

УДК 372.853

DOI: <https://doi.org/10.33216/2220-6310-2019-91-4-100-110>

РІЗНОРІВНЕВІ РГР ЯК ЗАСІБ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ З ЕЛЕКТРИКИ ТА МАГНЕТИЗМУ

В. О. Надточій

ORCID 0000-0002-6289-0438

Ю. М. Лимарєва

ORCID 0000-0002-5828-0231

Д. А. Черняков

У статті наведено приклади проведення поточного оцінювання знань студентів з розділу «Електрика та магнетизм» на основі застосування розрахунково-графічних робіт. Показано можливість організації комплексної перевірки знань з розділу на основі єдиного завдання. На відміну від інших видів робіт, розрахунково-графічні роботи найбільше підходять саме до організації комплексної перевірки та контролю знань. Найпростішим видом розрахунково-графічної роботи є роботи з шаблонним виконанням. Вони підкоряються у переважній більшості алгоритму. В свою чергу, це забезпечує у попередній підготовці активне використання взаємонавчання студентів та виступає черговим кроком в опануванні знаннями з метою подальшого професійного становлення. Завдання без передбаченого алгоритму виконання є значно складнішими та вимагають відразу докладного аналізу умови та комплексного підходу до створення технологічного ланцюжка у виконанні конкретного варіанту роботи. Вони дозволяють значно ширше диференціювати рівень набуття студентами відповідних компетентностей. Роботи комбінованого характеру незначно відрізняються від них та передбачають «шаблонність» виконання. Зазначений вид перевірочних завдань, порівняно із іншими видами робіт, дозволяє проводити моніторинг цілісності знань, вмінь та навичок студента незалежно від форми організації навчання та територіального розташування основних суб'єктів навчального процесу. Такий підхід дозволяє формувати професійну компетентність майбутніх фахівців через інтеграцію знань як в межах однієї навчальної дисципліни, так і в межах комплексу суміжних дисциплін.

Ключові слова: навчальний процес, фізична задача, оцінювання, перевірка, контроль, послідовність, повторюваність, алгоритм, компетентність.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Рівень сформованості професійних компетентностей студентів встановлюється, перш за все, в ході поточного оцінювання їхніх знань, вмінь та навичок. Оцінювання окремих тем на основі стандартних задач є фрагментарним та не може відповідати вимогам професійного навчання так само, як і підсумкове оцінювання, що засноване на таких результатах. Тому вдосконалення методів перевірки та контролю має стати до череди першочергових завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковане вирішення даної проблеми і на які спирається автор. Окремим аспектам зазначеної проблеми приділяють увагу у своїх працях С. Гончаров, В. Звонніков, М. Челишкова, Т. Канівець, Т. Лумпієва, Н. Самилкіна, які акцентують увагу на важливості урізноманітнення підходів до оцінювання знань студентів, рівневій диференціації завдань та вимог, що висуваються перед викладачами закладів вищої освіти щодо організації та проведення різних методів проведення перевірки та оцінювання знань студентів.

У навчально-методичній літературі авторами запропоновано чисельні підходи до фрагментарного оцінювання знань студентів з фізики, що, нажаль, не вирішує проблеми проведення комплексного оцінювання знань студентів з окремих тем чи розділів фізики.

Мета статті – на прикладі завдань з «Електрики та магнетизму» показати можливості та доцільність проведення комплексного контролю знань на основі виконання розрахунково-графічних робіт.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів. Проведення оцінювання знань студентів з метою визначення рівня сформованості предметної компетентності є необхідністю пропонувати розрахунково-графічні роботи. Вони можуть охоплювати матеріал: одного конкретного розділу фізики, кількох розділів дисципліни або кількох тем розділу.

Рівень складності кожної з таких робіт залежить від закладеного в умові способу виконання роботи. Такі завдання містять значну кількість варіантів (їх зазвичай достатньо для організації індивідуального завдання для усіх студентів групи) та можуть передбачати: шаблонне виконання, індивідуальне та комбіноване.

