

## СЪВРЕМЕННО ЕКОЛОГИЧНО И ГЕОХИМИЧНО СЪСТОЯНИЕ НА ПОЧВИТЕ В ПАРКОВЕТЕ НА ГРАД ОДЕСА (УКРАИНА)

*Светлана Домусчи<sup>1</sup>, Валентина Тригуб<sup>1</sup>*

DOI: 10.35101/prg-2022.1-2.6

В настоящата статия се анализира разпределението на тежките метали в почвите на парковете на град Одеса и се определят химичните свойства (рН, съдържание на общ хумус, съдържание на подвижни форми на тежки метали) в почвените проби. Промяната в химичните свойства на почвите – алкализирание, повишаване на съдържанието на хумус, значително увеличение на подвижните форми на тежки метали, е в резултат на техногенното въздействие върху почвената покривка на изследваните градски паркове. Извършените проучвания на актуалното екологично и геохимично състояние на почвите на парковете ще допринесе за разработването на мерки за опазване на зелената зона на града.

**Ключови думи:** градски почви, паркове, хумус, рН, тежки метали, общ индекс на замърсяване, фитотоксичност, гр. Одеса.

## PRESENT ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CONDITION OF SOILS IN PARKS OF THE ODESSA CITY (UKRAINE)

*Svetlana Domuschy, Valentina Trigub*

The distribution of heavy metals in the soils of the parks of the city of Odessa was analyzed. The chemical properties (pH, content of total humus, content of mobile forms of heavy metals) in soil samples were determined. Technogenic impact on the soil cover of the studied city parks has led to a change in the chemical properties of soils: alkalization, an increase in humus content; a significant increase in mobile forms of heavy metals. It was revealed that only the soils of the Botanical Garden are not contaminated with heavy metals, which is due to their considerable remoteness from large city streets and industrial enterprises. The content of the studied heavy metals in the territory of the other parks varies widely,

---

<sup>1</sup> Одески национален университет „И.И. Мечников“ (Украйна), Геолого-географски факултет, Катедра по география на Украйна, почвоведение и земелен кадастър; svetlanabochevar@ukr.net;

significantly exceeding the background values, and in terms of the content of zinc and MPC. The results of calculations of the total indicator of pollution of the top layer of the soil cover of city parks, taking into account the toxicity coefficient of HM, showed that the studied soils of the city mainly belong to the category of “moderately dangerous” - “very dangerous”. At the same time,  $\approx 30\%$  of the study areas are characterized by a very dangerous level of pollution. The study of the degree of phytotoxicity of the studied soils showed the absence of suppression of plant growth only in the control plot. All other soils of the parks have a low degree of phytotoxicity (0-20%). The studies carried out made it possible to study the current ecological and geochemical state of soils in parks, which will contribute to the development of measures to preserve the green zone of the city.

**Keywords:** urban soils, parks, humus, pH, heavy metals, total pollution index, phytotoxicity, Odessa.

## ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА

Един от основните и неразделни компоненти на градската среда са зелените площи и зелената зона като цяло и качеството на околната среда зависи от тяхното състояние. Лесопарковете, парковете и другите рекреационни зони на града играят значителна роля за подобряване на околната среда (Забелина, 2014). Увеличаването на притока на население в градовете постоянно води до все по-голямо усвояване на територии от природните ландшафти. Ето защо се поставя целта да се запазят най-малките площи както с естествени (крайградски гори), така и с изкуствени насаждения (градини, площади, паркове), които играят огромна роля за подобряване на качеството на живот на хората (Клейменов, 2008; Жарикова, 2012).

Традиционно се смята, че почвите в градините, площадите, парковете и други райони на града не са подложени на интензивно антропогенно въздействие и преобразуване, тяхното ниво на замърсяване не е високо, състоянието им не предизвиква безпокойство и те не са предмет на изследване. Същевременно обаче дори малки природни и развлекателни зони (булеварди, алеи, площади), паркове и горски паркове, които са част от градските и крайградските райони, изпитват силно техногенно натоварване, в резултат на което състоянието на почвите и растителността на тези територии силно се влошава.

Подходящо поддържаните и правилно разположените градски зелени площи благоприятстват за по-доброто санитарно-хигиенно състояние на околната среда. Те допринасят за пречистване на въздуха от различни замърсяващи емисии, предотвратяване на прекомерно прегряване на тротоари, стени на сгради и почва, регулиране на микроклимата и създаване на добри условия за отдых на открито.

