

УДК 54.06:661.11

DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-210-216

Тетяна Пилипенко, Юлія Рябчун, Вероніка Єфімова

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ КОСМЕТИЧНИХ КРЕМІВ ДЛЯ РУК**

**Актуальність теми дослідження.** Зважаючи на досить широкий асортимент косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на споживчому ринку України, оцінювання якості та безпечності їх використання є актуальним питанням сьогодення.

**Постановка проблеми.** Важливим етапом під час оцінювання якості та безпечності використання косметичних кремів по догляду за шкірою рук є аналіз їх композиційних складових, визначення основних фізико-хімічних показників, нормованих державним стандартом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирішенню наукових і практичних питань, пов'язаних із дослідженням якості та безпечності косметичних продуктів, присвячені роботи багатьох учених та практиків.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** У літературних джерелах відсутні систематичні дослідження складових косметичних кремів для рук, відомості про безпечність їх використання, рН середовища, вміст води та летких речовин, колоїдну стабільність та термостабільність.

**Постановка завдання.** Метою роботи було оцінювання та порівняння якості і безпечності використання косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України.

**Виклад основного матеріалу.** Проведено аналіз композиційних складових та основних фізико-хімічних показників якості косметичних кремів по догляду за шкірою рук вітчизняного та закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України. Вимірюваннями електрокінетичного потенціалу та квантово-хімічними розрахунками основних реакційних центрів молекул складових композицій досліджених косметичних систем підтверджено їх колоїдну стабільність.

**Висновки.** За основними фізико-хімічними показниками якості косметичних кремів для рук, які представляються споживачам як косметичні продукти на натуральній основі (рослинний догляд за шкірою рук), встановлено, що досліджені зразки відповідають нормованим державним стандартам значенням; за аналізом композиційних складових у досліджених кремах виявлено інгредієнти, небезпечні для алергіків та людей з чутливою шкірою рук.

**Ключові слова:** косметичний крем; фізико-хімічні показники якості; колоїдна стабільність; електрокінетичний потенціал; квантово-хімічні розрахунки.

Табл.: 1. Бібл.: 10.

**Вступ.** На споживчому ринку України представлено досить широкий асортимент косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Оцінювання якості та безпечності їх використання є актуальним питанням сьогодення. Експертизу косметичних продуктів проводять за різними показниками [1-5]. Серед основних фізико-хімічних показників якості косметичної продукції (креми косметичні), які нормуються державним стандартом [1], виділяють:

- рН середовища;
- вміст (масову частку) води та летких речовин;
- колоїдну стабільність;
- термостабільність.

Досить поширеними на косметичному ринку є емульсійні креми, що характеризуються високою косметичною ефективністю [6]. У таких косметичних системах не повинна відокремлюватись водна чи жирова фази протягом гарантійного терміну їх зберігання та при зміні температури навколишнього середовища. Для встановлення стабільності косметичних кремів використовують два методи [1; 2]. Перший полягає у визначенні колоїдної стабільності шляхом центрифугування, другий – у визначенні термостабільності за різних температур. Крем вважається стабільним, якщо після його досліджень не спостерігається виділення водної чи жирової фази (розшарування або виділення осаду).

До основних фізико-хімічних показників якості косметичних кремів відносять вміст води та летких речовин, наявних у їх складі, який за нормованим значенням масової частки має становити 5,0...98,0 %.

Косметичні креми – це багатокомпонентні системи, до складу яких додають різні речовини, що впливають на значення водневого показника рН кремів. Кислі креми (рН нижче 4,5), так само як і занадто лужні (рН вище 8,5), чинять негативну дію на шкіру. Тому визначення водневого показника такого типу засобів є також важливим етапом

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

під час оцінювання їх якості та безпечності використання. Нормоване значення рН середовища для косметичних кремів – 5,0...9,0 одиниць.

**Мета роботи.** Зважаючи на широкий асортимент косметичних кремів по догляду за шкірою рук як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України, головною метою роботи є оцінювання та порівняння якості і безпечності їх використання.

