

Олег Березюк

## 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

Під час підготовки майбутніх фахівців у Вінницькому національному технічному університеті викладається нормативна дисципліна «Безпека життєдіяльності» (БЖД) («Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів», 2011; Кобилянський, 2012), в процесі 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. В той же час питанням забруднення навколишнього середовища твердими побутовими відходами (ТПВ) та розрахунку параметрів машин та обладнання для мінімізації негативного впливу на нього приділяється недостатньо уваги.

Метою роботи є розробка методики інженерних розрахунків, необхідної для 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 для сприяння поглибленню знань з питань охорони навколишнього природного середовища майбутніх фахівців.

### Результати дослідження

Найбільш поширеними серед відомих шляхів поводження з ТПВ є захоронення на полігонах та сміттєзвалищах, спалювання з використанням енергії, компостування, повторне використання ТПВ. Поширеність цих методів поводження з ТПВ може бути описана залежностями (О. Березюк, 2011, 2016а; О. Березюк, & Л. Березюк, 2016):

$$P_{\text{зах}}^{\text{ТПВ}} = 22,19 - 16,33 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} - 6,546 \frac{ВВП}{n_n} + 49,94 \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} + 0,4575 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \frac{ВВП}{n_n} + 6,267 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} + 2,319 \times \frac{ВВП}{n_n} \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} - 0,178 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \frac{ВВП}{n_n} \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} - 1,549 \cdot 10^{-3} \left( \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \right)^2 + 0,0282 \left( \frac{ВВП}{n_n} \right)^2 - 7,993 \left( \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} \right)^2 \quad [\%] \quad ; (1)$$

$$P_{\text{спал}}^{\text{ТПВ}} = -18,31 + 16,93 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} + 6,346 \frac{ВВП}{n_n} - 50,59 \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} - 0,3673 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \frac{ВВП}{n_n} - 7,728 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} - 4,475 \times \frac{ВВП}{n_n} \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} + 0,1722 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \frac{ВВП}{n_n} \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} - 1,224 \cdot 10^{-3} \left( \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \right)^2 + 1,668 \cdot 10^{-3} \left( \frac{ВВП}{n_n} \right)^2 + 52,03 \left( \frac{B_{\text{спал}}}{B_{\text{зах}}} \right)^2 \quad [\%] \quad ; (2)$$

$$P_{\text{комп}}^{\text{ТПВ}} = 10 \left( 2,229 + 0,5745 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} - 2,591 \frac{ВВП}{n_n} - 0,1422 \text{III} - 1,074 \text{II}_{\text{сн}} + 7,58 \cdot 10^{-5} \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \frac{ВВП}{n_n} - 0,6103 \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \text{IPLII} - 6,396 \cdot 10^{-5} \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \text{III} + 7,444 \cdot 10^{-4} \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \text{II}_{\text{сн}} + 2,667 \frac{ВВП}{n_n} \text{IPLII} - 2,498 \cdot 10^{-3} \frac{ВВП}{n_n} \text{III} + 3,236 \cdot 10^{-3} \frac{ВВП}{n_n} \text{II}_{\text{сн}} + 0,3217 \text{IPLII} \cdot \text{III} + 0,897 \text{IPLII} \cdot \text{II}_{\text{сн}} - 2,319 \cdot 10^{-5} \left( \frac{n_n}{S_{\text{кр}}} \right)^2 - 1,488 \cdot 10^{-3} \text{II}_{\text{сн}}^2 \right) \quad [\%] \quad ; (3)$$

$$\begin{aligned}
 ППВ = 10 & \left( -0,393 \frac{n_n}{S_{кр}} - 5,465 \frac{ВВП}{n_n} - 2,179 IP_{ЛП} + 4,725 Ш + 0,3162 \frac{n_n}{S_{кр}} IP_{ЛП} + 0,03271 \frac{n_n}{S_{кр}} PP + 4,853 \frac{ВВП}{n_n} IP_{ЛП} - 0,0221 \frac{ВВП}{n_n} Ш - \right. \\
 & \left. - 0,1973 \frac{ВВП}{n_n} PP - 3,558 IP_{ЛП} \cdot Ш + 3,571 \cdot 10^{-5} \left( \frac{n_n}{S_{кр}} \right)^2 + 0,02859 \left( \frac{ВВП}{n_n} \right)^2 - 7,419 IP_{ЛП}^2 - 4,607 \cdot 10^{-3} Ш^2 + 0,9605 PP^2 \right) \quad [\%]
 \end{aligned} \quad (4)$$

