

ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ. МОНІТОРИНГ ТА ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬ

УДК 332.3:528.88

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2022.01.11>

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МОНІТОРИНГ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ НЕЛЕГАЛЬНОГО ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ

Р.М. ЯНЧУК,

к. т. н., завідувач кафедри геодезії та картографії,

E-mail: r.m.yanchuk@nuwm.edu.ua

О.П. ДМИТРІВ,

к. т. н., доцент кафедри геодезії та картографії,

E-mail: o.p.dmytriv@nuwm.edu.ua

С.М. ОСТАПЧУК,

к. т. н., доцент кафедри геодезії та картографії,

E-mail: s.m.ostapchuk@nuwm.edu.ua

А.В. ПРОКОПЧУК,

старший викладач кафедри геодезії та картографії,

E-mail: a.v.prokopchuk@nuwm.edu.ua

С.М. ТРОХИМЕЦЬ,

старший викладач кафедри геодезії та картографії,

E-mail: s.m.trokhymets@nuwm.edu.ua

О.Є. ЯНЧУК,

к. т. н., доцент кафедри геодезії та картографії,

E-mail: o.e.yanchuk@nuwm.edu.ua

*Національний університет водного господарства та
природокористування*

Анотація. Проаналізовано негативні наслідки нелегального видобутку бурштину в Україні. Наголошено на актуальній потребі достовірної оцінки масштабів нелегального старательства, визначенні площ таких ділянок та необхідних обсягах їх подальшої рекультивації.

У рамках виконання науково-технічних досліджень на замовлення Міністерства освіти і науки України «Розроблення системи ідентифікації та моніторингу земель, порушених внаслідок видобування бурштину» у північно-західній частині Українського Полісся відібрано 5 масивів тестових ділянок площами по

100 км² з найбільшим поширенням порушених земель. Тестові ділянки мають чітко виражені ознаки та значну площу злитих контурів.

Для ідентифікації та моніторингу таких територій запропоновано комплексний підхід, який передбачає використання багатозональних супутникових знімків, картографування з безпілотних літальних апаратів, наземні геодезичні вимірювання. Розроблено методику таких досліджень. Для автоматизації робіт на базі безкоштовної програми з відкритим кодом QGIS 3.4.2 обґрунтовано структуру та розроблено модульну геоінформаційну систему. Виконано верифікацію площ порушених земель за матеріалами супутникових знімків і польовими геодезичними вимірюваннями. Наведено окремі результати досліджень ділянок порушених земель у Сарненському районі Рівненської області, які засвідчують дієвість запропонованої методики.

Ключові слова: бурштин, порушені землі, моніторинг, супутникові знімки, наземні геодезичні знімання.

Постановка проблеми.

Нелегальний видобуток бурштину в Україні розпочався ще у кінці 1980-х років, проте масового та загрозливого характеру він набув в останні 15-20 років. Обсяги видобутку бурштину досить великі. Навіть за скромними підрахунками вони сягають від 150 до 300 тонн на рік. Справжніх обсягів ніхто й не знає. Найбільш привабливими територіями для видобутку «сонячного каменю» є північні райони Рівненської та Житомирської областей. Промислові поклади бурштину пов'язані тут переважно з гумусовими кварцовими пісками межигірської світи нижнього олігоцену, що залягають прошарками на глибині від 2,5 до 10 м від поверхні та мають загальну потужність 0,5-5,0 м. Вміст бурштину в них знаходиться від декількох до кількох сотень грамів на кубічний метр. Ціна на бурштин залежить від його якості і в Україні на «чорному ринку», як правило, коливається від 300 до 3 000 умовних одиниць (євро) за кілограм. Приблизний же загальний річний дохід складає до 300 мільйонів євро [1].

