

ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 502.4

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.98.08>К. Деревська^{1,2}, д-р геол. наук, проф.,E-mail: derevska@ukma.edu.ua;К. Руденко², канд. геол. наук, ст. наук. співроб.,E-mail: rudenkokseniav@gmail.com;М. Шевчук¹, магістр;Є. Мирижук³, канд. геогр. наук,E-mail: lizka_myr@ukr.net;¹Національний університет "Києво-Могилянська академія",
вул. Г. Сковороди, 2, м. Київ, 04655, Україна;²Національний науково-природничий музей НАН України
вул. Богдана Хмельницького, 15, м. Київ, 01601, Україна;³Інститут географії НАН України
вул. Володимирська, 44, м. Київ, 01054 УкраїнаОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
ІЛЛІНЕЦЬКОЇ ІМПАКТНОЇ СТРУКТУРИ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

Узагальнено інформацію щодо винятковості Іллінецької структури, виділено її геологічні, мінералого-геохімічні, ландшафтні та історико-культурні особливості. Актуальність даної тематики зумовлена питаннями збереження земельних ресурсів у межах космогенного ландшафту та оцінки стану навколишнього середовища. Проведена оцінка екологічного стану досліджуваної території дозволила вперше окреслити загрози навколишньому середовищу в межах Іллінецького кратеру. Серед природних загроз особливо виокремлюються екзогенні процеси (геологічна робота поверхневих вод, вітрова ерозія, вивітрювання), унаслідок дії яких утворюються яри і балки; відбувається деградація ґрунтів, зміна ландшафтів тощо. Антропогенне навантаження несе два типи загроз: ненавмисний намір заподіяти шкоди та навмисне нанесення шкоди. В окремих випадках антропогенна діяльність збігається з природними процесами, що посилює їх шкідливі наслідки. У роботі окреслено напружений, критичний, надкритичний та катастрофічний стани навколишнього середовища Іллінецької імпактної структури. Надано характеристику та ранжування загроз навколишньому середовищу. Узагальнення отриманих даних дозволяє презентувати екологічний стан Іллінецького кратеру як близький до надкритичного. Головною проблемою збереження Іллінецької імпактної структури вважаємо адміністративний підхід до виділення геологічних пам'яток природи. З метою зупинення погіршення екологічного стану та збереження унікальної природної структури, ґрунтів, ландшафтів та біогеорізноманіття території пропонується створити Національний природний парк "Іллінецький" разом з існуючим ботанічними заказниками, оскільки підвищене яроутворення та інтенсивне ведення сільськогосподарської діяльності призведе до деградації земельних та лісових ресурсів, збіднення біорізноманіття, а також втрати рекреаційно-туристичної привабливості регіону в цілому.

Ключові слова: Іллінецька імпактна структура, імпакти, екосистема, навколишнє середовище.

Постановка завдання. Актуальність досліджень зумовлена відповідними проблемами збереження земельних ресурсів згідно із Законом України про охорону землі. Метою досліджень є оцінка стану навколишнього середовища в межах космогенного ландшафту Вінницької області.

Іллінецький метеоритний кратер є загальноновизнаною структурою, входить до переліку достовірних імпактних структур на поверхні Землі і детально вивчений українськими і зарубіжними ученими (Гуров, Гурова, 1987; Кац і др., 1989; Гуров, 1991, 2002; Вальтер та ін., 1998; Gurov et al., 1998 тощо). Космогенна структура виникла в результаті зіткнення космічного тіла з гранітоїдами Українського щита 445 млн років тому. У результаті утворилася кільцева структура – метеоритний кратер з діаметром близько 8,5 км і глибиною до 900 м (Гуров, 1991; Криводубський та ін., 2004; Гуров, Гожик, 2006). На відміну від інших українських астроблем (Gurov et al., 1998; Деревська та ін., 2019; Derevska et al., 2020) Іллінецька не була похована під осадовим шаром і характеризується відкритістю відслонень так званих імпактитів – порід ударного метаморфізму, що виникли в результаті миттєвого перетворення гранітоїдів та гнейсів у момент надшвидкісного удару й вибуху метеориту.