де  $n_n/S_{кр}$  – густина населення, осіб/км<sup>2</sup>;

$ВВП/n_n$  – ВВП на душу населення, тис. \$/осіб;

$V_{спал}/V_{зах}$  – співвідношення витрат на спалювання  $V_{спал}$  та витрат на захоронення  $V_{зах}$  ТПВ;

$n_n$  – кількість населення країни, осіб;

$S_{кр}$  – площа території країни, км<sup>2</sup>;

$IP_{ЛП}$  – індекс розвитку людського потенціалу ( $IP_{ЛП} = 0 \dots 1$ );

$Ш$  – середня географічна широта, ° пн. ш.;

$П_{сн}$  – частка сільського населення, %;

$PP$  – значення показника статусу держави за фактором «природні ресурси».

При захороненні ТПВ на полігонах та сміттєзвалищах відбувається забруднення ґрунтів важкими металами, які разом із фільтратом можуть потрапляти до підземних вод, забруднюючи їх, що становить загрозу для безпеки життя і діяльності людини.

Кратності перевищення граничнодопустимої концентрації (ГДК) важких металів у ґрунтах на різних відстанях  $l$  від полігонів захоронення ТПВ можуть бути визначені за формулами (О. Березюк, 2016b):

$$C/GDK_{Mn} = \frac{1}{0,3198 + 3,651 \cdot 10^{-4} l}; \quad (5)$$

$$C/GDK_{pb} = 6,584 \cdot 0,9976^l. \quad (6)$$

За відомими значеннями концентрації  $C$  важких металів у ґрунтах та їхніх  $GDK$ , наведених в табл. 1, можна визначити розміри зон забруднення  $l$  ґрунтів, прилеглих до полігонів захоронення ТПВ важкими металами.

**Таблиця 1 – ГДК важких металів у ґрунті**

Важкі метали	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

Одним із методів очищення ґрунтів від забруднення важкими металами є метод електрохімічної ремедіації (Лысенко, Пономарев, & Корнилович, 2001), оснований на використанні електричного струму для виділення відповідних забруднюючих речовин.

Питоми енерговитрати очищення ґрунтів полігонів ТПВ методом електрохімічної ремедіації від забруднення важкими металами визначаються за формулою (Березюк, 2015а, 2015с, 2017)

$$E = 205,4 + 61,614 \sqrt{GDK - 20} - \left( 98,59 - \frac{1230}{GDK} \right) \ln C \text{ [кВт} \cdot \text{год/м}^3 \text{]}. \quad (7)$$

Серед способів зменшення темпів зростання площ земельних ділянок під захоронення ТПВ найбільш дієвими є: їхнє ущільнення на карті полігону за допомогою бульдозерів та збільшення загальної висоти складування, що дозволяє у декілька разів зменшити потребу в земельних ділянках.

Потреба в бульдозерах на виконання технологічних операцій ущільнення ТПВ на карті полігона для зменшення темпів зростання площі полігона, може бути визначена за формулою (Березюк, 2016с)

$$N_{\sigma} = \frac{2h(37,73 - 1,923h + 0,06021n - 2,163 \cdot 10^{-3} hn + 0,03561h^2 + 5,849 \cdot 10^{-5} n^2)}{v_{\sigma} K_{\sigma} b_{\sigma} Td(0,85 + 0,2134h)} \text{ [од.]}, \quad (8)$$

де  $h$  – висота (глибина) складування ТПВ, м;  
 $n$  – середня чисельність обслуговуваного населення, тис. осіб;  
 $v_0$  – експлуатаційна швидкість бульдозера, м/год (до 3 км/год);  
 $K_0$  – коефіцієнт використання бульдозера (за зміну) за часом (0,7...0,75);  
 $b_0$  – ширина смуги, що ущільнюється за 1 проїзд бульдозера, м;  
 $d$  – товщина шару ТПВ, що формується за один проїзд, м;  
 $T$  – тривалість робочої зміни, год (8 або 11,5 год).