Це є величезною спокусою для нелегальних старателів. Незважаючи на те, що світові ціни на мінерал останнім часом падають і держава активніше протидіє його незаконному видобутку, бурштинова лихоманка у згаданих регіонах не проходить і дотепер. А це стало причиною цілої низки негативних наслідків, серед яких варто виокремити:

- екологічні (знищення рослинного покриву і родючого шару ґрунту, порушення структури рельєфу, зміна мікроклімату, погіршення гідрологічного режиму, забруднення вод та ін.);

- економічні (неотримання податків й рентної плати і, як наслідок, втрата грошових надходжень до державного та місцевих бюджетів, необхідність ліквідації наслідків незаконного старательства, збитки сільськогосподарської, лісгосподарської, туристичної та інших галузей);

- соціальні (криміналізація території, падіння дієздатності владних структур, залучення до бурштинодобування підлітків);

- політичні (скажімо, знижен-

ня довіри до української держави як надійного партнера у галузі міжнародного природоохоронного права).

З огляду на вищенаведене, зрозумілою і актуальною виглядає необхідність ідентифікації та моніторингу земель, порушених внаслідок незаконного видобутку бурштину, що дозволило б виконати оцінку масштабів нелегального старательства, визначити площі таких ділянок та необхідні обсяги їх подальшої рекультивації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Вивчення теоретичних й прикладних питань зазначеної тематики не залишилося поза увагою вітчизняних і зарубіжних вчених та фахівців-практиків. Такі розвідки знайшли висвітлення у відповідних публікаціях [2-8].

Важливість питань раціонального використання природно-ресурсного потенціалу відображають і законодавчі документи, як от [9].

Мета дослідження. Теоретичні розробки та запропоновані методики по визначенню природно-ресурсних втрат на землях незаконного видобутку бурштину потребують їх практичної реалізації та удосконалення, оскільки на даний час ще немає чіткого алгоритму їх здійснення. Такі дослідження на замовлення Міністерства освіти і науки України виконані у Національному університеті водного господарства та природокористування у рамках науково-технічної теми «Розроблення системи ідентифікації та моніторингу земель, порушених внаслідок видобування бурштину» (договір №ДЗ/46-2018).

Матеріали та методи дослідження.

На основі багатоспектральних знімків супутникових систем, які використані в якості вхідних даних, розроблено методики геоінформаційного аналізу даних, що забезпечують функції однозначної ідентифікації цільових ділянок з визначенням їх локалізації (місцезорозташування), геометричних розмірів (площі), складу угідь (ліси, рілля і та ін.) на окремий момент часу. Теоретичні припущення щодо складу, обсягу та можливої взаємодії модулів геоінформаційної системи підтверджені польовою верифікацією із застосуванням класичних методів збору геопросторових даних.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Нелегальний видобуток бурштину відбувався і наразі здійснюється на території північно-західного Українського Полісся неоднаково. Він має певні особливості, пов'язані з дещо відмінними природними умовами території, іншим часом та способом видобутку, різною активністю злочинних озброєних угруповань, реакцією на їх дії місцевого населення та органів влади тощо. Це потребує використання різних підходів і матеріалів для виконання поставленого завдання. У зв'язку з цим було відібрано 5 масивів тестових ділянок площами по 100 км² з найбільш масовим поширенням порушених земель у Рівненській і Житомирській областях. Тестові ділянки мають чітко виражені ознаки та значну площу злитих контурів. Для ідентифікації і моніторингу ділянок вирішено використати комплексний підхід, який передбачає:

1) використання матеріалів різночасових космічних знімків, а саме багатозональних супутникових знімків WordView-2, WordView-3, Pleiades-1, Spot-6/7 (надані дистриб'ютером ДЗЗ в Україні ТзОВ «ТВІС ЮКРЕЙН» на комерційній основі), Planet Scope (після реєстрації надаються безкоштовно впродовж 14-денного терміну з обмеженням по площі 500 км²) і Sentinel-2A/2B (є на сайті Європейського космічного агентства ESA у вільному доступі). Це дає можливість у камеральних умовах з великою достовірністю і достатньою точністю за рахунок текстурних, спектральних та температурних відмінностей піщаних відвалів від оточуючих об'єктів навколишнього середовища ідентифікувати місця незаконного видобування та реально оцінити масштаби екологічного лиха;