Іллінецька імпактна структура розташована в 10 км західніше м. Іллінці Вінницької області в долині р. Собок, а її південна окраїна виходить на поверхню між с. Іваньки, Лугова та Якубовка. Впродовж 2 км у відслоненнях і кар'єрах розкриті червоно-бурі, буро-сірі і сірі ніздрюваті породи, з порожнинами до 2 см, тріщинуваті, у свіжому

слабовивітрілому стані, щільні, з включеннями залишків кристалічних порід, зерен польового шпату і кварцу (рис. 1). Територія Іллінецької імпактної структури і прилеглих ділянок перекрита шаром четвертинних відкладів льодовикового походження, які представлені лесоподібними суглинками і пісками (Виноградов та ін., 1973; Катюк та ін., 1991; Приходько та ін., 2013). Зазначені породи виступають як водоносний горизонт. Загалом на даній місцевості виділено 4 водоносних горизонти різної потужності і складу, що позитивно впливає на формування флористичного різноманіття. Присутність рихлого осадового чохла сприяє розвитку інтенсивних екзогенних процесів, що призводить до локальних змін і трансформації навколишнього середовища природного характеру.

Іллінецький кратер має статус геологічної пам'ятки природи (ГПП) місцевого значення і містить елементи рекреаційної інфраструктури (з 2017 р.). До території ГПП було віднесено тільки кар'єр поблизу с. Лугове, що пов'язано з адміністративним поділом території України на 2017 р. Кар'єр с. Іваньки входить до велосипедного маршруту і є туристичним, а не природоохоронним об'єктом.

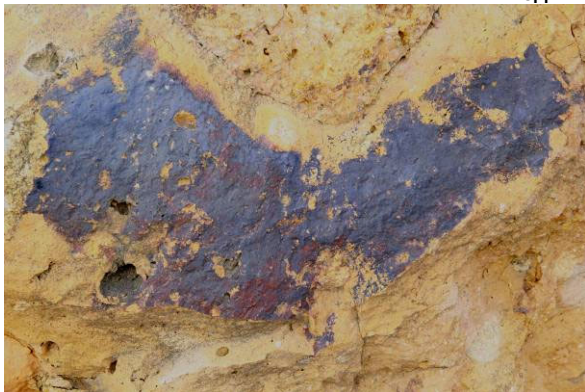
Методика досліджень. Для аналізу екологічного стану Іллінецької імпактної структури нами проаналізовано стан природного середовища в результаті антропогенного навантаження.

У роботі використано загальні наукові методи: системний аналіз стану довкілля, узагальнення, ранжування, зіставлення тощо. Крім того, задіяно сучасні програми, такі як NASA Landsat Science, Google Earth Timelapse для аналізу екологічного стану території досліджень.

© Деревська К., Руденко К., Шевчук М., Мирижук Є., 2022



Виходи імпактитів у кар'єрі



Оксиди марганцю за тріщинами та сколами імпактитів



Включення породи-мішені у переплавленій породі



Гідроксиди заліза та марганцю у відслоненнях



Сліди "бомбочек", що застигли в імпактній масі

Рис. 1. Відслонення імпактитів у кар'єрі поблизу с. Лугове Вінницького району

Геолого-геофізичні, геохімічні та мінералого-петрографічні дослідження Іллінецької структури свідчать про складну історію геологічного розвитку даної території, що зазнала значних тектонічних і гідротермальних перетворень (Деревська та ін., 2019; Палієнко, 1990; Хільчевський та ін., 2009).

Результати досліджень. Аналіз існуючих на сьогодні даних дозволяє виокремити сукупність особливостей, які

визначають Іллінецьку імпактну структуру як унікальний геосайт.

Геологічні особливості. Іллінецька імпактна структура розташована в межах Придніпровської височини і є найдавнішою у Європі (445 млн років) (Гуров, 1991; Gurov et al., 1998; Гуров, Гожик, 2006). Іллінецький кратер є найбільш еродованим з відомих на сьогодні 8 підтверджених метеоритних кратерів України і є найменшим

за розмірами серед них. У межах Іллінецької структури наявні 6 відслонень, у тому числі 2 кар'єри. Пройдено 55 свердловин, з них 7 заглубились близько 200 м. Свердловини у західній частині структури досягли лише кори вивітрювання, не розкривши незмінених порід фундаменту (Виноградов та ін., 1973; Катюк та ін., 1991; Приходько та ін., 2013).

