

## CONCENTRATIONS OF BENZ[A]PYRENE IN SOILS AROUND LANDFILLS OF MUNICIPAL SOLID WASTE

Vinnitsia National Technical University

### *Анотація*

*У даній роботі наведено дані щодо концентрації бенз[а]пірену в ґрунтах навколо полігонів твердих побутових відходів, на основі яких можна отримати парну регресійну залежність концентрації бенз[а]пірену в ґрунтах полігону твердих побутових відходів від глибини вимірювання.*

**Ключові слова:** сміттєзвалище, полігон, тверді побутові відходи, хімічне забруднення, концентрація, бенз[а]пірен, ґрунт, регресійний аналіз.

### *Abstract*

*This paper presents data on the concentration of benz[a]pyrene in the soils around solid household waste landfills, based on which it is possible to obtain a paired regression dependence of the concentration of benz[a]pyrene in the soils of a solid household waste landfill on the measurement depth.*

**Keywords:** landfill, proving ground, municipal solid waste, chemical pollution, concentration, benz[a]pyrene, soil, regression analysis.

### **Introduction**

Municipal solid waste [1, 2], which is a mixture of components, in contrast to construction waste, which is mostly homogeneous and relatively easily recyclable [3, 4], poses a great danger to the safety of the environment and health care. The volume of solid waste generation in our country exceeds 54 million m<sup>3</sup> annually, the main part of which is buried in 6107 landfills and landfills with an area of almost 7700 hectares and is only partially processed or disposed of in incineration plants, in contrast to highly developed countries with wide implementation of modern recycling technologies and municipal solid waste disposal [5]. During 1999-2014, the total area of landfills and landfills in Ukraine tripled. The area of overloaded landfills and landfills, which violate environmental safety standards, has almost doubled and more than tripled, threatening environmental pollution (atmosphere, hydrosphere, and lithosphere), in particular, due to chemical soil pollution that contributes to the disease of living organisms [6], pollution of nearby land plots [7], including agricultural land. Therefore, in order to reduce the rate of growth of the area of landfills and their negative impact on the environment, a technological operation of municipal solid waste compaction is performed during loading into a dustcart [8, 9]. Dewatering of municipal solid waste will also contribute to reducing the rate of growth of landfill areas [10].

### **Research results**

According to the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 265, one of the priority areas of municipal solid waste management in Ukraine is ensuring the organization of control over active and closed municipal solid waste landfills to prevent harmful effects on the environment and human health [11].

The article [12] proposed mathematical models for forecasting the volumes of municipal solid waste generation and the area of landfills and landfills in Ukraine, with the help of which it was established that the total area of landfills and landfills, as well as those that do not meet the standards of eco-safety, increases over time approximately according to an exponential law, and the area of overloaded landfills and landfills, both those that meet and those that do not meet eco-safety standards, grows almost linearly every year. In order to reduce the rate of growth of landfill areas, a technological operation of municipal solid waste compaction is performed during loading into a dustcart [8, 9]. A high municipal solid waste compaction factor ensures more efficient use of the landfill area [13, 14].

Papers [15-18] indicate significant heavy metal contamination of soils due to municipal solid waste disposal. The paper [19] provides data on the influence of heavy metals on the microbocenosis of sod-slightly podzolic soil. In the article [20], it is stated that the most toxic substance (among pollutants of the first class of

danger) is a representative of the class of polycyclic aromatic hydrocarbons - benz[a]pyrene, which is capable of exerting carcinogenic, mutagenic and other negative effects on living organisms even in nanoquantities.