2) оперативне і більш точне картографування за допомогою безпілотних аерознімальних систем (за умови мінімізації ризику втрати БПЛА внаслідок злочинних дій старателів). Для виконання робіт використано мультимоторний безпілотний апарат PHANTOM 4 Professional фірми DJI;

3) наземні геодезичні вимірювання з використанням електронних тахеометрів (переважно на закритій та лісистій місцевості) або супутникових приймачів (на відкритій території) для верифікації матеріалів дистанційних знімків при умові вільного та безпечного доступу до точок спостережень. У першому випадку використовувався електронний тахеометр Leica TCR 405 Ultra, у другому – роверний RTK приймач на основі багаточастотного GPS приймача Leica 1200 та антени геодезичного класу точності Leica AX1202 GG.

При виконанні досліджень, особливо на початковому етапі, найбільшу увагу вирішено було приділити матеріалам супутникових знімків, які окрім зазначених вище достоїнств, характеризуються ще глобальністю покриття (у нашому випадку це досить важливо, оскільки природні перешкоди та людський фактор можуть бути завадою доступності до потрібних місць), відносно високою періодичністю знімання (є можливість виконати аналіз динаміки змін ландшафту), наявністю апробованих алгоритмів обробки та ін. У зв'язку з тим, що видобуток бурштину відбувається різними способами і у дещо інших природних умовах, а порушені ділянки частково вкриваються неоднаковою рослинністю, то для коректного дешифрування потрібно використовувати ще й різні типи космічних знімків (відмінні за роздільною здатністю, набором спектральних каналів, датою знімання).

Наведемо окремі результати досліджень по масиву №3, який знаходиться у західній частині Сарненського району Рівненської області. Незаконне добування бурштину із піщаних родовищ здійснюється тут, в основному, двома способами: механічним (шурфуванням) та гідравлічним (гідропомповим). Наслідки таких дій на місцевості зображено на рис. 1, 2. Способи використовуються залежно від сукупності цілого ряду факторів, визначальними з яких є глибина залягання бурштиновміщуючих порід та рівень ґрунтових вод. Окрім двох основних способів використовують ще варіант комбінованого видобування, коли по шурфових покопах роблять свердловини гідрозливу.

Вхідними матеріалами для досліджень масиву №3 взяті знімки з кос-



Рис. 1. Розміщення шурфових покопів на території масиву №3.



Рис. 2. Результати гідрозмиву на території масиву №3.