У розрізі структури виділяються чотири головних породних комплекси: цокольний, коптогенний, а також комплекс заповнення і перекриття. Породи цокольного комплексу на дні кратера – це аутигенна, тобто не переміщена під впливом вибуху брекчія. Вона складається з брекчіюваних кристалічних порід того ж складу, що спостерігаються в бортах структури (с. Іваньки). Коптогенний комплекс (тобто створений вибухом) складається з алогенної (переміщеної) брекчії, яка залягає на аутигенній, та імпаکتитів. Вони завершують угорі коптогенний комплекс (Гуров, Гожик, 2006; Виноградов та ін., 1973; Катюк та ін., 1991; Приходько та ін., 2013; Деревська та ін., 2019; Derevska et al, 2020).

Мінералого-геохімічні особливості. Винятковим є геохімічний склад ґрунтів, які мають підвищений вміст Ir, Ni, Co, Os, а також ізотопні аномалії He, Os, S, C, що підтверджує космогенне походження гірських порід (Катюк та ін., 1991; Приходько та ін., 2013).

Залізисто-марганцеві мінеральні агрегати у тріщинах та пустотах щільних порід кратера є свідками історії розвитку даної території після імпактної події і вказують на формування потужної кори вивітрювання (КВ) у континентальних умовах тропічного клімату (див. рис. 1). На сьогодні спостерігаються локальні скупчення залишкової КВ, яка була змита льодовиковими флювіогляціальними водними потоками. Присутність імпактних алмазів та різновидів кварцу (коесит, стишовіт), що утворюються за надвисоких температури та тиску, зокрема, виникають під час імпактної події (Valter et al., 1982; Вальтер і др., 1998; Gurov et al., 1998), доводить метеоритне походження структури.

Особливості ландшафтів. Іллінецька структура розташована в межах Придніпровської височини, для якої характерне чергування вододілів із річковими долинами та ярами. Виділяються лучно-степові, лісові, водно-болотні, лучні природні ландшафти, а також природно-антропогенні. Лучно-степові ландшафти Іллінецької структури мають цілющі властивості і характеризуються своєрідним біогеорізноманіттям. У зоні поширення імпактитів створено два ботанічних заказники державного значення (Іллінецький і Дашівський) для збереження у природному стані червонокнижних, рідкісних, а також лікарських видів рослин.

Крім названих особливостей природного характеру, в межах Іллінецького метеоритного кратера встановлено об'єкт історико-культурного значення, такий як "сліди черняхівської культури" (рис. 2). Відкриття Іллінецького кар'єру мало важливе значення для вивчення історії виробництва і економіки стародавніх цивілізацій регіону (Климовський, Гуров, 2011; Хавлюк та ін., 1973; Хавлюк, 1980).

Починаючи з III ст. н. е. Іллінецька структура активно розроблялася місцевими черняхівськими племенами, а в подальшому населенням Київської Русі. Адже імпаکتити є чудовим матеріалом для виготовлення жорен для млинів. Вони легко піддавалися обробленню примітивними інструментами і не засмальцовувались, що давало можливість отримувати якісне борошно.

Під час археологічних досліджень гірничих виробок та їхніх околиць (Климовський, Гуров, 2011; Хавлюк та ін., 1973; Хавлюк, 1980) було виявлено майже 6-метровий шар відходів виробництва жорен, а також сліди кількох поселень середніх розмірів, давні майстерні із заготовками та бракованими виробами (рис. 2). Зважаючи на масштабність виробництва, стає зрозуміло, що у метеоритному кратері було налагоджене масове виготовлення жорен, які поширювались територією Київської Русі. Серед знайдених жорен з імпактиту переважали жорна стандартного діаметра – 40 см, але були виявлені і велетенські жорна діаметром до 2 м. Такі жорна візуально легко упізнати, тому їх використовують як своєрідний археологічний маркер для вивчення економіки та торгових зв'язків народів того часу.

Іллінецький кратер був одним з найбільших кар'єрів того часу, розробка якого тривала понад тисячу років і призупинилася через нашествя монголо-татар, після чого так більше і не відновилася в подібних масштабах.

На жаль, сьогодні знищуються сліди черняхівської історії шляхом вивезення з кар'єрів кам'яного матеріалу – відходів давнього промислу. Такі дії призведуть до втрати унікального археологічного об'єкта, враховуючи той факт, що це були перші жорнова, які вигадало людство.

Науковий та екологічний моніторинг, проведений протягом 2013–2020 рр., та використання даних інтернет-ресурсів дозволили нам встановити деякі загрози збереження навколишнього середовища в межах Іллінецької імпактної структури.

