

## ГЕОЕКОЛОГІЯ / GEOECOLOGY

---

УДК 528.856:552.3 (477.45/46)

**М. С. Ковальчук, Ю. В. Крошко, Г. О. Кузьманенко, Т. В. Охоліна**

### **РЕТРОСПЕКТИВНИЙ МОНІТОРИНГ ЗМІНИ ПЛОЩІ ПОРУШЕНОГО ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА В МЕЖАХ ЖЕЖЕЛІВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ (ЗА РІЗНОЧАСОВИМИ КОСМОЗНІМКАМИ)**

Наведено короткі відомості про Жежелівський гранітний кар'єр та його продукцію. Стисло подано ізохронну, мінералого-петрографічну характеристику гранітів. На підставі аналізу різночасових космічних знімків здійснено ретроспективний моніторинг зміни площі порушеного розробкою Жежелівського кар'єру гранітів геологічного середовища упродовж останніх 33 років. Встановлено, що з 1987 по 2020 рік площа порушеного геологічного середовища в межах кар'єрного поля не зазнала суттєвих змін.

*Ключові слова:* різночасові космознімки, ретроспективний моніторинг, Жежелівський кар'єр, граніти, площа, порушене геологічне середовище.

#### **Вступ.**

Каменедобувна галузь на даний час є перспективною і постійно розвивається за рахунок попиту та впровадження новітніх передових технологій. Ринок природного каменю збільшується, і ця тенденція буде існувати протягом наступних 25-ти років, оскільки цей вид продукції дуже перспективний та прибутковий. Розробка родовищ здійснюється відкритим кар'єрним способом. Це спричинює безповоротну втрату ґрунтового покриву, деградацію його на прилеглих до кар'єрного поля територіях, зміну ландшафту, гідрологічного і гідрогеологічного режиму вод, забруднення ґрунтів, поверхневих і підповерхневих вод, атмосферного повітря та інші види техногенного навантаження на геологічне середовище. У зв'язку з цим моніторинг стану геологічного середовища та видобутку корисних копалин у межах кар'єрного поля є складовою частиною супроводжувальних видобуток корисних копалин робіт. Використання даних дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій є невід'ємною частиною і важливим інструментом контролю й обліку використання природних корисних копалин, зокрема контролю за дотриманням умов землекористування та інвентаризації місць видобутку корисних копалин,

---

© М. С. Ковальчук, Ю. В. Крошко, Г. О. Кузьманенко, Т. В. Охоліна, 2020

процесів видобутку і обсягів вилучення корисних копалин у межах ліцензійних ділянок. Для моніторингу зміни площі порушеного геологічного середовища внаслідок видобування корисних копалин використовують різночасові космічні знімки. Застосування матеріалів дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій є невід'ємною частиною, важливим ефективним і об'єктивним методом оперативного і ретроспективного контролю та обліку розроблення родовищ корисних копалин для місцевих та державних органів управління.

*Мета публікації* – на основі різночасових космічних знімків та ГІС-технологій оцінити часові тенденції зміни площі порушеного геологічного середовища у межах кар'єрного поля Жежелівського родовища гранітів.

#### **Матеріали та методи дослідження.**

З виробничою діяльністю і продукцією підприємства, параметрами і геологічною будовою Жежелівського родовища гранітів, мінералого-петрографічною характеристикою гранітів автори мали змогу ознайомитися безпосередньо в натурних умовах, відвідавши кар'єр.

Для визначення тренду зміни площі порушеного геологічного середовища у межах кар'єрного поля були використані різночасові (з 1987 по 2020 рр.) космічні знімки з порталу геологічної служби США (*USGS – United States Geological Survey*) [7]. До опрацювання були залучені космознімки з систем Landsat 1-5, Landsat 4-5, Landsat 7, Landsat 8, які мають формат GEO.tiff та просторову прив'язку в системі координат WGS-84. Визначення площі здійснювалося у програмному середовищі QGIS 3.14.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Гранітоїди бердичівського типу відомі в українській літературі під різними назвами: бердичівські, чудново-бердичівські граніти, біотит-гранатові гранітоїди або біотит-гранатові бластити [5]. Найбільш поширені вони в межиріччі Тетерів – Південний Буг – Случ, де перемежуюються з біотит-гранатовими мігматитами та гранат-біотитовими гнейсами, що належать до березнинської товщі дністровсько-бузької серії палеоархею [5]. Літотипом для них є гранітоїди, які поширені в Жежелівському кар'єрі, що знаходиться на правому березі р. Гнилоп'ять, південніше м. Бердичів (рис.1) [5]. Жежелівське родовище розташоване в центрі великого гранітного поля в межах значної брахіоструктури, в ядрі якої переважають граніти бердичівського комплексу, що поступово до краю переходять у гранат-біотитові мігматити [3].

Жежелівський кар'єр, що розташований у с. Жежелів, Козятинського району, має 100-річну традицію виробництва і переробки каменю, видобування

блоків гранітів й їх подальшої обробки (рис. 2) [8]. Гірничою породою, яка видобувається у межах кар'єрного поля, є граніт. Розробляється родовище гранітів відкритим способом з 1910 року; детально розвідане в 1959 і 1974 роках. До жовтня 1992 року Жежелівський кар'єр був державним підприємством і належав до тресту «Вінницянерудпром»; з 1992 року кар'єр став Орендним підприємством «Жежелівський кар'єр» і у 1996 році був перейменований у ВАТ «Жежелівський кар'єр»; з 2010 року – це Публічне акціонерне товариство «Жежелівський кар'єр», а з 2016 року – Приватне акціонерне товариство «Жежелівський кар'єр» [9].