Отрицателното въздействие на градската среда върху зелените площи се проявява чрез повишени нива на шум, механични повреди, замърсяване на атмосферата и подпочвените води и преди всичко чрез промени във физико-химичните свойства на почвите (Клейменов, 2008; Жарикова, 2012 г.).

Почвената покривка оказва пряко влияние върху поддържането на биоразнообразието и биопродуктивността на горските и парковите екосистеми, върху тяхното стабилно съществуване и нейната деградация може да доведе до намаляване на качеството на градските фитоценози. Един от най-достъпните

и информативни показатели за оценка на общото техногенно замърсяване на почвата е фитотоксичността. Изборът на висш растителен вид като обект на изследване зависи от целите на изследването и вида на замърсяването на почвата.

Целта на работата е да се оцени екологичното и геохимичното състояние на почвите в рекреационните зони, изпитващи комплексно техногенно въздействие, на примера на парковете в град Одеса.

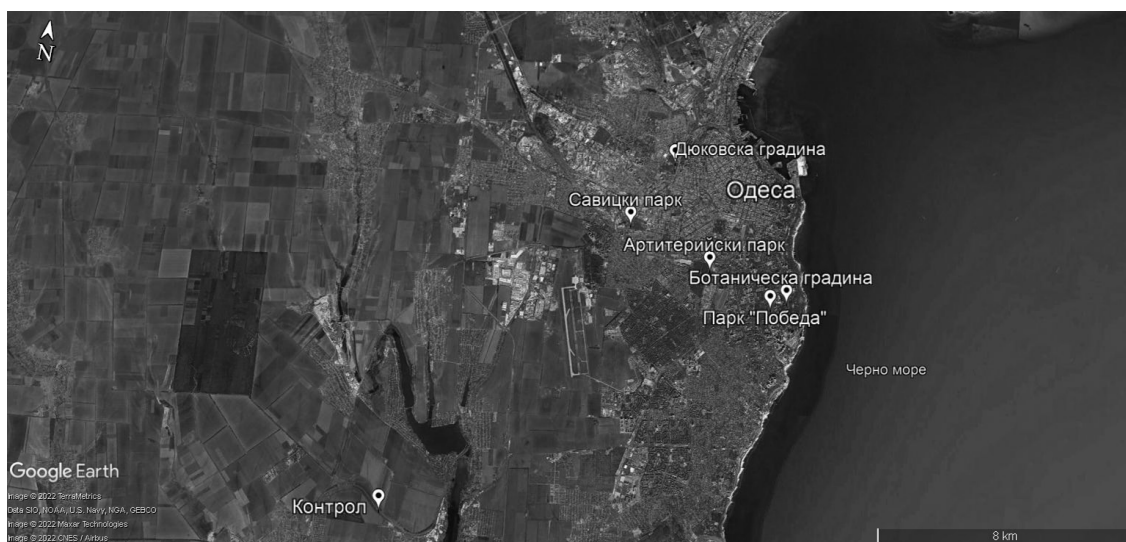
## АНАЛИЗ НА ПОСЛЕДНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

Почвената покривка на украинските градски паркове е предмет на проучване от много учени. Резултатите от изследването на основните физико-химични свойства, както и влиянието на антропогенните фактори върху почвите на градските паркове, са представени в трудовете на Мирзак, 1999; Вовка, 2004; Люцишина и др., 2011; Дядково, Козловски, 2012; Геника, Диди, 2013; Гончаренко, Житской, 2014; Гунка, 2015; Снитински, Смаля, 2016 г.

Почвената покривка на град Одеса, включително парковата зона, се изучава активно от специалисти и студенти на Одеския национален университет (Trigub et al., 2016; Domuschi та Trigub, 2020), служители на филиала в Одеса на държавната институция „Институт за защита на почвите на Украйна“ (Хохрякова та Куліджанов, 2017) .

## ОБЕКТИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Обекти на изследване са антропогенно трансформирани почви на парковете на Одеса, които са засегнати от транспортни и индустриални въздействия с различна интензивност. Взети са почвени проби за анализ в пет парка на град Одеса (фиг. 1): Артилерийски парк, Савицки парк, Парк „Победа“, Ботаническа



Фиг. 1. Карто-схема на вземане на проби

градина, Дюковска градина. Като еталон (контрол) са използвани почвени проби, взети на територията на горския пояс по магистралата Одеса–Черноморск, която се намира извън града.

