

## Сучасний стан поводження з твердими побутовими відходами в Україні

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Розглянуто сучасний стан поводження з твердими побутовими відходами в Україні.*

**Ключові слова:** поводження з відходами, тверді побутові відходи.

### *Abstract*

*The modern state of appeal with the hard domestic wastes in Ukraine considers.*

**Keywords:** appeal with wastes, hard domestic wastes.

### Вступ

До потреб сучасної людини належать, по-перше, потреби, які задовольняють, безпосередньо використовуючи компоненти природи, по-друге, потреби, для задоволення яких необхідне суспільне виробництво. Це відповідно екологічні і економічні потреби, які існують в діалектичному протиріччі. Економічні потреби вимагають інтенсивного використання природних ресурсів, а екологічні – створення умов відтворення природних ресурсів і збереження сприятливого для життя навколишнього природного середовища.

Сьогодні зростання економіки, населення й сфери споживання супроводжується наростанням негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище шляхом збільшення як обсягів відходів, так і їх видів. Економічні потреби людства виявилися більш сильним визначальним фактором для генерування відходів, ніж ініціативи й заходи щодо його попередження.

Проблема переробки відходів стає все гострішою з ростом населення Землі і частки людей, які живуть в містах. У 1900 році в світі проживало 220 мільйонів городян, що становило 13% від загального числа людей, які виробляли менше 300 тис. тонн сміття в день. До 2000 року 2,9 мільярда людей, що живуть в містах (49% населення Землі), виробляли понад 3 млн. тонн твердих відходів на день. До 2025 року обсяги утворених відходів збільшаться у двічі [1].

У разі збереження поточної системи споживання і формування відходів, до 2050 р. людству, яке до того часу зросте приблизно на 2 млрд. чол., буде необхідно підвищити виробництво продовольства на 60% [2]. Проте, світове населення може прогнати себе з меншою кількістю продовольства, ніж раніше, якщо перейде до стійкого сільського господарства, знизить розмір відходів і припинить надмірне споживання, вважає FAO.

За підрахунками вчених, якщо темпи росту кількості побутових відходів не зменшаться, виробництво сміття в світі до 2100 року, внаслідок зростання чисельності населення до 9,5 млрд. чол. та урбанізації до 80%, зросте в три рази порівняно з нинішнім рівнем і досягне 11 млн. тонн в день [1].

Отже, під час формування системи економічних потреб важливим аспектом є визначення оптимального співвідношення між споживанням і виробництвом, й відповідно для системи екологічних потреб – визначення оптимального співвідношення споживання і можливостей природного середовища.

Проблемам утворення та раціонального використання відходів, як складової ресурсозбереження та екологізації виробництва, присвячено багато наукових праць [3-8]. Однак недостатність досліджень даної проблематики в Україні, що викликає низку проблем у сфері поводження з відходами, обумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямі.

### Результати дослідження

Для чіткого розуміння проблеми відходів, насамперед, дослідимо дану категорію. Відходи – будь-які речовини, матеріали і предмети, які утворюються у процесі людської діяльності і не мають

подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення [9]. Іншими словами, відходи – це всі види залишків виробництва та споживання, залишки, що виникають внаслідок техногенних чи природних катастроф.

Тверді відходи (ще існують рідкі і газоподібні) поділяються на відходи виробництва та відходи споживання. Під відходами виробництва розуміють непридатні для виробництва певної продукції види сировини, її залишки, що не вживаються, або речовини, які виникають в результаті технологічних процесів, які не підлягають утилізації у даному виробництві. На цю групу припадає 90% обсягу твердих відходів. Інші 10% складають відходи споживання, за іншою класифікацією вони є твердими побутовими відходами (ТПВ) [10].

Побутові відходи – тип відходів, що створюються у житлово-комунальному господарстві (побуті). До них відносяться відходи, які утворюються в житлових і громадських будівлях, торгових, видовищних, спортивних та інших підприємствах (включаючи відходи від поточного ремонту квартир), відходи від опалювальних пристроїв місцевого опалення, кошторисів, опале листя, що збираються за дворових територій, і великогабаритні відходи.

