

УДК 574.472
© 2016

О.В. ПОТАПЕНКО,
аспірант

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна

E-mail: elena1551@rambler.ru

м. Дніпро, вул. С. Єфремова, 25

ОЦІНКА
ЕКОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ
У МЕЖАХ ТЕРИТОРІЙ
ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЙ
МЕТОДАМИ ФІТОІНДИКАЦІЇ

Проведено синфітоіндикацію екологічних режимів, які формуються на територіях енергетичних підстанцій, та встановлено напрям екологічних трансформацій, викликаних забрудненням ґрунту підстанцій технологічною олією. Показано, що синфітоіндикація є інформативним методом для встановлення екологічних режимів за умов антропогенної трансформації екотопів. Можливість використання інструментарію фітоіндикації з метою екологічної оцінки антропогенно трансформованих територій обумовлена неспецифічним характером реагування угруповань живих організмів на забруднення навколишнього середовища. На фоні природних градієнтів, яким підкоряється екологічна обстановка в зоні енергетичних підстанцій, їх рослинний покрив віддзеркалює певні специфічні риси, притаманні саме цим антропогенним утворенням. Уніфікація екологічної структури рослинності під впливом забруднення ґрунту технологічною олією є свідченням уніфікації екологічних режимів.

Ключові слова: фітоіндикація, забруднення ґрунтів, електричні підстанції, кластерний аналіз, екологічне різноманіття, угруповання рослин.

Сьогодні, у зв'язку зі зростаючим негативним впливом діяльності людини на біосферу та геомериду, перед ботанікою виникають нові завдання. Вони полягають у науковому осмисленні способів підтримки сприятливих екологічних умов для забезпечення еволюції рослинного світу, який є сполучною ланкою між Сонцем і життям на Землі та виступає біоенергетичною основою всіх трофічних зв'язків у біосфері [6]. Ось чому ХХ ст. породило вибухову диференціацію в біології, велику кількість нових ботанічних наук та їх напрямів. Зокрема, виникли степове лісознавство [2, 3], космічна ботаніка, ейдологія, генетика рослин, біологія розвитку, теоретична ботаніка [6], созологічна фітосферологія [27], екосистемологія [9] та ін. Промислова ботаніка, як нова галузь ботанічних знань, запропонована В.В. Тарчевським, який за-

значив, що: "...промислова ботаніка ставить своїм завданням вивчення особливостей будови, росту та розвитку рослин і формування фітоценозів у зоні дії забруднень промислових підприємств і нейтралізацію останніх у цих умовах за допомогою рослинності" [24].

Постійне зростання техногенної трансформації навколишнього середовища висуває важливе й актуальне завдання пошуку індикаторів для оцінки стану антропогенно трансформованого середовища [7].

Поширеним і стійким є хімічне забруднення навколишнього середовища. Воно відбувається через надходження у ґрунти та водойми різних шкідливих домішок неорганічного (кислоти, луги, мінеральні солі та добрива) та органічного (нафта, нафтопродукти, миючі засоби) складу. Вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів, діють ток-

сично на живі організми та уражають серцево-судинну та нервову системи [25]. Загальна картина нафтового забруднення має фрагментарний характер, і тому точної оцінки загальних тенденцій одержати неможливо [12].

Однією з проблем сучасності є урбанізація територій країн, що мають високу частку міського населення. Виникає питання незабезпеченості міст природно-ресурсним потенціалом, що виражається в недостатній площі зелених насаджень, розвитку небезпечних геодинамічних процесів (карсто-суффузійні, зсувні, підтоплення тощо), забрудненні повітряного та водного середовищ. Це призводить до втрати стійкості територій, збільшення абіотичної системи, підвищення ступеня екологічного ризику для усіх компонентів навколишнього середовища: повітря, рослинності, води та ґрунтів. Забруднення ґрунтів нафтопродуктами відбувається скрізь у населених пунктах, навколо АЗС, уздовж доріг, усюди, де діяльність людини пов'язана з нафтою [5].