Сред изследваните паркове с най-благоприятни екологични условия е територията на Ботаническата градина. Парк „Победа“ се намира в курортната зона на града. Автомобилният транспорт може да бъде източник на замърсяване на почвата в парка. Парковете Савицки и особено Дюковски са в по-неблагоприятни екологични условия.

## МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

За изследване на съвременното екологично и геохимично състояние на почвите в парковете на град Одеса са взети почвени проби, проведени са редица химични (определяне на рН, общо съдържание на хумус) и екологични изследвания (съдържание на тежки метали, фитотоксичност на растенията).

Проби се вземат от повърхностния почвен слой – 0–20 cm (ДСТУ 4287:2004). Определянето на химичните свойства на почвите се извършва по стандартни методи: киселинност на почвата (рН) по потенциометричен метод с помощта на йономер EV-74 (ДСТУ 8346:2015); общо хумусно съдържание – по метода на Тюрин (ДСТУ 4289: 2004); съдържанието на подвижни форми на тежки метали (Pb, Mn, Zn, Co, Cd, Cu) се извършва в буферен екстракт от амониев ацетат с рН 4.8 на атомно-абсорбционен спектрофотометър съгласно ДСТУ 4770.2:2007, ДСТУ 4770.3:2007, ДСТУ 4770.5:2007, ДСТУ 4770.6:2007, ДСТУ 4770.9:2007 (ДСТУ..., 2005).

Степента на опасност от замърсяване на почвата на парковата зона с тежки метали се определя с помощта на коефициента на техногенна концентрация на елементи (Kc), равен на съотношението на действителното съдържание на веществото в почвата (Ci, mg/kg) към регионалния фон (Cfi) и общия индикатор за замърсяване (Zc) на почвите, което дава възможност да се изчисли геохимичното (фоново) ниво и степента на замърсяване на почвената покривка (Федорец, Медведева, 2009).

Общият показател на замърсяване се изчислява по формулата (Пилипенко и Скок, 2015):

$$Zc = \left( \sum_{i=1}^n Kci \right) - (n - 1),$$

където: Kci – коефициент на концентрация на i-тия химически елемент в почвената проба; n – количеството на отчетените химически замърсители.

Оценката на нивото на замърсяване на почвата по общия показател за замърсяване (Zc) е определена по скалата за оценка: Zc = 0–8 – благоприятно, Zc = 9–16 – задоволително; Zc = 17–32 – умерено опасно, Zc = 33–128 – изключително опасно, Zc > 128 – много опасно ниво на замърсяване на почвата (Пилипенко и Скок, 2015).

Анализът на фитотоксичността на почвите в парковата зона е извършен по метода на Горова и др. (2014). Като тестови култури са използвани семената на *Cucumis sativus* (обикновена краставица) и *Pisum* (грах). Почвата и семената

се разпределят равномерно върху равнината на паничката на Петри, изсипват се 7 ml утаена преварена чешмяна вода. Семената покълват при температура 23–25 °С. След 96 часа се измерва дължината на подземните части (корените) и дължината на надземните части (стеблото). Взаимодействието на растенията с почвата става чрез кореновата система, която е много чувствителна към наличието на вредни вещества.

След статистическа обработка стойността на фитотоксичния ефект (ФЕ) се определя по формулата:

$$\text{ФЕ} = (\text{Lo}-\text{Lx}) / \text{Lo} \times 100 \%,$$

където: Lo – средна дължина на подземните части (корените) или на надземните части (стеблото) на растенията, отглеждани върху почвени проби, взети в контролната точка; Lx – средна дължина на подземните части (корените) или на надземните части (стеблото), отглеждани върху почвата на изследваните райони.

Субстратната токсичност се оценява по петстепенна скала: 0–20 % – липсва или слаба, 20,1–40 % – средна, 40,1–60 – над средната, 60,1–80 – висока, 80,1–100 – максимално ниво на токсичност (Григорчук, 2016).

Статистическият анализ на получените данни е извършен с помощта на общоприети методи и софтуерния пакет MS Excel.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Почвите, разположени в условията на града, са под силното влияние на техногенната среда. Един от компонентите на това въздействие са аеротехногенните замърсители: тежки метали, органични съединения, азотни, серни и други токсични вещества.

