

УДК 574.4:349.6

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-2-1>

Ольга БЄДУНКОВА

доктор біологічних наук, доцент, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, вул. Соборна, 11, м. Рівне, Україна, 33028

ORCID: 0000-0003-4356-4124

Scopus-Author ID: 57193439260

Влад КЛИМЕНКО

здобувач третього рівня вищої освіти, Національний університет водного господарства та природокористування, вул. Соборна, 11, м. Рівне, Україна, 33028

Бібліографічний опис статті: Бєдункова, О., Клименко, В. (2022) Методологія оцінювання придатності екосистем порушених незаконним видобутком бурштину для їх рекультивациі. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2, 3–10, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-2-1>

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПРИДАТНОСТІ ЕКОСИСТЕМ ПОРУШЕНИХ НЕЗАКОННИМ ВИДОБУТКОМ БУРШТИНУ ДЛЯ ЇХ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ

Мета роботи. Статтю присвячено розгляду та теоретичному аналізу питання незаконного видобутку бурштину, який несе загрозу соціо-економічному розвитку як на локальному, так і регіональному рівнях нашої держави. **Наукова новизна.** Аналіз проблеми доводить доцільність розмежування антропогенних факторів впливу на стан екологічної безпеки екосистем (аграрних, лісових, водно-болотних) порушених незаконним видобутком бурштину здійснювати за ступенем їх порушення, а саме: слабо порушені до 10%; частково порушені від 10 до 30%; дуже порушені від 30 до 70%; сильно порушені від 70 до 100% у відсотках до площі 1 га. **Методологія.** Площі ділянок, порушених незаконним видобутком бурштину (гідромеханізованим способом або розкопами), рекомендується визначати експериментальними методами, а саме: розрахунковим, за знімками Sentinel-2, ортофотопланом. Рекультивацию порушених екосистем незаконним видобутком бурштину рекомендується здійснювати за сільськогосподарським, лісгосподарським напрямками у три етапи. На підготовчому етапі проводять комплексну оцінку соціо-економічних, гідрогеологічних, гідрологічних, ґрунтових, ботанічних умов порушених територій, вивчають склад ґрунтів, материнських і підстилаючих порід, визначають ступінь пошкодження паїв, городів, кварталів, відділів, пасовищ, луків та обирають напрями їх рекультивациі. На другому гірничо-технічному етапі на слабо і частково порушених аграрних і лісових екосистемах проводять засипку воронок, розкопів; на дуже і сильно порушених – проводять часткове або суцільне вирівнювання поверхні. На третьому біологічному етапі на порушених аграрних екосистемах вносять органічні і мінеральні добрива, вапно (за потреби), активні мікроорганізми і висівають сидерати, на порушених лісових екосистемах – сприяють природному поновленню найстійкіших деревних видів або проводять посадку дерев сосни звичайної, берези повислої. Водогосподарський напрям рекультивациі передбачає використання кар'єрних виїмок, котлованів, понижень, блюдець, боліт для створення водних об'єктів, а саме: для рибництва шляхом будівництва ставків з водним дзеркалом більше 1 га і глибиною понад 2 м, для відновлення водно-болотних угідь або боліт шляхом підтримання тимчасового, періодичного або постійного їх затоплення глибиною менше 2 м. **Висновок.** Узагальнено послідовність основних технологічних етапів рекультивациі земель, порушених внаслідок незаконного видобутку бурштину.

Ключові слова: порушені екосистеми, рекультивация, етапи, добрива, оранка, сидерати, ставки, водойми.

