

**Опенько І.А.**кандидат економічних наук, доцент кафедри геодезії та картографії  
Національного університету біоресурсів і природокористування України**Степчук Я.А.**лаборант кафедри геодезії та картографії  
Національного університету біоресурсів і природокористування України**Цвях О.М.**кандидат економічних наук, викладач кафедри земельного кадастру  
Національного університету біоресурсів і природокористування України**Openko Ivan**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**Stepchuk Yanina**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

**Tsvyakh Oleg**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

## КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ВТРАТУ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД

### CORRELATION ANALYSIS OF FOREST FIRE INFLUENCE ON LOSS OF FOREST ROOF: EUROPEAN EXPERIENCE

У статті за допомогою кореляційного аналізу визначено країни-члени ЄС в яких головною причиною втрати деревного покриву є лісові пожежі, які безпосередньо вплинули на скорочення площ лісових масивів. Дані системи EFFIS нами застосовувались для визначення причин втрат лісового покриву в країнах ЄС. Разом з тим, за допомогою інтернет-ресурсу Global Forest Watch по всім країнам-членам ЄС були визначенні динаміка втрат лісового покриву з 2001 по 2017 рр. За допомогою даних EFFIS, аналітичних щорічних Звітів Спільного дослідницького центру (Technical report by the Joint Research Centre – JRC), «Глобальна оцінка пожеж для лісових угідь» (Global Wildland Fire Assessment – GFMC) були визначені площі спалених територій внаслідок лісових пожеж в розрізі країн ЄС. За отриманими розрахунками (коефіцієнтами кореляції) нами було встановлено що однією із головних причин зниження деревного покриву стали лісові пожежі, в таких країнах ЄС: Португалія (R = 0,93); Греція (R = 0,91); Італія (R = 0,77); Хорватія (R = 0,65); Болгарія (R = 0,49); Іспанія (R = 0,44); Словенія (R = 0,43). Також згідно отриманих розрахунків в таких країнах-членах ЄС, як: Швеція, Фінляндія, Румунія, Латвія, Бельгія, Естонія, Угорщина, Франція, Швеція та інші коефіцієнт кореляції є низьким тобто кореляційний зв'язок відсутній. Це дає підстави нам стверджувати що лісові пожежі в цих країнах не є головним фактором зниження площі деревного покриву.

**Ключові слова:** лісові пожежі, лісовий покрив, коефіцієнт кореляції, лісові землекористування, лісове господарство.

В статье с помощью корреляционного анализа определены страны-члены ЕС в которых главной причиной потери древесного покрова являются лесные пожары, которые непосредственно повлияли на сокращение площадей лесных массивов. Данные системы EFFIS нами применялись для определения причин потерь лесного покрова в странах ЕС. Вместе с тем, с помощью интернет-ресурса Global Forest Watch по всем странам-членам ЕС были определены динамика потерь лесного покрова с 2001 по 2017 гг. Согласно помощью данных EFFIS, аналитических ежегодных отчетов Общего исследовательского центра (Technical report by the Joint Research Centre – JRC), «Глобальная оценка пожаров для лесных угодий» (Global Wildland Fire Assessment – GFMC) были определены площади сожженных территорий в результате лесных пожаров в разрезе стран ЕС. По полученным расчетам (коэффициентами корреляции) нами было установлено, что одной из главных причин снижения древесного покрова стали лесные пожары, в таких странах ЕС Португалия (R = 0,93); Греция (R = 0,91); Италия (R = 0,77); Хорватия (R = 0,65); Болгария (R = 0,49); Испания (R = 0,44); Словения (R = 0,43). Также согласно полученным расчетам в таких странах-членах

ЕС, як Швеція, Финляндія, Румунія, Латвія, Бельгія, Естонія, Венгрія, Франція, Швеція і другі коефіцієнт кореляції являється низким єсть кореляційна зв'язь відсутня. Це дає основу для утвердження, що лісові пожежі в цих країнах не є головним фактором зменшення площі лісового покриву.