Почвената покривка на град Одеса и околностите му е в зоната на влияние на повече от 300 промишлени предприятия и наличието на голям брой превозни средства и се характеризира с повишени концентрации на подвижни форми на тежки метали (Trigub et al., 2020). Особеностите на градската педогенеза се проявяват в силната вариабилност на почвените параметри и проявата на контраст, мозаичност и голямо различие на генетичните свойства. Важно е също така, че почвената покривка на града непрекъснато се променя в резултат на преустройство, строителни дейности, озеленяване и др., т.е. постоянно варира в зависимост от условията на градската среда (Кузнецов, 2011; Никитина, 2011; Верхошнцева, Галактионова, 2014).

Добре известно е, че почвената органична материя, и по-специално хуминовите киселини, са способни да свързват соли на тежки метали в стабилни комплексни съединения и по този начин да ги превръщат във форма, недостъпна за растенията. В тази връзка при оценката на екологичното състояние на почвите в парковите зони е важно, а понякога и решаващо, да се промени тяхното хумусно състояние. Хумусът и неговите качествени и количествени показатели са сред най-важните фактори, които определят както екологичните функции на почвите в биосферата, така и стопанското им значение.

Резултатите от изследванията на общото хумусно съдържание на почвите в парковите зони на град Одеса показват, че в горния слой (0–10 cm) то варира от

3,63 % до 5,26 % и се характеризира като средно и ниско според по скалата на Орлов (Орлов и др., 2005) (табл. 1). В слоя 10–20 cm тези стойности са по-ниски – от 2,50 % до 3,51 %, което съответства на нискохумусните южни черноземи.

Според съдържанието на общ хумус (табл. 1) почвите на изследваните паркове заемат следния низходящ ред: Артилерийски парк > Савицки парк > Парк „Победа“ > Парк Дюковска градина > Ботаническа градина.

Реакцията на околната среда (pH) е от голямо значение за създаване на благоприятни условия, важни за усвояването на основните минерални елементи и храненето на растенията. Както е известно, почвите с високи стойности на pH – 8–9 (алкални почви), влияят неблагоприятно върху растежа и развитието на повечето растения, като възпрепятстват усвояването на някои хранителни вещества и микроелементи. Такива почви затрудняват покълването на повечето растения.

Резултатите от изследванията на pH на почвата в градските паркове са представени в табл. 2. Във всички изследвани почви, избрани в рамките на гра-

Таблица 1

*Съдържанието на хумус в почвите на парковете на град Одеса*

Местоположение	Съдържанието на хумус (%)	
	Дълбочина 0–10 cm	Дълбочина 10–20 cm
Артилерийски парк	5,26	3,20
Савицки парк	4,29	3,51
Парк „Победа“	4,59	3,14
Ботаническа градина	3,63	2,50
Дюковска градина	3,95	2,80
Контрол	3,28	2,43

Таблица 2

*Реакция на почвената среда (pH)*

Изследвани райони	Дълбочина 0-10 cm	Дълбочина 10-20 cm
Артилерийски парк	7,97	7,76
Савицки парк	7,65	7,64
Парк „Победа“	7,46	7,36
Ботаническа градина	7,47	7,40
Дюковска градина	7,64	7,60
Контрол	6,90	6,50

да, стойностите на рН се колебаят в рамките на 7,46–7,97, което е показател за алкална среда, като най-високи са те в почвените проби, взети от територията на Артилерийски парк.

При изследване на екологичното състояние на градската среда, включително на почвената покривка, е важно да се определи съдържанието на замърсители, сред които тежките метали заемат „особено“ място.

Естественото съдържание на тежки метали в обектите на околната среда е сравнително незначително. Високото им съдържание по правило е следствие от антропогенни емисии. Фоновото съдържание на подвижни форми на Co, Cu, Zn, Pb, Cd и Mn в почвите на Одеска област е незначително (табл. 3). В почвите на одеските паркове средното съдържание на изследваните тежки метали варира в широки граници и надвишава фоновото съдържание и ПДК. Минималното съдържание на тежки метали е определено в почвата на Ботаническата градина.

За оценка на опасността за околната среда от замърсяване на изследваните почви е изчислен общият индекс на замърсяване (Zc), който е добавена сума от коефициентите на свръхконцентрация на всеки химичен елемент над фоновото ниво (табл. 4):

Според резултатите от изчисленията трябва да се отбележи, че с минимално ниво на замърсяване на почвата се характеризира само територията на Ботаническата градина, която се намира в зоната на минимално антропогенно въздействие. Всички останали почви в парковите зони на града се отличават с интензивно натрупване на тежки метали, което като цяло повишава общото им ниво на замърсяване. С максимална стойност на показателя за общо замърсяване се характеризират почвите на Дюковска градина – 217,49, което съответства на много опасно ниво на замърсяване.