Olga BIEDUNKOVA

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Ecology, Environmental Protection and Forestry Technologies, National University of Water and Environmental Engineering, Soborna str., 11, Rivne, Ukraine, 33028

ORCID: 0000-0003-4356-4124

Scopus-Author ID: 57193439260

Vladislav KLYMENKO

Applicant for the third level of higher education, National University of Water and Environmental Engineering, Soborna str., 11, Rivne, Ukraine, 33028

To cite this article: Biedunkova, O., Klymenko, L. (2022). Metodolohiia otsiniuvannia prydatnosti ekosystem porushenykh nezakonnym vydobutkom burshtynu dlia yikh rekulytvatsii [Methodology of evaluation of ecosystems damaged by illegal amber mining in order to be recultivated]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 2, 3–10, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-2-1>

METHODOLOGY OF EVALUATION OF ECOSYSTEMS DAMAGED BY ILLEGAL AMBER MINING IN ORDER TO BE RECULTIVATED

Purpose of the work. In the article the stress is laid on the illegally mined amber that causes threats to socio-economic-ecological development both on local and regional levels of our country. **Scientific novelty.** It is suggested to accomplish the marks of limits of ecological ecosystems safety (agrarian, forest, waterswampy) damaged by illegal amber mining according to the stage of their violation, just: feebly damaged to 10 percent; partly damaged from 10 to 30 percent; highly damaged from 30 to 70 percent; badly damaged from 70 to 100 percent referring to the area of 1 hectare. **Methodology.** The areas of plots damaged by illegal amber mining (either by hydromechanized or digging ways) are recommended to define by experimental methods, just, by calculating, using prints Sentinel-2, orthophotoplanes. It is recommended to carry out the recultivation of damaged by illegal amber mining ecosystems following the agricultural and forestry direction in three stages. At the preparatory stage complex evaluation of socio-economic, hydrogeological, hydrological, soil and botanic conditions of damaged territories is done, the structure of soils, maternal and used for bedding rocks is studied, the level of damaged shares, vegetable gardens, quarters, pastures, meadows is specified and the direction of their recultivation is chosen. At the second mining – technical stage filling up of craters, pits is carried out on feebly and partly damaged agrarian and forest ecosystems. At the third biological stage organic and mineral fertilizers, lime (in need) active microorganisms are applied on damaged agrarian ecosystems and syderates are sowed out. On the damaged forest ecosystems natural renewal of the most stable arborous species are facilitated or pine and birch trees are planted. Watereconomic direction of recultivation envisages the use of open works pits, ditches, lower reaches, swamps for water objects, exactly, for fish industry to build ponds with water surface more than one hectare and the depth more than 2 meters, for renewal of waterswampy objects in the areas of economic significance or swamps to sustain their temporary, recurrent or regular flooding with the depth less than two metres. **Conclusion.** The sequence of the main technological stages of reclamation of lands disturbed as a result of illegal amber mining is generalized.

Key words: disturbed ecosystems, reclamation, stages, fertilizers, ploughing, green manures, ponds, reservoirs.

Актуальність проблеми. Згідно статті 14 Конституції України «земля» (грунтовий покрив) є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави.

На даний час, в Україні площа сільськогосподарських угідь у розрахунку на душу населення становить близько 0,85 га, ріллі – близько 0,66 га, за умов коли сільськогосподарські угіддя у державі займають площу 41862 тис. га, що становить 72,3% загальної території суші, а під ріллею перебуває понад 57% загальної площі, або 79,5 сільськогосподарських угідь (Сонько С.П., Максименко Н.В., 2015).

Висока розорюваність ґрунтів в Україні сприяє її деградації внаслідок проявів водної ерозії на площі понад 10 млн. га, вітрової ерозії на площі понад 5 млн. га, та наявності ґрунтів, що мають підвищену кислотність – 10 млн. га та перебувають у стані перезволоження – 4 млн. га. Одночасно в Україні загальна площа порушених земель, при видобуванні корисних копалин, досягла величин понад 265 тис. га, при темпах її приросту 7-8 тис. га щороку.

Посилення деградаційних процесів у зоні Полісся України на землях, які належать сіль-

ському або лісовому господарству та подекуди водному фонду, відбувається внаслідок незаконного видобутку бурштину.

