

14. Melnychuk M.D. & Klyachenko A.L. (2014), *Biotechnolohiya in the agricultural domain. Textbook for university students.*, - Kyiv, Ukraine.

15. Forster Ed.K.F, Weis D.A.Dzh (1990), *Environmental of Biotechnology – L .: Chemistry.*

**УДК 502.175. : [ 658 : 663. 4**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СЛІДУ ПІДПРИЄМСТВА ЯК ІНДИКАТОРА ЗБАЛАНСОВАНОСТІ ЙОГО РОБОТИ**

О.П. Мітрасова, д.пед.н., проф., зав.кафедри екології та природокористування;

О. І. Степанова, магістрант,

Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
вул. 68 Десантників, 10, м. Николаїв, 54003, Україна,eco-terra@ukr.net

Для визначення екологічного впливу підприємства на навколишнє середовище було розглянуто різні методи, які засновано на оцінці матеріальних потоків. Удосконалено методику та розкрито зміст поняття «екологічний слід», який нині є одним з найбільш точних методів оцінки впливу на довкілля. Дана методика дозволяє оцінити загальний попит на площі земель глобальних гектарах, які необхідні для виробництва використаних людиною ресурсів. Описано процедуру виконання розрахунку екологічного сліду для пивоварного підприємства, що може бути використано для будь-якого виробництва. Проведений розрахунок для пивоварного виробництва (51492,4 гга) дозволив зробити висновок, що робота підприємства супроводжується виникненням екологічного дефіциту (-3293,1 гга).

**Ключові слова:** екологічний слід, біоемність, екологічний дефіцит, пивоварне підприємство.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СЛЕДА ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИНДИКАТОРА УСТОЙЧИВОСТИ ЕГО РАБОТЫ**

Е.П. Митрасова, д.пед.н., проф., зав. кафедрой экологии и природопользования;

О. И. Степанова, магистрант,

Черноморский национальный университет имени Петра Могилы  
ул. 68 Десантников, 10, г. Николаев, 54003, Украина, eco-terra@ukr.net

Для определения экологического воздействия предприятия на окружающую среду были рассмотрены различные методы, основанные на определении и оценке материальных потоков. Усовершенствована методика и раскрыто содержание понятия «экологический след», который на

сегодняшний день является одним из самых точных показателей воздействия на окружающую среду. Данная методика позволяет оценить общий спрос на площади земель в глобальных гектарах, которые необходимы для производства используемых человеком ресурсов. Описана процедура выполнения расчета экологического следа, что может быть полезным для любого предприятия. Рассчитан экологический след пивоваренного предприятия. Проведенный расчет для конкретного пивоваренного предприятия (51492,4 гга) позволяет сделать вывод, что его работа сопровождается возникновением экологического дефицита (-3293,1 гга).

**Ключевые слова:** экологический след, биоёмкость, экологический дефицит, пивоваренное предприятие.

## **DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL FOOTPRINT OF AN ENTERPRISE AS AN INDICATOR OF ITS SUSTAINABILITY FUNCTIONING**

O. Mitryasova, D.Sc., Prof.,

Head the Ecology and Environmental Management Department

O. Stepanova, Mas.

Petro Mohyla Black Sea National University

str. 68 Decantnikiv, 10, Mykolaiv, 54003, Ukraine, eco-terra@ukr.net

**Purpose.** Purpose is a determining of the company environmental footprint. To determine the environmental impact of different methods of the enterprise have been considered on the environment, based on the determination and assessment of material flows.

**Methodology.** Improved technique and disclosed the concept of “ecological footprint”, which today is one of the most accurate indicators of environmental impact. This method allows us to estimate the total demand for land in the area of global hectares, which are necessary for the production of human resources used. The procedure of performing is the calculation of the ecological footprint, which may be useful for any enterprise.

**Results.** Total bio-absorption ability of ecosystems to produce useful biological substances and absorb wastes, biological productivity is the sum of squares 48199.3 areas gha. Environmental footprint of brewery was designed. Compiled calculation mechanism allowed to evaluate natural resources required to operate the enterprise. The calculation for a particular brewery (51492.4 gha) leads to the conclusion that his work was accompanied by the appearance of ecological deficits (-3,293.1 gha).