The authors of the article [21] give an overview of the most common methods of remediation of heavy metals in the soil. The paper [22] provides data on the specific consumption of electricity to reduce the concentrations of such heavy metals in the soil of landfills as cadmium, lead, and zinc by the electrochemical remediation method. This method is based on the use of electric current to separate the relevant pollutants. Using the method of electrochemical remediation, it is possible to restore soils directly on the surface of the earth without their selection in special containers, which makes the process less energy-intensive. In the article [23], the regression dependence of the specific energy consumption of soil cleaning of municipal solid waste landfills due to contamination with heavy metals (cadmium, lead, and zinc) on their concentrations and MPC is determined. The work [24] published an improved mathematical model of the specific energy costs of cleaning the soils of landfills due to contamination with heavy metals from concentrations of cobalt, copper, nickel, chromium, vanadium, and manganese, which allow estimating the energy costs of cleaning contaminated soils from the specified substances.

The article [25] states that traditionally the urban environment solves the problem of municipal solid waste accumulation at the expense of rural areas, as a result of which the problem of pollution of the latter arises, namely the deterioration of the quality of soil, water, and air, and it is also established that the municipal solid waste landfill can be the cause of the deterioration of the quality of drinking water and sanitary-hygienic condition of soils in the surrounding rural areas. In work [26], the chemical characteristics of soils, in particular the concentration of benz[a]pyrene in the soils of the Mykolaiv landfill site (Velika Korenikha village, Mykolaiv region) [26], obtained using the method of high-performance liquid chromatography, supplemented by research results [20] are given.

Table 1. – Concentrations of benz[a]pyrene in the soils of the municipal solid waste landfill [26, 20]

Measurement depth, cm	2.5	12.5	60	150
Benz[a]pyrene C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> concentration in soil, mg/kg	0.05645	0.03246	0.0059	0.005
Literary source	[20]	[20]	[26]	[26]

Based on the data in Table 1, using the method of least squares [27] with the help of the developed computer program "RegAnalyze" [28], which is protected by the certificate of copyright registration of the work, and described in detail in the works [29, 30], it is possible to obtain a pairwise regression dependence concentrations of benz[a]pyrene in the municipal solid waste landfill soils from the measurement depth.

## Conclusion

Data on the concentration of benz[a]pyrene in the soils around municipal solid waste landfills are presented, on the basis of which it is possible to obtain a paired regression dependence of the concentration of benz[a]pyrene in the soils of the municipal solid waste landfill on the measurement depth.

## References

1. Hamer G. Solid waste treatment and disposal : effects on public health and environmental safety / G. Hamer // *Biotechnology advances*. – 2003. – Vol. 22, No. 1-2. – P. 71-79. – <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2003.08.007>
2. Сагдеева О. А. Оцінка рівня екологічної небезпеки звалищ твердих муніципальних відходів / О. А. Сагдеева, Г. В. Крусір, А. Л. Цикало // *Екологічна безпека*. – 2018. – № 1. – С. 75-83.
3. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів / М. С. Лемешев, О. В. Христинич, С. Ю. Зузяк // *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник*. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
4. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // *Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник*. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2014. – № 1 (16). – С. 35 – 40.
5. Мороз О. В. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів : монографія / О. В. Мороз, А. О. Свентух, О. Т. Свентух. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 110 с.
6. Піскун Р. П. Функціональна морфологія головного мозку при атеросклерозі в експерименті та під впливом вінпоцетину / Р. П. Піскун, С. М. Горбатюк // *Таврический медико-биологический вестник*. – 2006. – Т. 9. – № 3. – С. 100-113.
7. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2013. – № 4. – С. 17-20.