Відтак уже в даний час перед українською державою стоїть першочергове завдання віднайти шляхи подолання кризових явищ у використанні орних земель, територій порушених незаконним видобутком бурштину для відновлення цих деградованих земель за рахунок рекультивативної до стану, придатного для їх використання у сільському, лісовому господарствах, або риборицтві, в інших цілях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових праць засвідчує, що процеси деградації ґрунтового покриву обумовлюються дією антропогенних і природних факторів, які суттєво зменшують його родючість (Сонько С.П., Максименко Н.В., 2015; Клименко М.О., Борисюк Б.В., Колесник Т.М., 2014; Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., 1998; Розанов Б.Г., Розанов А.Б., 1990).

Оцінку проявів та наявності процесів деградації ґрунтового покриву рекомендується здійснювати за наступними ознаками: морфологічними (змiнами в будові і структурі ґрунтового

проділю); функціональними (змінами їх складу, режимів, процесів, властивостей).

На територіях Волинської, Рівненської, Житомирської областей, які зазнали найбільших еколого-економічних збитків від незаконного видобутку бурштину, в їх деградованих ґрунтах сільськогосподарських, водно-болотних угідь та землях лісового господарства проявляються як морфологічні, так і функціональні зміни і ознаки процесів їх деградації.

У публікаціях зазначається, що внаслідок незаконного видобутку бурштину, який здійснюється гідромеханічним способом (мотопомпою), порушується вікова структура деревостану, втрачаються середньо стиглі насадження, спостерігається знищення гумусноелювіального шару ґрунтів дерново-підзолистих і підзолистого типів, на їх поверхню вимиваються материнські і підстилаючі породи, спостерігається зміна рівнів ґрунтових вод, заболочення окремих ділянок і поява вологолюбивих рослин (Ковалевський С.Б., Ковалевський С.С., Долід О.Л., 2019).

Територія після глибокого незаконного видобутку бурштину набуває вигляду місячного рельєфу або пустелі. Виникає потреба в рекультивації цих територій, площа яких в Рівненській області сягає понад 1042 га, а вибір напрямків їх відновлення визначається відповідно вимог ГОСТ 17.5.1.02-85. Одночасно на підготовчому етапі рекультивації бажано здійснити не лише обстеження проділів ґрунтових відмін, вивчення властивостей розкривних порід та ґрунтів, визначення напрямів і методів рекультивації, складання ТЕО і робочих проектів рекультивації, але і отримати додаткову інформацію, а саме: ідентифікації факторів впливу на стан екосистем порушених незаконним видобутком бурштину за ступенем їх впливу (силою, інтенсивністю, тривалістю, ступенем нанесеної шкоди), на відповідність критеріїв та нормативних показників придатності цих екосистем для різних видів їх рекультивації.

Ця додаткова інформація забезпечить проєктантів від помилок при виборі напрямів рекультивації екосистем (агроекосистем, лісових екосистем, екосистем водно-болотних угідь) порушених незаконним видобутком бурштину.

В заключення слід зазначити, що серед науковців на даний час немає єдності у підходах і пропозиціях щодо як оцінки факторів впливу

на стан екосистем порушених незаконним видобутком бурштину, так і загальноновизнаних критеріїв та нормативних показників встановлення придатності цих екосистем конкретним напрямам їх рекультивації (Герасимчук З.В., Олексюк А.О., 2007; Хотунцев Ю.Л., 2002).

Мета роботи полягала в розробці методології оцінювання придатності екосистем порушених незаконним видобутком бурштину, конкретним напрямам їх рекультивації. Досягнення мети передбачало вивчення наступних завдань: здійснити аналіз факторів впливу на стан екосистем порушених незаконним видобутком бурштину; розробити схему ієрархії станів цих екосистем; обґрунтувати критерії та нормативні показники для встановлення придатності цих екосистем конкретним напрямам їх рекультивації.

Об'єкти дослідження. Процеси трансформації лісових, аграрних, водно-болотних екосистем під впливом незаконного видобутку бурштину. **Предмет дослідження.** Фактори, критерії та показники, які характеризують стан екосистем порушених незаконним видобутком бурштину. **Методи і методики досліджень.** При проведенні досліджень використовувались методи системного аналізу, порівнянь, аналогій, синтезу та узагальнень.