Між існуванням відносно невеликої маси ТПВ та величезною масою промислових відходів є прямий зв'язок. Адже промислові відходи утворюються на перших стадіях отримання сировини, яка використовується на виробництво товарів [10-14]. Виготовлені товари після нетривалого етапу користування ними стають відходами споживання. Крім того, на виробництво сировини для майбутніх споживчих товарів витрачається велика кількість енергії, а енергетика, в свою чергу, – один з головних продуцентів промислових відходів. Підраховано, що кожній тонні ТПВ відповідають п'ять тонн промислових відходів на стадії виготовлення продукції і двадцять тонн – на стадії отримання первинних ресурсів з надр.

ТПВ є одним з найбільш вагомих факторів забруднення довкілля і негативного впливу фактично на всі його компоненти. Інфільтрація сховищ, горіння териконів, пилоутворення, інші фактори, що зумовлюють міграцію токсичних речовин, призводять до забруднення підземних та поверхневих вод, погіршення стану атмосферного повітря, земельних ресурсів тощо. Таким чином, збільшення ТПВ є першопричиною накопичення промислових відходів.

Згідно з останніми даними екологів, Україна лідирує в Європі за кількістю відходів. Показники утворення й нагромадження відходів в Україні свідчать про загрозливу екологічну ситуацію в державі. За даними Міністерство екології та природних ресурсів України в нашій державі нагромаджено близько 35-36 млрд. тонн відходів, 7% території, а це більш як 50 тис. т/км<sup>2</sup> заваленні сміттям. З цих 35 млрд. тонн близько 2,6 млрд. тонн є високотоксичними відходами. Варто відзначити, що площа звалищ в нашій країні перевищує площу природних заповідників (7% проти 4,5%). Щороку в країні створюється 12 тисяч незаконних сміттєзвалищ, оскільки полігонів для сміття недостатньо [25]. Більшість існуючих полігонів уже вичерпали свій ресурс, а сміттєві звалища стали фактором антропогенного навантаження на навколишнє середовище. На кожного Українця зараз приходится більш як 750 тонн відходів. Щорічно утворюється від 670 до 770 млн. тонн, або 15-17 тонн відходів на душу населення.

За даними міністерства охорони навколишнього середовища, щорічно в Україні загальний обсяг ТПВ збільшується на близько 50 млн.м<sup>3</sup>, а промислових – на 175 млн. м<sup>3</sup> [13, 14]. В Україні кількість ТПВ не дуже відстає від середньоєвропейського і становить близько 38-40 млн. м<sup>2</sup> щорічно (або близько 10 млн. тонн). Загальна ж маса твердих відходів у країні сягає 1 млрд. тонн щорічно. За своїм складом українські ТПВ відповідають категорії перехідних країн.

Перед країнами відповідних категорій стоять різні завдання щодо ТПВ. Якщо в слаборозвинених країнах з ними пов'язана насамперед санітарно-гігієнічна проблема (велика маса невикористаної органіки сприяє поширенню небезпечних хвороб), то перед розвиненими постають більш складні питання: втрата природних ресурсів, хімічне забруднення і т.п. У так званих перехідних державах (до яких, відповідно до цієї класифікації, відносяться східноєвропейські країни і держави колишнього СРСР, у тому числі і України, а також ряд південноамериканських та східноазійських країн) проблему ТПВ необхідно розглядати як поєднання обох проблем.

Питомі показники утворення ТПВ в Україні в середньому складають 220-250 кг/рік на душу населення, а у великих містах досягають 330-380 кг/рік відповідно, причому ці обсяги зростають в останні роки на 20% в рік [15], тоді як середній європеець виробляє на рік близько 400 кг ТПВ. Для порівняння: у Бельгії, Великобританії та Німеччині ця цифра сягає 340-380 кг/рік, в Австрії та Фінляндії – близько 600 кг, проте у цих країнах майже усі ТПВ переробляються [16, 17].

За питомими величинами утворення відходів Україна знаходиться в середній ланці європейських країн. Її показники в розрахунку на одну людину становлять 9,9 т/люд./рік. Більш високі цифри фіксуються за даними Євростату у таких країнах як Болгарія, Фінляндія, Естонія, Росія, Румунія. Останнє зумовлено масштабною гірничовидобувною діяльністю у цих країнах [18].

Відходи видобувної промисловості (мінеральні) становлять в Україні домінуючу частину (83%) всіх відходів. Обсяг їх щорічного утворення перевищує 360 млн. тонн, що є найбільшим серед європейських країн показником за винятком Російської Федерації.