На прикладі вивчення розділу «Електрика та магнетизм» у курсі загальної фізики покажемо можливі варіанти завдань розрахунково-графічних робіт для комплексної оцінки знань студентів.

Перш за все зазначимо, що РГР – це комплекс взаємопов'язаних завдань за темою, поєднаних з метою виявлення рівня сформованості знань

на теоретичному та практичному рівнях під час комплексного їх застосування.

Шаблонне виконання завдань у варіантах передбачає можливість застосування одного й того самого алгоритму виконання усіх варіантів завдання.

Приклад 1. «Частинка в електричному та магнітному полях»

Умова: Заряджена частинка, що пройшла зі стану спокою прискорюючу різницю потенціалів U , влітає в плоский вакуумний конденсатор, в якому створено однорідне електростатичне поле напруженістю E . Вектор швидкості частинки перпендикулярний лініям вектора напруженості поля. Довжина обкладок конденсатора l , відстань між обкладками d . Після прольоту конденсатора частинка потрапляє в однорідне магнітне поле з індукцією B , кут між вектором швидкості частинки і вектором індукції при цьому дорівнює α .

Завдання: 1. Використовуючи закони механіки і електромагнетизму, виведіть формули для розрахунку і знайдіть:

- швидкість V_0 частки перед тим, як влетить в конденсатор;

- різниця потенціалів $\Delta\phi$ між обкладками конденсатора;

- електроємність конденсатора C за умови, що обкладки квадратні;

- зміщення частинки X від прямолінійної траєкторії, кінетичну енергію частинки W (в Дж та еВ) і її швидкість V в момент вильоту з конденсатора;

- період обертання частинки T при її русі в магнітному полі;

- радіус R і крок спіралі h траєкторії частки в магнітному полі.

Наведіть розрахунки,

Таблиця 1

Варіанти завдань до РГР «Частинка в електричному та магнітному полях»

	N вар.		
	1	2	3
Частинка	P	α	E
U , В	200	300	200
V_0 , км/с			
E , В/м	320	3000	4000
$\Delta\phi$, В			
l , см	5	6	4
d , см	5	6	5
C , пФ			
X , см			
V , км/с			
W_1 , 10^{-17} Дж			
W_1 , еВ			
α ,	60^0	30^0	60^0
B , мТл	50	50	1
R , см			
h , см			
T , с			

а результати розрахунків подайте у вигляді таблиці. Результати розрахунків C , X , R і h округляйте до двох знаків після коми.

2. Зобразіть в обраному самостійно масштабі:

А) траєкторію частинки в конденсаторі і вектор її швидкості в момент вильоту;

Б) траєкторію частинки в магнітному полі.

Приклад 2: «Рамка у магнітному полі»

Умова: Тонкий дріт опором R зігнутий у вигляді квадрата зі стороною a і кінці його замкнуті. Рамка рухається з постійною швидкістю V , спрямованої уздовж площини рамки і перпендикулярно лініям індукції магнітного поля. Рамка перетинає область простору шириною l ($l > 2a$), де створено однорідне магнітне поле з індукцією B . Силкові лінії магнітного поля розташовані перпендикулярно площині малюнка (див. рис. 1).

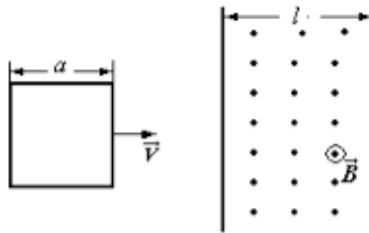


Рис. 1. Рух рамки у магнітному полі

Завдання: 1) Побудувати графік залежності від часу потоку вектора магнітної індукції $\Phi(t)$ через площу рамки. За початок відліку часу прийняти момент, коли права сторона рамки перетинає ліву межу магнітного поля. Рух рамки розглядати до того моменту, коли рамка повністю вийде за кордон поля, тобто ліва сторона рамки співпадає з правою межею поля.

2) Пояснити причину виникнення в рамці ЕРС індукції і індукційного струму. Показати на малюнку напрям індукційного струму в рамці на різних інтервалах часу ($0 - t_1$ - рамка входить у магнітне поле, $t_1 - t_2$ - рамка рухається в області магнітного поля, $t_2 - t_3$ рамка виходить з магнітного поля)

3) Визначити знак і величину е.р.с. ε_i індукції і індукційного струму I_i на кожному етапі руху рамки.

