

## ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ «ВИЗНАЧЕННЯ ЗОН ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ТПВ ТА РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОВИТРАТ ЇХНЬОГО ОЧИЩЕННЯ» З ДИСЦИПЛІНИ БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Олег Березюк<sup>1</sup>, [orcid.org/0000-0002-2747-2978](https://orcid.org/0000-0002-2747-2978), e-mail: [berezyukoleg@i.ua](mailto:berezyukoleg@i.ua)

1. Вінницький національний технічний університет, Вінниця

У даній роботі запропонована методика інженерних розрахунків, що необхідна для впровадження практичного заняття «Визначення зон забруднення ґрунтів ТПВ та розрахунок енерговитрат їхнього очищення» з нормативної дисципліни безпека життєдіяльності з метою сприяння поглибленню знань з питань охорони літосфери, як складової навколишнього природного середовища, майбутніх фахівців.

Метою статті є розробка методики інженерних розрахунків, необхідної для впровадження практичного заняття «Визначення зон забруднення ґрунтів твердих побутових відходів та розрахунок енерговитрат їхнього очищення» з дисципліни безпека життєдіяльності для сприяння поглибленню знань з питань охорони літосфери майбутніх фахівців.

Запропонована методика інженерних розрахунків включає в себе розрахункове визначення: розмірів зон забруднення ґрунтів забруднювальними речовинами (важкими металами, бензапіреном, нафтопродуктами) навколо полігонів захоронення твердих побутових відходів, питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів методом електрохімічної ремедіації від забруднення важкими металами, енерговитрат очищення ґрунтів полігонів захоронення твердих побутових відходів як окремими важкими металами, так і загальних. Питомі енерговитрати очищення ґрунтів полігонів захоронення твердих побутових відходів методом електрохімічної ремедіації від забруднення визначалися в залежності від необхідного рівня концентрацій важких металів. Енерговитрати очищення ґрунтів полігонів захоронення твердих побутових відходів методом електрохімічної ремедіації від забруднення визначалися із врахуванням розмірів зон забруднення та розмірів полігону захоронення твердих побутових відходів. На підставі зіставлення та порівняння експериментальних даних, одержаних у результаті проведеного дослідження, встановлено, що успішність студентів обох експериментальних груп за стобальною шкалою виявилася значно вищою за успішність студентів контрольних груп, а значить впровадження запропонованого практичного заняття з нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» в навчальний процес є перспективним. Побудова методик інженерних розрахунків з питань охорони атмосфери та гідросфери вимагають проведення подальших досліджень.

**Ключові слова:** практичне заняття; безпека життєдіяльності; забруднення ґрунтів; охорона навколишнього природного середовища; тверді побутові відходи; розрахунок енерговитрат очищення.

**Постановка проблеми.** В процесі підготовки майбутніх фахівців у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ) викладається така нормативна дисципліна, як «Безпека життєдіяльності» (БЖД) («Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів», 2011; Кобилянський, 2012), під час вивчення якої розглядаються, зокрема, питання охорони навколишнього природного середовища. При цьому вивчаються основні джерела забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери, негативний вплив забруднень та методи зменшення інтенсивності та запобігання забрудненням. У той же час питанням забруднення літосфери твердими побутовими відходами (ТПВ) та розрахунку енерговитрат їхнього очищення приділяється замало уваги.

**Аналіз наукових досліджень і публікацій.** У матеріалах статті Гушак (2014) наведено опис методики впровадження елементів професійно зорієнтованого тренінгу майбутніх педагогів у систему викладання навчальної дисципліни «Безпека життєдіяльності». В роботі (Власик, Візнюк, & Фундюк, 2012) описано впровадженний електронний навчальний курс з навчальної дисципліни «Безпека життєдіяльності» у середовищі MOODLE як важливий компонент позааудиторної роботи студентів, який відповідає вимогам робочої навчальної програми, враховує специфіку предмета, контингент

студентів та їхні індивідуальні схильності. В роботі Березюком (2018) запропонована методика інженерних розрахунків, що може бути використана під час проведення практичного заняття «Дослідження забруднення навколишнього середовища твердими побутовими відходами та розрахунок параметрів машин та обладнання для мінімізації негативного впливу на нього» з дисципліни «Безпека життєдіяльності», що сприятиме поглибленню знань з питань охорони навколишнього природного середовища майбутніх фахівців.