Рівняння регресії, що описує залежність кількості сміттєспалювальних заводів (ССЗ) в різних країнах від основних факторів впливу виглядає наступним чином (Березюк, 2015b)

$$n_{CC3} = 10 \left[ -2,461 + 0,2486 \frac{n_n}{S_{sp}} - 2,724 \frac{BBП}{n_n} - 0,5916 Ш - 6,956 \cdot 10^{-4} \frac{n_n}{S_{sp}} \frac{BBП}{n_n} - 0,2396 \frac{n_n}{S_{sp}} IP_{ПП} + 4,912 \cdot 10^{-4} \times \right. \\ \left. \times \frac{n_n}{S_{sp}} Ш + 3,728 \frac{BBП}{n_n} IP_{ПП} - 8,254 \cdot 10^{-4} \frac{BBП}{n_n} Ш - 2,416 \cdot 10^{-5} \left( \frac{n_n}{S_{sp}} \right)^2 - 0,008273 \left( \frac{BBП}{n_n} \right)^2 + 0,005603 Ш^2 \right] \quad [од.]. \quad (9)$$

Одним із шляхів поводження з ТПВ є отримання біогазу. Одержання біогазу в анаеробному процесі відбувається в безкисневому середовищі, тому для його реалізації необхідний закритий резервуар у вигляді спеціально сконструйованого стаціонарного біореактора. У залежності від мети застосування методу використовують біореактори, що можуть бути виготовлені або з металу, або з залізобетону і які обладнані пристроями подачі тепла різної конструкції, що забезпечують у біореакторі необхідну температуру для підтримки відповідного анаеробного режиму. Отриманий біогаз можна розділити сепаратором газу на метан і суміжні гази. Очищений метан може використовуватися для виробництва електроенергії або тепла (Європейское Сообщество, 2008), необхідних для енергетичної незалежності України.

Об'єм біореактора для аеробного розкладання ТПВ визначається за формулою (О. Березюк, Лемешев, & Л. Березюк, 2014)

$$V_{БР} = 1125 e^{0,004303 m_{ТПВ,д}} [м^3], \quad (10)$$

де  $m_{ТПВ,д}$  – добова маса ТПВ, що перероблюються, т/добу.

Ефективність впровадження запропонованого практичного заняття перевірялась в декількох експериментальних групах з різною успішністю. В цих групах під час вивчення дисципліни БЖД проводилось практичне заняття на тему: «Дослідження забруднення навколишнього середовища твердими побутовими відходами та розрахунок параметрів машин та обладнання для мінімізації негативного впливу на нього», методика інженерних розрахунків якого покладена в основу розв'язання однієї із задач розрахунково-графічної роботи з даної дисципліни. Порівняння результатів тестового контролю з перевірки ефективності впровадження запропонованого практичного заняття за методиками, наведеними в роботах (Кобилянський, 2009; Ковальчук, & Когут, 2008), узагальнено в табл. 2 та здійснено їхню графічну інтерпретацію, показано 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	14	12	–	8	12	–
Середній бал $\bar{a}$	72,1	70,6	–	86,9	81,1	–
Дисперсія $\bar{S}^2$	178,0	128,4	–	103,9	168,6	–
F-критерій Фішера	1,39		2,63	1,62		3,60
t-критерій Стьюдента	0,32		2,06	1,06		2,10

Як видно з порівняння результатів тестового контролю, успішність студентів експериментальних груп за 100-бальною шкалою виявилася значно вищою, ніж успішність студентів контрольних груп.

Отже, на підставі зіставлення й порівняння експериментальних даних, одержаних у результаті дослідження, можна стверджувати про ефективність впровадження запропонованого практичного заняття з безпеки життєдіяльності у навчальний процес.