**Методика досліджень.** Для експериментальних досліджень якості та безпечності використання косметичних продуктів по догляду за шкірою рук було відібрано зразки торговельних марок (ТМ) вітчизняного та закордонного виробництва:

Зразок 1 – Крем для рук ТМ «Амальгама Люкс», Україна.

Зразок 2 – Крем для рук ТМ «MEDISKIN», Ізраїль.

Визначення основних фізико-хімічних показників якості досліджуваних засобів:

- рН середовища;
- масової частки ( $\omega$ , %) води та летких речовин;
- колоїдної стабільності;
- термостабільності

проводили поетапно відповідно до стандартизованих методик [1].

Методом електрофорезу [7] за системою ZetaPlus (аналізатор  $\xi$ (дзета)-потенціалу від компанії Brookhaven Instruments) визначали електрокінетичний потенціал досліджуваних косметичних систем.

Квантово-хімічними розрахунками (КХР) розподілу зарядів у молекулах композиційних складових кремів їх геометрії оптимізували методом B3LYP [8] із використанням стандартного базису 6-31G у межах пакета програм GAUSSIAN [9].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Аналіз композиційних складових досліджених зразків косметичних кремів, зазначених на маркуванні виробників їх упаковки, показав, що вони є багатокомпонентними системами наступного складу.

Зразок 1 (відносно дешевий косметичний продукт).

1. Вода.

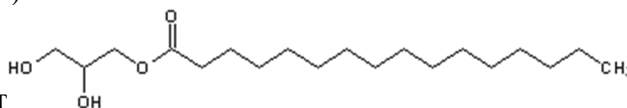
Основа для крему. Зволожує та живить шкіру, насичує її необхідними мікроелементами, зміцнює і тонізує.

2. Рослинна олія.

Живить, пом'якшує, зволожує, підвищує тонус, пружність та еластичність шкіри, а також запобігає її старінню.

3. Гліцерин.

Акумулює вологу на ділянках шкіри, за рахунок проникнення в епідерміс робить шкіряний покрив більш м'яким та зволеним. Враховуючи те, що гліцерин змішується з водою у співвідношенні 10:1 [6], і такий баланс може підтримуватись за умови вологості повітря близько 65 %, він починає вбирати вологу з шарів шкіри, висушуючи її, застосування крему з гліцерином має відповідні обмеження (оптимальний рівень вологості повітря 45...65 %).



4. Гліцерил стеарат

Емульгатор, оксигеновмісна речовина, яка покращує утворення емульсії, перешкоджаючи її диспергуванню, а також розширюванню компонентів косметичного засобу, збільшує термін його придатності. Запобігає зневодненню шкіри.

5. Емульсійний віск.

Підвищує стабільність емульсії, сприяє рівномірному розподілу УФ-фільтрів. У концентраціях 2...3 % проявляє найбільшу стабільність емульсії у поєднанні з іншими емульгаторами [5; 6].

6. Стеаринова кислота 

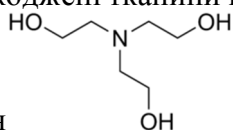
Емульгатор, оксигеновмісна речовина, яка виконує функцію моделювання консистенції косметичного крему, рівномірного розподілу його інгредієнтів, відповідає за стабілізацію емульсії. Пом'якшує шкіру, утворює тонку плівку на її поверхні, що запобігає зневодненню шкіри.

7. Пальмітинова кислота 

Емульгатор, загущувач, оксигеновмісна речовина, що належить до ряду жирних кислот. Захищає суху шкіру від обвітрювання, УФ-променів та обмороження.

## 8. Екстракт подорожника.

Композиційна складова, що виконує протизапальну, ранозагоючу та бактерицидну дію. Регенерує пошкоджені тканини шкіри, пом'якшує та тонізує її.