4) Побудувати з дотриманням масштабу графіки залежності $\varepsilon_i(t)$ та $I_i(t)$.

5) Обчислити величину заряду q , що пройшов по рамці і кількість виділився тепла Q за весь час руху $\theta - t_3$.

6) Чисельні значення шуканих величин внести в наведену таблицю.

Таблиця 2

Варіанти завдань до РГР «Рамка у магнітному полі»

Вар.	B , Тл	Напрям. м. п.	v , м/с	a , см	l , см	R , Ом	$ \Delta\Phi $, мкВб	$ \mathcal{E}_1 $, В	I_1 , мА	q , мкКл	Q , мкДж
1.	0,1	⊗	1,0	2,0	6	1,0					
2.	0,1	⊙	1,0	3,0	8	2,0					

Індивідуального вирішення вимагають варіанти завдань, що містять різний набір даних на невідомих величин та, відповідно, не можуть бути виконані за єдиним для всіх варіантів алгоритмом.

Приклад 3. «Частинка в МП соленоїда»

Умова: Частка масою m з зарядом q і початковою швидкістю $V_0 = 0$ в однорідному електростатичному полі проходить прискорюючи різницю потенціалів U і набуває швидкість V . З цією швидкістю частка влітає в довгий соленоїд під кутом α до напрямку ліній його магнітного поля. Соленоїд має довжину l , N витків, площа поперечного перерізу соленоїда S і по ньому тече струм I . У середині соленоїда частинка рухається по гвинтовій лінії радіуса R з кроком h . Зробивши K обертів, частка вилітає з соленоїда.

Таблиця 3

Варіанти завдань до РГР «Частинка у МП соленоїда»

	вар.	
	1	2
m , 10^{-30} , кг	6692	0,91
q , 10^{-19} , Кл	3,2	1,6
U , В		100
α , град.	45	
l , м	1,0	
v , 10^5 , м/с	1,0	
N , витк.		
I , А	100	5,0
L , мГн		1,60
ω , Дж/м ³		
W , мДж	6000	
h , м		3,69
R , см	0,20	
K , витк.		21,7
S , см ²		2,54
B , мТл		

Додатково введені такі дані та позначення:

L - індуктивність соленоїда, Гн;

W - енергія магнітного поля соленоїда, Дж

ω - об'ємна густина енергії магнітного поля соленоїда, Дж/м³

K - кількість обертів, які зробить частинка при русі всередині соленоїда

Завдання:

1. Визначити відсутні дані свого варіанту (див. табл. 3), виконавши всі необхідні розрахунки і пояснивши все використувані в них формули.

2. Зробити малюнок, на якому показати траєкторію руху частинки всередині соленоїда.

Завдання комбінованого способу вирішення поєднують перші два розглянуті варіанти: із серії невизначених величин можна виділити такі, що мають бути знайдені у ході виконання роботи лише для заданого варіанту, і є спільні для винайдення в усіх варіантах за єдиним алгоритмом.

Приклад 4. «Електростатика»:

Умова: Дві провідні сфери радіусами R_1 та R_2 мають спільний центр O й заряджені однойменно з однаковою поверхневою густиною електричного заряду σ . однойменно заряджену з ними частинку розміщують у точці B на відстані r_B від спільного центру сфер, звідки вона починає рух під дією сил електростатичного поля, що створюється сферами. Коли частинка, пролетівши крізь малий отвір у зовнішній сфері, досягає точки D , що знаходиться на відстані r_D від центру сфер, вона набуває швидкості v_D .