Найбільш загрозливим геологічним процесом досліджуваної території є яроутворення. Це пов'язано насамперед з потужним шаром кори вивітрювання кристалічних порід, яка в межах Іллінецької структури сягає близько 30 м. КВ архей-протерозойських порід представлена білим каоліном з охристо-жовтими прошарками, тонкозерниста з вкрапленнями зерен кварцу та мінералів материнської породи. Встановлено значне розгалуження яружної системи, формування глибоких ярів та балок; конуси виносу загороджують балки; по дну ярів постійно течуть струмки, і в гирлі найбільшого яру в центрі Іллінецького кратера у припортовій частині заплави р. Соб є штучне озеро. Значний винос рихлих породи у заплаву річки Соб утворив налив площею 2 га.

Природні виходи імпактитів у вигляді рихлих відкладів у с. Якубівка спостерігаються на пагорбах на березі річки Собок і жодним чином не зберігаються, а використовуються місцевими для власних потреб, водночас порушуються схили природних виходів. Таке ставлення призводить до інтенсивного замулення річок і утворення заболочених ділянок у заплавах, які вже мають значне техногенне навантаження.

З кожним роком територія метеоритного кратера руйнується через інтенсивні антропогенні процеси. З порушенням Земельного і Водного кодексів України у межах даної території розорюються тераси та заплави річок Соб і Собок, а також вододіл на абс. висоті 240 м. Під час моніторингу нами не було зафіксовано жодних заходів щодо рекультивації ярів та порушених земель. Загалом за даними таких програм, як NASA Landsat Science та Google Earth Timelapse, підраховано, що з 1984 р. довжина та глибина ярів у межах Іллінецького імпактного кратера збільшилась у 4–5 разів (рис. 3). Однак з іншого боку, яри та перелоги залишаються єдиним оселищем для рідкісних і лікарських рослин.



Шари відходів виробництва жорен

Пагорби залишків виробництва



Жорна з щільних імпактітів, експозиція краєзнавчого музею, м. Іллінці

Рис. 2. Сліди черняхівської культури в межах Іллінецької імпаکتної структури



Рис. 3. Найбільша яружна система в центральній частині Іллінецької структури. Білим кольором показано тальвег яру у 1984 р., чорним – те саме розгалуження у 2020 р., сіра ділянка – площа наміву осадового матеріалу з яру у заплаві р. Соб

Отже, внаслідок інтенсивної агрономічної діяльності, розорювання земель у межах досліджуваного району (особливо в 2018–2022 рр.), а також знищення рослин задля збільшення орних площ, відбувається заболочування водоймищ, формування торфу, замулювання змитими ґрунтами, зниження рівня води в малих річках (*Хільчевський та ін., 2009*). Поряд з цим визначається висока втрата гумусу, ґрунти значно ущільнені, забруднені пестицидами, мінеральними добривами; підкислені та зазнають інтенсивної вітрової та водної ерозії. Проводиться осушування боліт та старічних озер дискуванням та розорюванням (*Доповідь про стан ..., 2016*).

Для оцінки екологічного стану території Іллінецької структури нами було розроблено алгоритм визначення загроз збереження унікальної території та проведено ранжування стану навколишнього середовища (рис. 4, табл.).

Виділяються загрози, що спричиняють знищення чи руйнування навколишнього середовища (н.с.) природного, природно-антропогенного і антропогенного походження (або характеру). Серед природних чинників виокремлюється руйнування земної поверхні внаслідок геологічної роботи поверхневих вод, вітру, процесів вивітрювання.

Таблиця

Екологічний стан та загрози збереження території Іллінецької імпаکتної структури

Загрози збереження території	Ранги стану збереження імпаکتної структури			
	1	2	3	4
	Напружений	Критичний	Надкритичний	Катастрофічний
Природні чинники				
Яроутворення та балки				+
Карстові процеси	+			
Природно-антропогенні чинники				
Заболочення		+		
Деградація ґрунтів			+	
Антропогенні чинники				
Агрономічна діяльність				+
Меліоративні споруди			+	
Видобуток корисних копалин		+		
Знищення рослинності			+	
Засміченість		+		

Нижче презентуємо значення виділених рангів стану збереження імпаکتної структури:

Ранг 1 (Напружений стан н.с.) – не загрожує існуванню території імпаکتної структури у природному вигляді і за сприятливих умов природний стан навколишнього середовища може бути відновлений без участі людини.