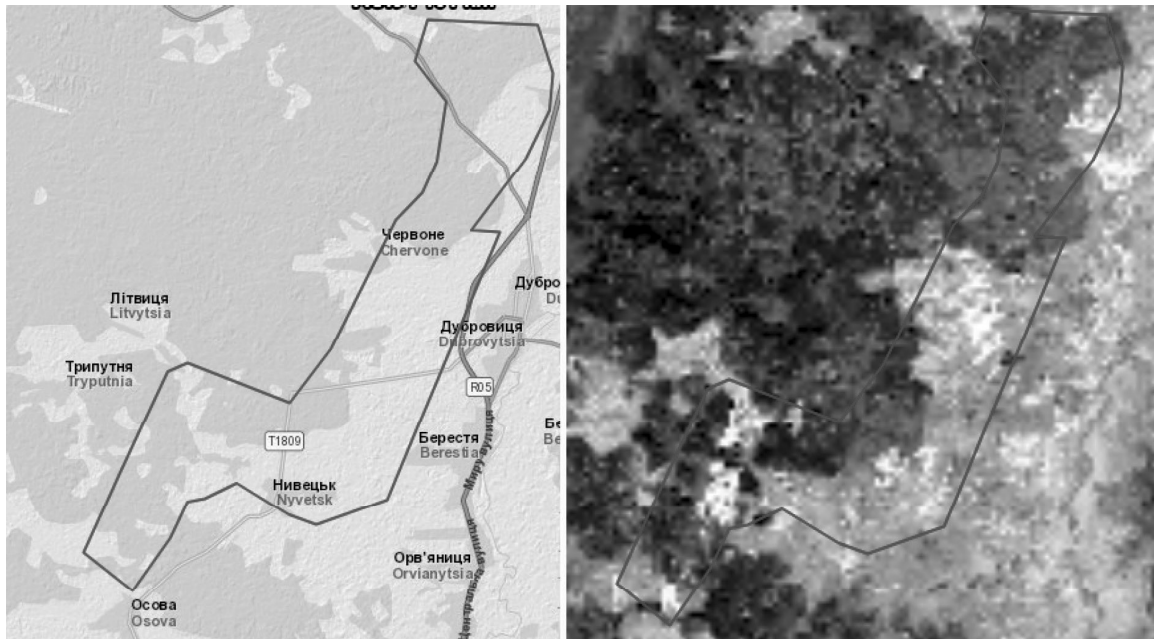


Рис. 3. Схема зони масиву №3.

мічних апаратів Spot-6 та Sentinel-2 (рис. 3, табл. 1, 2).

У південно-західній частині масиву знаходиться тестова ділянка, яка забезпечена знімками з космічних апаратів WordlView-2 та Planet Scope (рис. 4, табл. 3).

Обробка даних дистанційного зондування включає стандартні ета-

пи. Зрозуміло, що практична реалізація цих етапів залежить від використаного апаратного і програмного забезпечення. Узагальнений порядок опрацювання даних дистанційного зондування полягає у:

1) підготовці даних (формуванні бази геопросторових даних, уніфікації форматів даних);

Табл. 1. Специфікація супутникових даних Spot-6 зони масиву №3.

Космічний апарат	Spot-6 (AIRBUS, Франція)
Тип замовлення	Архівна зйомка
Ідентифікатор сцени	DS_SPOT6_201610140904152_FR1_FR1_FR1_FR1_E026N52_03008
Хмарність	0%
Кут відхилення від надиру	22,4°
Канали	PSM 4-bands: R,G,B,NIR
Просторова роздільна здатність продукту	1,5 м/піксель
Радіометрична роздільна здатність	16 біт/піксель
Формат даних	GeoTIFF
Точність прив'язки без опорних точок	10,0 м CE90
Координати центру зйомки	51° 34' 34" N 26° 29' 47" E
Площа зйомки	100,00 кв. км
Проекція, еліпсоїд	UTM Zone 35

Табл. 2. Специфікація супутникових даних Sentinel-2 зони масиву №3.

Космічний апарат		Sentinel-2B (AIRBUS, Франція)	
Тип замовлення		Архівна зйомка	
Ідентифікатор сцени		S2B_MSIL1C_20180429T092029_N0206_R093_T35UMT_20180429T112810.SAFE	
Хмарність		0%	
Канали	Просторова роздільна здатність	R,G,B,NIR 4 Vegetation red edge 2 SWIR Coastal aerosol Water vapour SWIR - Cirrus	10 м/піксель 20 м/піксель 20 м/піксель 60 м/піксель 60 м/піксель 60 м/піксель
Радіометрична роздільна здатність		11 біт/піксель	
Формат даних		GeoTIFF	
Точність прив'язки без опорних точок		20,0 м CE90	
Площа зйомки		100,00 кв. км	
Проекція, еліпсоїд		UTM Zone 35	