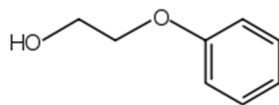


## 9. Триетаноламін

Стабілізатор, регулятор кислотності, консервант, що збільшує термін зберігання косметичного крему. Застосовується як маскуюча нітроген- та оксигеновмісна речовина для ароматизаторів та поверхнево активних речовин.

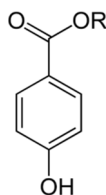
## 10. Віддушка.

Надає приємного аромату косметичному засобу.



## 11. Феноксietанол

Консервант, антибактеріальна оксигеновмісна речовина, фіксатор віддушок. За підвищених концентрацій у кремі проявляє сильний подразнюючий ефект. Використовується у поєднанні з іншими консервантами (парабенами), оскільки погано діє на грибові бактерії. Застосування косметичних продуктів за наявності у них феноксietанолу не рекомендується для алергіків, людей з чутливою шкірою [10].



12. Парабени – метилпарабен, етилпарабен, бутилпарабен, пропілпарабен, ізобутилпарабен.

Консерванти, що характеризуються антисептичним ефектом.

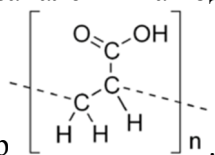
На маркуванні виробника дослідженого зразка зазначено – крем для рук на натуральній основі, що проявляє зволожуючі властивості, живить шкіру, відновлює її, запобігає старінню, захищає від УФ-променів. При цьому не вказано, яка рослинна олія (чи олії) входять до складу «натурального» крему, що вміщує не дуже корисні для шкіри компоненти (феноксietанол, метилпарабен, етилпарабен, бутилпарабен, пропілпарабен, ізобутилпарабен), здатні негативно впливати на організм людини при повсякденному застосуванні косметичного засобу за наявності у ньому таких інгредієнтів [5; 10].

Зразок 2 (недешевий косметичний продукт).

1. Демінералізована вода.
2. Гліцерин.
3. Стеаринова кислота.
4. Диметикон.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Широко використовуваний у складі косметичних продуктів силіконовий полімер, який зменшує запалення та подразнення шкіри.



## 5. Карбомер

Група полімерів, похідних акрилової кислоти. Використовується як оксигеновмісний емульгатор, здатний утворювати стійкі емульсії. Зволожує, освіжає та заспокоює шкіру. До складу косметичних кремів додається у невеликій кількості.

## 6. Уснінова кислота.

Багатофункціональний косметичний інгредієнт, який виділяють із цетрарії (ісландського моху). Характеризується антимікробними властивостями, ефективний проти різних мікробів. Проявляє захисну дію, знімає запалення шкіри, викликані ультрафіолетом.

## 7. Хлорфенезин.

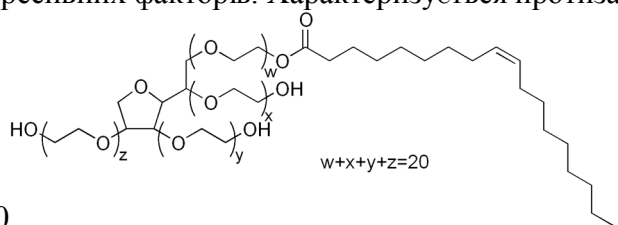
Композиційна складова, що запобігає росту та розмноженню грибків і бактерій.

## 8. Натрій гідроксид.

Регулятор рН косметичного крему.

## 9. Молочна кислота.

Виконує подвійну функцію – як основна складова і як розчинник. Проявляє бактерицидні властивості. Наявність цього компонента в косметичному кремі сприяє вирівнюванню рельєфу поверхні шкіри. Омолоджуючий і ліфтинговий ефект молочної кислоти пов'язаний із здатністю стимулювати процес утворення нових клітин шкіри і фібробластів, які відповідають за вироблення колагену та еластану. Вона є одним із компонентів натурального зволожуючого фактора (NMF) [3; 6]. Антиоксидантні властивості молочної кислоти підсилюють її омолоджуючий ефект, знижуючи вироблення вільних радикалів. Захищає шкіру від агресивних факторів. Характеризується протизапальною дією.