В Україні за 2012 рік утворилось близько 59 млн. м<sup>3</sup> ТПВ, що дорівнює близько 13 млн. тонн, які захоронюються на 6,7 тис. сміттєзвалищах і полігонах, загальною площею понад 10 тис. га. Українські домогосподарства у 2012 збільшили кількість відходів на 53,9% – до 8 млн. тонн, а підприємства та організації, що отримали дозволи на створення відходів, – на 0,1%, до 442,7 млн. тонн. Утворення відходів в цілому збільшилося незначно – лише на 0,7% до 450,7 млн. тонн. Кількість шкідливих відходів I-III класів небезпеки знизилася на 4,6% – до 1,37 млн. тонн. Частка відходів, видалених у спеціально відведені місця чи спалених без отримання енергії зросла на 2,3% – до 64,3%. Всього у 2012 р. було утилізовано 143,45 млн. тонн відходів, або 6,7%. Обсяг спалювання відходів з метою отримання енергії збільшився на 35,3% – до 1,08 млн. тонн [19].

Значну загрозу для навколишнього природного середовища та здоров'я людини становлять медичні відходи, що містять небезпечні патогенні та умовно патогенні мікроорганізми. В Україні щорічно утворюється приблизно 350 тис. тонн медичних відходів, що становлять потенційний ризик поширення інфекцій [20].

Окрему проблему становить відпрацьована електрична та електронна техніка, що складає близько 5% від усіх ТПВ, цей вид відходів є дуже небезпечним, оскільки багато з них містять токсичні метали – свинець, ртуть, кадмій, хром та берилій, а також бромовані антипірени, флуорохлоровуглеводні, поліхлоровані біфеніли, полівінілхлорид. Підраховано, що до 70% небезпечних для довкілля та здоров'я людини речовин, що знаходяться в ТПВ, міститься саме в електронних відходах [21].

Через продовольчі відходи, які за оцінками експертів становлять 1,3 млрд. тонн, світові виробники щорічно втрачають до 750 млрд. дол. США зазначають аналітики Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО) [22]. На їх думку, продовольчі відходи призводять не тільки до великих економічних витрат, але й чинять сильний тиск на природні ресурси, загрожуючи клімату, водним, земельним ресурсам. Як зазначив генеральний директор ФАО Жозе Граціану да Сілва, ми не можемо дозволити викидати або втрачати в процесі виробництва третину виробленого продовольства в той час, як 870 млн. людей голодують щодня [22]. За підрахунками ФАО 54% світових продовольчих відходів утворюється на стадії виробництва, збору врожаю та зберігання, 46% втрачаються під час переробки, розповсюдження та споживання [22]. Для зниження обсягу відходів, на думку фахівців, у разі перевиробництва продовольства необхідно повторно використовувати його для споживання людиною, знаходити вторинні ринки збуту або надавати продовольчу допомогу вразливим верствам населення. Якщо ж продовольство не придатне для споживання людиною, його слід передавати на корм тваринам.

Небезпечні відходи в Україні – це також непридатні пестициди й агрохімікати, розосереджені на тисячах занедбаних складів у всіх областях. У світі, за даними ФАО, обсяг зазначених відходів сягає 500 тис. тонн. [17].

Накопичення ТПВ значною мірою залежить від погодних умов, пори року, ступеня благоустрою житлових будинків, рівня життя населення тощо. До речі, визначити структуру вітчизняних ТПВ нелегко – в різних джерелах фігурують дані, які часто дуже різняться між собою. У загальному обсязі ТПВ міститься 10,3-26,4% паперу, 20-40% – харчових відходів, 0,75-3,7% – деревини, 0,2-8% – текстилю, 1-5,8% – металів, 1,1-9% – скла, 0,6-6% – полімерних відходів та інших речовин [23].

Тверді побутові (муніципальні) відходи, на відміну від промислових, характеризуються виключно розосередженістю, і наразі саме вони найбільше і перебувають у центрі уваги. Інфраструктура поводження з ними в нас, на відміну від ЄС, перебуває в зародковому стані. Станом на початок 2013 року в Україні кількість сміттєзвалищ, які перевантажені складає 334 од. (5%), а 878 од. (13%) – не відповідають нормам екологічної безпеки [24]. Неналежним чином проводиться робота з паспортизації, рекультивациі та санації сміттєзвалищ. З 2715 сміттєзвалищ, які потребують паспортизації, у 2012 році фактично паспортизовано 587 од. (потребує паспортизації 32% сміттєзвалищ від їх загальної кількості).