**Ключевые слова:** лісові пожежі, лісовий покрив, коефіцієнт кореляції, лісове землепольовання, лісове господарство.

The article identifies EU member states by means of correlation analysis, where forest fires are the main reason for the loss of wood cover, which directly affected the reduction of forest areas. We used the EFFIS data to determine the causes of forest cover loss in EU countries. At the same time, the dynamics of forest cover loss from 2001 to 2017 was determined with the help of the Global Forest Watch online resource for all EU Member States. The LUCAS project was introduced in the EU for the rational use of natural resources, including forest land. Land Use / Cover Area Frame Statistical Survey), which provides a set of field studies using aerial photography and remote sensing methods for the Earth's surface to provide consistent and harmonized statistics on land use and terrestrial cover in the European Union. Such information is necessary for the formation of effective management decisions in the field of economic and environmental policy, balanced environmental management. At the same time, protecting forest resources from fire is an important task of management in the forestry structure. Among the many sources of risk on forest land, wildfires are the most dangerous element, which also poses a risk to populations living near forest areas. Every year due to forest fires considerable areas of forest areas are lost, carbon monoxide emissions are increased, flora and fauna are being destroyed, environmental, economic and social losses are caused to the state. Data from EFFIS, Analytical Annual Reports of the Joint Research Center (JRC), Global Wildland Fire Assessment (GFMC), have determined the area of burned areas due to forest fires by country EU. According to the obtained calculations (correlation coefficients), we found that forest fires in one of the following EU countries were one of the main reasons for the decrease of wood cover: Portugal ( $R = 0.93$ ); Greece ( $R = 0.91$ ); Italy ( $R = 0.77$ ); Croatia ( $R = 0.65$ ); Bulgaria ( $R = 0.49$ ); Spain ( $R = 0.44$ ); Slovenia ( $R = 0.43$ ). Also, according to the calculations obtained in such EU Member States as: Sweden, Finland, Romania, Latvia, Belgium, Estonia, Hungary, France, Sweden and other correlation coefficient is low, ie there is no correlation. This gives us reason to believe that forest fires in these countries are not a major factor in reducing the area of wood cover.

**Key words:** forest fires, forest cover, correlation coefficient, forest land use, forestry.

**Постановка проблеми.** Вивчення європейського досвіду щодо розвитку раціонального використання та охорони земель лісгосподарського призначення, головним чином пов'язане із знаковою подією 07.02.2019 року, зокрема, прийняття Закону України «Про внесення змін до Конституції України (щодо стратегічного курсу держави на набуття повноправного членства України в Європейському Союзі та в Організації Північноатлантичного договору)» [1].

Нормами цього законодавчого документу [1] закріплена незворотність стратегічного курсу держави щодо набуття повноправного членства в Європейському Союзі (ЄС) та в Організації Північноатлантичного договору (НАТО), шляхом внесення відповідних змін до Конституції України [2].

Саме через ці зміни до Конституції України [2], в контексті «...незворотності європейського та євроатлантичного курсу України» [2, абзац 5 преамбули], країни ЄС (на момент дослідження загальна кількість країн-членів ЄС – 28 країн) були визначені нами для глибокого аналізу з метою адаптації перспективних напрямків європейського розвитку в системі управління землями лісгосподарського призначення в Україні.

В ЄС з метою раціонального використання природних ресурсів в тому числі і земель лісо-

господарського призначення був запроваджений проект LUCAS (англ. Land use / cover area frame statistical survey), який передбачає комплекс польових досліджень із застосуванням аерофотозйомки та дистанційних методів зондування земної поверхні з метою забезпечення узгодженої та гармонізованої статистики щодо землекористування та земного покриву в Європейському Союзі. Така інформація є необхідною для формування ефективних управлінських рішень у сфері економічної та екологічної політики, збалансованого природокористування [3].

На основі даних проекту LUCAS було встановлено що використання сільськогосподарських земель є найпоширенішою категорією основного землекористування в ЄС, частка цих земель від загальної площі становить 41,1% (див. рис. 1).