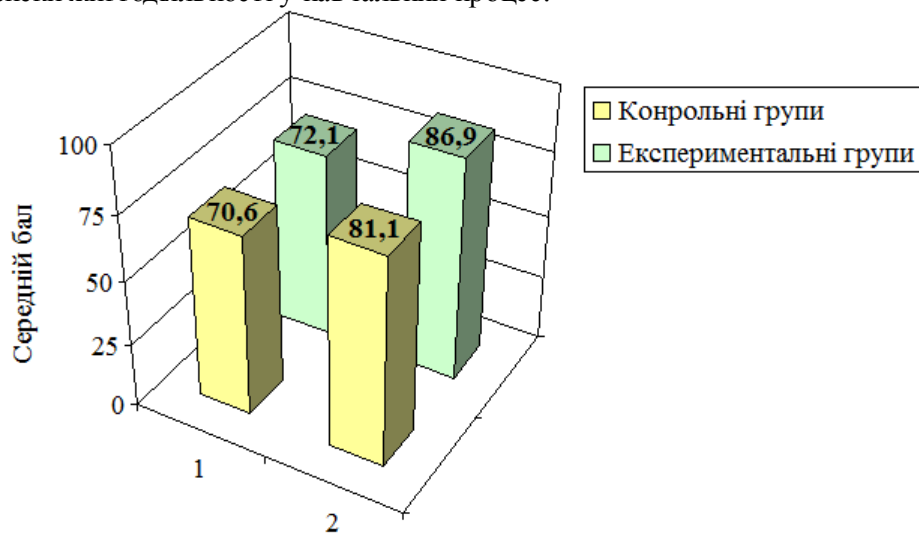


Рисунок 1 – Графічна інтерпретація результатів тестового контролю

## Висновки

1. Запропонована методика інженерних розрахунків, яка 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.

2. Встановлено на підставі зіставлення й порівняння експериментальних даних, одержаних у результаті дослідження, що впровадження запропонованого практичного заняття з безпеки життєдіяльності у навчальний процес є ефективним.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Березюк, О. В. (2011). Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами. *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник*, 2(10), 64-66.
- Березюк, О. В. (2015а). 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). Регресія кількості сміттєспалювальних заводів. *Сборник научных трудов SWorld*, 1(38), Т. 2, 63-66.
- Березюк, О. В. (2015c). 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. (2016а). *Моделирование распространенности повторного использования твердых бытовых отходов*, Сборник материалов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016». Тюмень, Россия: ФГБОУВО «Тюменский индустриальный университет».
- Березюк, О. В. (2016b). *Определение затрат на очистку зоны загрязнения тяжелыми металлами ґрунтов близлежащих к полигонам твердых бытовых отходов*, Матеріали XV Международ-

- ной научно-практической конференции «Роль бизнеса и власти в развитии агропромышленного комплекса». Барнаул, Россия: Алтайский дом печати.
- Березюк, О. В. (2016с). *Усовершенствование математической модели необходимого количества машин для выполнения технологических операций уплотнения на полигоне твердых бытовых отходов*, Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей VII молодежного экологического Конгресса «Северная Пальмира». Санкт-Петербург, Россия: СПб НИЦЭБ РАН.
- 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., & Березюк, Л. Л. (2016). *Модельовання поширеності компостування як методу поводження з твердими побутовими відходами*. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 1, 33-38.
- Березюк, О. В., Лемешев, М. С., & Березюк, Л. Л. (2014). *Регрессионная зависимость объема био-реактора от суточной массы перерабатываемых твердых бытовых отходов*. *Оралдың ғылым жаршысы (Уральский научный вестник, Казахстан)*, 42(121), 58-62.
- Европейское Сообщество INTERREG IIIA. (2008). *Управление твёрдыми бытовыми отходами. Раздельный сбор и сортировка отходов: Проект «Кооперация в совместном создании системы управления отходами в Псковской области»*.
- 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.
- Лысенко, Л., Пономарев, М., & Корнилович, Б. (2001). *Перспективы решения проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами*. *Экотехнологии и ресурсосбережение*, 4, 59-63.
- Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. (2011). *Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів*. Київ: МОНМСУ.