Виклад основного матеріалу досліджень. Значні масштаби незаконного видобутку бурштину старателями виявлені в Ратнівському і Любешівському районах Волинської області, Рокитнівському, Дубровицькому, Володимирецькому, Зарічненському, Сарненському районах Рівненської області, Олевському, Овручському районах Житомирської області.

Бурштинова лихоманка, яка охопила площу понад 146 тис. км², наносить впродовж останніх років шкоду соціо-економіко-екологічному розвитку цих областей (таб. 1).

Як видно з таблиці 1, незаконний видобуток бурштину породжує гострі проблеми, що виникають у соціальній, економічній та екологічній сферах на рівні громад, районів і регіонів, та негативно впливає на стан їхньої екологічної безпеки.

Зазначимо, що стан екологічної безпеки територій (пошкоджених) порушених незаконним видобутком бурштину зумовлюється, в основному, антропогенним фактором (розмивання водою під великим тиском шарів ґрунту на гли-

**Загрози соціо-економіко-екологічним складовим безпеки регіону Полісся
від незаконного видобутку бурштину**

| Сфери життєдіяльності | Головні проблеми |
|------------------------------|---|
| соціальна | підвищення рівня криміногенного стану в громадах і регіоні, залучення дітей до злочинної діяльності, створення злочинних груп для незаконного видобутку і обороту бурштину, високий рівень травматизму, захворюваності та смертності серед старателів через нехтування правилами безпеки, зростання соціальної напруги через конфлікти між старателями і громадянами, старателями і злочинними угрупованнями, місцевими і регіональними органами влади, поява актів протистоянь старателів з представниками влади з застосуванням зброї |
| економічна | збитки сільському, лісовому, водному господарствам, втрата родючості ґрунтів, втрата для держави значних запасів бурштину, недотримання митних зборів, загальнодержавних та місцевих податків і зборів, зумовлене зростання «тіньового» сектору економіки та появу контрабанди бурштином |
| екологічна | порушення цілісності геологічних пластів, збіднення на запаси бурштинокосних товщ, порушення гідрогеологічних умов на прилеглих територіях, знищення генетичних горизонтів ґрунтів, сприяння проявам водної та вітрової ерозії, аридизація, або заболочування ділянок суші, вирубування дерев, порушенням кореневих систем і висиханням деревних насаджень, знищення підліску, трав'яного покриву, що у подальшому зумовлюють збіднення фауни та ураження рослин патогенами |

бину до 15 м, або розкопування шурфів на глибину до 8 м).

Встановлено, що незаконний видобуток бурштину, який здійснюється гідромеханічним способом або розкопами на різну глибину, обумовлює насамперед порушення станів агро-екосистем, лісових екосистем і систем водно-болотних угідь. У процесі видобутку бурштину ці екосистеми зазнають різного ступеня ушкодження – від незначного до майже суцільного. Виникає потреба ідентифікації цього фактору впливу на стан екосистем за ступенем його впливу (силою, інтенсивністю, тривалістю, ступенем завданої шкоди), що посприяє побудові певної їх ієрархії.

Зазначимо, що у процесі використання та природокористування екосистеми можуть перебувати у наступних станах: природній (слабкий вплив антропогенезу); рівноважний (відновлювальні процеси, рівні темпам пошкоджень); кризовий (антропогенні порушення перевищують темпи відновлення); критичний (екосистеми трансформуються у менш продуктивні) (Сонько С.П., Максименко Н.В., 2015).

Відомі також інші підходи до розмежування станів довкілля, найпоширенішими серед інших є природно-екологічна класифікація, основу якої складають показники стійкості екосистем (стан природний, рівноважний, кризовий, критичний, катастрофічний, колапсу), шкала рівня якості екологічного стану територій (зона екологічної норми, ризику, кризи, лиха) (Хотун-

цев Ю.Л., 2002; Акімова Т.А., Хачкин В.В., 2001; Данилишин Б.М., 2001; Тихомиров Н.П., Потравний І.М., Тихомирова Т.М., 2003).