Площа земель яка використовується для лісового господарства, охоплюють 32,6% площі ЄС (28 – країн), тоді як 15,8% площі ЄС не використовуються або покинуті землі (варто зазначити, що обстеження LUCAS базується на безпосередніх виїздах на місцевість і тип землекористувань визначається на основі видимих ознак використання землі під час обстеження) [4].

Водночас захист лісових ресурсів від пожежі є важливим завданням управління у структурі лісового господарства. Серед численних джерел



**Рис. 1. Диференціація типів землекористувань в межах ЄС (% від загальної площі ЄС – 28 країн-членів) (станом на 2015 р.)**

*Джерело: створено за даними [4]*

ризиків на землі лісогосподарського призначення, лісові пожежі є найнебезпечнішою стихією, яка також становить небезпеку для населення, які проживають поряд із лісовими угіддями. Щорічно через лісові пожежі втрачаються значні площі лісових масивів, збільшуються викиди оксиду вуглецю, знищується флора та фауна, завдаються еколого-економічні, соціальні збитки державі.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Методологія отримання даних щодо втрат лісового покриву за допомогою ДЗЗ Global Forest Watch описана колективом науковців М. С. Хансен, П. В. Потапов, Р. А. Мур, М. А. Ханчер, С. А. Турубанова, А. В. Тюкавіна, С. В. Тхай, С. В. Стеман, С. Дж. Гетц, Т. Р. Ловеланд, А. Комераді, А. Єгоров, Л. Кіні, С. О. Джастіс та Дж. Р. Г. Тауншенд [5]. В той же час набір даних Global Forest Watch про втрату деревного покриття погоджений з низкою інституцій, зокрема, Університетом штату Меріленд, Google, USGS і NASA, а також цей ресурс використовує супутникові знімки Landsat для відображення втрат щорічного покриття дерева із роздільною здатністю 30 × 30 метрів [6 – 14].

**Метою** нашого дослідження було за допомогою кореляційного аналізу визначити країни-члени ЄС в яких головною причиною втрати деревного покриття є лісові пожежі, які безпосередньо вплинули на скорочення площ лісових масивів.

#### **Виклад основного матеріалу дослідження.**

Розроблена в ЄС система моніторингу за лісовими пожежами, зокрема, Європейська інформаційна система лісових пожеж (EFFIS, The European Forest Fire Information System) [15], яка

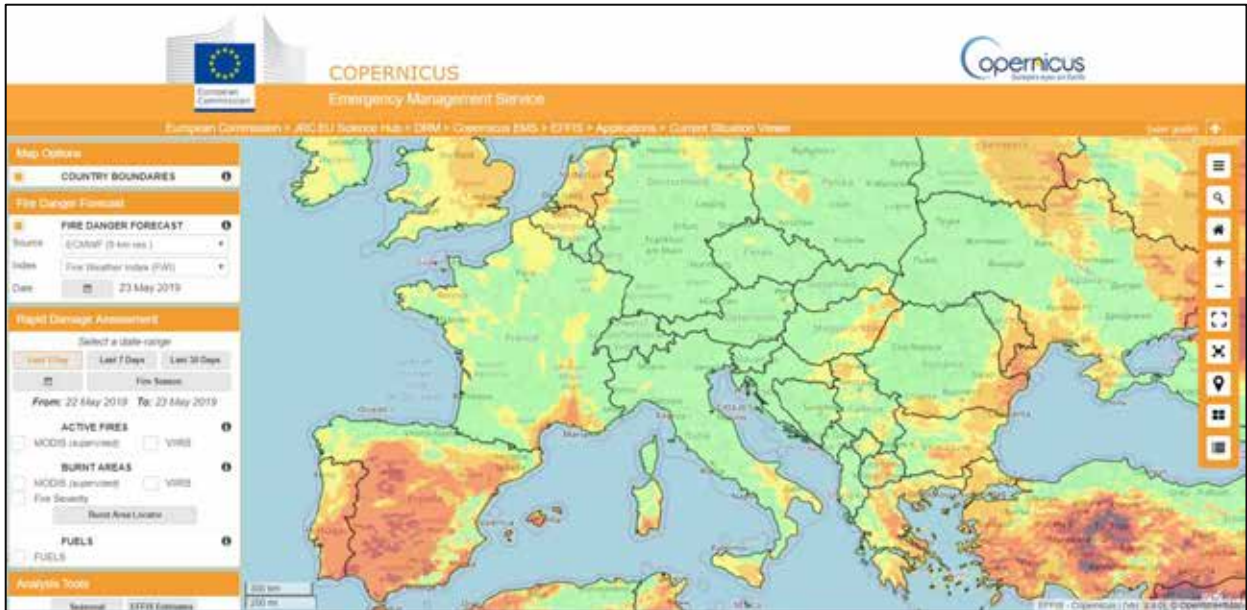
підтримує служби, що відповідають за охорону лісів від пожеж в країнах ЄС, і надає службам Європейської Комісії та Європейському Парламенту оновлену та достовірну інформацію про пожежі в Європі, дозволяє оперативно реагувати відповідні служби для охорони земель лісогосподарського призначення від таких негативних явищ (рис. 2).