## REFERENCES

- Bereziuk, O. V. (2011). *Vyznachennia parametriv vplyvu na shliakhy povedinky z tverdymy pobutovymy vidkhodamy*. *Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktсии u budivnytstvi: naukovo-tekhnichniy zbirnyk*, 2(10), 64-66.
- Bereziuk, O. V. (2015a). *Modeliuvannia pytomykh enerhovytrat ochyshchennia gruntiv polihoniv tverdyykh pobutovykh vidkhodiv vid zabrudnennia vazhkymy metalamy*. *Komunalne hospodarstvo mist. Serii: bezpeka zhyttiediialnosti liudyny – osvita, nauka, praktyka*, 1(120), 240-242.
- Bereziuk, O. V. (2015b). *Rehresiiia kilkosti smittiespaliuvanykh zavodiv*. *Sbornyk nauchnykh trudov SWorld*, 1(38), T. 2, 63-66.
- Bereziuk, O. V. (2015c). *Udoskonalennia matematychnoi modeli pytomykh enerhovytrat ochyshchennia gruntiv polihoniv tverdyykh pobutovykh vidkhodiv vid zabrudnennia vazhkymy metalamy*, *Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Ekolohichna bezpeka yak osnova staloho rozvytku suspilstva. Yevropeiskiy dosvid i perspektyvy”*. Lviv: LDU BZhD.
- Bereziuk, O. V. (2016a). *Modelyrovanye rasprostranennosti povtorno ho yspolzovaniya tverdyykh bytovyykh otkhodov*, *Sbornyk materyalov mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy “Aktualnye problemy arkhytektury, stroytelstva, enerhoeffektyvnosti y ekolohyy – 2016”*. Tiumen, Rossyia: FHBOUVO “Tiumenskiy yndustryia lny unyversytet”.
- Bereziuk, O. V. (2016b). *Opredelenye zatrat na ochystku zony zahriazneniya tiazhelymy metallamy hruntov blyzlezhachyykh k polyhonam tverdyykh bytovyykh otkhodov*, *Materyaly XV Mezhdunarodnoi nauchno-praktycheskoi konferentsyy “Rol byznesa y vlasty v razvytyy ahropromyshlennoho kompleksa”*. Barnaul, Rossyia: Alta iskiy dom pechaty.

- Bereziuk, O. V. (2016c). *Uovershenstvovanye matematycheskoi modely neobkhodymoho kolychestva mashyn dlia vypolneniia tekhnolohycheskykh operatsyi uplotneniia na polyhone tverdyykh bytovykh otkhodov*, Sbornyk nauchnykh trudov molodykh uchenykh, aspirantov, studentov y prepodavatelei VII molodezhnogo ekolohycheskoho Konhressa "Severnaia Palmyra". Sankt-Peterburh, Rossyia: CPb NYTsEB RAN.
- Bereziuk, O. V. (2017). *Vyznachennia enerhovytrat na ochyshchennia gruntiv navkolo polihoniv tverdyykh pobutovykh vidkhodiv vid zabrudnennia vazhky my metalamy*, Zbirnyk naukovykh prats vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv "Ekoloho-enerhetychni problemy suchasnosti". Odesa: ONAKhT.
- Bereziuk, O. V., & Bereziuk, L. L. (2016). Modeliuvannia poshyrenosti kompostuvannia yak metodu povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu*, 1, 33-38.
- Bereziuk, O. V., Lemeshev, M. S., & Bereziuk, L. L. (2014). Rehressyonnaia zavysymost ob'yema byoreaktora ot sutochnoi massy pererabatyvaemykh tverdyykh bytovykh otkhodov. *Oraldyn gyl'm zharshysy (Uralskyi nauchnyi vestnyk, Kazakhstan)*, 42(121), 58-62.
- Evropeiskoe Soobshchestvo INTERREG IIIA. (2008). *Upravlenye tvorydymy bytovymy otkhodamy. Razdelnyi sbor y sortirovka otkhodov: Proekt "Kooperatsyia v sovmestnom sozdannyi systemy upravleniia otkhodamy v Pskovskoi oblasti"*.
- Kobylianskyi, O. V. (2009). Mizhpredmetni zviazky ta osoblyvosti vykladannia bezpeky zhyttiediialnosti bakalavram ekonomichnogo spriamuvannia. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu*, 6, 114-120.
- Kobylianskyi, O. V. (2012). Praktychni aspekty vykladannia normatyvnoi dystsypliny Bezpeka zhyttiediialnosti u vyshchykh navchalnykh zakladakh. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Serii: Pedahohika i psykholohiia*, 38, 61-66.
- Kovalchuk, L., & Kohut, I. (2008). Mizhpredmetni zviazky u protsesi vyvchennia khimii v zahalnoosvitnii shkoli. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii: Pedahohichna*, 23, 80-89.
- Lysenko, L., Ponomarev, M., & Korniylovych, B. (2001). Perspektyvy resheniia problemy zahriazneniia pochv tiazhelymy metallamy. *Ekotekhnolohyy y resursosberezheniye*, 4, 59-63.
- Ministerstvo osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy. (2011). *Typova navchalna prohrama normatyvnoi dystsypliny "Bezpeka zhyttiediialnosti" dlia vyshchykh navchalnykh zakladiv*. Kyiv: MONMSU.