Нафта і нафтопродукти чинять як прямий, так і опосередкований вплив на біологічну активність ґрунтів, що призводить до глибокої зміни практично всіх основних характеристик ґрунту – морфологічних, фізичних, хімічних та біологічних властивостей [14]. Ґрунти вважаються забрудненими, якщо вміст нафтопродуктів досягає такої величини, коли починаються негативні зміни в ґрунтах та навколишньому середовищі, порушується біологічне різноманіття, спостерігається загибель одних мікроорганізмів та гіпертрофоване зростання інших, зменшується біологічна продуктивність або відбувається загибель рослин, спостерігається деградація ґрунтових властивостей, а потім і ґрунтів [5]. Дослідження показали високу чутливість воднофізичних властивостей ґрунтів до їх залишкового забруднення вуглеводнями нафти, що відображається у зниженні коефіцієнта фільтрації [18]. Унаслідок руйнування ґрунтових структур і диспергування ґрунтових часток знижується водопроникність ґрунтів, порушується фільтраційний режим ґрунтів. У забруднених ґрунтах різко зростає співвідношення між вуглецем і азотом за рахунок вуглецю нафти. Це погір-

шує азотний режим ґрунтів і порушує кореневе живлення рослин [18].

Відновлення ґрунтів після впливу нафтопродуктів відбувається довше, ніж під час інших антропогенних впливів. Навіть невисокі дози нафти та нафтопродуктів змінюють видовий та кількісний склад рослинності й ґрунтової фауни. Забруднений ґрунт є потенційним джерелом міграції вуглеводнів по екологічних ланцюгах [21].

Сучасна тенденція в екологічному контролі – проведення біомоніторингу методами біоіндикації та біотестування, які дають інтегральну оцінку якості середовища мешкання будь-якої біологічної популяції, включаючи людину. Рослини – найзручніші та найдешевші об'єкти в плані проведення досліджень [20].

Для діагностики ґрунтів доцільно застосовувати заходи геоботанічної індикації за непрямыми ознаками, наприклад, зміни покриття порівняно з фоновою ділянкою, випадіння окремих видів [5].

Одним із найважливіших напрямів біоіндикації є фітоіндикація, в якій як індикатори використовують ознаки та властивості рослин чи їх певну сукупність (популяції, види, фітоценози) [10]. Використання в екологічному контролі біоіндикації дозволяє отримати інтегральну характеристику стану компонентів природного середовища (атмосферне повітря, ґрунти, біота тощо). Рослини є інформативним індикатором рівня доступних для тварин і людини хімічних елементів [1].

Усі види рослин достатньо чітко підрозділяються на екологічні групи (типи) у відношенні до світла, тепла, родючості (сольового режиму), вологості ґрунтів, виступаючи одночасно фітоіндикаторами відповідних умов в природній обстановці [17]. Перспективно для екологічного моніторингу нафтозабруднених ґрунтів використовувати дослідження життєвих форм рослин, які характеризують, по-перше, ставлення виду до середовища у цілому, а по-друге, – до кожного окремого екологічного фактора. Така система екоморф була розроблена О.Л. Бельгардом для умов степової зони [3].

Вплив розливів нафтопродуктів від оливонаповненого обладнання об'єктів електричних мереж на ґрунти залишається не-

достатньо дослідженим. У вітчизняних літературних джерелах не було знайдено відповідної інформації. Зазвичай досліджується вплив електричних підстанцій на людей – електромагнітних полів, шуму [22, 26]. Були встановлені закономірності трансформації угруповань хортобіонтичних павуків мезофітного лугу під високовольтною лінією електричної передачі [29]. Закордонні джерела називають поміж постійних впливів електричних підстанцій на навколишнє середовище вплив на ґрунти, рідкісні види тварин та на рослинність [30].

Метою нашої роботи було проведення фітоіндикації екологічних режимів, які формуються на територіях енергетичних підстанцій та встановлення напрямку екологічних трансформацій, які викликані забрудненням ґрунту підстанцій технологічною олією.