## 10. Полісорбат-20

Використовується як оксигеновмісний емульгатор та стабілізатор косметичного крему.

## 11. Екстракт ісландського моху.

Антиоксидант, консервант, який характеризується протигрибковою та антисептичною дією. Знімає подразнення шкіри та тонізує її. Характеризується протизапальною дією.

## 12. Вітамін Е (токоферол).

Потужний антиоксидант. Ефективно захищає шкіру від старіння та факторів навколишнього середовища. Це також відомий консервант, який вводять до складу косметичних формул з метою захисту молекул композиційних складових від руйнування.

## 13. Віддушка.

На маркуванні виробника дослідженого зразка зазначено – рослинний догляд за шкірою рук. При цьому в композицію косметичної системи не дешевого «рослинного догляду» входять силіконовий полімер, група полімерів, складова хлорфенезин [4; 10].

Аналіз результатів експериментальних досліджень по визначенню основних фізико-хімічних показників якості відібраних засобів по догляду за шкірою рук, зведених у таблицю 1, показав, що їх значення знаходяться в межах допустимої норми [1].

*Характеристика фізико-хімічних показників якості косметичних кремів для рук*

Назва показника / Нормоване значення	Зразки	
	1	2
pH / 5,0-9,0	7,0	7,2
Масова частка води та летких речовин, % / 5,0-98,0	75,5	79,0
Колоїдна стабільність / Стабільна система	стабільна система	стабільна система
Термостабільність / Стабільна система	стабільна система	стабільна система

Значення рН середовища і масова частка води та летких речовин майже не відрізняються як для відносно дешевого (зразок 1), так і дорожчого (зразок 2) косметичного продукту. За колоїдною стабільністю та термостабільністю обидві косметичні системи – стабільні.

Колоїдна стабільність досліджених композицій з урахуванням електрофоретичної рухливості підтверджена і визначальною характеристикою емульсійних систем – електрокінетичним потенціалом ( $\xi$ -потенціал) [7]. Значення  $\xi$ -потенціалу для зразків 1 та 2 дорівнюють відповідно 42 та 45 мВ. Дослідним шляхом встановлено та теоретично розраховано, що 30 мВ – це мінімальне значення електрокінетичного потенціалу, при якому колоїдна система є стійкою. Електрофоретичним розсіюванням світла при електрофорезі визначено напрямом зміщення його частоти у бік позитивно зарядженого електрода (анода), що свідчить про негативний заряд емульгуючих частинок.

Методом квантово-хімічних розрахунків [8; 9] ефективних зарядів на основних реакційних центрах молекул оксигеновмісних емульгаторів, наявних у косметичних системах, що надають їм певний електрокінетичний потенціал, також встановлено негативні заряди на атомах оксигену сполук, які змінюються в діапазоні  $-0,501 \dots -0,783$ . Це означає, що за даними КХР та електрокінетичних визначень стійкість досліджених косметичних систем зумовлена електростатичним фактором їх стабілізації [6; 7], електростатичними силами відштовхування між негативно зарядженими частинками емульсійних складових.

**Висновки.**

1. Встановлено, що за основними фізико-хімічними показниками якості косметичних кремів для рук, які представляються споживачам як косметичні продукти на натуральній основі (рослинний догляд за шкірою рук), досліджені зразки більш дешевого вітчизняного та дорожчого закордонного виробників відповідають нормованим державним стандартам значенням, проте за аналізом їх композиційних складових у них виявлено не дуже корисні для шкіри інгредієнти, небезпечні для алергіків та людей з чутливою шкірою рук.

2. Колоїдна стабільність композицій досліджених косметичних систем підтверджена вимірними значеннями електрокінетичного потенціалу та квантово-хімічними розрахунками ефективних зарядів на основних реакційних центрах молекул їх складових.

**Список використаних джерел**

1. ДСТУ 4765:2007. Креми косметичні. Загальні технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 7 с.