Система дозволяє визначити площі спалених земель від лісових пожеж та порівнювати ці дані із показниками попередніх років (усередненими). Приклад співвідношення даних між середніми показниками спалених територій в країнах-членах ЄС (2008-2018) та даними 2019 року представлений на рис. 3.

Дані системи EFFIS нами застосовувались для визначення причин втрат лісового покриву в країнах ЄС. Разом з тим, за допомогою інтернет-ресурсу Global Forest Watch [16] по всім країнам-членам ЄС були визначенні динаміка втрат лісового покриву з 2001 по 2017 рр.

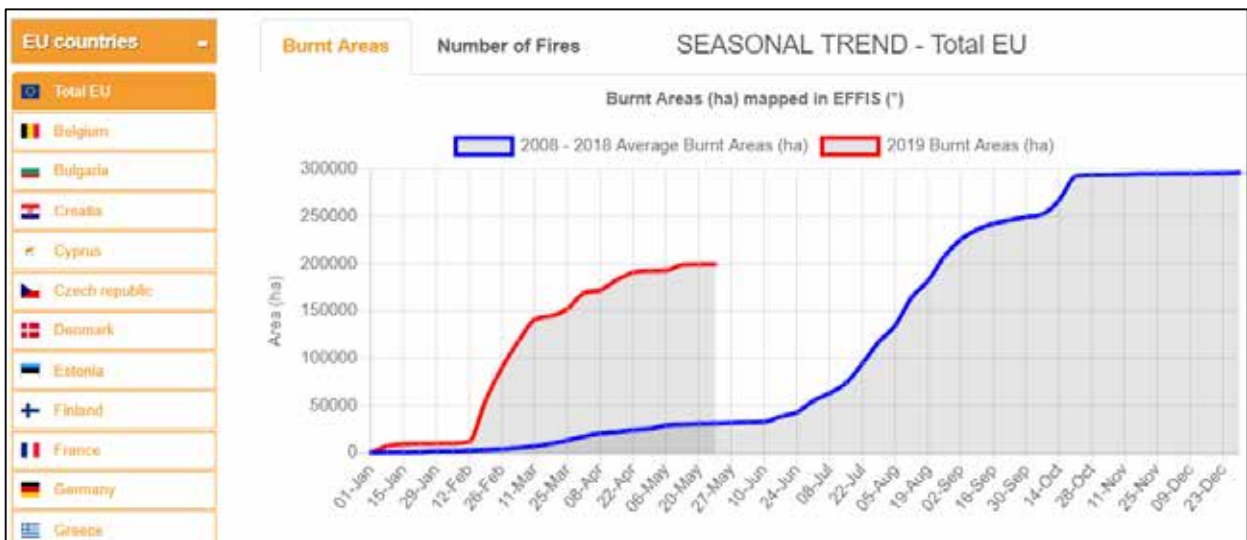
За допомогою даних EFFIS [15], аналітичних щорічних Звітів Спільного дослідницького центру (Technical report by the Joint Research Centre – JRC) [17], «Глобальна оцінка пожеж для лісових угідь» (Global Wildland Fire Assessment – GFMC) [18] були визначені площі спалених територій внаслідок лісових пожеж в розрізі країн ЄС.