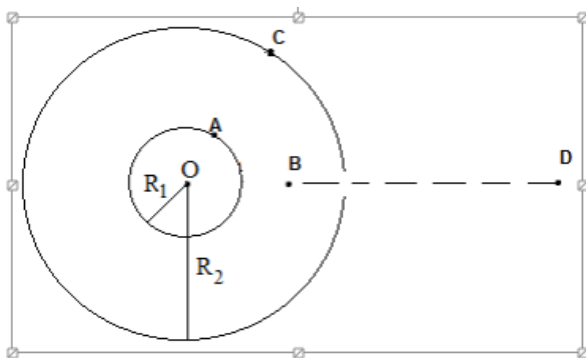


Рис. 2. Рух частинки у електростатичному полі

У таблиці до кожного варіанту при цьому подається свій набір даних:
Частинка: e – електрон; p – протон;

R_1 та R_2 – радіуси сфер; r_B та r_D – відстань від центру сфер O до точки D ;

σ – поверхнева густина електричного заряду на сферах;

E_{Ain} та E_{Aex} – напруженість результуючого електростатичного поля, що створене у т. A та т. C відповідно із внутрішньої та зовнішньої сторони сфери;

E_B та E_D – напруженість результуючого електростатичного поля, у т. B і т. D .

$\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C, \varphi_D$ – потенціали результуючого електростатичного поля, що створені сферами, в точках A, B, C і D , відповідно;

ω_B – об'ємна густина енергії результуючого електростатичного поля в т. B ;

W_B – енергія частинки в т. B ;

V_D – швидкість зарядженої частинки у т. D ;

A_{BD} – робота сил поля сфер при переміщенні частинки із т. B у т. D .

Таблиця 4

Варіанти завдань до РГР «Електростатика»

Завдання: 1) Отримати явний вигляд залежностей напруженості $E=E(r)$ та потенціалу $\varphi=\varphi(r)$ результуючого електростатичного поля сфер, де r – відстань від їх спільного центру для областей:

I) $0 \leq r \leq R_1$

II) $R_1 \leq r \leq R_2$

III) $r \geq R_2$

2) Побудувати графіки $E(r)$ та $\varphi(r)$.

3) Визначити невідомі величини, якщо задано: частинка;

4 із 5 величин (R_1, R_2, r_B, r_D або σ);

1 із величин ($E_{Ain}, E_{Aex}, E_B, E_D, \varphi_A, \varphi_B, \varphi_C, \varphi_D, \omega_B, W_B$).

	N вар.	
	1	2
Частинка	е	p
R_1 , мм	4	5
R_2 , мм	16	
r_B , мм	8	10
r_D , мм	80	75
$ \sigma $, нКл/м ²		123,8
E_{Ain} , 10 ³ , В/м		
E_{Aex} , 10 ³ , В/м		
E_B , 10 ³ , В/м		
E_{Cin} , 10 ³ , В/м		
E_{Cex} , 10 ³ , В/м		
E_D , 10 ³ , В/м		
ω_B , 10 ⁻⁵ , Дж/м ³	2,702	
φ_A , В		
φ_B , В		244,8
φ_C , В		
φ_D , В		
W_B , 10 ⁻¹⁹ , Дж		
A_{BD} , 10 ⁻¹⁹ , Дж		
V_D , 10 ⁶ , м/с		

Висновки і перспективи подальших досліджень. Визначення рівня свідомого засвоєння знань з профільних навчальних дисциплін студентами відіграє важливу роль в організації процесу навчання взагалі. Поточне оцінювання проведене у стандартний спосіб зазвичай висвітлює лише рівень фрагментарного сприйняття та засвоєння знань.

Використання перевірочних завдань у формі розрахунково-графічних робіт забезпечує можливість комплексної перевірки знань студентів з теми та індивідуальність їх віддаленої роботи, підвищує якість оцінювання, виявляє рівень цілісного сприйняття та можливостей застосування знань у практичній діяльності. Окрім того, проведення моніторингу знань у формі РГР сприяє усвідомленню студентами практичної значущості знань, підвищенню впевненості у власних можливостях та силах, розумінню пізнаваності світу й неперервності розвитку науки, формуванню здатності майбутніх фахівців до подальшого успішного професійного функціонування у динамічному суспільстві.