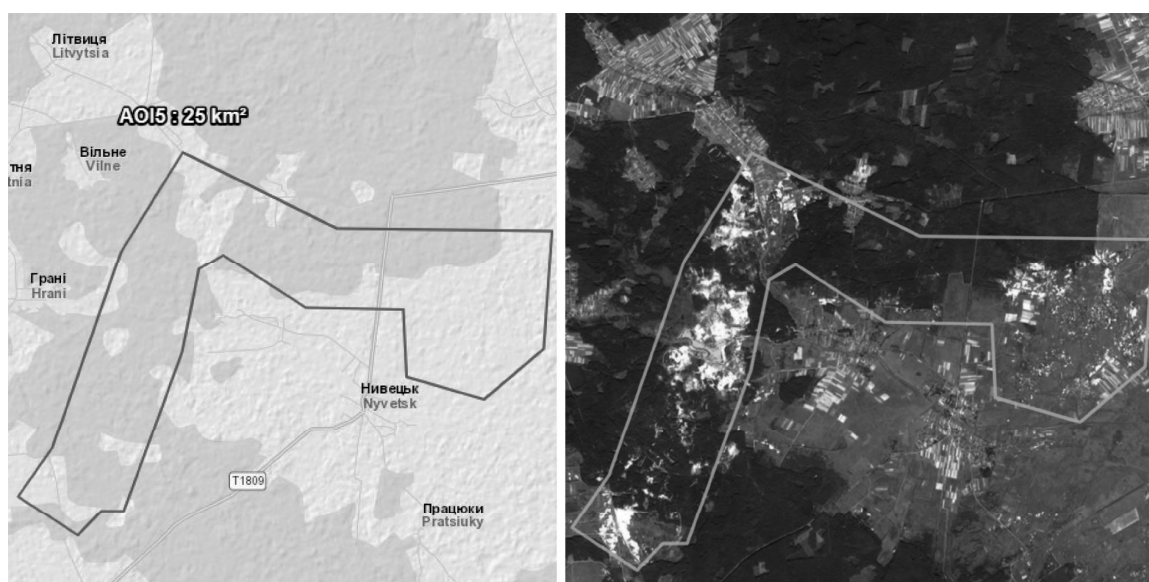


Рис. 4. Схема зони тестової ділянки масиву №3.

2) попередній обробці даних (геометричній корекції, атмосферній корекції, радіометричній корекції та калібруванні);

3) тематичній обробці даних (підготовці композитних та індексних зображень, класифікації, алгебрі карт, статистичній інформації);

4) аналізі отриманих результатів (дослідженні часових рядів даних, підтримці подальших рішень).

Знаходження у безпосередній близькості на космічних зображеннях відкритих відвалів піску і ям-копанок є головною ознакою місць нелегального видобутку бурштину. Такі локації виділяються характерним спектральним образом, дрібнокомірчастою текстурою зображення та температурним контрастом з навколишньою рослинністю. Беручи це до уваги, методику ідентифікації і

Табл. 3. Специфікація супутникових даних WorldView-2 та Planet Scope зони тестової ділянки масиву №3.

Космічний апарат	WorldView-2 (Digital Globe Inc., США)	Planet Scope (Planet Labs, Inc., США)
Тип замовлення	Архівна зйомка	
Ідентифікатор сцени	103001005CA03500	20180503_084125_1012_3B_AnalyticMS 20180503_084126_1012_3B_AnalyticMS 20180503_084127_1012_3B_AnalyticMS
Хмарність	0%	0%
Кут відхилення від надиру	17,8°	
Канали	Panhrromatic MS:R,G,B,NIR, coastal, yellow, red edge, NIR-2	PSM 4-bands: R,G,B,NIR
Просторова роздільна здатність продукту	0,5 м/піксель (P) 2.0 м/піксель (MS)	3,0 м/піксель
Радіометрична роздільна здатність	16 біт/піксель	
Формат даних	GeoTIFF	
Точність прив'язки без опорних точок	4,5м CE90	
Координати центру зйомки	51° 32' 34" N 26° 23' 36" E	
Площа зйомки	25,00 кв. км	
Проекція, еліпсоїд	UTM Zone 35	

подальшого картографування ділянок нелегального видобутку побудовано на послідовному аналізі багатоспектральних космічних даних за притаманними спектральними ознаками та оцінці приросту температури земної поверхні на порушених ділянках (за даними Landsat 8/TIRS виконується аналіз рядів відновлених температур).

Для достовірного визначення таких територій виконується аналіз гіперспектральних дистанційних зображень сенсора HIPERION супутника EO-1. Одержані результати надають можливість для формування повного спектрального образу потрібного об'єкта та його ідентифікації на космічному зображенні.

З метою збільшення обсягу входних даних, крім стандартних зображень та теплових карт, застосовуються

ще індексні зображення та результати аналізу головних компонент. Частково спрощений порядок методики визначення площ можна подати як:

- 1) попередня обробка;
- 2) визначення температури поверхні, побудова композитів та індексних карт, аналіз головних компонент, аналіз спектральних характеристик об'єкта;
- 3) побудова еталонних ділянок, створення сигнатур, аналіз сигнатур;
- 4) класифікація, маскування, визначення площ;
- 5) аналіз змін.

В якості базової настільної ГІС використовувалась система QGIS 3.4.2. Опрацювання космічних знімків виконувалось із застосуванням стандартних модулів QGIS та розроблених відповідних додатків. Для

збільшення можливостей системи використано ресурси бібліотеки GDAL (Geospatial Data Abstraction Library), додаткові модулі GRASS GIS та GIS SAGA.

Результатом такої роботи є масиви цілочисельних ґридів, комірки яких несуть відповідну інформацію про належність пікселів до порушених земель. Маючи різночасовий розподіл вхідних даних, є подальша можливість визначити динаміку змін площ нелегального видобутку бурштину.

На рис. 5 і 6 представлені результати автоматизованого визначення порушених земель на частині тестової ділянки масиву №3. Площі ідентифікованих ділянок відповідно становили 211 і 237 га. Різниця у площах

спричинена різночасовим розподілом даних та відмінністю у їх просторовій роздільності.

З метою польової верифікації методики ідентифікації порушених земель за матеріалами супутникових знімальних систем для масиву №3 була вибрана цільова ділянка, на якій виконані натурні польові обстеження та вимірювання. Територія цільової ділянки забезпечена знімком з космічного апарату KompSAT-3 станом на 29.07.2019 р. Площа порушених земель, визначених автоматизовано за космічним знімком становила 31,93 га. Площа ж порушених земель за даними наземного знімання була 35,06 га. Таким чином, розходження площ, визначених різними методиками,

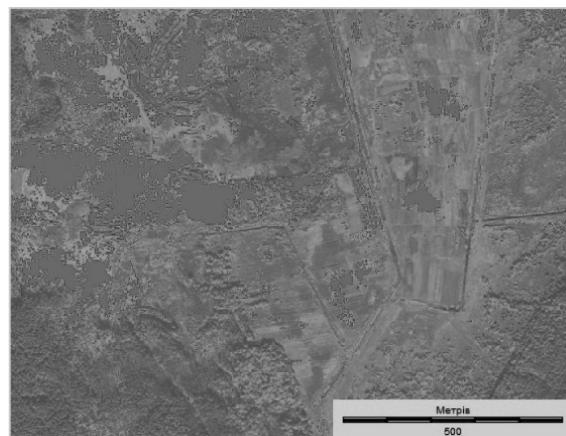


Рис. 5. Результати класифікації за даними WV-2.

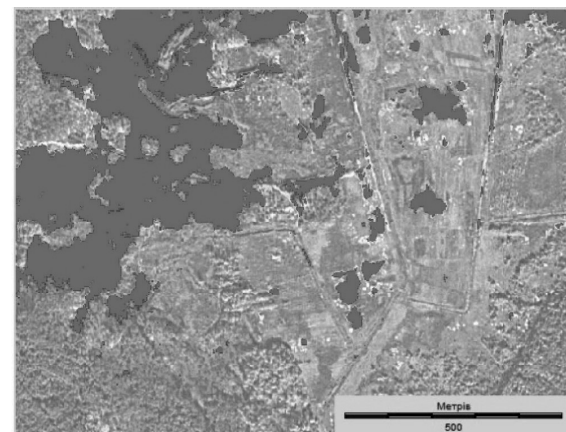
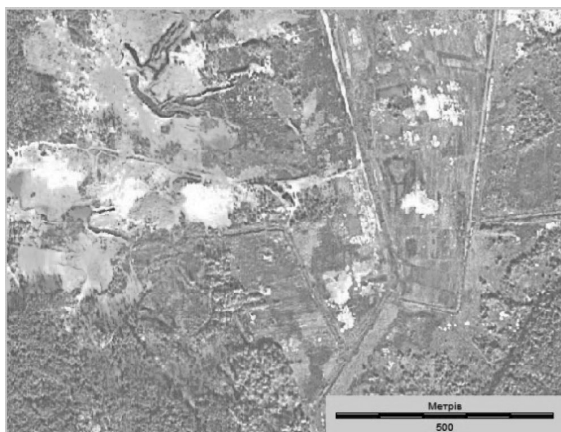


Рис. 6. Результати класифікації за даними SPOT-6.

становить 3,13 га. Це складає 8,9% відносно площі, визначеної за даними наземного знімання. У даному випадку в автоматизованому режимі не було виділено частину порушених земель, зарослу трав'яною, чагарниковою та деревною рослинністю, що і стало причиною такого розходження.

Висновки.

Розроблено методику ідентифікації та моніторингу стану земель нелегального видобутку бурштину за допомогою дистанційних матеріалів з різних космічних знімальних систем. В якості вхідних параметрів використано дані супутникових систем WordView-2/3, Pleiades-1, Spot-6/7, Planet Scope, Sentinel-2A/2B.

Для автоматизації робіт обґрунтована структура та розроблена модульна геоінформаційна система. В якості базової оболонки геоінформаційної системи використано безкоштовну програму з відкритим кодом доступу QGIS 3.4.2.

Проведено верифікацію отриманих площ порушених земель за матеріалами супутникових знімів і польовими геодезичними вимірюваннями.

Виконано апробацію запропонованої методики на окремих ділянках порушених земель у Сарненському районі Рівненської області.

Результати дослідження можуть бути використані для прийняття належних управлінських рішень стосовно усунення негативних наслідків явища.

Список літератури

1. Гришко Л. «Бурштинова лихоманка» загрожує Україні екологічною катастрофою. URL: <https://p.dw.com/p/112rk>.
2. Філіпович В.Є., Крилова Г.Б., Лубський М.С. Методика пошуку та локалізації ділянок незаконного видобутку бурштину за матеріалами багатозональної космічної зйомки // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць 14-ї Міжнар. наук.-практ. конфер. (5–9 жовтня 2015 р., м. Київ, Пуща-Водиця). – С. 181-198.
3. Godert W. J. van Lynden, Stephan Mantel. The role of GIS and remote sensing in land degradation assessment and conservation mapping: some user experiences and expectations. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Elsevier, Vol. 3, Issue 1, pp. 61–68. [www.doi.org/10.1016/S0303-2434\(01\)85022-4](http://www.doi.org/10.1016/S0303-2434(01)85022-4).
4. Hadeel A., Xiaoling Chen, Mushtak Jabbar. Remote sensing and GIS application in the detection of environmental degradation indicators. Geospatial Information Science, Vol. 14, Issue 1, pp. 39–47. www.doi.org/10.1007/s11806-011-0441-z.
5. Маслей В.Н., Мозговой Д.К., Белоусов К.Г., Хорошилов В.С., Бушанская А.С., Галич Н.Г. Методика оценки последствий добычи янтаря по многоспектральным спутниковым снимкам // Космична наука і технологія. –2016. – Т. 22. – № 6. – С. 26-36.
6. Методика визначення розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок самовільного користування надрами: наказ Міністерства екології та природних ресурсів України №303 від 29.08.2011 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1097-11>.
7. Шевчук Р.М. Верифікація результатів супутникового моніторингу територій нелегального видобутку бурштину // Екологічна безпека та природокористування. – 2017. – № 3-4(24). – С. 133-137.
8. Янчук Р., Дмитрів О., Трохимець С., Прокопчук А. Розроблення методики розра-

хунку кількісних та якісних втрат природно-ресурсного потенціалу порушених земель внаслідок незаконного видобутку бурштину // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2020. – II(40). – С. 93-101.

9. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28 лютого 2019 року, №2697-VII.