Загальновідомою мірою залежності двох величин є коефіцієнт кореляції Пірсона, який зазвичай називають спрощено – коефіцієнтом кореляції. Даний показник розраховується як відношення коваріації двох випадкових величин на добуток їх стандартних відхилень. У випадку коли відомі дві випадкові величини



**Рис. 2. Прогноз лісових територій із підвищеною пожежною небезпекою**

Джерело: створено за даними EFFIS [15]



**Рис. 3. Візуалізація площ спалених внаслідок лісових пожеж в ЄС, га**

Джерело: створено за даними EFFIS [15]

X та Y – з відповідними математичними сподіваннями  $\alpha_x$  та  $\alpha_y$  та відхиленнями  $\sigma_x$  та  $\sigma_y$ , коефіцієнт кореляції буде визначатися за формулою 2.1 [19]:

$$\rho(X,Y) = \text{corr}(X,Y) = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{E((X - \mu_x)(Y - \mu_y))}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (2.1)$$

де  $\text{Cov}(X,Y)$  – коваріація величин X та Y;  
 $\sigma_x \sigma_y$  – стандартне відхилення X та Y;  
 E – оператор математичного сподівання.

Водночас у випадку наявності  $n$  вимірювань для X та Y зазначені як  $X_i$  та  $Y_i$  для  $i = 1, 2, \dots, n$ , тоді для розрахунку кореляції Пірсона  $r$  між величинами X та Y для вибірки варто застосувати коефіцієнт кореляції-вибірки, загальний вид якого представлений формулою 2.2 [19].

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (2.2)$$

де  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – середні значення для вибірки величин  $X$  і  $Y$ ;

$S_x, S_y$  – є незміщеною (корегована) оцінкою стандартного відхилення для  $X$  і  $Y$ .

Некорегована форма розрахунку  $r$  (не типова) може бути визначена за формулою 2.3 [19].

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{nS_x S_y} = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}, \quad (2.3)$$

де  $S_x, S_y$  є некорегованими стандартними відхиленнями вибірки для  $X$  і  $Y$ .

Коефіцієнт кореляції змінює своє значення від -1 до +1 при сильних взаємозв'язках між факторами. У той же час інтерпретація величини коефіцієнту кореляції, які знаходяться в проміжку [-1; +1] наведена в таблиці 1 [20].

Таким чином в результаті кореляційного аналізу між площею знищеного деревного покриву в країнах-членах ЄС, визначених за даними ДЗЗ ( $Y$ ), та площею землекористувань, в межах країн-членів ЄС, спалених внаслідок лісових пожеж ( $X$ ) нами було отримано відповідні коефіцієнти кореляції по всім країнам-членам ЄС, які представлені в таблиці 2.

В таблиці 2 результати кореляційного аналізу по таким країнам ЄС, як: Данія, Люксем-

бург, Мальта – не зазначені. Причиною цьому є відсутність інформації щодо площі спалених землекористувань через лісові пожежі в розрізі цих держав [15; 17; 18].

За отриманими розрахунками (коефіцієнтами кореляції) нами було встановлено що однією із головних причин зниження деревного покриву стали лісові пожежі, в таких країнах ЄС: Португалія ( $R = 0,93$ ); Греція ( $R = 0,91$ ); Італія ( $R = 0,77$ ); Хорватія ( $R = 0,65$ ); Болгарія ( $R = 0,49$ ); Іспанія ( $R = 0,44$ ); Словенія ( $R = 0,43$ ).

Також згідно отриманих розрахунків (табл. 2.7) в таких країнах-членах ЄС, як: Швеція, Фінляндія, Румунія, Латвія, Бельгія, Естонія, Угорщина, Франція, Швеція та інші коефіцієнт кореляції є низьким тобто кореляційний зв'язок відсутній. Це дає підстави нам стверджувати що лісові пожежі в цих країнах не є головним фактором зниження площі деревного покриву [21 – 23].

В цілому по ЄС (28-країн членів) фактор лісових пожеж впливає на зниження деревного покриву, підтвердженням цьому є коефіцієнт кореляції – 0,67.