2. Хребтань О. Б. Дослідження якості та безпечності косметичних кремів для рук / О. Б. Хребтань, А. М. Кучинська // Вісник Чернігівського державного технологічного ун-ту. Серія: «Технічні науки». – 2012. – № 3 (59). – С. 55–62.

3. Дослідження фізико-хімічних показників якості піномийних косметичних засобів / Т. Пилипенко, О. Чигиринець, В. Воробйова, В. Єфімова // Технічні науки та технології. – 2016. – № 1 (3). – С. 222–228.

4. Вишнікіна О. В. Хімічна експертиза якості косметичних засобів, що імпортуються в Україну / О. В. Вишнікіна, О. А. Лихолат // Вісник Академії митної служби України. Серія: «Технічні науки». – 2009. – № 1. – С. 55–62.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

5. Прокопенко В. П. Дослідження хімічного складу косметичних засобів / В. П. Прокопенко, М. С. Кіркова // Імідж сучасного педагога. – 2013. – № 6. – С. 35–36.
6. Кривова А. Ю. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов / А. Ю. Кривова, В. Х. Паронян. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 668 с.
7. Колоїдна хімія : [підручник] / М. О. Мchedlov-Петросян, В. І. Лебідь, О. М. Глазкова, О. В. Лебідь. – 2-ге вид., виправл. і доповн. – Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
8. Becke A. D. // J. Chem. Phys. – 1993. – Vol. 98. – Pp. 5648.
9. Gaussian, Inc., Pittsburgh PA / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel [and other]. – 1999.
10. Суворов А. В. Справочник по клинической токсикологии / А. В. Суворов. – Нижний Новгород : Изд-во НГМА, 1996. – 180 с.

## References

1. DSTU 4765:2007. *Kremy kosmetychni. Zahalni tekhnichni umovy [DSTU 4765:2007. Creams cosmetic. General technical conditions]* (2008). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
2. Khrebtan, O.B. & Kuchynska, A.M. (2012). Doslidzhennia yakosti ta bezpechnosti kosmetychnykh kremiv dlia ruk [Investigation of the quality and safety of hand creams]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho un-tu. Seriya: «Tekhnichni nauky» – Visnyk chernihiv state technological university. Series: «Technical sciences»*, no. 3, issue 59, pp. 55–62 (in Ukrainian).
3. Pylypenko, Tetiana, Chyhyrynets, Olena, Vorobiova, Viktoriia & Yefimova, Veronika (2016). Doslidzhennia fizyko-khimichnykh pokaznykiv yakosti pinomynykh kosmetychnykh zasobiv [Investigation of the physical and chemical indexes of quality of the cosmetic cleansers which form suds]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, no. 1, issue 3, pp. 222–228 (in Ukrainian).
4. Vyshnikina, O.V. & Lykholat, O.A. (2009). Khimichna ekspertyza yakosti kosmetychnykh zasobiv, shcho importuiutsia v Ukrainu [Chemical examination of the quality of cosmetic products into Ukraine]. *Visnyk Akademii mytnoi sluzhby Ukrainy. Seriya: «Tekhnichni nauky» – Bulletin of the Academy of Customs of Ukraine. Series: «Technical sciences»*, no. 1, pp. 55–62 (in Ukrainian).
5. Prokopenko, V.P. & Kirkova, M.S. (2013). Doslidzhennia khimichnoho skladu kosmetychnykh zasobiv [Investigation of the chemical composition of cosmetic products]. *Imidzh suchasnoho pedahoha – The image of a modern educator*, no. 6, pp. 35–36 (in Ukrainian).
6. Krivova, A.Iu. & Paronian, V.Kh. (2009). *Tekhnologiia proizvodstva parfumerno-kosmeticheskikh produktov [Technology of production of perfumery and cosmetic products]*. Moscow: DeLi print (in Russian).
7. Mchedlov-Petrosian, M.O., Lebid, V.I., Hlazkova, O.M. & Lebid, O.V. (2012). *Koloidna khimiia [Colloidal chemistry]* (2<sup>nd</sup> ed., rev. end enl.). Kharkiv: KhNU im. V.N. Karazina (in Ukrainian).
8. Becke A.D. (1993). J. Chem. Phys. Vol. 98, p. 5648.
9. Gaussian, Inc., Pittsburgh PA / M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel [and other].
10. Suvorov, A.V. (1996). *Spravochnik po klinicheskoi toksikolohii [Reference book on clinical toxicology]*. Nizhny Novgorod: Izd-vo NGMA (in Russian).