Матеріали та методи дослідження. Електричні підстанції ПАТ “ДТЕК Дніпрообленерго” розташовані на території усєї Дніпропетровської області. Розгалуженість структури зумовлюють взаємодію з навколишнім середовищем. Особливий режим функціонування створює умови для вивчення процесу впливу техногенного середовища на біорізноманіття для пошуку балансу поміж економічним розвитком та збереженням довкілля.

Понад 60 % електричних підстанцій працює більше 25 років і потребує заміни та реконструкції. Це загальна картина для обленерго України, що обумовлено хронічним недофінансуванням галузі протягом останніх 20 років. Експлуатація оливонаповненого обладнання зумовлює ризик розливів нафтопродуктів. Тому важливо дослідити можливі антропогенні зміни ґрунтів у районі електричних підстанцій.

Восени 2016 р. геоботанічні описання проведені на 19 енергетичних підстанціях. У межах кожної підстанції було зроблено геоботанічний опис контрольної ділянки, яка не зазнала негативного впливу розливу технологічної олії, та ділянки з очевидними слідами розливу. Крім того, у межах підстанцій описані додаткові ділянки. Загальна кількість геоботанічних описів становить 51, з яких 22 – для контрольних умов та 29 – для забруднених технологічною олією ділянок [19].

У роботі застосовані фітоіндикаційні шкали за Я.П. Дідухом [10, 28]. Синфітоіндикаційне оцінювання екологічних факторів виконано за Г.Н. Бузуком, О.В. Созіновим [4].

Статистичні розрахунки проведені за допомогою програми Statistica 7.0 та програмної оболонки Project R "R: A Language and Environment for Statistical Computing" (<http://www.R-project.org/http://www.R-project.org/>).

Результати дослідження та їх обговорення. Оцінки екологічних режимів на територіях електричних підстанцій за допомогою фітоіндикації наведено в таблиці.

За показником гігроморф досліджені едафотопи можна віднести до таких, що сприятливі для рослин екологічної групи субмезофітів. Ці види поширені в сухуватих лісолучних екоотопах з помірним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами і талими водами (продуктивна волога ґрунту за період вегетації $W_{np} = 12-20$ мм) [10]. В умовах забруднення ґрунту технологічною олією відбувається статистично вірогідна тенденція до погіршення умов зволоження едафотопу ($F = 4,70$; $p = 0,04$). Для контрольних умов фітоіндикація вказує на 86,77 мм продуктивної вологи. Унаслідок забруднення цей показник знижується до 84,47 мм.

Визначено також умови змінності зволоження, кислотного режиму ґрунту, режимів аерації, термоклімату, сольового, омброрезиму, режимів континентальності, освітлення, кріорежиму, проведена оцінка ґрунту за вмістом карбонатних солей, засвоєваних форм азоту [19].

Геоботанічні описання (точки відбору проб) за фітоіндикаційними характеристиками піддали кластерному аналізу. Для визначення оптимальної кількості кластерів застосували критерій Калінського-Харабаш. Встановлено, що чотири кластера являють собою оптимальне рішення [19].

Забруднені варіанти являють собою екологічно гомогенну групу, тоді як контрольні варіанти – це екологічна гетерогенна сукупність рослинних угруповань.

Розподіл значень фітоіндикаційних шкал по кластерах надає цікаву інформацію. За значеннями більшої кількості фітоіндикаційних шкал рослинні угруповання в умовах

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

Оцінка екологічних режимів
у межах територій електричних підстанцій
методами фітоіндикації