**Originality and practical value.** By the method of determination of the environmental footprint of the company, which further covers all links of the interaction of environment and determines the volume consumed by the entity

natural resources. Defined global environmental footprint of enterprise, that allows to qualitatively and quantitatively apply those sides of industrial activity, where there is excess consumption of natural resources.

**Conclusion.** The environmental footprint of the brewery was calculated. Our calculation leads to the conclusion that the work of the enterprise is accompanied by ecological deficit. Thus, the volume of consumed natural resources is exceeding the permissible limits.

**Keywords:** ecological footprint, bio-absorption, ecological deficit, brewing company.

**Постановка проблеми, актуальність.** Серед концепцій, що сприяють сталому (збалансованому) розвитку виділено концепцію «чистого виробництва», яка передбачає модернізацію промислових підприємств до екологічних стандартів. В основі концепції покладено ідею поєднання економічної та екологічної ефективності. Стратегія «еко-ефективності» доводить, що можна одночасно виробляти нові товари та послуги, скорочуючи використання природних ресурсів та покращувати економічні показники [1].

Нині значна увага надається розробці та впровадженню методик, за допомогою яких можна проводити ефективний екологічний аудит підприємств та знижувати негативний вплив на довкілля.

Найпоширенішим індикатором збалансованості є екологічний слід, який визначається через розрахунок використання природних ресурсів, що не завдає екологічної шкоди. Окрім того, екологічний слід дає можливість оцінити, як довго можна впливати на навколишнє середовище (наскільки вистачатиме природних ресурсів) [4].

Метою роботи є окреслення процедури та розрахунок екологічного сліду на прикладі пивоварного підприємства.

**Аналіз досліджень та публікацій за темою.** Кожне підприємство, яке націлене на зниження скидів, викидів, скорочення кількості відходів (вихідні потоки), не бере до уваги зниження кількості споживаних матеріалів (вхідні потоки). У процесі оцінки вихідних потоків не береться до уваги кількість використовуваних матеріалів, їх обмеженість, небезпека для здоров'я людини і довкілля. При аналізі матеріального входу всі ці параметри враховуються, що дає більш повну картину ефективності використання ресурсів.

Нині існують методики, які ґрунтуються на оцінці матеріального входу: MIPS – аналіз, екологічний слід, вуглецевий слід, екологічний індекс [2].

MIPS (Material Input Per Service unit) – показник, що характеризує матеріальний вхід на одиницю продукції або послуги, слугує для оцінки впливу на навколишнє середовище матеріального входу, необхідного

для виробництва продукції або послуги, показує сумарну кількість матеріальних ресурсів, використовуваних для одержання такого продукту або послуги.

Вуглецевий слід (Carbon Footprint) – це категорія, що використовується для позначення розрахункової кількості шкідливих для природи викидів від діяльності окремих організацій чи підприємств. «Вуглецевий слід» виробництва – це метод цінування впливу продукції та діяльності на навколишнє середовище [13].

Екологічний слід (або екологічний відбиток – EnvironmentalFootprint) було уперше введено в 1992 році канадськими дослідниками В. Різом і М. Векернагелом [12]. Екологічний слід, на сьогодні, є одним з найпоширеніших індикаторів збалансованості і відбиває таке використання природних ресурсів, яке не завдає екологічної шкоди. Окрім того, екологічний слід дає можливість оцінити період (час) впливу на навколишнє середовище (наскільки вистачатиме природних ресурсів). Отже, це площа біологічно продуктивної території, яка необхідна для виробництва використовуваних людиною ресурсів та асиміляції відходів.

Завдяки цим методологіям стало можливим оцінити площі планетарних екосистем, які необхідно мобілізувати для того, щоб підтримати життєдіяльність людства в рамках існуючого способу життя та господарювання.

Розрахунки екологічного сліду людства у 2007 році засвідчили, що цивілізації потрібно у 1,5 рази більше площі у вигляді різнорідних екосистем планети. Це означає, що людство використовує екологічні ресурси планети у 1,5 рази швидше, ніж планета встигає їх відновити [8].