Ми, враховуючи потребу у проведенні рекультивативних порушених незаконним видобутком бурштину екосистем, пропонуємо власну шкалу градації факторів впливу на їх стан за ознакою ступеня їх порушення (пошкодження, або відхилення від попереднього стану), а саме: слабо порушені, частково порушені, дуже порушені, сильно порушені (таб. 2).

Пропонуючи наведену ієрархію екодеструктивних антропогенних факторів, ми передбачили, що є не лише полярні стани екосистем «непорушені» та «сильно порушені», але існують ще й проміжні їх стани. Так, якщо дія екодеструктивного фактора проявляється в тому, що параметри екосистеми ще перебувають в допустимих межах (при наявності незначних відхилень), то можна стверджувати, що є лише ймовірність порушення її екологічної рівноваги, а стан цієї екосистеми оцінити ступенем як «слабо порушені». За умов якщо порушення екосистеми незаконним видобутком бурштину вже відбулося на площі до 30%, то можна стверджувати про реальну дію екодеструктивного фактора, що може бути підставою виділення стану за ступенем як «частково порушені». При цьому слід зазначити, що слабо порушені і частково порушені екосистеми незаконним видобутком бурштину потребують проведення рекультивативних або відновлювальних робіт

Розмежування антропогенних факторів впливу на стан екобезпеки екосистем порушених незаконним видобутком бурштину

| Ступінь впливу/ Критерії | Слабо порушені до 10% | Частково порушені від 10 до 30% | Дуже порушені від 30 до 70% | Сильно порушені від 70 до 100% |
|--|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Дія еко-деструктивних факторів | Дуже незначна | Потенційно зростаюча | Реальна, значна | Реальна, дуже значна, руйнівна |
| Рівень порушення екологічної рівноваги | Існує ймовірність порушення | Частково порушена | Дуже порушена | Сильно порушена |
| Рівень завданої шкоди | Мало помітна | Помітна | Значна | Катастрофічна |
| Можливість відновлення екосистеми | Рекультивация порушених ділянок або природне поповнення | Рекультивация порушених ділянок | За рахунок суцільної рекультивации | За рахунок суцільної рекультивации |

лише на порушених ділянках, так як на інших площах (полях, виділах, кварталах, болотах) екосистеми зберегли свій стан без змін.

Під станом з ступенем дуже порушених і сильно порушених екосистем незаконним видобутком бурштину слід очікувати і спостерігати прояви екодеструктивного фактора впливу на неї, при якому порушується до 70 і 100% її площі відповідно.

Значна і дуже значна руйнівна шкода, що завдається цим екосистемам, практично унеможлиблює відновлення не лише їх екологічної рівноваги, а й поновлення родючості ґрунтів до попереднього рівня після рекультивации та біопродуктивності. На рекультивованих площах будуть створені менш продуктивні екосистеми з втратою біорізноманіття.

Градація факторів «слабо порушені – сильно порушені» може бути покладена в основу системи діагностики екологічної безпеки порушених незаконним видобутком бурштину екосистем та вибору способів їх рекультивации.

Повна класифікація факторів, що впливають на стан екологічної безпеки екосистем порушених незаконним видобутком бурштину представлена у таблиці 3.

Площу ділянок порушених незаконним видобутком бурштину рекомендується встановлювати розрахунковим методом, а саме: через заміри та використання формул площ кіл (утворення колових розмивів гідромеханізованим способом); формул площ прямокутників (при використанні способу розкопів) віднесених у відсотках до площі 1 га.

Площі ділянок порушених незаконним видобутком бурштину можна визначати за знімками Sentinel-2 або ортофотопланом. Різниця площ, визначених для порівняння цими методами, не

перевищує 5% (Янчук Р., Прокопчук А., Трохимець С., 2017).