Саме комплексний підхід до оцінювання визначає істинний рівень сформованості компетентності, що надзвичайно важливо у підготовці фахівців фізико-математичних та інженерно-технічних спеціальностей. Тому перспективи подальших досліджень бачимо у створенні дидактичного забезпечення та методичних рекомендацій до організації поточного контролю знань студентів з усіх розділів курсу «Загальної фізики» на основі розрахунково-графічних робіт.

Література

1. Гронлунд Норман Е. Оцінювання студентської успішності: Практичний посібник. Київ : НМЦ «Консорціум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні», 2005. 312 с.
2. Звонников В. И., Чельшкова М. Б. Современные средства оценивания результатов обучения: учеб. пособие для студ. высших учебных заведений. Москва : «Академия», 2007. 224 с.
3. Канівець Т. М. Основи педагогічного оцінювання : навчально-методичний посібник. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2012. 102 с.
4. Канівець Т. М., Кладинога В. С., Ковальчук Ю. О., Мельничук О. В. Деякі науково-методичні аспекти вступного тестування з математики та фізики. *Фізико-математичний збірник*. 2007. Вид-во НДУ ім. М. Гоголя. С. 37 – 50.
5. Локшина О. Оцінювання успішності учнів у зарубіжній школі. *Рідна школа*. 2000. № 11. С. 6–10.
6. Лумпієва Т. П., Русакова Н. М., Волков О. Ф. Практикум з фізики. Розв'язання задач. Частина 1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм:

навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2014. 248 с.

7. Самылкина Н. Н. Современные средства оценивания результатов обучения. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 172 с.

References

1. Hronlund Norman, E. (2005). *Otsiniuvannia studentskoi uspishnosti: praktychnyi posibnyk [Student Achievement Assessment: practical guide]*. Kyiv: NMC "Konsortsiium iz udoskonalennia menedzhment-osvity v Ukraini" (ukr).
2. Zvonnikov, V. I., & Chelyshkova, M. B. (2007). *Sovremennye sredstva otsenivaniya rezultatov obucheniya: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy [Modern means of assessing learning outcomes: textbook for students of higher educational institutions]*. Moscow: "Akademiya" (rus).
3. Kanivets, T. M. (2012). *Osnovy pedahohichnoho otsiniuvannia: navchalno-metodychnyi posibnyk [Basics of pedagogical assessment: teaching aid]*. Nizhyn: Vydavets PP Lysenko M. M. (ukr).
4. Kanivets, T. M., Kladynoha, V. S., Kovalchuk, Yu. O., Melnychuk, O. V. (2007). *Deiaki naukovo-metodychni aspekty vstupnoho testuvannia z matematyky ta fizyky [Some scientific and methodological aspects of entrance testing in mathematics and physics]*. *Fizyko-matematychnyi zbirnyk*, 37–50 (ukr).
5. Lokshyna, O. (2000). *Otsiniuvannia uspishnosti uchniv u zarubizhnii shkoli [Assessment of student performance in a foreign school]*. *Ridna shkola*, # 11, 6–10 (ukr).
6. Lumpiieva, T. P., Rusakova, N. M., & Volkov, O. F. (2014). *Praktykum z fizyky. Rozviazannia zadach. Chastyna 1: Fizychni osnovy mekhaniky. Molekuliarna fizyka i termodynamika. Elektrostatyka. Postiinyi strum. Elektromahnetyzm: navchalnyi posibnyk dlia studentiv inzhenerno-tekhnichnykh spetsialnostei vyshchykh navchalnykh zakladiv [Workshop on physics. Task Solving. Part 1: The Physical Basics of Mechanics. Molecular physics and thermodynamics. Electrostatics. Direct current. Electromagnetism: textbook for students of engineering and technical specialties of higher education institutions]*. Donetsk: DVNZ "DonNTU" (ukr).
7. Samylkina, N. N. (2007). *Sovremennye sredstva otsenivaniya rezultatov obucheniya [Modern means of assessing learning outcomes]*. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy (rus).