Населення переважної більшості розвинутих держав використовує більше природних ресурсів, ніж генерується на їх території. Було враховано, так звані, екологічні межі, які дозволяли природі підтримувати людську діяльність в межах існуючого способу життя. Вони становили 2,2 га на одного мешканця планети. ООН враховує екологічний слід людства щорічно [3].

Екологічний слід визначатиметься як площа біологічно продуктивної території, яка необхідна для виробництва використовуваних людиною ресурсів. Цей показник визначає потоки ресурсів і відходів, які перераховуються на одиниці площі земель, далі - на одиниці глобальних гектарів, в яких остаточно виражається екологічний слід. Сума глобальних гектарів дає відомості про загальний попит на необхідні площі землі.

Екологічний слід – це сума таких складових:

1. Рослинницький слід – площа, необхідна для виробництва всієї споживаної сільськогосподарської продукції рослинництва, включаючи злаки, плоди, чай, каву, цукор, маргарин, масло, тютюн, а також корми, необхідні для вирощування домашньої птиці та свиней, які в подальшому перетворюються на м'ясо і споживаються людиною.

2. Тваринний слід – площа, необхідна для випасу й утримання сільськогосподарських тварин, продукція яких у подальшому споживається людиною. Мається на увазі м'яса і молочна продукція.

3. Лісовий слід – площа, необхідна для виробництва і споживання деревини. До складу деревини належать дрова, деревне вугілля, ділова деревина (в т.ч. дошки, фанера), папір, картон.

4. Рибний слід – площа, необхідна для виробництва і споживання морської риби і морепродуктів. До складу морепродуктів належать всі види морської риби, ракоподібні, а також рибне борошно і ліпіди, що використовуються на корм тваринам.

5. Енергетичний слід – площа, необхідна для виробництва енергії, включаючи забезпечення енергоресурсами, утилізацію відходів виробництва енергії. У процесі розрахунку енергетичного сліду спостерігаються регіональні відмінності між значеннями сліду для розвинених держав і країн, що розвиваються.

6. Будівельний слід – площа території, необхідна для розміщення інфраструктури під об'єкти житла, транспорту, виробничих потужностей[7].

Важливо до означеного переліку складових додати:

7. Водний слід – відбиває обсяг води, який витрачається при виробництві різних товарів або наданні послуг. Визначається об'єм водних ресурсів, щоспоживаються на виробництво одиниці продукції.

Розрахунок екологічного сліду здійснюється у глобальних гектарах суходолу та водної поверхні. Означене поняття дозволяє порівняти потреби окремої людини, громади, організації, підприємства та цивілізації загаломуприродному капіталі з обсягами наявних природних ресурсів, а також з можливостями для їх відновлення [5; 10].

Отже, екологічний слід – це комплексний показник, що відбиває попит людської популяції на природній капітал, який може навіть перевищувати екологічну спроможністьєкосистеми до регенерації цього капіталу. Цей показник розраховується, як для окремої людини так і для групи людей, певного підприємства, і є площею біологічно продуктивної поверхні суходолу та води, необхідної як для постачання природних ресурсів, що споживаються людиною або групою людей, або підприємством, так і для поглинання відходів, пов'язаних з цим споживанням.

**Методи дослідження.** Екологічний слід, як індикатор збалансованості, дає можливість оцінити вплив на навколишнє середовище через розрахунок площі біологічно продуктивної території, яка необхідна для виробництва використовуваних ресурсів та асиміляції відходів:

$$\text{Слід (gga)} = \text{Площа (га)} \cdot \text{Коефіцієнт еквівалентності (gga/га)} \quad (1)$$

Орні землі, пасовища, ліси, території рибальства і забудовані території задовольняють потреби людини в ресурсах біосфери, які в сумі склада-

ють повний екологічний слід. Для кожної із зазначених категорій визначається відповідна площа в гектарах множена на коефіцієнт еквівалентності (табл. 1), що складає в підсумку слід, виражений у глобальних гектарах [4; 12].

Таблиця 1 – Коефіцієнти еквівалентності площі біологічно продуктивної території

Біопродуктивні території	Глобальні гектари, га
Орні землі (в сукупності):	2,1
Основні	2,2
Другорядні	1,8
Пасовища	0,5
Ліси	1,4
Території рибальства	0,4
Забудовані території	2,2
Території гідроенергетики	1,0
Викопне паливо (ліс)	1,4
*При аналізі передбачається, що забудовані території розташовано на основних орних землях.	