8. Березюк О. В. Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 2. – С. 3-7.
9. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттєвозах / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 1 (6). – С. 111-114.
10. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 5. – С. 18-24.
11. Кабінет Міністрів України. Постанова № 265 “Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами” [Електронний ресурс] 4 березня 2004. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF>
12. Березюк О. В. Математичне моделювання прогнозування об’ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 2. – С. 88-91.
13. Попович В. В. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище" / В. В. Попович, О. В. Придатко, М. І. Сичевський // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Т. 27, № 10. – С. 111-116.
14. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
15. Impact Assessment of Contamination Pattern of Solid Waste Dumpsites Soil: A Comparative Study of Bauchi Metropolis / D. S. Buteh, I.Y. Chindo, E. O. Ekanem, E. M. Williams // World Journal of Analytical Chemistry. – 2013. – Vol. 1, No. 4. – P. 59-62.
16. Heavy metal distribution in soil and plant in municipal solid waste compost amended plots / F. Ayari, H. Hamdi, N. Jedidi, N. Gharbi, R. Kossai // Int. J. Environ. Sci. Tech. – 2010. – No 7 (3). – P. 465-472.
17. Chao Su. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques / Chao Su, LiQin Jiang, WenJun Zhang // Environmental Skeptics and Critics. – 2014. – No 3(2). – P. 24-38.
18. Tripathi A. A study of physico-chemical properties and heavy metals in contaminated soils of municipal waste dumpsites at Allahabad India / A. Tripathi, D. R. Misra // International Journal Of Environmental Sciences. – 2012. – Vol. 2, No 4. – P. 1-10.
19. Гринчишин Н. М. Вплив важких металів на мікробіоценоз дерново-слабопідзолистого ґрунту / Н. М. Гринчишин, Т. М. Лозовицька // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. – Т. 11, № 2(41), Ч. 4, 2009. – С. 54-57.
20. Горобцова О. Н. Роль почвенного покрова в аккумуляции и миграции полициклических ароматических углеводородов при техногенном загрязнении / О. Н. Горобцова, О. Г. Назаренко, Т. М. Минкина, Н. И. Борисенко, А. В. Ярошук // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2005. – № 1. – С. 73-79.
21. Nanda S. Remediation of heavy metal contaminated soil / S. Nanda, J. Abraham // African Journal of Biotechnology. – 2013. – Vol. 12(21). – P. 3099-3109.
22. Лысенко Л. Перспективы решения проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами / Л. Лысенко, М. Пономарев, Б. Корнилович // Экологические и ресурсосбережение. – 2001. – № 4. – С. 59-63.
23. Березюк О. В. Моделювання питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами / О. В. Березюк // Комунальне господарство міст. Серія: безпека життєдіяльності людини – освіта, наука, практика. – 2015. – № 1 (120). – С. 240-242.
24. Березюк О. В. Удосконалення математичної моделі питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами / О. В. Березюк // Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи : II міжнар. наук.-практ. конф. : матеріали конф. – Львів : ЛДУ БЖД, 2015. – С. 185-187.
25. Макаренко Н. А. Вплив полігонів твердих побутових відходів на прилеглі сільські території / Н. А. Макаренко, О. О. Будак // Таврійський науковий вісник. – 2015. – № 93. – С. 227-233.
26. Кулічкова А. О. Дослідження фільтрату на полігоні ТПВ м. Миколаїв / А. О. Кулічкова, Л. М. Маркіна // Актуальні проблеми сучасної хімії : зб. матеріалів доп. учасн. III Всеукраїнської наук.-практ. конф. – Миколаїв, 2019. – С. 143-146.
27. Михалевич В. М. Математичні системи комп’ютерної алгебри як засіб підвищення ефективності і якості освітнього процесу з вищої математики / В. М. Михалевич, О. І. Шевчук, Н. Л. Буга // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми // Зб. наук. прац. – Випуск 14 / Редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін. – Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2007. – С. 357-360.
28. Березюк О. В. Комп’ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz") / О. В. Березюк // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. – К.: Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 03.06.2013.
29. Березюк О. В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 2 (8). – С. 43-45.
30. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп’ютерної програми "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 1. – С. 40-45.

**Березюк Віолетта Олегівна** – студентка групи 6ПІ-226, факультету інформаційних технологій та комп’ютерної інженерії, кафедра програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [violettastudy@gmail.com](mailto:violettastudy@gmail.com)

**Березюк Олег Володимирович** – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [berezukoleg@i.ua](mailto:berezukoleg@i.ua)

***Bereziuk Violetta O.*** – student of group 6PI-22b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Department of Software, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: violettastudy@gmail.com

***Bereziuk Oleg V.*** – Doct. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua