG,).
2. Требования к оформлению статьи:
   - в статье на двух языках (языке статьи и английском) указываются инициалы и фамилия, ученая степень и звание автора (авторов), организация, которую он (они) представляет (например, ***И. И. Петров,*** *кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики БГПУ*);
   - название статьи на двух языках (языке статьи и английском) должно отражать ее содержание, быть лаконичным и указывать на связь публикации с темой диссертационного исследования, содержать ключевые слова, что позволит индексировать статью; использование формул в названии недопустимо;
   - содержание статьи — это логично завершенные разделы, в которые входят введение, основная часть, заключение;
   - список цитируемых источников и литературы помещается в конце научной статьи, ссылки нумеруются согласно порядку их цитирования в тексте. Порядковые номера ссылок пишутся в квадратных скобках по схеме [1, с. 35–38];
   - список литературы оформляется согласно требованиям ВАКа, указанным в Инструкции по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации (утверждена постановлением Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь 28.02.2014. № 3).
3. К статье с обозначенным индексом УДК прилагаются рекомендация кафедры, рецензия специалиста в определенной области, справка о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований, аннотация на языке статьи (100–150 слов) и на английском языке, а также ключевые слова на языке статьи и на английском языке. Аннотация должна содержать только текстовую информацию. Применение формул и других графических материалов недопустимо.
4. Основными критериями целесообразности публикации является профильность, новизна и научность статьи. Если по рекомендации рецензента статья возвращается автору, то доработанная рукопись вновь рассматривается редколлегией.
5. Статьи, представленные аспирантами, докторантами или соискателями в год окончания обучения, публикуются вне очереди.
6. Авторы несут ответственность за предоставление в редакцию материалов, опубликованных ранее или принятых в печать другими издательствами.
7. Редакция журнала не взимает плату с автора за публикацию научных статей и не выплачивает авторский гонорар.

ВНИМАНИЕ!

1. При невыполнении указанных требований материалы к публикации не принимаются.

2. Редколлегия оставляет за собой право окончательного решения о публикации статьи и переписки по мотивам отклонения материалов не ведет. Рукописи авторам не возвращаются.

3. Статьи размещаются в репозитории БГПУ.

Вучэбна-выдавецкі цэнтр БГПУ

TO AUTHORS

Before submitting the manuscript to the editorial office authors should adhere to the following rules:

1. The article is submitted to the editorial office on an electronic carrier and in two hard copies printed in high quality (on A4 paper format). The volume of the article should make up not less than 0.35 author's sheet, i. e. 14 000 printed characters including spaces between words, punctuation marks, numbers etc.; as a rule not less than 5.5 (but not more than 10) pages of text printed with 1,5 line height, in Times New Roman font of size 14 in the word processor MS Word. The given volume includes text, tables, pictures, bibliography, which must be drawn up according to the following requirements:
   - the material of the article must be in one file;
   - the file must have the standard extension DOC, DOCX or RTF;
   - diagrams, pictures and schemes must be made in the format which provides the expressiveness of all details and be placed in separate lines between paragraphs in the plane of the text after the first reference to them; the originals of pictures and schemes must have one of the following extensions: **CDR**, **VSD**, **TIFF**, **JPG**, **WMF**, **EMF**; formulae must be typed in the equation editor MathType; diagrams must be made in the editor MS Excel.

DO NOT MAKE THE ILLUSTRATIONS IN THE EDITORS WINWORD, PAINT AND DO NOT INCLUDE THEM INTO THE TEXT OF THE MANUSCRIPT!

2. Requirements to drawing up of the article:
   - the article must contain the initials and the last name, the academic degree and the academic rank of the author, the represented organization in three languages (Belarusian, Russian and English) (e. g. ***I. I. Petrov***, *Candidate of ..., Associate Professor of ... Chair, BSPU*);
   - the title of the article in two languages (the language of the article and English) must reflect its contents, be compact, contain key words that allow to index the article; no formulae are admissible in the title;
   - the contents of the article must consist of logically completed sections and contain the following parts: introduction, the main body, conclusion.

The introduction gives a brief review of literature on the problem, states the issues that have not been settled before, draws up and substantiates the objective, gives the references to the works of other authors during the recent years as well as foreign publications.

The main body contains description of the methods, technological facilities, objects and contents of the research carried out by the author (authors). The obtained results must be considered from the viewpoint of their scientific novelty and be correlated with the respective known data. The main body can be divided into subsections with explanatory subtitles.

The conclusion must briefly reflect the obtained results, their novelty and the possibilities of using the results of the research in practice;

   - the list of the cited sources and literature is placed in the end of the text, the references are numerated according to the order of their citing in the text. The numbers of the references are given in square brackets according to the scheme: [1, p. 25–31];
   - the bibliography list is drawn up according to the requirements of HAC, placed in the Instruction on drawing up theses, abstracts and publications on the topic of the thesis (approved by the decision of the Higher Attestation Commission of the Republic of Belarus 28.02.2014. No 3).

3. The article with the marked index UDC must be supplemented with the attached recommendation of the department, certificate about the results of borrowings check of the text document, review of a specialist in the certain branch, a summary in the language of the article (100–150 words) and in English, the list of key words in the language of the article and in English. Using formulae and other graphic materials is not admissible.
4. The articles submitted by post-graduate students, doctoral candidates or seekers in the last year of their studies are published in the first place.
5. The authors bear the responsibility for submitting to the editorial office of the articles which have been published before or accepted for publishing by other editions.
6. The main criteria of expedience of the article are its correspondence to the certain profile, novelty and scientific character of the article. If the article is given back to the author for improvement under advice of the reviewer, the improved manuscript is being considered by the editorial board again, and the date of submission is the day when the editorial office receives the final variant of the manuscript.
7. The editorial office does not keep back the pay of authors for publishing the scientific articles and does not pay off royalties.

ATTENTION!

1. **At non-fulfillment of the above-mentioned requirements the materials are not accepted to publishing.**
2. **The editorial office reserves the right of the final decision about publishing the article and does not carry on correspondence concerning refusal of the materials.**
3. **Texts of the articles of the journal enter in the repository of BSPU.**

Вэб-сайт выдадзены ў рэпазітарый БДПУ

Вучэбна-выдавецкі цэнтр
БДПУ