Площа забудованої території прирівнюється до аналогічної площі орної землі, де вона розташована, перерахованої з урахуванням її продуктивності через множення на коефіцієнт урожайності орної землі, табл. 2 [10; 12].

Таблиця 2 - Коефіцієнти врожайності(за даними [12])

Біопродуктивні території	Коефіцієнт врожайності
Орні землі (в сукупності):	Дані відсутні
Основні	0,9
Другорядні	1,2
Пасовища	1,1
Ліси	1,1
Території рибальства	3,4
Забудовані території	0,9

Екологічний слід підприємства є інтегрованою величиною та обчислюється, як сума всіх описаних вище складових.

Для визначення екологічного сліду, як внеску у парниковий ефект (природний газ та біогаз) враховується коефіцієнт викидів, розрахунок яких, в першу чергу за  $\text{CO}_2$ , визначається за формулою 2 [9]:

$$M_{\text{пр}} = \sum m \cdot k \cdot k_{\text{пр}} \cdot \Phi, \quad (2)$$

де  $m$  – кількість спалюваного палива певного типу, в тоннах:

природного газу: 9758866 МДж = 2332,4 т/рік;

біогазу: 6915888 МДж = 1652,9 т/рік.

$k$  – коефіцієнт для перерахунку палива із тис.т. в терраДжоулі:

для природного газу = 34,78;

для біогазу = 5,61 [9].

$k_{\text{пр}}$  – коефіцієнт емісії вуглеводню, для  $\text{CO}_2$   $k_{\text{пр}} = \text{VCO}_2 / 44 / 15$ :

для природного газу = 15,04;

для біогазу = 9,79 [9].

$\Phi$  – фракція окиснення ( $\Phi = 1$ ).

Екологічний слід порівнюється з таким показником, як біоемність, що визначається здатністю екосистеми до рекультивациі. Загальна біоемність дорівнює сумі площ біопродуктивності територій, які виражаються в глобальних гектарах (гга):

$$\text{Біоемність (гга)} = \text{Площа (га)} * \text{Коефіцієнт еквівалентності (гга/га)} * \text{Коефіцієнт врожайності} \quad (3)$$

Екологічний дефіцит визначається за формулою (4) [12]:

$$\text{Екологічний дефіцит (гга)} = \text{Біоемність (га)} - \text{Слід заг. (гга)} \quad (4)$$

Порівнюючи екологічний слід і біоемність, визначають, чи достатньо наявних природних ресурсів для збалансованої роботи підприємства.

**Основні результати та їх аналіз.** Розрахунок екологічного сліду здійснюється через визначення потоків ресурсів і відходів. Після цього зазначені потоки переводяться в одиниці площі земель, а потім в одиниці глобальних гектарів, тобто одиниці, в яких остаточно виражається екологічний слід. Усі глобальні гектари підсумовуються, що дає відомості про загальний попит на необхідні площі землі, тобто ті землі, які необхідні для поглинання продуктованих парникових газів від виробництва.

Орні землі, пасовища, ліси, забудовані території задовольняють потреби людини в ресурсах біосфери, які сумарно складають повний екологічний слід. Для кожної із зазначених категорій визначається відповідна площа в гектарах, яка множиться на коефіцієнт еквівалентності (табл. 1), що складає в підсумку слід, виражений у глобальних гектарах [12].

Вихідні дані для розрахунку екологічного сліду конкретного виробництва (нами було обрано пивоварне підприємство) наведено в табл. 3.

Таблиця 3 - Вихідні дані для розрахунку екологічного сліду пивоварного підприємства

№	Показник	Значення
1.	Площа підприємства	13,2 га
2.	Виробництво пива	5750700 гл/рік
3.	Використання природного газу	9758866 МДж/рік
4.	Використання біогазу	6915888 МДж/рік
5.	Використання електроенергії	1086444 кВтгод/рік
6.	Використання води	636 м <sup>3</sup>
7.	Кількість відходів	49275 т/рік

Площа підприємства = 13,2 га (забудовані – 10,2; орні землі 1,8; озеленення – 1,2).