РАЗНОУРОВНЕВЫЕ РГР КАК СРЕДСТВО КОМПЛЕКСНОЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ И МАГНЕТИЗМУ

В. А. Надточий, Ю. Н. Лымарева, Д. А. Черняков

В статье приведены примеры проведения текущего оценивания знаний студентов по разделу «Электричество и магнетизм» на основе применения расчетно-графических работ. Показана возможность организации комплексной

проверки знаний по разделу на основе единой задачи. В отличие от других видов работ, расчетно-графические работы больше всего подходят именно к организации комплексной проверки и контроля знаний. Самым простым видом расчетно-графической работы являются работы с шаблонным выполнением. Они подчиняются в подавляющем большинстве алгоритму. В свою очередь, это обеспечивает в предварительной подготовке активное использование взаимообучения студентов и выступает очередным шагом в овладении знаниями с целью дальнейшего профессионального становления. Задача без предусмотренного алгоритма выполнения значительно сложнее и требуют сразу подробного анализа условия и комплексного подхода к созданию технологической цепочки в выполнении конкретного варианта работы. Они позволяют значительно шире дифференцировать уровень приобретения студентами соответствующих компетенций. Работы комбинированного характера незначительно отличаются от них и предусматривают «шаблонность» исполнения. Указанный вид проверочных заданий, по сравнению с другими видами работ, позволяет проводить мониторинг целостности знаний, умений и навыков студента независимо от формы организации обучения и территориального расположения основных субъектов учебного процесса. Такой подход позволяет формировать профессиональную компетентность будущих специалистов через интеграцию знаний как в пределах одной учебной дисциплины, так и в пределах комплекса смежных дисциплин.

Ключевые слова: учебный процесс, физическая задача, оценка, проверка, контроль, последовательность, повторяемость, алгоритм, компетентность.

DIFFERENT CALCULATION AND GRAPHIC WORK AS A MEANS OF COMPREHENSIVE EXAMINATION OF STUDENTS KNOWLEDGE OF ELECTRICITY AND MAGNETISM

V. O. Nadtochiy, Yu. M. Lymareva, D. A. Tcherniakov

The article provides examples of the current assessment of students' knowledge in the section "Electricity and Magnetism" based on the use of computational and graphic works. The possibility of organizing a comprehensive test of knowledge in a section based on a single task is shown. Unlike other types of work, settlement and graphic works are most suited precisely to the organization of a comprehensive verification and control of knowledge. The simplest type of settlement and graphic work is work with template execution. The vast majority obey the algorithm. In turn, this ensures the active use of mutual learning of students in preliminary training and is the next step in mastering knowledge with a view to further professional development. The task without the provided execution algorithm is much more complicated and requires a detailed analysis of the conditions and an integrated approach to creating the technological chain in the implementation of a specific work option. They allow a much wider differentiation of the level of acquisition of appropriate competencies by students. Works of a combined nature are slightly different from them and provide for "stereotyped" execution on a small

number of steps in their execution. The specified type of verification tasks in comparison with other types of work allows monitoring the integrity of student knowledge, skills, regardless of the form of organization of training and the territorial location of the main subjects of the educational process. This approach allows you to build the professional competence of future specialists through the integration of knowledge both within the same academic discipline, and within the complex of related disciplines.

Key words: Educational process, physical task, assessment, verification, control, sequence, repeatability, algorithm, competence.

Надточій Віктор Олексійович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (м.Слов'янськ, Україна). E-mail: zet.80@bk.ru

Nadtochiy Viktor Oleksiiovich - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Physics of the State Pedagogical University "Donbas State Pedagogical University" (Sloviansk, Ukraine).

Лимарєва Юлія Миколаївна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (м. Слов'янськ, Україна). E-mail: ulialymareva23@gmail.com

Lymareva Yulia Mykolaivna – Ph.D. in Education, Associate Professor of the Department of Physics of the State Pedagogical University "Donbas State Pedagogical University" (Sloviansk, Ukraine).

Черняков Денис Анатолійович – студент фізико-математичного факультету ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (м. Слов'янськ, Україна). E-mail: zet.80@bk.ru

Tcherniakov Denis Anatoliiovych – a student of the Faculty of Physics and Mathematics of the Donbas State Pedagogical University, (Sloviansk, Ukraine). E-mail: zet.80@bk.ru