**Метою статті** є розробка методики інженерних розрахунків, необхідної для впровадження практичного заняття «Визначення зон забруднення ґрунтів ТПВ та розрахунок енерговитрат їхнього очищення» з дисципліни безпека життєдіяльності для сприяння поглибленню знань з питань охорони літосфери майбутніх фахівців.

**Виклад основного матеріалу.** Під час захоронення ТПВ на сміттєзвалищах та полігонах відбувається забруднення ґрунтів, зокрема важкими металами, що разом із фільтратом можуть мігрувати до підземних вод, забруднюючи їх, становлячи загрозу для безпеки життєдіяльності людини.

Кратність перевищення граничнодопустимої концентрації (ГДК) марганцю у ґрунтах на різних відстанях  $x$  від полігонів захоронення ТПВ можуть бути визначені за формулою, отриманою Березюком

$$C/ГДК_{Mn} = \frac{1}{0,3198 + 3,651 \cdot 10^{-4} x}, \quad (1)$$

де  $C/ГДК_{Mn}$  – кратність перевищення граничнодопустимої концентрації (ГДК) марганцю у ґрунтах навколо полігонів захоронення ТПВ;

$x$  – відстань до полігону захоронення ТПВ, м.

Звідки можна отримати вираз для визначення розмірів зони забруднення марганцем ґрунтів, прилеглих до полігонів захоронення ТПВ

$$x_{Mn} = 2739 \left( \frac{ГДК}{C} \right)_{Mn} - 875,9 \text{ [м]}. \quad (2)$$

В статті (Березюк, Лемешев, & Дудар, 2022) визначено регресійну залежність концентрації свинцю в ґрунтах від відстані до полігону ТПВ

$$C_{Pb} = 19,76 - 2,761 x^{0,3} \text{ [мг/кг]}. \quad (3)$$

Звідки можна отримати вираз для визначення розмірів зони забруднення марганцем ґрунтів, прилеглих до полігонів захоронення ТПВ

$$x_{Pb} = \left( \frac{19,76 - C_{Pb}}{2,761} \right)^{\frac{1}{0,3}} \text{ [м]}. \quad (4)$$

В роботі Березюка (2022b) визначено регресійну залежність концентрації нафтопродуктів в ґрунтах від відстані до полігону ТПВ

$$C_{НП} = 1500 - 16,47 x^{0,815} \text{ [мг/кг]}. \quad (5)$$

Звідки можна отримати вираз для визначення розмірів зон забруднення нафтопродуктами ґрунтів, прилеглих до полігонів захоронення ТПВ

$$x_{III} = \left( \frac{1500 - C_{III}}{16,47} \right)^{\frac{1}{0,815}} \text{ [м]}. \quad (6)$$

В матеріалах статті Березюка (2022а) визначено регресійну залежність концентрації бензапірену в ґрунтах навколо полігону ТПВ від глибини вимірювання

$$C_{C_{20}H_{12}} = 0,1187h^{-0,6542} \text{ [мг/кг]}, \quad (7)$$

де  $C_{C_{20}H_{12}}$  – концентрація бензапірену  $C_{20}H_{12}$  в ґрунті, мг/кг;

$h$  – глибина вимірювання, см.

Звідки можна отримати вираз для визначення глибини забруднення бензапіреном ґрунтів, прилеглих до полігонів захоронення ТПВ

$$h = \left( \frac{C_{C_{20}H_{12}}}{0,1187} \right)^{\frac{1}{0,6542}} \text{ [см]}. \quad (8)$$

За відомими значеннями концентрації  $C$  забруднювальних речовин у ґрунтах та їхніх ГДК, наведених в табл. 1, можна визначити розміри зон забруднення  $x$  та  $h$  ґрунтів, прилеглих до полігонів захоронення ТПВ забруднювальними речовинами.

Таблиця 1 – ГДК забруднювальних речовин у ґрунті

Забруднювальні речовини	важкі метали									бензапірен $C_{20}H_{12}$	нафто-продукти
	кадмій Cd	цинк Zn	свинець Pb	кобальт Co	мідь Cu	нікель Ni	хром Cr	ванадій V	марганець Mn		
ГДК, мг/кг	20	23	32	50	55	85	100	150	1500	0,02	1000

Одним із відомих методів очищення від забруднення важкими металами ґрунтів є метод електрохімічної ремедіації (Mohamed, 1996), оснований на використанні електричного струму для виділення відповідних забруднювальних речовин.