Фітоіндикаційна оцінка екологічних режимів на територіях електричних підстанцій

Екологічний фактор	У цілому	Контроль	Забруднення	F-відношення	p-рівень
Nd	10,14±0,04	10,24±0,08	10,07±0,03	4,70	0,04
	9,42	9,42	9,72		
	10,77	10,77	10,47		
ffl	7,84±0,05	7,74±0,10	7,91±0,03	3,37	0,07
	6,59	6,59	7,66		
	8,54	8,54	8,23		
Rc	7,67±0,04	7,68±0,07	7,66±0,04	0,08	0,78
	6,83	6,83	7,02		
	8,25	8,12	8,25		
Sl	6,71±0,03	6,72±0,07	6,71±0,02	0,04	0,85
	6,18	6,18	6,45		
	7,24	7,24	6,98		
Ca	8,60±0,10	8,80±0,23	8,45±0,05	2,85	0,10
	7,03	7,03	7,93		
	10,16	10,16	9,00		
Nt	5,42±0,06	5,25±0,11	5,54±0,06	5,60	0,02
	3,74	3,74	5,14		
	6,53	6,02	6,53		
Ae	4,94±0,05	5,23±0,08	4,72±0,03	42,98	0,00
	4,45	4,45	4,48		
	6,05	6,05	5,14		
Tm	9,77±0,04	9,92±0,07	9,66±0,02	15,71	0,00
	9,24	9,24	9,36		
	10,51	10,51	9,85		
Om	11,41±0,03	11,61±0,05	11,27±0,02	43,24	0,00
	11,11	11,23	11,11		
	12,10	12,10	11,60		
Kn	9,91±0,05	9,77±0,11	10,02±0,03	6,39	0,01
	9,00	9,00	9,50		
	11,20	11,20	10,43		
Cr	8,72±0,03	8,75±0,07	8,69±0,03	0,94	0,34
	8,09	8,09	8,33		
	9,35	9,35	9,03		
Lc	9,03±0,01	8,99±0,02	9,06±0,01	8,55	0,01
	8,77	8,77	8,90		
	9,23	9,15	9,23		

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

забруднення займають проміжне положення, тобто такі шкали не можуть виконувати диференціальну роль. Важливою особливістю є й те, що забруднені ділянки характеризуються дуже низьким рівнем варіювання значень майже всіх фітоіндикаційних шкал.

Територія дослідження знаходиться у межах різнотравно-типчаково-ковилового степу. Загальна площа Дніпропетровської області становить 3036,7 тис. га, у тому числі 2514,3 тис. га – землі сільськогосподарського призначення, з них 2125,0 тис. га – рілля, а 389,3 тис. га – сінокоси, пасовища, вигони, перелоги тощо. Таким чином, ступінь сільськогосподарського освоєння території області становить 82,8 %. Площа міст у межах області дорівнює 126,88 тис. га, тобто 4,2 % від загальної площі. Відзначимо, що степові зональні угруповання займають плакорні місцеперебування, серед яких практично не залишилося ділянок у нерозораному стані. Крім того, такі чинники, як тотальна антропогенна трансформація території та глобальне потепління призводять до змін екологічних умов на рівні едафотопу та клімату. Тому важливим завданням є ідентифікація цих трансформаційних процесів.

У локалітетах, які безпосередньо оточують електричні підстанції, формуються мікростації, які знаходяться в умовах відносно меншого впливу від сільськогосподарської діяльності. Особливості цих місцеперебувань такі: 1) “острівний характер”; 2) обмежена територія та з цим пов’язаний значний екотонний ефект; 3) мінімальний вплив аграрного виробництва; 4) помірний вплив косіння, що деякою мірою імітує функціональну активність фітофагів природних степів; 5) підвищене електромагнітне поле; 6) забруднення окремих ділянок технологічною олією в безпосередній близькості від підстанцій внаслідок епізодичних потраплянь у ґрунт.

Нами було обстежено ділянки в межах 19 електричних підстанцій, на яких встановлено 118 видів рослин. За рівнем зволоження едафотопу ($Hd = 10,14 \pm 0,04$) досліджені біотопи здебільшого відповідають степовим угрупованням, які розташовані значно північніше – Михайлівська цілина