Найбільша кількість полігонів, які потребують паспортизації, у Запорізькій області – 84 % від загальної кількості полігонів в області. З 750 сміттєзвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 182 од. (8% потребує рекультивації). З 455 сміттєзвалищ, які потребують санації, фактично сановано 63 од. (6% потребує санації) [24]. Найбільша кількість полігонів, які потребують рекультивації, у Запорізької області – 84 % від загальної кількості полігонів в області та Івано-Франківській області – 30 %.

Потреба у будівництві нових полігонів складає понад 671 одиниць. Найбільша потреба у будівництві нових полігонів у Запорізькій області – 58 одиниць та у Дніпропетровській області – 57 одиниць [24].

Завдяки впровадженню в 185 населених пунктах роздільного збирання ТПВ, роботі 12 сміттесортувальних ліній, 2 сміттєспалювальних заводів і 3 сміттєспалювальних установок у 2012 році перероблено та утилізовано близько 6,2% ТПВ, з них: 2,3% спалено, а 3,9% ТПВ потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи [24].

Через неналежну системи поводження з ТПВ в населених пунктах, як правило у приватному секторі, щорічно виявляється близько 32 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу понад 1 тис. га [25]. Практично всі виявлені у 2012 році несанкціоновані звалища були ліквідовані.

Збирання ТПВ в нашій державі є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється більше ніж 7,5 тис. спеціальними автомобілями 56 спеціалізованих автопідприємств та 650 цехами. Проте рухомий склад спеціалізованих автопідприємств застарілий, майже 75 % автомобілів відпрацювали свій ресурс і підлягають списанню. При нормативі 12 відсотків відновлюється лише 1 відсоток парку. Високий рівень тарифів з надання послуг у сфері поводження з ТПВ призвів до зменшення кількості укладених договорів на ці послуги.

Проте, варто зазначити, що на сьогоднішній день в Україні є тільки 4 сміттєспалювальних заводи – у Києві, Дніпропетровську, Харкові, Севастополі. Працює тільки київський, тобто за фактом у нас не існує галузі з переробки та утилізації відходів [26].

Варто відмітити, що крім спалювання та захоронення мізерна частка ТПВ та відходів 1-3 класу небезпеки в Україні потрапляє на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні підприємства. За цими даними можна зробити висновок, що невідповідність між прогресуючим накопиченням відходів і методами, спрямованими на запобігання їх створення, утилізацію, знешкодження та видалення, загрожує не тільки поглибленням екологічної кризи, але і загостренню соціально-економічної ситуації в цілому [17].

У Європі 10% сміття потрапляє на полігони, решта 90% знову пускають у виробництво [27]. У Данії, Бельгії, Швейцарії, Нідерландах, Австрії, Франції, Італії, США та Японії використовують тверде сміття як вторинна сировина. У більшості країн цей показник перевищує 50%. В Україні цей показник, відповідно до різних джерел, коливається в межах близько 5-15%, хоча потенційні можливості – 75 % [26].

Отже, відмінність України від Європи стосується не кількості твердих побутових відходів, а відсутності належних засобів поводження з ними, зокрема роздільного збору й рециклінгу. Варто відмітити, що в країнах ЄС поводження з цими відходами еволюціонує в останнє десятиліття в напрямі поступального зниження частки спалювання й захоронення на полігонах, хоча в абсолютному вираженні зазначена частка залишається ще досить великою.

### **Висновки**

В Україні, незважаючи на певний прогрес у вирішенні проблеми відходів, стратегія поводження з відходами залишається несформованою. Нестійкою залишається фінансова безпека цієї сфери, що має особливо насторожувати. Зрештою, у цьому сенсі треба менше спекулювати екстремальністю ситуації, не вирішувати проблеми авральним шляхом, а, виходячи зі стратегічних підходів і міжнародного досвіду, формувати прагматичну національну політику.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Производство мусора в мире к 2100 году увеличится втрое [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://zn.ua/WORLD/proizvodstvo-musora-v-mire-k-2100-godu-uvlichitsya-vtroe-131972\\_.html](http://zn.ua/WORLD/proizvodstvo-musora-v-mire-k-2100-godu-uvlichitsya-vtroe-131972_.html).

2. Світове населення можна прогнати більш ефективно – ФАО [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://vcourse.ua/ua/society/mozhno-prokormit-bolee-effektivno-fao.html>.