#### Висновки з проведеного дослідження.

Таким чином, в ході дослідження нами були визначенні, та математично обґрунтовані країни-члени ЄС в яких лісові пожежі є головною причиною втрати лісового покриву.

Таблиця 1

Пояснення до величини коефіцієнту кореляції (R)

Кореляційний зв'язок	Негативний	Позитивний
Відсутній	-0,09 до 0,0	0,0 до 0,09
Низький	-0,3 до -0,1	0,1 до 0,3
Середній	-0,5 до -0,3	0,3 до 0,5
Високий	-1 до -0,5	0,5 до 1

Таблиця 2

Кореляційна залежність втрат лісового покриву та лісових пожеж

Коефіцієнт кореляції	Назва країни	Коефіцієнт кореляції	Назва країни
-0,3569	Австрія	-0,3664	Німеччина
-0,0724	Бельгія	-0,3085	Польща
0,4868	Болгарія	0,9303	Португалія
-0,2769	Велика Британія	0,0214	Румунія
0,9106	Греція	-0,2398	Словаччина
-0,0407	Естонія	0,4344	Словенія
-0,5785	Ірландія	0,0448	Угорщина
0,4446	Іспанія	-0,0076	Фінляндія
0,7692	Італія	0,0903	Франція
0,2491	Кіпр	0,6493	Хорватія
-0,0935	Латвія	-0,2399	Чехія
-0,2768	Литва	-0,0080	Швеція
-0,2332	Нідерланди	<b>0,6682</b>	<b>ЄС (28-країн членів)</b>

Джерело: розраховано автором

Варто зазначити що європейський досвід участі у світових грантах, екологічних програмах збереження довкілля, та фінансування електронних, загальнодоступних ресурсів щодо моніторингу, обліку, контролю за раціональним використанням земель лісгосподарського призначення, дозволяють оперативно

приймати управлінські рішення для охорони цих природних ресурсів.

Досвід ЄС є надзвичайно корисним для нашої держави, який дає змогу в майбутньому імплементувати існуючі ефективні заходів щодо охорони земель лісгосподарського призначення від лісових пожеж в Україні.