Таблица 3

*Съдържание на тежки метали (подвижни форми) в почвите  
(средни стойности, mg/kg)*

Изследвани райони	Pb	Mn	Zn	Co	Cd	Cu
Артилерийски парк	2,45	76,5	4,36	0,96	0,04	0,34
Савицки парк	3,95	91,99	65,00	5,78	0,92	2,86
Парк „Победа“	3,97	104,76	49,00	1,11	0,52	0,90
Ботаническа градина	1,11	39,3	1,45	0,12	0,01	0,07
Дюковска градина	5,45	79,18	65,00	17,37	1,40	2,08
Контрол	9,35	90,35	0,48	0,28	0,20	1,24
Максимално допустими концентрации	6,00	-	23,00	5,00	0,70	3,00
Фоново съдържание (по Кулиджанов и др., 2014)	1,86	33,85	0,44	0,38	0,15	0,22



Таблица 4

Коефициент на техногенна концентрация на тежки метали (Kc), общ индекс на замърсяване (Zc) за почвите на изследваните райони

Изследвани райони	Коефициент на техногенна концентрация на тежки метали (Kc)						Общ индекс на замърсяване (Zc)	Ниво на замърсяване
	Pb	Mn	Zn	Co	Cd	Cu		
Артилерийски парк	1,32	2,26	9,91	2,53	0,27	1,55	17,82	Умерено опасно
Савицки парк	2,12	2,72	147,73	15,21	6,13	13,00	186,91	Много опасно
Парк „Победа“	2,13	3,09	111,36	2,92	3,47	4,09	127,07	Изключително опасно
Ботаническа градина	0,60	1,16	3,30	0,32	0,07	0,32	5,75	Благоприятно
Дюковска градина	2,93	2,34	147,73	45,71	9,33	9,45	217,49	Много опасно
Контрол	5,03	2,67	1,09	0,74	1,33	5,64	16,49	Умерено опасно

Фитотоксичността е интегрален индикатор за общото въздействие на почвените замърсители върху растежа и развитието на висшите растения. Нивото на фитотоксичност на почвите в парковите зони се оценява според намаляване на определени показатели спрямо тези на растения, отглеждани на контролна (незамърсена) почва. При лабораторни условия е изследвана фитотоксичността на почвите по отношение на две индикаторни тестови култури: *Cucumis sativus* (обикновена краставица) и *Pisum* (грах). Изследването на почвената фитотоксичност показва, че почвите на почти всички изследвани територии потискат растежа на опитните култури.

Покълването на семената на краставици в почвите на всички изследвани паркове съответства на нисък фитотоксичен ефект (табл. 5). Най-нисък показател (1 %) в рамките на града е характерен за почвите на Ботаническата градина, най-висок (20,0 %) – за почвите на Дюковската градина, която е под значително влияние (високо претоварване) от автомобилния транспорт.

Също в почвите на Дюковска градина с най-ниска кълняемост са семената на краставицата (78 %), а с най-високи стойности на този показател са почвите на Ботаническа градина (97 %), което ги определя като почви с благоприятни екологични свойства, причина за което е липсата на промишлени предприятия и ниското автомобилно натоварване на територията.

Изследването на влиянието на парковите почви върху растежа и развитието на граховите семена показва подобна тенденция, но със значително потискане на кълняемостта им в сравнение с тези на краставицата, което определя граха като по-чувствителен към замърсяването на почвата (табл. 2). Най-ниската кълняемост на семената е отбелязана за пробите от Дюковската градина (65 %).



Таблица 5

Покълване на семената на опитни култури върху почвени проби

Местоположение	Покълване на семената (%)		Фитотоксичен ефект (%)	
	<i>Cucumis sativus</i> (обикновена краставица)	<i>Pisum</i> (грах)	<i>Cucumis sativus</i> (обикновена краставица)	<i>Pisum</i> (грах)
Артилерийски парк	85,0	90,0	8,0	3,0
Савицки парк	82,0	75,0	5,0	11,0
Парк „Победа“	89,0	73,0	15,0	10,0
Ботаническа градина	97,0	87,0	1,0	2,0
Дюковска градина	78,0	65,0	19,0	20,0
Контрол	96,0	94,0	0,0	0,0

Според скалата за токсичност на субстрата всички почви в парковата зона на града са с ниска токсичност (0–20 %).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От анализа на почвите в изследваните паркови пространства в гр. Одеса може да се направят няколко извода:

1. Техногенното въздействие върху почвената покривка на изследваните паркове води до промяна в химичните свойства на почвите: алкализирание, повишаване на съдържанието на хумус; значително увеличение на подвижните форми на тежки метали.