*Слід (гга) = Площа (га) Коефіцієнт еквівалентності (гга/га).*

*Слід (гга) = (10,2 2,2) + (1,8 2,1) + (1,2 1,4) = 27,86 гга*

Розрахунок екологічного сліду пивоварного підприємства:

1. Утилізація відходів.

Розрахунок сліду від утилізації відходів оцінюється через кількість енергії, необхідної для утилізації останніх.

Для утилізації 12 т/день відходів на установці потрібно 423 кВт енергії [6].

Для виробництва 1 кВт енергії потрібно 0,115 м<sup>2</sup> (0,04 т) природного газу, а в повітря виділяється 0,147 кг CO<sub>2</sub> [3]. Для утилізації 49275 т відходів необхідно:

$$(49275 \cdot 423) / 12 = 1736943,7 \text{ кВт енергії за рік.}$$

Під час виробництва такої кількості енергії в повітря виділиться:

$$1736943,7 \cdot 0,147 = 255330,6 \text{ кг CO}_2.$$

За даними [6], 1 га лісу поглинає 6500 кг CO<sub>2</sub>. Площа лісу, яка необхідна для поглинання цієї кількості CO<sub>2</sub>, становить:

$$255330,6 / 6500 = 39,3 \text{ га.}$$

Слід (гга) = Площа (га) Коефіцієнт еквівалентності (гга/га)

$$\text{Слід (гга)} = 39,3 \cdot 1,4 = 55 \text{ гга.}$$

2. Слід від забудованих територій.



Площа забудованої території прирівнюється до аналогічної площі орної землі, на якій вона розташована, перерахованої з урахуванням її продуктивності через множення на коефіцієнт урожайності орної землі (табл. 2) [2].

Слід забуд. (гга) = Площа забуд. (га) Коефіцієнт еквівалентності забуд.  
(гга/га) Коефіцієнт врожайності

$$\text{Слід забуд. (гга)} = 10,2 \cdot 2,2 \cdot 0,9 = 20,2 \text{ гга.}$$

3. Розрахунок площі орних земель, необхідної для вирощування кількості зерна, що буде використано на виробництво річної кількості пива.

За даними [12], з одного гектара орної землі в середньому одержують 2,6 т ячменю (2600 кг), який потрібний для виробництва пива. На 10 гл пива необхідно 110 кг ячменю.

На заводі за 1 рік виробляють 5750700 гл пива, для чого витрачається 63257,7 т ячменю. Виходячи з цього, можна визначити площу землі, необхідної для одержання такої кількості зерна:

$$63257,7 / 2,6 = 24329,9 \text{ га.}$$

Слід борошна = Площа (га) Коефіцієнт еквівалентності орна земля (гга/га)

$$\text{Слід борошна} = 24329,9 \cdot 2,2 = 51092,8 \text{ гга.}$$

4. Слід від використання природного газу та біогазу.

На виробництві використовується природний газ та біогаз. Для коректного визначення екологічного сліду щодо парникового ефекту врахуємо коефіцієнти викидів. Розрахунок викидів різних парникових газів  $M_{\text{ПГ}}$  в першу чергу  $\text{CO}_2$  визначається за формулою [9]:

$$M_{\text{ПГ}} = \sum m \cdot k \cdot k_{\text{ПГ}} \cdot \Phi,$$

$m$  – кількість спалюваного палива певного типу, в тоннах:

природного газу: 9758866 МДж = 2332,4 т/рік;

біогазу: 6915888 МДж = 1652,9 т/рік.

$k$  – коефіцієнт для перерахунку палива із тис.т. в терраДжоулі:

для природного газу = 34,78; для біогазу = 5,61.

$k_{\text{ПГ}}$  – коефіцієнт емісії вуглеводню, для  $\text{CO}_2$   $k_{\text{ПГ}} = \text{VCO}244/15$ :

для природного газу = 15,04; для біогазу = 9,79.

$\Phi$  – фракція окиснення ( $\Phi = 1$ ).