#### Список використаних джерел:

1. Про внесення змін до Конституції України (щодо стратегічного курсу держави на набуття повноправного членства України в Європейському Союзі та в Організації Північноатлантичного договору): Закон України від 07 лютого 2019 р. № 2680-VIII / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2680-19#n9> (дата звернення: 06.09.2019).
2. Конституція України: Закон України від 28 червня 1996 р. № 254к/96-ВР / Верховна Рада України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30. Ст. 141.
3. LUCAS – Land use and land cover survey. *Eurostat Statistics Explained* : веб-сайт. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=LUCAS\\_-\\_Land\\_use\\_and\\_land\\_cover\\_survey#Defining\\_land\\_use,2C\\_land\\_cover\\_and\\_landscape](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey#Defining_land_use,2C_land_cover_and_landscape) (дата звернення: 05.09.2019).
4. Land use statistics. *Eurostat Statistics Explained*: веб-сайт. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Land\\_use\\_statistics#Land\\_use](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Land_use_statistics#Land_use) (дата звернення: 05.09.2019).
5. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M. et al. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *American Association for the Advancement of Science*. 2013. Vol. 342, Issue 6160, pp. 850 – 853. URL: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest> (дата звернення: 23.08.2019).
6. Шевченко О. В., Опенько І. А. Теоретичні передумови раціонального сільськогосподарського землекористування. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 3. С. 126 – 130.
7. Шевченко О. В., Опенько І. А., Цвях О. М. Економічні передумови чергування культур як спосіб запобігання деградації агроландшафту. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2017. № 2. С. 58 – 65.
8. Tsvyakh O., Openko I. Main directions of urban land optimization in Kiev agglomeration. *Baltic Surveying International Scientific Journal*. 2017. Vol. 6, № 1. P. 60 – 65.
9. Цвях О. М., Опенько І. А. Промислові території, як просторовий базис оптимізації використання земель в місті Києві. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2017. № 1. С. 83 – 91.
10. Опенько І. А., Шевченко О. В., Цвях О. М. Аналіз наукових-методичних підходів до грошової оцінки земельних ділянок із полезахисними лісовими насадженнями. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 4. С. 137 – 142.
11. Опенько І. А., Євсюков Т. О. Удосконалення обліку кількості та якості земель під полезахисними лісовими насадженнями в кадастрово-реєстраційній системі. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 3. С. 106 – 112.
12. Опенько І. А., Євсюков Т. О. Землі під полезахисними лісовими насадженнями: сучасний стан, проблеми, шляхи вирішення. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 1. С. 125 – 131.
13. Опенько І. А. Порівняльний аналіз оприлюднення земельно-кадастрових відомостей у зарубіжних країнах та Україні. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2013. № 3. С. 80 – 87.
14. Ievsiukov T., Openko I. An Inventory Database, Evaluation and Monitoring of Especially Valuable Lands at Regional Level in Ukraine. *The 3rd International Geography Symposium «GEOMED 2013»: Procedia – Social and Behavioral Sciences*, June 10 – 13, 2013, Kemer, Antalya – Turkey: Elsevier, 2013. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814016619> (дата звернення: 23.08.2019).
15. The European Forest Fire Information System. *EFFIS* : веб-сайт. URL: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/> (дата звернення: 05.09.2019).
16. Tree Cover Loss in [selected area name]. *Global Forest Watch* : веб-сайт. URL: [www.globalforestwatch.org](http://www.globalforestwatch.org) (дата звернення: 23.08.2019).
17. San-Miguel-Ayanz J., Durrant T., Voca R. et al. Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2017. *European Union*. 2018. URL: <http://gfmc.online/wp-content/uploads/EU-Forest-Fires-in-Europe-2017.pdf> (дата звернення: 23.08.2019).
18. National and regional landscape fire database. GFMC : веб-сайт. URL: <http://gfmc.online/inventory/statistic.html> (дата звернення: 23.08.2019).
19. Феллер У. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Москва: Издательство «Мир», 1967. Том 1. 498 с.
20. Buda A., Jarynowski A. Life-time of correlations and its applications vol.1, Wydawnictwo Niezalezne: 5-21, December, 2010 : веб-сайт. URL: [https://www.researchgate.net/publication/258112239\\_Life-time\\_of\\_correlations\\_and\\_its\\_applications\\_Vol\\_1](https://www.researchgate.net/publication/258112239_Life-time_of_correlations_and_its_applications_Vol_1) (дата звернення: 23.08.2019).
21. Євсюков Т. О., Опенько І. А. Моніторинг особливо цінних земель із застосування технологій ДЗЗ та ГІС. *Вісник Львівського державного аграрного університету: економіка АПК*. 2013. № 20 (2). С. 231 – 242.

22. Опенько І. А. Еколого-економічна продуктивність використання земель лісгосподарського призначення в Україні. *Агросвіт*. № 13 – 14. 2019. С. 44 – 52.
23. Опенько І. А. Кореляційний аналіз впливу існуючої системи державного управління на використання земель лісгосподарського призначення в Україні. *Економіка та держава*. № 7. 2019. С. 55 – 62.