У процесі вибору напрямку рекультивации порушених незаконним видобутком бурштину аграрних екосистем (паїв, городів, пасовищ, лук), площа яких у Рівненській області сягає біля 500 га, слід керуватись наступними підходами повернення деградованих угідь до їх попереднього або наближеного станів, а саме: на слабо і частково порушених агроекосистемах рекультивация включає засипання воронки, розкопів, планування поверхні, внесення вапна, високих норм органічних і мінеральних добрив, оранки, висіву сидиратів; на дуже і сильно порушених агроекосистемах рекультивация включає суцільне планування поверхні бульдозерами, внесення вапна, високих норм органічних і мінеральних добрив, активних мікроорганізмів, проведення оранки, висіву сидиратів (2 роки підряд з їх пріорюванням).

При виборі напрямку рекультивации порушених незаконним видобутком бурштину лісових екосистем, площа яких в області сягає 400 га, слід намагатись поновити деревостан, який сформувався у наділах і кварталах до їх пошкодження, а саме: на слабо і частково лісових екосистемах (A1, A2, B2, B3, C2, C3) шляхом проведення санітарних рубок підмитих і повалених дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), берези повислої (*Betula pendula* ROTH), вільхи клейкої (*Alnus glutinosa* L.), засипку воронки, розкопів та сприяння процесам природнього поновлення найстійкіших деревних видів з частковою їх лісопосадкою; на дуже і сильно порушених лісових екосистемах шляхом часткового планування поверхні (засипання воронки і розкопів), проведенням суцільної вибір-

**Класифікація факторів впливу(процесів незаконного видобутку бурштину)
на екологічну безпеку регіону**

| Ознаки класифікації | Види факторів | Характеристики |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Джерела виникнення впливу | Антропогенні | Фактори, обумовлені діяльністю людини |
| Періодичність дії | Незначного впливу | Фактори, які епізодично впливають на стан екологічної безпеки в регіоні |
| Масштаби охоплення | Регіональні, локальні | Дія яких має регіональний характер, дія яких має локальний характер |
| Характер впливу | Деструктивні | Фактори, які негативно впливають на екологічну безпеку в регіоні |
| Участь посередників при дії фактора | Прямого і опосередкованого впливу | Фактори, які прямо і опосередковано впливають на забезпечення екологічної безпеки в регіоні |
| Внутрішня сутність | Соціальні | Пов'язані з рівнем, якістю, традиціями життя, культурою, свідомістю, освітою населення |
| | Економічні | Наявністю безробіття, низькими доходами населення |
| | Екологічні | Пов'язані з рівнем екологічної освіченості і наявністю екологічної свідомості |
| | Адміністративно-правові | Пов'язані з способами, формами, методами, рівнем регулювання відносин між громадами і державою та у сфері взаємодії людини і довкілля |
| Ступінь та інтенсивність впливу | Слабо порушені | Існує ймовірність порушення екологічної рівноваги екосистем, існує здатність до природного оновлення екосистеми |
| | Частково порушені | Завдають помітної шкоди, призводять до часткового порушення екологічної рівноваги, відновлення якої можливе за рахунок рекультивациі порушених ділянок |
| | Дуже порушені | Завдають значної шкоди, призводять до дуже порушеної екологічної рівноваги, відновлення якої можливе за рахунок суцільної рекультивациі |
| | Сильно порушені | Завдають катастрофічної шкоди, призводять до сильного порушення екологічної рівноваги, відновлення якої можливе за рахунок суцільної рекультивациі |

кової рубки та посадки дерев сосни звичайної, берези повислої.