2. Нивото на замърсяване на изследваните почви варира от умерено опасно (Артилерийски парк) до много опасно (парк Дюковски), което се дължи на степента на влияние на промишлените предприятия и особено на автомобилния транспорт.

3. Интегрален индикатор за общото въздействие на почвените замърсители върху растежа и развитието на висшите растения е фитотоксичността. Проучванията установяват, че достатъчно високото съдържание на хумус не премахва токсичния ефект на тежките метали. Най-високите нива на почвена фитотоксичност са открити в парка Дюковски.

4. Използването на *Cucumis sativus* (обикновена краставица) и *Pisum* (грах) като тестови обекти за определяне на фитотоксичността на почвите позволи да се установи по-голямата чувствителност на граха към техногенно замърсяване.

## ЛИТЕРАТУРА

- Верхошенцева, Ю.П., Л.В. Галактионова.** 2014. Фитотоксичність почв парків города Оренбурга. – Вестник ОГУ № 6. / Verkhoshentseva, Yu.P., L.V. Galaktionova. 2014. Phytotoxicity of soils in the parks of the city of Orenburg. *Bulletin of OSU* № 6. (Ru)
- Вовк, О.Б.** 2004. Еколого-функціональні особливості ґрунтового покриву міських парків (на прикладі м. Львова). – Ґрунтознавство, Т. 5, № 1/2. Vovk, O.B. 2004. Ecological and functional features of the soil cover of city parks (on the example of Lviv). *Soil Science*, Vol. 5, № 1/2. (Ua)
- Геник, Я.В., А.П. Дида.** 2013. Вплив антропогенних навантажень на стан ґрунтового покриву паркових і лісопаркових насаджень міст Карпатського регіону України. – Науковий вісник НЛТУ України, Вип. 162. / Henyk, Ya. V., Dida, A.P. 2013. Influence of anthropogenic loads on the state of soil cover of park and forest park plantations of cities of the Carpathian region of Ukraine. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, Vol. 162. (Ua)
- Гончаренко, Т.П., Л.І. Жицька.** 2014. Дослідження якості міських ґрунтів (м. Черкаси). – Вісник ЧДТУ, № 4. /Goncharenko, T.P., Zhytska, L.I. 2014. Research of urban soil quality (Cherkasy). *Bulletin of ChSTU*, № 4. (Ua)
- Горова, А.І., А.В. Павличенко, О.О. Борисовська, В.Ю. Ґрунтова, О.В. Деменко.** 2014. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напрямку підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування“. Д.: Національний гірничий університет, 76 с. / Gorova, A.I., Pavlychenko, A.V., Borisovska, O.O., Gruntova, V.Yu., Demenko, O.V. 2014. Bioindication. Methodical recommendations for laboratory work by students in the direction of training 6.040106 “Ecology, environmental protection and sustainable use of nature.” D.: National Mining University, 76 p. (Ua)
- Григорчук, І.Д.** 2016. Використання рослинних біоіндикаторів для оцінки токсичності ґрунтів на території м. Кам’янець-Подільського. – Біологічні системи. 2016. Т. 8, Вип. 2. С. 212-218.
- Ґунько, С.А.** 2015. Морфологічні особливості ґрунтів міста Дніпродзержинськ. Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції „Общественные науки в современном мире“ (19 вер. 2015 р., Київ). /Gunko, S.A. 2015. Morphological features of soils of the city of Dneprodzerzhinsk. In: Proceedings of the First International Scientific and Practical Conference “Social Sciences in the Modern World” (September 19, 2015, Kyiv). (Ua)
- Домусчи, С.В., В.І. Тригуб.** 2020. Біотестування як метод визначення екологічного стану міських ґрунтів. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія, № 2 (49). / Domuschi, S.V., Trygub, V.I. 2020. Biotesting as a method of determining the ecological status of urban soils. Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk. Ser. Geography, № 2 (49). (Ua)
- Дядькова, К.Л., В.І. Козловський.** 2012. Важкі метали в ґрунтах зелених зон міста Мелітополя (Запорізька область, Україна). – Ґрунтознавство, Т.13, № 1–2. Dyadkova, K. L., Kozlovsky, V. I. 2012. Heavy metals in the soils of green areas of Melitopol (Zaporozhye region, Ukraine). *Soil Science*, Vol.13, № 1–2. (Ua)
- Жарикова, Е.А.** 2012. Оценка основных свойств почв лесных и парковых территорий города Владивостока. Земледелие, почвоведение и агрохимия. № 1 (26). Zharikova, E. A. 2012. Assessment of the main properties of soils in forest and park areas of the city of Vladivostok. Agriculture, soil science and agrochemistry. No. 1 (26). (Ru)