Для кожного виду палива розрахунки потім підсумовуються.

$$M_{\text{пр.газу}} = 2332,4 \cdot 34,78 \cdot 15,04 \cdot 1 = 1220057,9 \text{ т}$$

$$M_{\text{біогазу}} = 1652,9 \cdot 5,61 \cdot 9,79 \cdot 1 = 90780,4 \text{ т}$$

$$\sum = M_{\text{пр.газу}} + M_{\text{біогазу}} = 1310838,3 \text{ т } \text{CO}_2.$$

За даними [5], 1 га лісу поглинає 6500 кг  $\text{CO}_2$ . Площа лісу, що необхідна для поглинання 1310838,3 т  $\text{CO}_2$ , становить:

$$1310838,3 / 6500 = 201,7 \text{ га.}$$

Отже,

$$\begin{aligned} \text{Слід (гга)} &= \text{Площа (га)} \cdot \text{Коефіцієнт еквівалентності лісу (гга/га)} \\ \text{Слід (гга)} &= 201,7 \cdot 1,4 = 282,4 \text{ гга.} \end{aligned}$$

5. Для розрахунку екологічного сліду виробництва не враховується кількість води, яка використовується на виробництво продукції, але враховується кількість енергії, що необхідна для водопідготовки та водовідведення.

На пивоварному виробництві воду підігрівають до температури 33°C. За добу нагрівають в середньому 1000 л води. Для нагрівання 1 л води на 1°C необхідно витратити 4,19 кДж енергії[4]. Витрати енергії на рік становлять 1086444 кВтгод.

Підприємство за рік використовує 636 м<sup>3</sup> води. За даними[8], очисні споруди міста за добу очищають 190 м<sup>3</sup> води і витрачають 18468 кВт енергії. Для очищення 636 м<sup>3</sup> води необхідно 61819,2 кВт енергії. Разом на підготовку води витрачається 1148263, 2 кВт енергії. Для виробництва 1 кВт енергії потрібно 0,115 м<sup>2</sup> (0,04 т) природного газу, а в повітря виділяється 0,147 кг CO<sub>2</sub> [6].

У процесі виробництва такої кількості енергії в повітря виділиться:

$$1148263,2 \cdot 0,147 = 168794,7 \text{ кг CO}_2.$$

Відомо, що 1 га лісу поглинає 6500 кг CO<sub>2</sub> [1]. Площа лісу, необхідна для поглинання цієї кількості CO<sub>2</sub>, становить:

$$168794,7/6500 = 30 \text{ га.}$$

$$\begin{aligned} \text{Слід (гга)} &= \text{Площа (га)} \cdot \text{Коефіцієнт еквівалентності (гга/га)} \\ \text{Слід (гга)} &= 30 \cdot 1,4 = 42 \text{ гга.} \end{aligned}$$

Екологічний слід виробництва є інтегрованою величиною, яка охоплює всі описані показники та обчислюється, як сума цих величин. Загальний екологічний слід складає 51492,4 гга. Розрахункові дані наведено в табл. 4.

Біоемність і екологічний слід – показники, де біоемність визначає «пропозицію», а екологічний слід – «попит» на ресурси.

Загальна біоемність є сумою площ біопродуктивності територій, які виражаються в глобальних гектарах (гга). Площа кожної біопродуктивної території перераховується в глобальні гектари через множення на відповідний коефіцієнт еквівалентності і коефіцієнт урожайності:

$$\text{Біоемність (гга)} = \text{Площа (га)} \cdot \text{Коефіцієнт еквівалентності (гга/га)} \cdot \text{Коефіцієнт врожайності.}$$

$$\text{Біоемність (гга)} = (13,2 + 24329,9) \cdot 2,2 \cdot 0,9 = 48199,3 \text{ гга,}$$

де 13,2 – площа підприємства, га

24329, 9 – площа орних земель, що використовується для одержання ячменю, га.

Порівнюючи екологічний слід і біоємність, визначаємо достатність наявних природних ресурсів для роботи виробництва.

У випадку, якщо екологічний слід перевищує біоємність – це екологічний дефіцит. Якщо біоємність перевищує слід, то існує «екологічний залишок», який можна використовувати для виробництва нових або збільшення існуючих послуг та продукції.