Питомі енерговитрати очищення ґрунтів полігонів ТПВ методом електрохімічної ремедіації від забруднення важкими металами визначаються за такими логарифмічними залежностями, отриманими Березюком (2015а, 2015б, 2017):

$$E_{Pb} = 319,8 - 59,74 \ln C_{Pb} \text{ [кВт·год/м}^3\text{]}; \quad (9)$$

$$E_{Co} = 349,6 - 73,99 \ln C_{Co} \text{ [кВт·год/м}^3\text{]}; \quad (10)$$

$$E_{Cu} = 355,3 - 76,23 \ln C_{Cu} \text{ [кВт·год/м}^3\text{]}; \quad (11)$$

$$E_{Ni} = 380,3 - 84,12 \ln C_{Ni} \text{ [кВт·год/м}^3\text{]}; \quad (12)$$

$$E_{Cr} = 389,7 - 86,29 \ln C_{Cr} \text{ [кВт·год/м}^3\text{]}; \quad (13)$$

$$E_{V} = 413,4 - 90,39 \ln C_{V} \text{ [кВт·год/м}^3\text{]}; \quad (14)$$

$$E_{Mn} = 587,5 - 97,77 \ln C_{Mn} \text{ [кВт·год/м}^3\text{]}. \quad (15)$$

На питомих енерговитрат можна визначити енерговитрати очищення ґрунтів полігонів ТПВ від забруднення важкими металами за допомогою формули

$$E_i = E'_i V_i = E'_i [2(L + B)x_i + \pi x_i^2] h \text{ [кВт·год]}, \quad (16)$$

де  $E'_i$  – питомі енерговитрати очищення ґрунтів полігонів ТПВ від  $i$ -го важкого метала, кВт·год/м<sup>3</sup>;

$E_i$  – енерговитрати очищення ґрунтів полігонів ТПВ від  $i$ -го важкого метала, кВт·год;

$V_i$  – об'єм забрудненого ґрунту навколо полігону ТПВ  $i$ -м важким металом, м<sup>3</sup>;

$L$  – довжина полігону ТПВ, м;

$B$  – ширина полігону ТПВ, м;

$h$  – середня глибина забруднення, м.

Сумарні енерговитрати очищення ґрунтів полігонів ТПВ від важких металів можна розрахувати, використовуючи вираз

$$E_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n E_i \text{ [кВт·год]}, \quad (17)$$

де  $E_i$  – сумарні енерговитрати очищення ґрунтів полігонів ТПВ від  $i$ -го важкого метала, кВт·год;

$n$  – кількість важких металів.

Перспективність впровадження практичного заняття за запропонованою методикою інженерних розрахунків перевірялась у двох експериментальних академічних групах, які мають різну успішність. У цих групах у процесі вивчення дисципліни «Безпека життєдіяльності» проводилось практичне заняття на тему: «Визначення зон забруднення ґрунтів ТПВ та розрахунок енерговитрат їхнього очищення», методика інженерних розрахунків якого покладена в основу вирішення однієї із задач розрахунково-графічної роботи з вказаної дисципліни. Порівняння результатів тестового контролю з перевірки перспективності впровадження запропонованого практичного заняття згідно методик, наведеними у матеріалах статей (Кобилянський, 2009; Ковальчук, & Когут, 2008), узагальнено у табл. 2 та проведено їхню графічну інтерпретацію, яка показана на рис. 1.

Таблиця 2 – Порівняння результатів тестового контролю

Показники	Результати експерименту					
	Е – 1	К – 1	Критичне значення	Е – 2	К – 2	Критичне значення
Кількість студентів	12	11	–	7	10	–
Середній бал $\bar{a}$	74,2	71,5	–	86,1	82,1	–
Дисперсія $\bar{S}^2$	179,0	129,0	–	114,4	156,9	–
F-критерій Фішера	1,39		2,85	1,37		4,10
t-критерій Стьюдента	0,50		2,08	0,69		2,13

Як видно із порівняння результатів тестового контролю, успішність студентів обох експериментальних груп за стобальною шкалою виявилася значно вищою за успішність студентів контрольних груп.