#### References:

1. The Verkhovna Rada of Ukraine (2019), The Law of Ukraine “On amendments to the Constitution of Ukraine (concerning the strategic course of the state for the acquisition of full membership of Ukraine in the European Union and in the Organization of the North Atlantic Treaty)”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2680-19#n9> (Accessed 29 August 2019).
2. The Verkhovna Rada of Ukraine (2019), “Constitution of Ukraine”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80>
3. Eurostat (2018). LUCAS – Land use and land cover survey. Available at [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=LUCAS\\_-\\_Land\\_use\\_and\\_land\\_cover\\_survey#Defining\\_land\\_use.2C\\_land\\_cover\\_and\\_landscape](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey#Defining_land_use.2C_land_cover_and_landscape)
4. Eurostat (2018). Land use statistics. Available at [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Land\\_use\\_statistics#Land\\_use](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Land_use_statistics#Land_use)
5. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M. et al. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *American Association for the Advancement of Science*, 342, 6160, 850 – 853. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
6. Shevchenko, O. V. & Openko, I. A. (2017). Theoretical prerequisites for rational agricultural land use. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 3, 126-130 [in Ukrainian].
7. Shevchenko, O. V. Openko, I. A. & Tsvyakh, O. M. (2017). Economic preconditions for alternating crops as a way to prevent degradation of the agro-landscape. *Zemleustrij, kadastr i monitoringh zemel'*, 2, 58-65 [in Ukrainian].
8. Tsvyakh, O. & Openko, I. (2017). Main directions of urban land optimization in Kiev agglomeration”, *Baltic Surveying International Scientific Journal*, 6 (1), 60-65.
9. Tsvyakh, O. M. & Openko, I. A. (2017). Industrial territories as a spatial basis for optimizing the use of land in the city of Kiev. *Zemleustrij, kadastr i monitoringh zemel'*, 1, 83-91 [in Ukrainian].
10. Openko, I. A., Shevchenko, O. V. & Tsvyakh, O. M. (2016). Analysis of scientific and methodical approaches to the monetary valuation of land with field-protective forest plantations. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 4, 137-142 [in Ukrainian].
11. Openko, I. A. & Ievsiukov, T. O. (2014). Improving accounting quantity and quality of land for shelter forest plantations in the cadastral registration system. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 3, 106-112 [in Ukrainian].
12. Openko, I. A. & Ievsiukov, T. O. (2014). Lands under field-protective forest plantations: current state, problems, solutions. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 1, 125-131 [in Ukrainian].
13. Openko, I. A. (2013). A comparative analysis of the publication of land cadastral data in foreign countries and Ukraine. *Zemleustrij, kadastr i monitoringh zemel'*, 3, 80-87 [in Ukrainian].
14. Ievsiukov, T. & Openko, I. (2013). An Inventory Database, Evaluation and Monitoring of Especially Valuable Lands at Regional Level in Ukraine, *The 3rd International Geography Symposium “GEOMED 2013”*. Kemer, Antalya: Elsevier, Procedia – Social and Behavioral Sciences, Available at <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814016619>
15. EFFIS (2018). The European Forest Fire Information System. Available at <http://effis.jrc.ec.europa.eu/>
16. Global Forest Watch (2018). Tree Cover Loss in [selected area name]. Available at [www.globalforestwatch.org](http://www.globalforestwatch.org)
17. San-Miguel-Ayanz J., Durrant T., Boca R. et al. (2018) Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2017. *European Union*. Available at <http://gfmco.online/wp-content/uploads/EU-Forest-Fires-in-Europe-2017.pdf> (accessed 23.08.2019).
18. GFMC (2019). National and regional landscape fire database. Available at <http://gfmco.online/inventory/statistic.html>
19. Feller U. (1967) *Vvedeniye v teoriyu veroyatnostey i yeye prilozheniya* [Introduction to probability theory and its applications]. Moscow: Izdatel'stvo «Mir». (in Russian)
20. Buda A., Jarynowski A. (2010). Life-time of correlations and its applications vol.1, Wydawnictwo Niezalezne: 5-21. Available at [https://www.researchgate.net/publication/258112239\\_Life\\_time\\_of\\_correlations\\_and\\_its\\_applications\\_Vol\\_1](https://www.researchgate.net/publication/258112239_Life_time_of_correlations_and_its_applications_Vol_1)
21. Ievsiukov, T. O. & Openko, I. A. (2013). Monitoring is especially valuable land from the application of remote sensing and GIS technologies. *Visnyk L'vivs'koho derzhavnogo ahrarnoho universytetu: ekonomika APK*, 20 (2), 231-242 [in Ukrainian].
22. Openko, I. A. (2019). Ecological and economic productivity of land use in Ukraine. *Ahrosvit*, 13-14, 44-52 [in Ukrainian].
23. Openko, I. A. (2019). Correlation analysis of the impact of the existing public administration system on forest land use in Ukraine. *Ekonomika ta derzhava*, vol. 7, pp. 55-62 [in Ukrainian].