Екологічний дефіцит визначається за формулою [12]:

$$\text{Екологічний дефіцит (гга)} = \text{Біоємність (га)} - \text{Слід заг. (гга)}$$

$$\text{Слід заг. (гга)} = \text{Слід (1)} + \text{Слід (2)} + \text{Слід (3)} + \text{Слід (4)} + \text{Слід (5)} = 55 + 20,2 + 51092,8 + 282,4 + 42 = 51492,4 \text{ гга.}$$

$$\text{Екологічний дефіцит (гга)} = 48199,3 - 51492,4 = -3293,1$$

Таблиця 4 - Розрахунок екологічного сліду підприємства

№	Показник	Формула	Значення
1	Утилізація відходів	Площа (га) = Емісія CO <sub>2</sub> (т) / Норма поглинання (т/га) Слід1 (гга) = Площа (га) Коеф. еквівалентності (гга/га)	39,3  55
2	Слід від забудованих територій	Слід забуд. (гга) = Площа забуд. (га) Коеф. еквівалентності забуд. (гга/га) Коеф. врожайності	20,2
3	Розрахунок площі орних земель, яка необхідна для вирощування ячменю, що піде для отримання пива	Слід борошна = Площа (га) Коеф. еквівалентності орна земля (гга/га)	51092,8
4	Слід від спалювання природного газу	Площа лісу (га) = Емісія CO <sub>2</sub> (т) / Норма поглинання (т/га) Слід (гга) = Площа (га) Коеф. еквівалентності ліс (гга/га)	201,7  282,4
5	Кількість води, що використовується на підприємстві	Слід (гга) = Площа (га) Коеф. еквівалентності (гга/га)	42

6	Екологічний слід	Слід заг. (гга) = Слід (1) + Слід (2) + Слід (3) + Слід (4) + Слід (5) + Слід (6)	51492,4
---	------------------	---	---------

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Визначення екологічного сліду підприємства дозволяє оцінити запас природних ресурсів, необхідний для збалансованого виробництва, а також площу біологічно продуктивної території, достатньої для продукування використаних людиною ресурсів.

Виходячи з отриманих даних розрахунку екологічного сліду пивоварного підприємства, а також результатів обчислення біологічної ємності та екологічного дефіциту, можна констатувати, що робота останнього супроводжується виникненням екологічного дефіциту. Екологічний дефіцит (гга) складає:  $-3293,1$ . Отже, об'єм споживаних підприємством природних ресурсів перевищує можливості екосистеми.

У подальшому перспективним є визначення та обґрунтування шляхів зменшення екологічного дефіциту підприємства, покроковий аналіз технологічної схеми роботи підприємства на предмет зменшення вхідних потоків, пошук технологічних рішень щодо оптимізації водопідготовки та водовідведення.

### Список використаних джерел

1. Балатеньшева М. Е. Определение и оценка экологических аспектов предприятий пищевой промышленности в условиях глобализации / М. Е. Балатеньшева. – Российское предпринимательство, 2014. – 258 с.
2. Белоусов В. Н. Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO<sub>2</sub>) / В. Н. Белоусов, С. Н. Смородин, В. Ю. Лакомкин. – Санкт-Петербург, 2014. – 265 с.
3. Борщук Є. М. Основи теорії стійкого розвитку еколого-економічних систем / Є. М. Борщук. – Львів: Растр-7, 2007. – 435 с.
4. Губинский М. В. Оценка эмиссии парниковых газов при использовании топлив и биомассы / М. В. Губинский, А. Ю. Усенко, Г. Л. Шевченко. – Харків: Державний політехнічний університет, 2007. – 165 с.
5. Эколого-экономическая основа для комплексной статистики окружающей среды [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://unstats.un.org/unsd/envAccounting>.
6. Караева Н. В. Сталий розвиток: еколого-економічна оптимізація територіально-виробничих систем: [Навчальний посібник] / Н. В. Караева, Р. В. Корпан, Т. А. Коцко. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 384 с.

7. Крусір Г. В. Розрахунок екологічного сліду хлібопекарського підприємства / Г. В. Крусір, В. В. Яшкіна, Г. В. Кіріяк // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 2. – С. 91-95.

8. Мельник Л. Г. Социально-экономический потенциал устойчивого развития / Л. Г. Мельник. – Сумы : ИТД «Университетская книга», 2007. – 1120 с.

9. Методические указания по расчету выбросов парниковых газов. – Астана, 2010. – 85 с.