References

1. Hryshko L. (2016). "Burshtynova lykhomanka" zahrozhuie Ukraini ekolohichnoiu katastrofoiu. URL: <https://p.dw.com/p/112rk>.
2. Filipovych V.Ie., Krylova H.B., Lubskiy M.S. (2015). Metodyka poshuku ta lokalizatsii dilianok nezakonnoho vydobutku burshtynu za materialamy bahatozonalnoi kosmichnoi ziomyky. Suchasni informatsiini tekhnolohii upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu, pryrodokorystuvanniam, zakhodamy v nadzvychainykh sytuatsiiakh: zb. nauk. pr. 14-yi Mizhn. nauk.-prakt. konf. , Kyiv (Pushcha-Vodytsia). S. 181-198.
3. Godert W. J. van Lynden, Stephan Mantel (2001). The role of GIS and remote sensing in land degradation assessment and conservation mapping: some user experiences and expectations. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Elsevier, Vol. 3, Issue 1, pp. 61–68. [www.doi.org/10.1016/S0303-2434\(01\)85022-4](http://www.doi.org/10.1016/S0303-2434(01)85022-4).
4. Hadeel A., Xiaoling Chen, Mushtak Jabbar (2011). Remote sensing and GIS application in the detection of environmental degradation indicators. Geospatial Information Science, Vol. 14, Issue 1, pp. 39–47. www.doi.org/10.1007/s11806-011-0441-z.
5. Maslei V.N., Mozghovoi D.K., Belousov K.H. et al. (2016). Metodyka otsenky posledstvyi dobychy yantaria po mnohospektralnym sputnykovym snymkam. Kosmichna nauka i tekhnolohiia. T. 22. №6. S. 26-36.
6. Metodyka vyznachennia rozmiriv vidshkoduvannia zbytkiv, zapodiianykh derzhavi vnaslidok samovilnoho korystuvannia nadramy: nakaz Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy № 303 vid 29.08.2011 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1097-11>.
7. Shevchuk R.M. (2017). Veryfikatsiia rezultativ suputnykovoho monitorynhu terytorii nelehalnoho vydobutku burshtynu. Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia. № 3-4 (24). S. 133-137.
8. Yanchuk R., Dmytriv O., Trokhymets S. et al. (2020). Rozroblennia metodyky rozrakhunku kilkisnykh ta yakisnykh vtrat pryrodno-resursnoho potentsialu porushenykh zemel vnaslidok nezakonnoho vydobutku burshtynu. Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: zb. nauk. pr. Lviv: vyd.-vo Lvivskoi politekhniki, vyp. II (40). S. 93-101.
9. Zakon Ukrainy "Pro osnovni zasady (strategiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku" vid 28 liutoho 2019 roku, №2697-VII.

Yanchuk R., Dmytriv O., Ostapchuk S., Prokopchuk A., Trokhymets S., Yanchuk O.
IDENTIFICATION AND MONITORING OF THE STATE OF ILLEGAL AMBER MINING LANDS

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2022.01.11>

Abstract. The negative consequences of illegal amber mining in Ukraine are analyzed. Emphasis is placed on the urgent need for a reliable assessment of the extent of illegal mining, determining the area of such sites and the necessary amount of their further reclamation.

As part of scientific and technical research commissioned by the Ministry of Education and Science of Ukraine "Development of a system for identification and monitoring of lands damaged by amber mining" in the northwestern part of Ukrainian Polissya selected 5 test plots of 100 km² with the highest distribution of disturbed lands. The test areas have clear features and a significant area of merged contours.

An integrated approach has been proposed for the identification and monitoring of such areas, which involves the use of multi-zone satellite images, mapping from unmanned aerial vehicles, and ground geodetic measurements. A methodology for such research has been developed. To automate the work on the basis of the free open source program QGIS 3.4.2, the structure was substantiated and a modular geographic information system was developed. Verification of the areas of disturbed lands on the basis of satellite survey materials and field geodetic measurements has been performed. Some results of researches of the sites of the broken earths in the Sarny area of the Rivne area which testify to efficiency of the offered technique are resulted.

Key words: *amber, disturbed lands, monitoring, satellite images, ground geodetic surveys.*