- Забелина, О.Н.** 2014. Ферментативная активность почвы природно-рекреационных ландшафтов урбанизированных территорий. – Современные проблемы науки образования. № 2. Zabelina O. N. 2014. Enzymatic activity of the soil of natural and recreational landscapes of urbanized areas. *Modern problems of the science of education*. No. 2. (Ru)
- Клейменов, Т.В.** 2008. Экологические информационные системы в управлении мониторингом зеленой зоны города. – Успехи современного естествознания. № 2. / Kleimenov, T. V. 2008. Ecological information systems in the management of urban green zone monitoring. *Successes of modern natural science*. No. 2. (Ru)
- Кузнецов, П.В.** 2011. Оценка барьерно-геохимических функций почв лесопарков Петрозаводска и Москвы: Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Москва, 19 с. / Kuznetsov, P. V. 2011. Evaluation of the barrier-geochemical functions of soils in the forest parks of Petrozavodsk and Moscow: Abstract of the thesis. diss. cand. biol. Sciences. – Moscow, 19 p. (Ru)
- Куліджанов, Е.В., В.Ф. Голубченко, В.І. Михайлюк, Я.М. Біланчин.** 2014. Ґрунтові ресурси Одеської області. Одеса: Одеська філія ДУ «Держґрунтоохорона», 48 с. / Kulidzhanov E. V., Golubchenko V. F., Mikhailyuk V. I., Bilanchin Ya. M. 2014. Groundwater resources Odesa region. Odessa branch control «Derzhgryntohorona». Odesa, 48 p. (Ua)
- Луцишин, О.Г., В.Г. Радченко, Н.В. Палапа, П.П. Яворовський.** 2011. Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах Київського мегаполісу. – Доповіді Національної академії аграрних наук України, Вип. 3. / Lutsyshyn, O.G., Radchenko, V.G., Palapa, N.V., Yavorovsky, P.P. 2011. Physico-chemical properties of soils in the conditions of Kyiv metropolis. *Reports of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*, Vol. 3. (Ua)
- Мірзак, О.В.** 1999. Фізичні параметри міських ґрунтів (на прикладі міста Дніпропетровська). – Екологія та ноосфера, Вип. 6, № 1/2. / Mirzak, O. V. 1999. Physical parameters of urban soils (on the example of the city of Dnepropetrovsk). *Ecology and the noosphere*, Vol. 6, № 1/2. (Ua)
- Мишустин, Е.Н.** 1956. Микроорганизмы и плодородие почвы. М.: Изд-во АН СССР, 246 с. / Mishustin, E.N. 1956. Microorganisms and soil fertility. M.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 246 p. (Ru)
- Никитина, М.В.** 2011. Эколого-химическая оценка загрязнения тяжёлыми металлами основных урбандолиндов г. Архангельска: Автореф. дис. канд. хим. наук. Архангельск, 212 с. / Nikitina, M. V. 2011. Ecological and chemical assessment of heavy metal pollution in the main urban landscapes of Arkhangelsk: Abstract of the thesis. dis. cand. chem. Sciences. Arkhangelsk, 212 p. (Ru)
- Орлов, Д.С., Л.К. Садовников, Н.И. Суханова.** 2005. Химия почв. М.: Высш. шк., 558 с. / Orlov, D.S., Sadovnikov, L.K., Sukhanova, N.I. 2005. Soil Chemistry. M.: Higher school, 558 p. (Ru)
- Пилипенко, Ю.В., С.В. Скок.** 2015. Оцінка рівня забруднення ґрунту важкими металами в межах міської системи (на прикладі м. Херсон). Біологія та валеологія. Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. № 17. / Pilipenko, Yu.V., Skok, S.V. 2015. Estimation of the level of soil pollution by heavy metals within the city system (on the example of Kherson). Biology and valeology. Collection of scientific works of Kharkiv National Pedagogical University named after GS Skovoroda. № 17. (Ua)
- Примак, О.В.** 2013. Пути миграции тяжелых металлов в почвах парковой зоны г. Оренбурга: дис. канд. биол. наук. Уфа, 20 с. / Primak, O.V. 2013. Migration routes of heavy metals in the soils of the park area of Orenburg: dis. cand. biol. Sciences. Ufa, 20 p. (Ru)