(10,18) та Стрілецький степ (9,73) [15], ніж угрупованням степів Понтійської провінції (7,47–8,87) [16] та перелоги Донецької та Луганської областей (8,17) [23]. За рівнем змінності зволоження ($ffl = 7,84 \pm 0,05$) досліджені місцеперебування відповідають перелогам сходу України (7,58). За рівнем кислотності ґрунту електричні підстанції ($Rc = 7,67 \pm 0,04$) поступаються перелогам (8,77), Михайлівській цілині та Стрілецькому степу (8,23 та 8,30 відповідно) та Понтійським степам (7,90–9,08) [15, 16, 23]. Порівняння за рівнем трофності свідчить про те, що за цією екологічною властивістю стації поблизу електричних підстанцій ($Sl = 6,71 \pm 0,03$) не поступаються перелогам сходу України (6,62) [23] та знаходяться в межах діапазону, характерному для Понтійських степів (6,60–7,04) [15, 16, 23]. За вмістом карбонатів у ґрунті електричні підстанції ($Ca = 8,60 \pm 0,10$) переважають Михайлівську цілину (7,62) та Стрілецький степ (8,05), значно поступаються перелогам сходу України (9,46) [23] та відповідають Понтійським степам (8,44–9,18) [16]. За забезпеченням доступними формами азоту ($Nt = 5,42 \pm 0,06$) ґрунти енергетичних підстанцій відповідають перелогам (5,46), поступаються Михайлівській цілині (6,25), Стрілецькому степу (5,40) та переважають Понтійські степи (4,68–5,16) [15, 16, 23]. За показником аерації едафотопу ($Ae = 4,94 \pm 0,05$) у межах енергетичних підстанцій формуються рослинні угруповання, більш вимогливі до режиму забезпечення повітря, ніж рослинність перелогів (5,48) [23].

Термоклімат, за умов якого розвивається рослинність енергетичних підстанцій ($Tm = 9,77 \pm 0,04$), переважає умови всіх інших порівнюваних екотопів [15, 16, 23]. Фітоіндикаційна оцінка омброклімату енергетичних підстанцій ($Om = 11,41 \pm 0,03$) відповідає цьому екологічному режиму перелогів (11,59) та значно переважає цей показник Понтійських степів (6,18–7,47) [16, 23]. За континентальністю клімату рослинність енергетичних підстанцій ($Kn = 9,91 \pm 0,05$) у цілому відповідає Понтійським степам та перелогам сходу України [16, 23]. Кріоклімат, який індикується рослинністю енерге-

тичних підстанцій ($Cr = 8,72 \pm 0,03$), відповідає кріоклімату перелогів (8,73) та дещо більш м'який, ніж кріоклімат Понтійських степів (7,58–8,17) [16, 23]. Режим освітлення рослинності енергетичних підстанцій ($Lc = 9,03 \pm 0,01$) переважає освітленість перелогів східної України (8,83) [23].

Таким чином, на фоні природних градієнтів, яким підкоряється екологічна обстановка у відповідній частині степової зони, де знаходяться енергетичні підстанції, їх рослинний покрив віддзеркалює певні особливі риси. Передусім, це термоклімат, оцінки якого неможливо пояснити відповідними градієнтами. Ця особливість термоклімату супроводжується підвищеним світловим режимом, який відповідає розрідженому рослинному покриву піщаного степу на арені р. Дніпро, та більш екстремальним режимом аерації, який відповідає луговим угрупованням зі значно більшим рівнем зволоження [11]. Очевидно, ці особливості можна віднести на рахунок забруднення ґрунту технологічною олією: більш темне зафарблення поверхні ґрунту внаслідок потрапляння олії призводить до зменшення альбедо та посилення радіаційного балансу. Олія призводить

до злипання агрегатів у більш великі, що спричинює більшу аерацію міжагрегатного простору. Щільність рослинного покриву знижується, він зріджується, а режим освітлення – збільшується.