Ранг 2 (Критичний стан н.с.) – існує загроза збереження території імпаکتної структури, однак за сприятливих природних і кліматичних умов та відсутності антропогенного впливу природний стан н.с. може бути відновлений без втручання людини.

Ранг 3 (Надкритичний стан н.с.) – явна загроза збереження території імпаکتної структури. Для відновлення н.с. необхідно зупинення будь якого антропогенного впливу. Відновлення неможливе без втручання людини у процес зупинення загроз.

Ранг 4 (Катастрофічний стан н.с.) – відновлення н.с. в межах імпаکتної структури можливе лише за допомогою людини та вимагає значних фінансових затрат.

Аналізуючи екологічний стан Іллінецької імпаکتної структури, ми дійшли висновків, що стан території наближений до надкритичного. Це означає, що територія втрачає можливість до природного відновлення н.с. без допомоги людини, що пов'язано головним чином з процесом яроутворення та аграрною діяльністю, які мають найбільший негативний вплив на досліджувану територію.

Сучасні природні процеси проявляються інтенсивно, оскільки територія зазнала значної трансформації під час останнього льодовикового періоду, за рахунок чого сформувалась кора вивітрювання кристалічних порід, руйнування та перенесення відкладів на значні площі флювіогляціальними водними потоками (*Виноградов та ін., 1973; Катюк та ін., 1991; Приходько та ін., 2013*). Внаслідок діяльності поверхневих вод та вивітрювання і з урахуванням наявності рихлих порід на поверхні відбувається лінійна та плащова ерозії. На території утворюються глибокі яри і широкі балки; відбувається деградація ґрунтів, і як наслідок – зміна природних ландшафтів.

Серед загроз антропогенного походження виділено два типи:

1) ненавмисний намір заподіяти шкоду (як то адміністративний поділ територій, байдуже ставлення до навколишнього середовища тощо);

2) навмисне нанесення шкоди (систематичне порушення земельного та водного законодавства; фізичне і хімічне руйнування ґрунтів і земельних ресурсів унаслідок сільськогосподарської діяльності; видобуток корисних копалин; вирубка лісу та знищення природної рослинності тощо).

Через антропогенну діяльність знищується природна рослинність, проводиться вирубка лісу, як наслідок – зникають цінні, рідкісні та червонокнижні види флори і фауни регіону, а також скорочуються площі природних ландшафтів (лісових, степових, лучних та інших). Небезпечним для біогеорізноманіття стає розорювання захисних прибережних смуг малих річок.

В окремих випадках антропогенна діяльність збігається з природними процесами – погіршує чи посилює їх наслідки. У результаті такого збігу формуються техногенні ландшафти і відбувається деградація водних та ґрунтових екосистем, що, у свою чергу, може загрожувати змінам регіонального масштабу.

Отже, можна сформулювати такі проблеми збереження території.

1. Адміністративний поділ території. Адміністративний підхід до виділення ГПП недопустимий, оскільки не є науково обґрунтованим, зменшує цінність геологічного об'єкта, охоплюючи тільки невелику частину унікальної структури. На частині, яка не охороняється, триває видобуток каменю, який можна отримати тільки за допомогою важкої техніки й вибухівки.

3. Неврегульоване інтенсивне ведення сільського господарства. Меліорація в межах даної території, як система технічних засобів поліпшення стану ґрунтів, спрямована переважно на річки, де у заплавах

споруджені численні запруды, ставки, а водні ресурси використовують переважно задля сільськогосподарського водопостачання та розведення риби. Небезпечним для біогеорізноманіття стає дискування та розорювання захисних прибережних смуг малих річок, стариць та старичних озер у регіоні.

4. Відсутність планової природоохоронної (заповідної) діяльності. Історична пам'ятка "Залишки давнього виробництва жорен" не є пам'яткою природи і жодним чином не зберігається, а навпаки за останні два роки пограбована завдяки легкому способу видобутку цінного будівельного каменю.



Рис. 4. Блок-схема загроз збереження навколишнього середовища Іллінецької імпаکتної структури

Висновки. У роботі узагальнено унікальність Іллінецької імпаکتної структури, виділено її геологічні, мінерало-геохімічні, ландшафтні та історико-культурні особливості.