UDC 54.06:661.11

Tetiana Pylypenko, Yuliya Riabchun, Veronica Efimova

## INVESTIGATION OF THE QUALITY OF HAND CREAMS

**Urgency of the research.** Due to the wide range of cosmetic skin care creams of both Ukrainian and foreign production, presented on Ukrainian consumer market, the assessment of the quality and safety of their use has a great importance.

**Target setting.** An important step in quality and safety assessment of the cosmetic creams for the skin care is the analysis of their composition, the definition of basic physical and chemical indexes, normalized by the state standard.

**Actual scientific researches and issues analysis.** The work of many scientists and practitioners is devoted to solving scientific and practical problems related to the research on quality and safety of cosmetic products.

**Uninvestigated parts of general matters defining.** Literary sources lack in systematic studies of the cosmetic hand creams, information on the safety of their use, pH, volatile substances and water content, colloidal stability and thermal stability.

**The research objective.** The aim of the work is to evaluate and compare the quality and safety of cosmetic creams for skin care of both Ukrainian and foreign production, presented today on the market of Ukraine.

**The statement of basic materials.** We have conducted an analysis of the composition and basic physical and chemical indexes of the quality of cosmetic creams for skin care of Ukrainian and foreign production, presented today on the consumer market of Ukraine. Measurements of electro kinetic potential and quantum-chemical calculations of the main reactive centers of molecules investigated cosmetic systems confirmed their colloidal stability.

**Conclusions.** According to the basic physical and chemical indexes of the quality of cosmetic hand creams that are presented for the consumers as cosmetic products on a natural basis (plant care for the skin of hands), it has been established that the samples examined meet the standardized value of the state standard; According to the analysis of the compositional components in the investigated creams, ingredients were found to be hazardous for the people with sensitive skin and allergies.

**Key words:** cosmetic cream; physical and chemical indexes of quality; colloidal stability; electrokinetic potential; quantum-chemical calculations.

Tabl.: 1. Bibl.: 10.

УДК 54.06:661.11

Татьяна Пилипенко, Юлия Рябчун, Вероника Ефимова

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КОСМЕТИЧЕСКИХ КРЕМОВ ДЛЯ РУК

Проведен анализ композиционных составляющих и основных физико-химических показателей качества косметических кремов по уходу за кожей рук отечественного и зарубежного производства, представленных на сегодня на потребительском рынке Украины. Измерениями электрокинетического потенциала и квантово-химическими расчетами основных реакционных центров молекул составляющих композиций исследованных косметических систем подтверждено их коллоидную стабильность.

**Ключевые слова:** косметический крем; физико-химические показатели качества; коллоидная стабильность; электрокинетический потенциал; квантово-химические расчеты.

Tabl.: 1. Bibl.: 10.

**Пилипенко Тетяна Миколаївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Пилипенко Татьяна Николаевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Pylipenko Tetiana** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine «Ihor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: pilipenkotm@bigmir.net

**Рябчун Юлія Володимирівна** – студентка, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Рябчун Юлия Владимировна** – студентка, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Riabchun Yuliya** – student, National Technical University of Ukraine «Ihor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: xrazars23@gmail.com

**Єфімова Вероніка Гаріївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Ефимова Вероника Гарриевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Efimova Veronica** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine «Ihor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute» (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

E-mail: yefimova\_vg@bk.ru