3. Лемешев М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
4. Лемешев М. С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.
5. Очеретний В. П. Дрібноштучні стінові матеріали з використанням відходів промисловості / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник ВПІ. – 2005. – № 1. – С. 16-21.
6. Очеретний В. П. Активація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник ВПІ. – 2006. – № 4. – С. 5-19.
7. Лемешев М. С. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів : зб. тез доп. / редкол. : А. М. Тугай та ін. В двох частинах. – Ч. 1. – К. : КНУБА, 2011. – С. 125-128.
8. Лемешев М. С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк, О. В. Христич // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
9. Закон України "Про відходи" № 187/98 від 5 березня 1998 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sfs.gov.ua/zakonodavstvo/podatkovе-zakonodavstvo/normativno-pravovi-akti-z-pitankr/zakoni-ukraini/61760.html>.
10. Очеретний В. П. Дрібноштучні стінові матеріали з використанням відходів промисловості / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 1. – С. 16–21.
11. Очеретний В. П. Активація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 4. – С. 5–19.
12. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'яжучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, М. С. Лемешев, В. П. Очеретний, А. В. Бондар // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди. Низькоенергоємні в'яжучі, бетони і розчини : Матеріали VIII науково-практичного семінару (30-31 жовтня 2013 р., м. Рівне, НУВГП) «Структура, властивості та склад бетону» : збірник наукових праць. – Рівне : Видавництво НУВГП, 2013. – С. 186-193.
13. Лемешев М. С. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів : зб. тез доп. / редкол. : А. М. Тугай та ін. В двох частинах. – ч. 1. – К. : КНУБА, 2011. – С. 125-128.
14. Лемешев М. С. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізувального випромінювання / М. С. Лемешев, А. В. Христич // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18–23.
15. Матвеев В. Як спалювати сміття «по-європейськи» // Україна комунальна [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн. : <http://jkgportal.com.ua/ua/publication/one/jak-spaliti-smittja-po-jevropski>.
16. Як українці знищували країну // Україна комунальна – 2012. – № 6. – Режим доступу до журн. : <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/jakukrajinc-znishhuvali-krajinu-29583>.
17. Довга Т. М. Основні тенденції та закономірності утворення і переробки твердих побутових відходів в Україні / Т. М. Довга // Ефективна економіка. – 2012. – №10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до журн. : <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1491>.
18. Інституціональний розвиток сфери поводження з відходами в Україні: на шляху європейської інтеграції / В. С. Міщенко, Ю. М. Маковецька, Т. Л. Омеляненко. – К. : ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», 2013. – 192 с.

19. Кількість відходів в Україні досягла майже 15 млрд. тонн [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://ua.korrespondent.net/business/economics/1562954-kilkist-vidhodiv-v-ukrayini-dosyagla-majzhe-15-mlrdtonn>.
20. Закон України “Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року” № 2818-VI від 21 грудня 2010 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.
21. Відходи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zhivaplaneta.org.ua/diyalnist/vidhody.html>.
22. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2012 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.minregion.gov.ua/zkhk/Blahoustri-terytoriy/stan-sferi-povodzhennja-z-pobutovimi-vidhodamiv-ukraini-za-2012-rik>.
23. Постанова КМУ “Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами” № 265 від 4 березня 2004 р. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF>.
24. Інформація щодо впровадження сучасних методів та технологій у сфері поводження з побутовими відходами [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.minregion.gov.ua/zkhk/Blahoustri-terytoriy/informaciya-schodovprovadzheniya-suchasnih-metodiv-ta-tehnologiy-u-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami/>.
25. В регіонах мають бути активізовані програми роздільного збору та вторинного використання відходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.minregion.gov.ua/news/4457/>.
26. Полигон «Украина» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://vybor.ua/article/Zdorovje/poligon-ukraina.html>.
27. В Европе 10 % мусора попадает на полигоны, остальные 90 % снова пускают в производство [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zportal.net/clearcity/>.

**Олег Володимирович Березюк** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [berezyukoleg@yandex.ru](mailto:berezyukoleg@yandex.ru);

**Юлія Олегівна Котляр** — студент групи ТКТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [sashapoperechnywot@gmail.com](mailto:sashapoperechnywot@gmail.com)

**Oleg V. Bereziuk** — Cand. Sc. (Eng), Associated Professor, Associated Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [berezyukoleg@yandex.ru](mailto:berezyukoleg@yandex.ru);

**Yulia O. Kotl'ar** — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sashapoperechnywot@gmail.com](mailto:sashapoperechnywot@gmail.com)