Вперше проведено ранжування екологічного стану території Іллінецького кратера у зв'язку з оцінкою збереження його території. Презентовано загрози і проблеми збереження, що пов'язані з природними та антропогенними чинниками. Екологічний аналіз названої площі вказує на близький до надкритичного стану. Встановлено, що територія втрачає можливість до відновлення без допомоги людини, це пов'язано з процесом яроутворення та аграрною діяльністю, які мають найбільший негативний вплив на досліджувану територію.

Унікальність Іллінецької імпаکتної структури і значне поширення виняткових ґрунтів зобов'язує нас створити заповідну територію задля збереження космогенного ландшафту та біогеорізноманіття, оскільки підвищене яроутворення та інтенсивний антропогенез призведе до деградації земельних та лісових ресурсів регіону, а також втрати рекреаційно-туристичної привабливості, яка пов'язана з наявністю заповідних територій і потенційних природоохоронних об'єктів історико-культурного спрямування.

Список використаних джерел

Вальтер, А.А., Гурский, Д.С., Еременко, Г.К. (1998). Алмазоносность астроблем Украины и природа образования высоких концентраций импактных алмазов. *Мінералогічний журнал*, 20, 6, 48-63.
Виноградов, Г.Г., Палий, Д.П., Германов, Б.С. и др. (1973). Геологическая карта м-ба 1:50 000 территории листов М-35-107-В, Г. *Отчет ГСП No 30 Побужской ГЭ за 1971-1973 гг.* К.: Геоинформ.

Водний Кодекс України. (1995). *Відомості Верховної Ради України*, 24, 189. Отримано з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
Гуров, Е.П. (1991). Геологическое строение и вещественный состав пород импактных структур. Київ: Наукова думка.
Гуров, Е.П. (2002). Импактное кратерообразование на поверхности Земли. *Геофизический журнал*, 6, 24, 3-35.
Гуров, Е.П., Гожик, П.Ф. (2006). Импактное кратерообразование в истории Земли. Київ.
Гуров, Е.П., Гурова, Е.П. (1987). Импактные структуры на поверхности Земли. *Геологический журнал*, 47, 1, 117-124.
Деревська, К.І., Сукач, В.В., Зюльцле, О.В., Музичко, Т.І., Павлов, Г.Г., Павлюк, В.М., Пилипчук, О.М., Руденко, К.В., Сільченко, Г.В., Спича, Р.О., Степанюк, Л.М. (2019). Мандруючи Іллінецьким кратером. Путівник геологічної екскурсії в рамках наукової конференції, присвяченої 50-річчю Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка. НАН України, Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка. Київ.
Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області. (2016). Отримано з <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/>
Земельний кодекс України. (2002). *Відомості Верховної Ради України*, 3-4, 27. Отримано з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>
Катюк, І.Ю. и др. (1991). Групповая геологическая съемка м-ба 1:50 000 с общими поисками территории листов М-35-119-А, Б; -120-А, В (Гайсин). *Отчет геологосъемочного отряда № 39 у Правобережной геодезической партии за 1987-1991 гг.* К.: Геоинформ.
Кац, Я.Г., Козлов, В.В., Полетаев, А.И., Сулиди-Кондратьев, Е.Д. (1989). Кольцевые структуры лика планеты. *Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Наука о Земле"*, 5, К 62, 1-55. М.: Знание.
Климовський, С.І., Гуров, Е. П. (2011). Про сировину і масштаби виробництва давньоруських жорен з Іллінецького родовища. *Східно-Європейський археологічний журнал*, 5 (12).
Криводубський, В.Н., Солоненко, В.І., Чурюмов, К.І. та ін. (2004). Іллінецька астроблема – найдавніша на Українському кристалічному щиті. *Вісник Астрономічної школи*, 5, 1-2, 23-29.
Палієнко, Е.Т. (1990). Географічна енциклопедія України. "Українська енциклопедія" ім. Бажана, 102-103.
Приходько, В., Кулик, С., Павлюк, В., Деркач, С. та ін. (2013). Геологічна будова та корисні копалини вододілу річок Соб і Гнилий Тікич. *Zeit*

по геологічне вивчення надр території аркуша М-35-XXX (Гайсин) ма-штабу 1:200 000. Кн. 1, 2.

Хавлюк, П.І. (1980). Про виробництво жорен на черняхівських поселен-нях Побужжя. *Археологія*, 34, 30-35.