- Прусаченко, А.В.** 2011. Экотоксикологическая оценка загрязнений тяжелыми металлами урбаноземов города: дис. канд. биол. наук. Москва, 179 с. / Prusachenko, A.V. 2011. Ecotoxicological assessment of pollution by heavy metals of urban soils of the city: dis. cand. biol. Sciences. Moscow, 179 p. (Ru)
- Снітинський, В.В., В.В. Смаль.** 2016. Вміст важких металів у ґрунтах насаджень різного функціонального значення зеленої зони м. Львова. – Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, Вип. 60. / Snitynsky, V.V., Smal, V.V. 2016. The content of heavy metals in the soils of plantations of different functional significance of the green zone of Lviv. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, Vol. 60. (Ua)
- Тригуб, В.І., С.В. Бочевар, А.М. Купчик.** 2016. Ґрунтово-екологічні особливості/ Fedorets, N.G., Medvedeva, N.V. 2009. Methods for studying soils in urban areas. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 84 p. (Ru)
- Хохрякова, А.І., Е.В. Куліджанов.** 2017. Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів паркових зон міста Одеси. – Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки, № 6. / Khokhryakova, A.I., Kulidzhanov, E.V. 2017. Estimation of the level of chemical soil contamination of park zones of Odessa. Scientific Bulletin of Kherson State University. Series: Geographical Sciences, № 6. (Ua)
- Trigub, V., S. Domuschy, O. Lyashkova.** 2020. Heavy metals in the soils of the Odessa city. Sustainable Development and Human Health. Edited by Andrzej Kryński, Georges Kamtuh Tebug, Svitlana Voloshanska. Czestochowa: Publishing House of Polonia University "Educator".
- \*\*\* **ДСТУ 4287:2004, 2005.** Якість ґрунту. Відбирання проб. DSTU 4287: 2004, 2005. Soil quality. Sampling. (Ua)
- \*\*\* **ДСТУ 4289:2004, 2005.** Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. DSTU 4289: 2004, 2005. Soil quality. Methods for determining organic matter. (Ua)
- \*\*\* **ДСТУ 4770.2: 2007, 2005.** Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4, 8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Київ: Держспоживстандарт України. DSTU, 4770.2: 2007, 2005. Soil quality. Determination of content of mobile zinc compounds in soil in buffer ammonium acetate extract from pH 4, 8 by atomic absorption spectrophotometry. (Ua)
- \*\*\* **ДСТУ 4770.3:2007, 2005.** Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Київ: Держспоживстандарт України. DSTU, 4770.3:2007, 2005. Soil quality. Determination of content of mobile cadmium compounds in soil in buffer ammonium acetate extract with pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry. (Ua)
- \*\*\* **ДСТУ 4770.5:2007, 2005.** Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Київ: Держспоживстандарт України. DSTU, 4770.5:2007, 2005. Soil quality. Determination of content of cobalt mobile compounds in soil in buffer ammonium acetate extract from pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry. (Ua)
- \*\*\* **ДСТУ 4770.6:2007, 2005.** Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Київ: Держспоживстандарт України. DSTU, 4770.6:2007, 2005. Soil quality. Determination of content of mobile copper compounds in soil in buffer ammonium acetate extract from pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry. (Ua)

- \*\*\* **ДСТУ 4770.9:2007, 2005.** Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Київ: Держспоживстандарт України. DSTU, 4770.9:2007, 2005. Soil quality. Determination of content of mobile lead compounds in soil in buffer ammonium acetate extract from pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry. (Ua)
- \*\*\* **ДСТУ 8346:2015, 2015.** Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки. DSTU 8346: 2015, 2015. Soil quality. Methods for determining the specific electrical conductivity, pH and dense residue of the aqueous extract. (Ua)