При виборі водогосподарського напрямку рекультивациі порушених незаконним видобутком бурштину водно-болотних, болотних угідь, який передбачає використання кар'єрних виїмок, котловин, понижень, блюдць, боліт для створення водних об'єктів (водойм, ставків) або водно-болотних угідь, які планується створити на землях лісового і водного фонду, слід керуватись наступними підходами, а саме: для рибництва – будівництво водойми (ставка) з водним дзеркалом більше 1 га глибиною понад 2 м, яке формується стоком з поверхні водозбору і може бути не проточним, а при наявності підживлення із джерел – протічним; для відновлення і функціонування водно-болотних угідь, боліт шляхом підтримання тимчасового, періодичного або постійного затоплення понижень, западин, виїмок глибиною до 2 м.

Висновки: 1. Негативні наслідки від незаконного видобутку бурштину несуть загрозу соціальним, економічним та екологічним складовим безпеки громад, районів і регіонів зони Полісся України, та зумовлюють стан і рівень їхньої екологічної безпеки.

2. Пропонується розмежування антропогенних факторів впливу на стан екологічної безпеки екосистем (аграрних, лісових, водно-болотних) порушених незаконним видобутком бурштину здійснювати за ступенем їх порушення, а саме: слабо порушені до 10%, частково порушені від 10 до 30%, дуже порушені від 30 до 70%, сильно порушені від 70 до 100% віднесених у % до площі 1 га.

3. Площі ділянок порушених незаконним видобутком бурштину (гідромеханізованим способом або розкопами) рекомендується визначати експериментальними методами, а саме: розрахунковим за знімками Sentinel-2 або ортофотопланом.

4. Рекультивацію порушених екосистем незаконним видобутком бурштину рекомендується здійснювати за сільськогосподарським, лісгосподарським напрямками у три етапи. На підготовчому етапі проводять комплексну оцінку соціо-економічних, гідрогеологічних, гідрологічних, ґрунтових, ботанічних умов порушених територій, вивчають склад ґрунтів і материнських та підстилаючих порід, визначають ступінь пошкодження паїв, городів, кварталів, пасовищ, наділів, луків та обирають напрям їх рекультивації. На другому гірничо-механічному етапі: на слабо і частково порушених агроекосистемах проводять засипку воронок, розкопів, планування поверхні, внесення вапна, а на лісових екосистемах – проводять санітарні рубки підмитих і повалених та ушкоджених дерев, засипку воронок, розкопів; на дуже і сильно порушених агроекосистемах – проводять суцільне планування поверхні бульдозерами, внесення вапна, а на лісових екосистемах проводять вибірку або суцільну

рубку, заліпку воронок і розкопів. На третьому біологічному етапі на слабо і частково порушених агроекосистемах вносять високі норми органічних, мінеральних добрив, проводять оранку і висів сидератів, а на лісових екосистемах – сприяють природному поновленню найстійкіших деревних видів; на дуже і сильно порушених агроекосистемах пропонується внесення високих норм органічних, мінеральних добрив, активних мікроорганізмів, проведення оранки, висіву сидератів з їх пріорюванням, а на лісових екосистемах – посадка дерев сосни звичайної, берези повислої.

5. Водогосподарський напрям рекультивації передбачає використання кар'єрних виїмок, котловин, понижень, блюдець, боліт для створення водних об'єктів, а саме: для рибництва шляхом будівництва ставків з водним дзеркалом більше 1 га і глибиною понад 2 м; для відновлення водно-болотних угідь, або боліт шляхом підтримання тимчасового, періодичного або постійного їх затоплення глибиною менше 2 м.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Сонько С.П., Максименко Н.В. Екологічні основи збалансованого природокористування у агросфері: навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. 568 с.
2. Клименко М.О., Борисюк Б.В., Колесник Т.М. Збалансоване використання земельних ресурсів: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 552 с.
3. Земельні ресурси України / за ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. К.: Аграрна наука, 1998. 150 с.
4. Розанов Б.Г., Розанов А.Б. Экологические последствия антропогенного изменения почв. Москва. 1990.
5. Ковалевський С.Б., Ковалевський С.С., Долід О.Л. Стан лісових ділянок ДП. «Сарненське ЛГ» порушених внаслідок незаконного видобутку бурштину / *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019, Т29 № 7. с. 96-99.
6. Герасимчук З.В., Олексюк А.О. Екологічна безпека регіону: діагностика та механізми забезпечення: монографія. Луцьк: Надстир'я, 2007. 280 с.
7. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2002. 480 с.
8. Акимова Т.А., Хачкин В.В. Экология. Человек-Экономика-Биота-Среда. Учебник для вузов. -2-е изд., перераб. и доп. – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 566 с.
9. Данилишин Б.М. Природно-техногенні катастрофи: проблеми екологічного аналізу та управління. К.: ЗАТ «Начлава», 2001. 260 с.
10. Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. Учеб. пособие для вузов / под. ред. проф. Тихомирова Н.П.-М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 350 с.
11. Янчук Р., Прокопчук А., Трохимець С. Ідентифікація та визначення площ порушених внаслідок незаконного видобутку бурштину земель на основі багатозональних супутникових знімків Sentinel-2 / *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. випуск 1(33), 2017. с. 120-124.