10. Broekman S. Ultrasonic treatment for microbiological control of water systems/ S. Broekman, O. Pohlmann, E. S. Beardwood, E. Cordemans de Meulenaer. – UltrasonicsSonochemistry, 2010. – 1056 p.

11. Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. – 171 p.

12. GlobalFootprintNetwork [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.FootprintNetwork.org>.

13. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Third Edition. – United Nations Sales Publication (New York, October 2007).

14. TheEightMillenniumDevelopmentGoals [Електронний ресурс] – Режим доступу до статті: <http://www.un.org/millenniumgoals>.

### References

1. Balatenysheva, M. E. (2014), Opredelenie i ocenka ekologicheskikh aspektov predpriyatij pishhevoj promyshlennosti v uslovija globalizacii, Russia.

2. Belousov, V. N. (2014), Jenergoberezhenie i vybrosy parnikovyh gazov (CO<sub>2</sub>), Sankt-Peterburg, Russia.

3. Borshchuk, Ye. M. (2007), Osnovy teorii stiikoho rozvytku ekoloho-ekonomichnykh system, Lviv, Ukrain.

4. Gubinskij, M. V. (2007), Ocenka jemissii parnikovyh gazov pri ispol'zovanii topliv i biomassy, Harkiv, Ukrain.

5. Jekologo-jekonomicheskaja osnova dlja kompleksnoj statistiki okruzhajushhej sredi [Elektronnijresurs] – Rezhimdostupu: <http://unstats.un.org/unsd/envAccounting>.

6. Karajeva, N. V. (2008), Stalyjrozvytok: ekologho – ekonomichna optymizacija terytorialjno – vyrobnychykh system: [Navchalnyjposibnyk], Sumy, Ukrain.

7. Krusir, Gh. V. (2012), Rozrakhunok ekologhichnogo slidu khlibopekarsjkogho pidprijemstva/ Gh. V. Krusir, V. V. Jashkina, Gh. V. Kirijak // Kharchova nauka i tekhnologhija. – 2012. – №2. – P. 91–95.

8. Mel'nik, L. G. (2007), Social'no-jekonomicheskij potencial ustojchivogo razvitija, Sumy, Ukrain.

9. Metodicheskie ukazaniya po raschetu vybrosov parnikovyh gazov. – Астана, 2010.

10. Broekman, S. (2010), Ultrasonic treatment for microbiological control of water systems, UltrasonicsSonochemistry.

11. Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies. – Vienna: International Atomic Energy Agency, (2005).

12. Global Footprint Network [Electronic resource] – <http://www.FootprintNetwork.org>.

13. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Third Edition. – United Nations Sales Publication (New York, October 2007).

14. The Eight Millennium Development Goals [Electronic resource] – <http://www.un.org/millenniumgoals>.

### УДК 504.61

## МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПОВОДЖЕННЯ З ОПАЛИМ ЛИСТЯМ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Я. І. Мовчан, д.б.н., професор

Національний авіаційний університет

пр-т Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна.

E-mail: yaroslav.movchan@gmail.com

В. В. Шаравара, асистент

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32301, Україна.

E-mail: ecosphere.v@gmail.com

Б. О. Федоришин, студент

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32301, Україна.

У публікації висвітлено зв'язок розростання та ущільнення урбанізованих територій і погіршення їх екологічного стану, зародження і посилення небезпечних та кризових явищ внаслідок незбалансованого використання ресурсів довкілля, зокрема зелених насаджень міських систем і їх біопродукції. Проведений аналіз наслідків техногенного втручання у кругообіг речовин урбоекосистем шляхом традиційного поводження з опалим листям як з відходом. Визначені і наведені екологічні загрози довкіллю внаслідок існуючої системи утилізації опалого листя. В роботі підібрана і апробована методика польових досліджень і камеральної обробки результатів щодо оцінки об'ємів утворення опалого листя і, відповідно, обсягів біопродукції, що вимагає напрацювання науково-обґрунтованого підходу до її використання. Представлені первинні результати екологічного моніторингу системи поводження з опалим листям на урбанізованих територіях, визначені напрями подальших досліджень.

**Ключові слова:** моніторинг, екологічні ризики, опале листя, урбоекосистема.