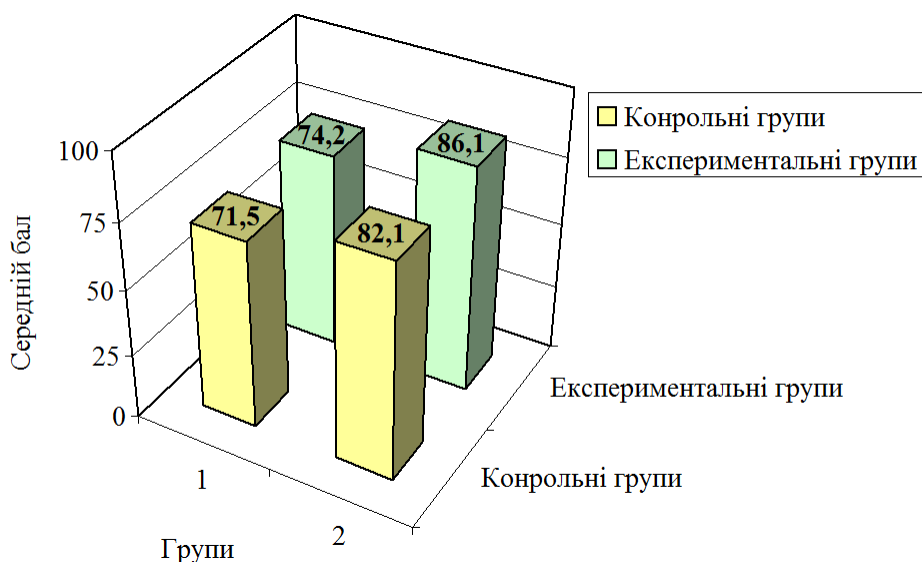


Рисунок 1 – Графічна інтерпретація результатів тестового контролю

Отже, на підставі зіставлення та порівняння експериментальних даних, одержаних у результаті проведеного дослідження, можна стверджувати про перспективність впровадження запропонованого практичного заняття з дисципліни «Безпека життєдіяльності» у навчальний процес.

**Висновки та перспективи подальших наукових досліджень.** Запропонована методика інженерних розрахунків, що може бути використана для проведення практичного заняття «Визначення зон забруднення ґрунтів ТПВ та розрахунок енерговитрат їхнього очищення» з дисципліни «Безпека життєдіяльності», що сприятиме поглибленню знань майбутніх фахівців з питань охорони літосфери. На підставі зіставлення й порівняння експериментальних даних встановлено, одержаних у результаті проведеного дослідження, що впровадження запропонованого практичного заняття з дисципліни «Безпека життєдіяльності» у навчальний процес є перспективним. Побудова методик інженерних розрахунків з питань охорони атмосфери та гідросфери вимагають проведення подальших досліджень.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Mohamed, A. M. O. (1996). Remediation of heavy metal contaminated soils via integrated electrochemical processes. *Waste Management*, 16(8), 741-747.
- Березюк, О. В. (2015a). Моделювання питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами. *Комунальне господарство міст. Серія: безпека життєдіяльності людини – освіта, наука, практика*, 1(120), 240-242.
- Березюк, О. В. (2015b). Удосконалення математичної моделі питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами, Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». Львів: ЛДУ БЖД.
- Березюк, О. В. (2017). *Визначення енерговитрат на очищення ґрунтів навколо полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами*, Збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Еколого-енергетичні проблеми сучасності». Одеса: ОНАХТ.
- Березюк, О. В. (2018). Впровадження практичного заняття «Дослідження забруднення навколишнього середовища твердими побутовими відходами та розрахунок параметрів машин та обладнання для мінімізації негативного впливу на нього» з дисципліни безпека життєдіяльності. *Педагогіка безпеки*, 1, 29-36.
- Березюк, О. В. (2022a). Використання методу регресійного аналізу при визначенні концентрації бенз[а]пірену в ґрунтах полігонів твердих побутових відходів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*, 1, 6, URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/649/609>

- Березюк, О. В. (2022b). Регресійний аналіз концентрації нафтопродуктів в ґрунтах полігонів твердих побутових відходів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*, 3, 6, URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/658/622>
- Березюк, О. В., Лемешев, М. С., & Дудар, І. Н. (2022). Регресійний аналіз концентрації свинцю в ґрунтах на відстані від полігонів твердих побутових відходів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*, 4, 6, URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/665/627>
- Власик, Л. І., Візнюк, І. Д., & Фундюк, Н. М. (2012). Впровадження електронного навчального курсу у середовищі MOODLE при викладанні дисципліни «Безпека життєдіяльності. Основи охорони праці» на кафедрі гігієни та екології Буковинського державного медичного університету. *Медична освіта*, 3, 33-34.
- Гушак, Ж. М. (2014). Впровадження професійно зорієнтованого тренінгу майбутніх педагогів у систему викладання навчальної дисципліни Безпека життєдіяльності. *Оновлення змісту, форми та методів навчання і виховання в закладах освіти*, (9), 210-212.
- Кобилянський, О. В. (2009). Міжпредметні зв'язки та особливості викладання безпеки життєдіяльності бакалаврам економічного спрямування. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 6, 114-120.
- Кобилянський, О. В. (2012). Практичні аспекти викладання нормативної дисципліни Безпека життєдіяльності у вищих навчальних закладах. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*, 38, 61-66.
- Ковальчук, Л., & Когут, І. (2008). Міжпредметні зв'язки у процесі вивчення хімії в загальноосвітній школі. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*, 23, 80-89.
- Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. (2011). *Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів*. Київ: МОНМСУ.