Хавлюк, П.І., Шекун, О.В., Веремійчук, О.М. (1973). До питання про ви-готовлення жорен в Древній Русі. *Археологія*, 9, 34-40.

Хільчевський В.К., Чунарьов О.В., Ромась М.І., Яцюк М.В., Бабич М.Я. (2009). Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу. За ред. В.К. Хільчевського. К.: Ніка-центр.

Derevska, K., Sukach, V., Rudenko, K., Spytisia, R. (2020). The Ilyinets meteorite crater - geological structure unique in Europe and a promising destination for international tourism. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29(4), 656-672. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112059>

Gurov, E.P., Koeberl, C., Reimold, W.U. (1998). Petrography and geochemistry of target rocks and impactites from the Ilyinets crater, Ukraine. *Meteoritics and Planetary Sciences*, 33, 1317-1333. <https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.1998.tb01316.x>

Valter, A.A., Dobryansky, Yu.P., Lasarenko, E.E., Tarasyuk, V.K. (1982) Shock metamorphism of quartz and estimation of masses motion in the bases of Boltysh and Ilyinets astroblemes of the Ukrainian Shield. *Abst. Pap. 13th Lunar and Planet. Sc. Conf., March 5-19, Houston*, Pt 2, 819-820.

References

Derevska, K., Sukach, V., Rudenko, K., Spytisia, R. (2020). The Ilyinets meteorite crater - geological structure unique in Europe and a promising destination for international tourism. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29(4), 656-672. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112059>

Derevska, K.I., Sukach, V.V., Ziutisle, O.V., Muzychko, T.I., Pavlov, G.G., Pavlyuk, V.M., Pylypchuk, O.M., Rudenko, K.V., Silchenko, G.V., Spitsa, R.O., Stepanyuk, L.M. (2019). Traveling through Ilyinets Crater. Guide to geological excursions in the framework of a scientific conference dedicated to the 50th anniversary of the Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation named after MP Semenenko. NAS of Ukraine, Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation named after M.P. Semenenko. Kyiv. [In Ukrainian]

Gurov, E.P. (1991). Geological structure and material composition of rocks of impact structures. Kyiv: Naukova Dumka. [In Russian]

Gurov, E.P. (2002). Impact cratering on the Earth's surface. *Geophysical journal*, 6, 24, 3-35. [In Russian]

Gurov, E.P., Gozhik, P.F. (2006). Impact cratering in the Earth's history. Kiev: Institut Geologicheskikh Nauk Ukrainy. [In Russian]

Gurov, E.P., Gurova, E.P. (1987). Impact structures on the Earth's surface. *Geological Journal*, 47, 1, 117-124. [In Russian]

Gurov, E.P., Koeberl, C., Reimold, W.U. (1998). Petrography and geochemistry of target rocks and impactites from the Ilyinets crater, Ukraine. *Meteoritics and Planetary Sciences*, 33, 1317-1333. <https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.1998.tb01316.x>

Katiuk, I.Iu. et al. (1991). Group geological survey of m-ba 1: 50 000 with general searches of the territory of sheets M-35-119-A, B; -120-A, B (Gaisin). *Report of the Geological Survey Detachment 39 and the Right Bank Geodetic Party for 1987-1991*. K.: Geoinform. [In Russian]

Kats, Ia.G., Kozlov, V.V., Poletaev, A.I., Sulidi-Kondratev, E.D. (1989). Annular structures of the planet's surface. *Novoe v zhizni, nauke, tekhnike. Ser. "Nauki o Zemle"*, 5, K 62, 55 p. [In Russian]

Khavliuk, P.I. (1980). About the production of millstones in the Chernyakhiv settlements of Pobuzhhye. *Arkheolohiia*, 34, 30-35. [In Ukrainian]

Khavliuk, P.I., Shekun, O.V., Veremiychyk, O.M. (1973). On the question of making millstones in ancient Russia. *Archeology*, 9, 34-40. [In Ukrainian]

Khilchevsky, V.K., Chunaroyov, O.V., Romas, M.I., Yatsyuk, M.V., Babych, M.Ya. (2009). Water resources and river water quality of the Southern Bug basin. K.: Nika-center. [In Ukrainian]

Klimovskii, S.I., Gurov, E.P. (2011). About raw materials and scales of production of ancient Russian millstones from the Ilyinets field. *Eastern European Archaeological Journal*, 5 (12). [In Ukrainian]

Kryvodubskiy, V.N., Solonenko, V.I., Churimov, K.I., (2004). The Ilyinets astrobleme is the oldest on the Ukrainian crystal shield. *Visnyk Astronomichnoi shkoly*, 5, 1-2, 23-29. [In Ukrainian]

Land Code of Ukraine. (2002). Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, 3-4, 27. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> [In Ukrainian].