**Олег Березюк**

**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**

В роботі запропонована методика інженерних розрахунків, яка необхідна для 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 для сприяння поглибленню знань з питань охорони навколишнього природного середовища майбутніх фахівців. Запропонована методика інженерних розрахунків включає в себе визначення: поширеності основних методів поводження з твердими побутовими відходами, кратності перевищення граничнодопустимої концентрації важких металів у ґрунтах на різних відстанях від полігонів захоронення, питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів методом електрохімічної ремедіації від забруднення важкими металами, потреби в бульдозерах на виконання технологічних операцій ущільнення твердих побутових відходів на карті полігона для зменшення темпів зростання його площі, кількості сміттєспалювальних заводів, об'єму біореактора для аеробного розкладання твердих побутових відходів. Серед факторів впливу на поширеність основних методів поводження з твердими побутовими відходами та кількість сміттєспалювальних заводів розглядалися такі: густина населення, ВВП на душу населення, співвідношення витрат на спалювання та захоронення твердих побутових відходів, індекс розвитку

людського потенціалу, середня географічна широта, частка сільського населення, значення показника статусу держави за фактором «природні ресурси». Питомі енерговитрати очищення ґрунтів полігонів захоронення твердих побутових відходів методом електрохімічної ремедіації від забруднення визначалися в залежності від фактичної та граничнодопустимої концентрацій важких металів. Потреба в бульдозерах на виконання технологічних операцій ущільнення твердих побутових відходів на карті полігона визначалася в залежності від їхньої висоти складування, середньої чисельності обслуговуваного населення, експлуатаційних характеристик бульдозера. Під час розрахунку об'єму біореактора для аеробного розкладання твердих побутових відходів враховувалась їхня добова маса, що переробляється. На підставі зіставлення й порівняння експериментальних даних, одержаних у результаті дослідження, встановлено, що впровадження запропонованого практичного заняття з безпеки життєдіяльності у навчальний процес є ефективним.

**Ключові слова:** безпека життєдіяльності; практичне заняття; охорона навколишнього природного середовища; забруднення; тверді побутові відходи; розрахунок параметрів машин та обладнання.