REFERENCES:

1. Sonko S.P., Maksymenko N.V. Ekologichni osnovy zbalansovanoho pryrodokorystuvannia u ahrosferi: navchalnyi posibnyk. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina, 2015. 568 s. [in Ukrainian].
2. Klymenko M.O., Borysiuk B.V., Kolesnyk T.M. Zbalansovane vykorystannia zemelnykh resursiv: navchalnyi posibnyk. Kherson: OLDI-PLUS, 2014. 552 s. [in Ukrainian].
3. Zemelni resursy Ukrainy / za red. V.V. Medvedieva, T.M. Laktionovoi. K.: Ahrarna nauka, 1998. 150 s. [in Ukrainian].
4. Rozanov B.H., Rozanov A.B. Ekologicheskiye posledstvyia antropohennoho yzmenenyia pochv. Moskva. 1990. [in Russian].

5. Kovalievskiy S.B., Kovalievskiy S.S., Dolid O.L. Stan lisovykh dilianok DP. «Sarnenske LH» porushenykh vnaslidok nezakonnogo vydobutku burshtynu / Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2019, T29 № 7. s.96-99. [in Ukrainian].
6. Herasymchuk Z.V., Oleksiuk A.O. Ekolohichna bezpeka rehionu: diahnostyka ta mekhanizmy zabezpechennia: monohrafiia. Lutsk: Nadstyria, 2007. 280 s. [in Ukrainian].
7. Khotuntsev Yu.L. Ekolohyia y ekolohycheskaia bezopasnost. Uchebnoe posobyе dlia studentov vysshykh uchebnykh zavedenyi. M.: Yzdatelskyi tsentr «Akademyia», 2002. 480 s. [in Russian].
8. Akymova T.A., Khachkyn V.V. Ekolohyia. Chelovek-Эkonomyka-Byota-Sreda. Uchebnyk dlia vuzov. -2-e yzd., pererab. y dop. – M.:IuNYTY-DANA, 2001. 566 s. [in Russian].
9. Danylyshyn B.M. Pryrodno-tekhnohenni katastrofy: problemy ekolohichnoho analizu ta upravlinnia. K.: ZAT «Nachlava», 2001. 260 s. [in Ukrainian].
10. Tykhomyrov N.P., Potravnyi Y.M., Tykhomyrova T.M. Metody analiza y upravlenyia ekoloho-ekonomycheskymy ryskamy. Ucheb. posobyе dlia vuzov / pod. red. prof. Tykhomyrova N.P.-M.: YuNYTY-DANA, 2003. 350 s. [in Russian].
11. Yanchuk R., Prokopchuk A., Trokhymets S. Identyfikatsiia ta vyznachennia ploshch porushenykh vnaslidok nezakonnogo vydobutku burshtynu zemel na osnovi bahatozonalnykh suputnykovykh znimkiv Sentinel-2 / Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. vypusk 1(33), 2017. s.120-124. [in Ukrainian].