Palienko, E.T. (1990). Geographical encyclopedia of Ukraine. "Ukrainian Encyclopedia" named after Bazhana, 102-103. [In Ukrainian]

Prykhodko, V., Kulyk, S., Pavliuk, V., Derkach, S. et al. (2013). Geological structure and minerals of the watershed of the rivers Sob and Gnily Tikich. *Report on the geological study of the subsoil of the territory of the sheet M-35-XXX (Gaisyn) scale 1: 200 000*. Books 1, 2. [In Ukrainian]

Report on the state of the environment in Vinnytsia region. (2016). Retrieved from <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/>. [In Ukrainian]

The Water Code of Ukraine (1995). Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, 24, 189. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>. [In Ukrainian]

Valter, A.A., Dobryansky, Yu.P., Lasarenko, E.E., Tarasyuk, V.K. (1982) Shock metamorphism of quartz and estimation of masses motion in the bases of Boltysh and Ilyinets astroblemes of the Ukrainian Shield. *Abst. Pap. 13th Lunar and Planet. Sc. Conf., March 5-19, Houston*, Pt 2, 819-820.

Valter, A.A., Gursky, D.S., Eremenko, G.K. (1998). Diamondbearing of Ukrainian astroblemes and the nature of the formation of impact diamonds high concentrations. *Mineralogical Journal*, 20, 6, 48-63. [In Russian]

Vinogradov, G.G., Pali, D.P., Geramanov, B.S. et al. (1973). Geological map 1:50 000 scale of the territory of sheets M-35-107-B, G. *Report of GSP No. 30 Pobuzhskaya GE for 1971-1973*. K.: Geoinform. [In Russian]

Надійшла до редколегії 17.01.22

K. Derevska^{1,2}, Dr.Sci. (Geol), Prof.,
E-mail: derevska@ukma.edu.ua;

K. Rudenko², PhD (Geol.), Senior Researcher,
E-mail: rudenkokseniav@gmail.com;

M. Shevchuk¹, M. Sc.,
E. Myrzhuk³, PhD (Geog.),
E-mail: lizka_myr@ukr.net,

¹National University of "Kyiv-Mohyla Academy",
2 Skovorody Str., Kyiv, 04655, Ukraine;

²National Science and Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine
15 Bohdana Khmelnytskoho St., Kyiv, 01601, Ukraine;

³Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine
44 Volodymyrska Street, Kyiv, 01054, Ukraine

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE ILYINETS IMPACT STRUCTURE ENVIRONMENT

The article summarizes information about the Ilyinets structure exclusiveness, highlights its geological, mineralogical and geochemical, landscape and historical and cultural features. This topic relevance is due to the issues of preserving land resources within the cosmogenic landscape and assessing the state of the environment. The assessment of the ecological state of the study area made it possible to outline the threats to the environment within the Ilyinets crater. Among the natural origin threats, exogenous processes (geological work of surface waters, wind erosion, weathering) stand out, as a result of which ravines and gullies are formed; there is soil degradation, landscape changes and the like. Anthropogenic pressure carries two types of threats: unintentional actions to cause harm; and willful harm. The anthropogenic activity sometimes coincides with natural processes, raising their harmful consequences. In the work, stresses, critical, supercritical and catastrophic states of the environment of the Ilyinets impact structure are indicated. The characteristics and ranking of environmental threats are presented. The data obtained allow us to represent the ecological state of the Ilyinets crater as close to supercritical. We consider the administrative approach to the geological natural monuments allocation to be the main problem of the Ilyinets impact structure preservation. In order to stop the deterioration of the ecological state and preserve the unique natural structure, soils, landscapes and biogeodiversity of the territory, it is proposed to create the Ilyinets National Natural Park together with the existing botanical reserves, since increased ravine formation and intensive agricultural activities will lead to the land and forest resources degradation, impoverishment of biodiversity, as well as the loss of the recreational and tourist attractiveness of the region as a whole.

Keywords: Ilyinets impact structure, impactite, ecosystem, environment.