## REFERENCES

- Mohamed, A. M. O. (1996). Remediation of heavy metal contaminated soils via integrated electrochemical processes. *Waste Management*, 16(8), 741-747.
- Bereziuk, O. V. (2015a). Modeliuvannya pytomykh enerhovytrat ochyshchennia gruntiv polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv vid zabrudnennia vazhkymy metalamy [Modeling of the specific energy consumption of cleaning the soil of municipal solid waste landfills from contamination by heavy metals]. *Komunalne hospodarstvo mist. Serii: bezpeka zhyttiediialnosti liudyny – osvita, nauka, praktyka*, 1(120), 240-242. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V. (2015b). *Udoskonalennia matematychnoi modeli pytomykh enerhovytrat ochyshchennia gruntiv polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv vid zabrudnennia vazhkymy metalamy* [Improvement of the mathematical model of the specific energy consumption of cleaning the soil of municipal solid waste landfills from pollution by heavy metals], *Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Ekolohichna bezpeka yak osnova staloho rozvytku suspilstva. Yevropeyskyi dosvid i perspektyvy”*. Lviv: LDU BZhd. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V. (2017). *Vyznachennia enerhovytrat na ochyshchennia gruntiv navkolo polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv vid zabrudnennia vazhkymy metalamy* [Determining energy costs for cleaning soils around municipal solid waste landfills from contamination by heavy metals], *Zbirnyk naukovykh prats vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv “Ekoloho-enerhetychni problemy suchasnosti”*. Odesa: ONAKhT. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V. (2018). *Vprovadzhenia praktychnoho zaniattia “Doslidzhennia zabrudnennia navkolyshnoho seredovyshcha tverdymy pobutovymy vidkhodamy ta rozrakhunok parametriv mashyn ta obladnannia dlia minimizatsii nehatynnoho vplyvu na noho” z dystsypliny bezpeka zhyttiediialnosti* [Implementation of the practical lesson “Investigation of environmental pollution by municipal solid waste and calculation of parameters of machines and equipment to minimize negative impact on it” from the discipline of life safety]. *Pedahohika bezpeky*, 1, 29-36. [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V. (2022a). *Vykorystannia metodu rehresiinoho analizu pry vyznachenni kontsentratsii benz[a]pirenu v hruntakh polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv* [The use of the regression analysis method in determining the concentration of benz[a]pyrene in the soils of municipal solid waste landfills]. *Naukovi pratsi Vinnytskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*, 1, 6, URL:

<https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/649/609> [in Ukrainian].