Підкреслимо, що екологічні умови в межах досліджених пробних ділянок не є однорідними. Кластерний аналіз дозволив виділити чотири гомогенних групи пробних ділянок, з яких три відповідають меншим рівням забруднення або незабрудненим мікросайтам у межах територій енергетичних підстанцій, а одна – значно забрудненим мікросайтам. Отже, забруднення призводить до уніфікації екологічної структури угруповання. Ми спостерігаємо під впливом забруднення перехід у визначений кінцевий стан, який певною мірою не залежить від початкових станів. В інших роботах було показано, що під техногенним впливом відбувається уніфікація умов середовища [13] та, як наслідок, уніфікація флористичного складу рослинності за умов техногенного стресу [8]. У результаті нашого дослідження встановлена уніфікація екологічної структури рослинності під впливом забруднення ґрунту технологічною олією, що у свою чергу є свідченням уніфікації екологічних режимів.

Висновки

1. Синфітоіндикація є інформативним методом для встановлення екологічних режимів за умов антропогенної трансформації екотопів. Можливість використання інструментарію фітоіндикації, розробленого для природних екосистем, для екологічної оцінки антропогенно трансформованих територій обумовлена неспецифічним характером реагування угруповань живих організмів на забруднення навколишнього середовища.

2. На фоні природних градієнтів, яким підкоряється екологічна обстановка у відповідній частині степової зони, де знаходяться досліджені енергетичні підстанції, їх рослинний покрив віддзеркалює певні специфічні риси, при-

таманні саме цим антропогенним утворенням. Передусім, це термоклімат, оцінки якого неможливо пояснити відповідними градієнтами. Ця особливість термоклімату супроводжується підвищеним світловим режимом та підвищеним рівнем аерації антропогенних ґрунтів.

3. Забруднення призводить до уніфікації екологічної структури рослинного угруповання. Під впливом забруднення відбувається перехід у визначений кінцевий стан, який певною мірою не залежить від початкового екологічного різноманіття угруповань. Уніфікація екологічної структури рослинності під впливом забруднення ґрунту технологічною олією є свідченням уніфікації екологічних режимів.

Бібліографія

1. Биоиндикация урбанизированных почв Шарташского лесопарка города Екатеринбурга с использованием *Raphanus Stavius* / Е.М. Баглаева, А.Ю. Рахматова, А.А. Крамаренко, А.П. Сергеев // Принципы экологии. – 2016. – № 2. – С. 16–26.

2. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А.Л. Бельгард. – К.: Изд-во КГУ, 1950. – 263 с.

3. Бельгард А.Л. Степное лесоведение / А.Л. Бельгард. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.