**Олег Березюк** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, *e-mail*: berezyukoleg@i.ua

*O. Bereziuk*

### **Implementation practical lesson “Study of environmental pollution by solid domestic wastes and parameters calculation of machines and equipment for minimization of negative influence on it” on discipline life safety**

In article the methodic of engineering calculations is proposed that is necessary for implementation of the practical lesson “Study of environmental pollution by solid domestic wastes and parameters calculation of machines and equipment for minimization of negative influence on it” on the discipline of life safety for the promotion of knowledge development on environmental issues of future specialists. The proposed methodology for engineering calculations includes the definition: the prevalence of the basic methods of handling solid domestic wastes, the multiplicity of exceeding the permissible concentration of heavy metals in soils at different distances from landfills, specific energy consumption, cleaning of soils of landfills by electrochemical remediation from heavy metal contamination, bulldozer requirements on performance of technological operations of compaction of solid domestic wastes on the map of the landfill to reduce the rate of growth I had space, the number of combustion plants, the volume of the bioreactor for aerobic decomposition of solid domestic wastes. Among the factors influencing the prevalence of the basic methods of handling solid domestic wastes and the number of incinerators, the following were considered: population density, GDP per capita, the ratio of expenditures on incineration and disposal of solid domestic wastes, the index of human development, the average geographical latitude, the share of rural population, the value of the indicator of state status on the factor of “natural resources”. The specific energy costs of soil clearing of solid waste disposal sites by the method of electrochemical remediation from pollution were determined depending on the actual and maximum permissible concentrations of heavy metals. The need for bulldozers to perform technological operations of compaction of solid domestic wastes on the map of the landfill was determined depending on their storage height, the average number of serviced population, performance characteristics of the bulldozer. During the calculation of the volume of bioreactor for the aerobic decomposition of solid domestic wastes, their daily weight was taken into account. On the basis of comparison of experimental data obtained in the course of the research, it was established that the implementation of the proposed practical training on life safety in the educational process is effective.

**Keywords:** life safety, practice lesson, protection of the environment, pollution, solid domestic wastes, parameters calculation of machines and equipment.

**Bereziuk Oleg** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, *e-mail*: berezyukoleg@i.ua

*Олег Березюк*

**Внедрение практического занятия «Исследование загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами и расчет параметров машин и оборудования для минимизации негативного влияния на неё» по дисциплине безопасность жизнедеятельности**

В работе предложена методика инженерных расчетов, которая необходима для внедрения практического занятия «Исследование загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами и расчет параметров машин и оборудования для минимизации негативного влияния на него» по дисциплине безопасность жизнедеятельности для содействия углублению знаний по вопросам охраны окружающей природной среды будущих специалистов. Предложенная методика инженерных расчетов включает в себя определение: распространенности основных методов обращения с твердыми бытовыми отходами, кратности превышения предельно-допустимой концентрации тяжёлых металлов в грунтах на различных расстояниях от полигонов захоронения, удельных энергозатрат очистки грунтов полигонов методом электрохимической ремедиации от загрязнения тяжёлыми металлами, потребности в бульдозерах на выполнение технологических операций уплотнения твердых бытовых отходов на карте полигона для уменьшения темпов роста его площади, количества мусоросжигательных заводов, объема биореактора для аэробного разложения твердых бытовых отходов. Среди факторов влияния на распространенность основных методов обращения с твердыми бытовыми отходами и количество мусоросжигательных заводов рассматривались такие: густота населения, ВВП на душу населения, соотношение затрат на сжигание и захоронение твердых бытовых отходов, индекс развития человеческого потенциала, средняя географическая широта, доля сельского населения, значение показателя статуса государства за фактором «природные ресурсы». Удельные энергозатраты очищения грунтов полигонов захоронения твердых бытовых отходов методом электрохимической ремедиации от загрязнения определялись в зависимости от фактической и предельно-допустимой концентраций тяжёлых металлов. Потребность в бульдозерах на выполнение технологических операций уплотнения твердых бытовых отходов на карте полигона определялась в зависимости от их высоты складирования, средней численности обслуживаемого населения, эксплуатационных характеристик бульдозера. При расчете объема биореактора для аэробного разложения твердых бытовых отходов учитывалась их суточная перерабатываемая масса. На основании сопоставления и сравнения экспериментальных данных, полученных в результате исследования, установлено, что внедрение предложенного практического занятия по безопасности жизнедеятельности в учебный процесс является эффективным.

**Ключевые слова:** безопасность жизнедеятельности, практическое занятие, охрана окружающей среды, загрязнение, твердые бытовые отходы, расчет параметров машин и оборудования.