- Bereziuk, O. V. (2022b). Rehresiyni analiz kontsentratsii naftoproduktiv v gruntakh polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv [Regression analysis of the concentration of petroleum products in the soils of municipal solid waste landfills]. *Naukovi pratsi Vinnytskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*, 3, 6, URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/658/622> [in Ukrainian].
- Bereziuk, O. V., Lemeshev, M. S., & Dudar, I. N. (2022). Rehresiyni analiz kontsentratsii svyntsiu v gruntakh na vidstani vid polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv [Regression analysis of lead concentration in soils at a distance from solid household waste landfills]. *Naukovi pratsi Vinnytskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*, 4, 6, URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/665/627> [in Ukrainian].
- Hushchak, Zh. M. (2014). Vprovadzhennia profesiino zorientovanoho trenihu maibutnikh pedahohiv u systemu vykladannia navchalnoi dystsypliny Bezpeka zhyttiediialnosti [Introduction of professionally oriented training of future teachers into the system of teaching the academic discipline Life safety]. *Onovlennia zmistu, form ta metodiv navchannia i vykhovannia v zakladakh osvity*, (9), 210-212. [in Ukrainian].
- Kobylianskyi, O. V. (2009). Mizhpredmetni zviazky ta osoblyvosti vykladannia bezpeky zhyttiediialnosti bakalavram ekonomichnoho spriamuvannia [Interdisciplinary connections and features of teaching life safety to bachelors in economics]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, 6, 114-120. [in Ukrainian].
- Kobylianskyi, O. V. (2012). Praktychni aspekty vykladannia normatyvnoi dystsypliny Bezpeka zhyttiediialnosti u vyshchykh navchalnykh zakladakh [Practical aspects of teaching the normative discipline Life safety in higher educational institutions]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Pedahohika i psykholohiia*, 38, 61-66. [in Ukrainian].
- Kovalchuk, L., & Kohut, I. (2008). Mizhpredmetni zviazky u protsesi vyvchennia khimii v zahalnoosvitnii shkoli [Interdisciplinary connections in the process of studying chemistry in a secondary school]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii pedahohichna*, 23, 80-89. [in Ukrainian].
- Ministerstvo osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy. (2011). *Typova navchalna prohrama normatyvnoi dystsypliny "Bezpeka zhyttiediialnosti" dlia vyshchykh navchalnykh zakladiv* [A typical curriculum of the regulatory discipline "Life Safety" for higher educational institutions]. Kyiv: MONMSU. [in Ukrainian].
- Vlasyk, L. I., Vizniuk, I. D., & Fundiur, N. M. (2012). Vprovadzhennia elektronnoho navchalnoho kursu u seredovyschi MOODLE pry vykladanni dystsypliny "Bezpeka zhyttiediialnosti. Osnovy okhorony pratsi" na kafedri hihiieny ta ekolohii Bukovynskoho derzhavnoho medychnoho universytetu [Implementation of an electronic training course in the MOODLE environment when teaching the discipline "Life safety. Basics of labor protection" at the department of hygiene and ecology of the Bukovyna State Medical University]. *Medychna osvita*, 3, 33-34. [in Ukrainian].

**Березюк Олег** – д. т. н., доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

## **PERSPECTIVES OF THE IMPLEMENTATION OF THE PRACTICAL LESSON “DETERMINATION OF ZONES OF SOIL POLLUTION FROM MSW AND CALCULATION OF THE ENERGY CONSUMPTIONS OF THEIR CLEANING” FROM THE DISCIPLINE OF LIFE SAFETY**

**Bereziuk Oleh** – Doctor Sc. (Engineering), Associated Professor, Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

In this paper, a method of engineering calculations is proposed, which is necessary for the implementation of the practical lesson “Definition of soil contamination zones of municipal solid waste and calculation of energy costs of their cleaning” from the normative discipline of life safety in order to promote the deepening of knowledge on the protection of the lithosphere, as a component of the natural environment, of future specialists.

The purpose of the article is the development of the engineering calculation methodology necessary for the implementation of the practical exercise “Definition of zones of soil contamination by municipal solid waste and calculation of energy costs of their cleaning” from the discipline of life safety to promote the deepening of knowledge on the protection of the lithosphere of future specialists.

The proposed method of engineering calculations includes the calculation of: the size of the zones of soil contamination by pollutants (heavy metals, benzopyrene, petroleum products) around municipal solid waste landfills, the specific energy consumption of landfill soil cleaning by electrochemical remediation from heavy metal contamination, the energy consumption of soil cleaning of municipal solid waste disposal landfills of municipal solid waste both by individual heavy metals and general. The specific energy costs of cleaning the soil of municipal solid waste landfills by the method of electrochemical remediation from pollution were determined depending on the required level of heavy metal concentrations. The energy costs of cleaning the soil of municipal solid waste landfills by the electrochemical remediation method of pollution were determined taking into account the size of the pollution zones and the size of the municipal solid waste landfill. Based on the comparison and comparison of the experimental data obtained as a result of the research, it was established that the success rate of the students of both experimental groups according to the stobal scale was significantly higher than the success rate of the students of the control groups, which means the introduction of the proposed practical lesson from the regulatory discipline “Life Safety” into the educational process is promising. The construction of methods of engineering calculations for the protection of the atmosphere and hydrosphere require further research.

**Key words:** practical training; Life Safety; soil pollution; environmental protection; municipal solid waste; calculation of cleaning energy consumption.

*Дата надходження статті до редакції, 22 вересня 2022 р.*