4. Бузук Г.Н. Регрессионный анализ в фитоиндикации (на примере экологических шкал Д.Н. Цыганова) / Г.Н. Бузук, О.В. Созинов // Ботаника (исследования): сборник научных трудов / Ин-т эксперимент. ботаники НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2009. – Вып. 37. – С. 356–362.
5. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М.И. Герасимова, М.М. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 286 с.
6. Глухов А.З. Современная концепция развития промышленной ботаники / А.З. Глухов, А.И. Хархота // Промышленная экология. – 2006. – Вып. 6. – С. 6–14.
7. Глухов О.З. Индикация stanu техногенного середовища за морфологічною мінливістю рослин / О.З. Глухов, С.І. Прохорова // Промышленная ботаника. – 2008. – Вып. 8. – С. 3–9.
8. Говорова А.Ф. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на Кольском полуострове: на примере комбината “Североникель”; дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / А.Ф. Говорова. – М., 2004. – 210 с.
9. Голубець М.А. Екологічна діагностика / М.А. Голубець. – Львів: Поллі, 2000. – 315 с.
10. Дідух Я.П. Основи біоіндикації / Я.П. Дідух. – К.: Наукова думка, 2012. – 344 с.
11. Жуков А.В. Пространственно-временная динамика твердости рекультивированных почв, сформированных в результате добычи полезных ископаемых открытым способом / А.В. Жуков, Г.А. Задорожная // Вісник Дніпропетровського університету. – 2016. – № 24(2). – С. 324–331. – (Серія: Біологія. Екологія).
12. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека та охорона довкілля: монографія / Д.В. Зеркалов. – К.: Основа, 2012. – 517 с.
13. Экосистемный подход к проблеме биоиндикации рек бассейна средней и нижней Волги (обзор) / [Т.Д. Зинченко, В.К. Шитиков, Л.В. Головатюк, В.И. Номоконова, В.И. Попченко, Э.В. Абросимова] // Астраханский вестник экологического образования. – 2014. – № 1(27). – С. 58–67.
14. Калашишкова Л.И. Современные методы биоремедиации почв в антропогенных зонах нефтезагрязнения / Л.И. Калашишкова, А.В. Теодорович // Человек и природа: грани гармонии и углы соприкосновения. – 2012. – № 1. – С. 9–14.
15. Лисенко Г.М. Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка екотопів лучних степів “Михайлівської цілини” та “Стрілецького степу” / Г.М. Лисенко // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – № 1(9). – С. 57–66.
16. Лисенко Г.М. Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка подільських лучних степів / Г.М. Лисенко, І. Данилик, Л. Борсукевич // Вісник Львівського університету. – 2010. – Вип. 53. – С. 9–18. – (Серія: Біологічна).
17. Матвеев Н.М. Основы степного лесоведения профессора А.Л. Бельгарда и их современная интерпретация / Н.М. Матвеев. – Самара: Самарский университет, 2011. – 126 с.
18. Петряшин Л.Ф. Охрана природы в нефтяной и газовой промышленности: учебное пособие / Л.Ф. Петряшин, Г.Н. Лысяный, Б.Г. Тарасов. – Львов: Вища школа, 1984. – 186 с.
19. Потапенко О.В. Екоморфичний аналіз рослинного покриву територій електричних підстанцій / О.В. Потапенко // Біотехнологія: досвід, традиції та інновації: збірник наукових праць; матеріали І Міжнар. науково-практ. інтернет-конф. – К.: НУХТ, 2016. – С. 313–318.
20. Методика екологічного оцінювання нафтозабруднених ґрунтів / О.І. Романюк, Л.З. Шевчик, І.В. Ощатовський, Т.В. Жак // Вісник Дніпропетровського університету. – Дніпропетровськ. – 2016. – № 26(2). – С. 264–269. – (Серія: Біологія. Екологія).
21. Смольникова В.В. Современное состояние технологий биоремедиации почв в условиях углеводородного загрязнения [Электронный ресурс] / В.В. Смольникова, Н.В. Ледовская // Северо-Кавказский федеральный университет. – 2011. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/simpoz4/118.pdf>
22. Соснина Е.Н. Оценка шумового воздействия трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ на окружающую среду / Е.Н. Соснина, О.В. Маслеева // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеяева. – 2011. – № 4(97) – С. 237–241.
23. Сулейман Д.Н. Экологическая оценка флоры и растительности разновозрастных залежей Донецкой и Луганской областей Украины: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Д.Н. Сулейман. – Дніпро, 2016. – 194 с.
24. Тарчевский В.В. О выделении новой отрасли ботанических знаний – промышленной ботаники / В.В. Тарчевский // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. VII. – Свердловск, 1970. – С. 5–9.
25. Тогагинська О.В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: курс лекцій / О.В. Тогагинська, О.В. Нічик, О.М. Салавор. – К.: НУХТ, 2014. – 75 с.
26. Шевченко С.Ю. Влияние электромагнитных полей энергетического оборудования на окружающую среду / С.Ю. Шевченко // Электротехника і електромеханіка. – 2009. – № 12. – С. 153–156.
27. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Предмет і структура созологічної фітосферології / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, С.Ю. Попович // Екологія та ноосферологія. – 1997. – 3, № 1–2. – С. 56–64.
28. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication / Ya.P. Didukh. – К.: Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
29. Prokopenko E.V. A Case Study of the Herb-Dwelling Spider Assemblages (Aranei) in a Meadow Under the Power Transmission Lines in Ukrainian Carpathians / E.V. Prokopenko // Vestnik zoologii. – 2015. – № 49(1). – P. 87–94.
30. Public Service Commission of Wisconsin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://psc.wi.gov/>

Рецензент – доктор біологічних наук, професор О.В. Жуков