Кар'єром розробляються темно-сірі з рожевим відтінком середньо - і крупнозернисті граніти бердичівського комплексу (рис. 3). Структура породи гранітова, бластогранітова. За хімічним складом граніти перенасичені глиноземом і помірно збагачені лугами [3, 4]. Мінеральний склад гранітів представлений (%) плагіоклазом (35), мікрокліном (20), кварцом (23), біотитом (15), гранатом (до 5) та іншими акцесорними мінералами (2) [2]. Характерна особливість граніту – наявність скупчень гранату і поодиноких ксенолітів двопіроксен-плагіоклазових кристалічних сланців, гранат-біотитових гнейсів і кальцифірів, які надають породі плямистий, іноді смугастий рисунок [2].

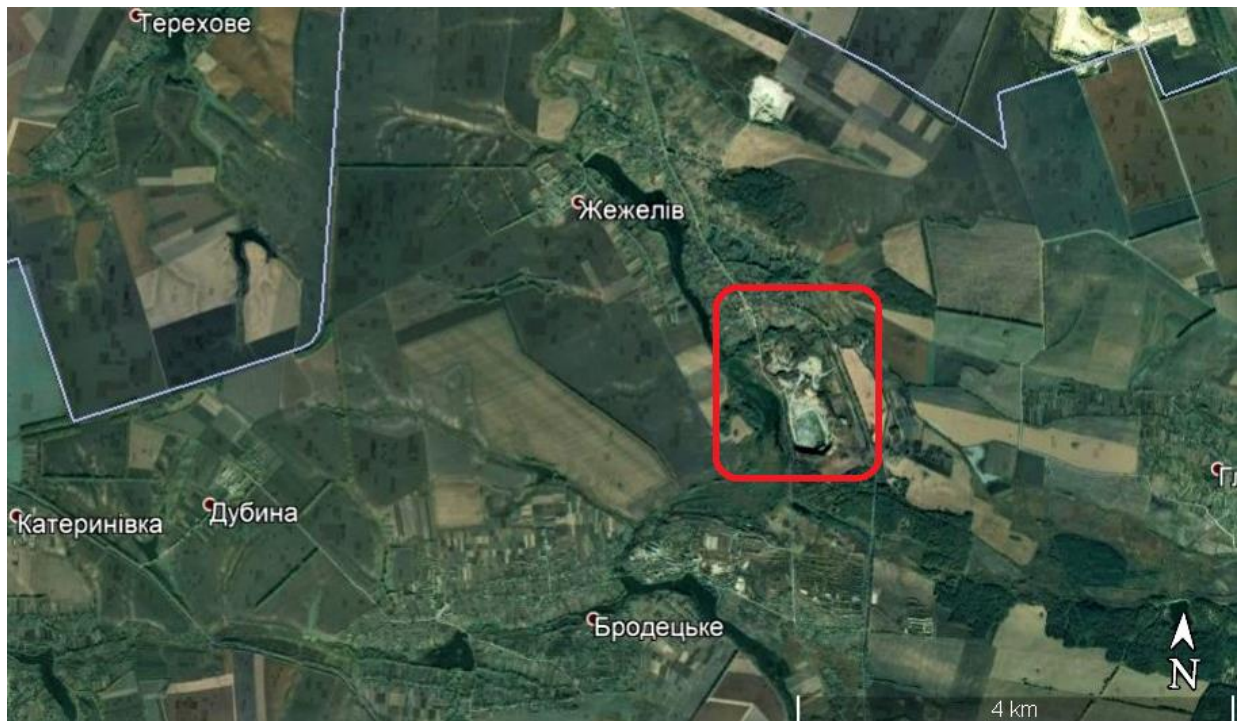


Рис. 1. Оглядова супутникова карта (Google Earth) об'єкту дослідження



Рис. 2. Жежелівський гранітний кар'єр на знімку Google Earth

Гранат (рис. 4) представлений альмандином із вмістом піропового міналу 20% [4]. Температура утворення гранату, яку було розраховано з застосуванням гранат-біотитового термометру Перчука, становить 585-600 С°, а область РТ-порід Жежелівського кар'єру розташована в районі стабільної континентальної кори при глибині максимального захоронення порід 24-31 км [4]. Час формування гранітоїдів бердичівського типу визначений класичним уран-свинцевим методом за монацитом у відділі радіогеохронології ІГМР НАН України та за допомогою іон-іонного мікрозонда Shrimp-II за цирконом у Центрі ізотопних досліджень ВСЕГЕІ (м. Санкт-Петербург) [5]. Монацити із лейкосами в гранітоїдах Жежелівського кар'єру мають вік  $2040,9 \pm 2,6$  млн рр. [5]. За результатами датування цирконів на іон-іонному мікрозонді, вік оболонок цирконів із «граніту» Жежелівського кар'єру складає  $2041,9 \pm 6,3$  млн рр., практично такий же вік мають оболонки цирконів із лейкосами –  $2043,5 \pm 5,8$  млн рр., що повністю

співпадає з віком, отриманим для монацитів [5]. Для реліктових ядер кластогенного циркону отримано субконкордантні та конкордантні дати, які (за співвідношенням  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) знаходяться у межах 2081–2331 млн рр. [5]. В ядрах циркону максимальні значення віку не перевищили 2,3 млрд років [6]. У верхній частині граніти вивітрені подекуди до глибини 20 метрів і перекриті четвертинними відкладами потужністю 1,5 м.



Рис. 3. Жежелівський гранітний кар'єр. © М.С. Ковальчук

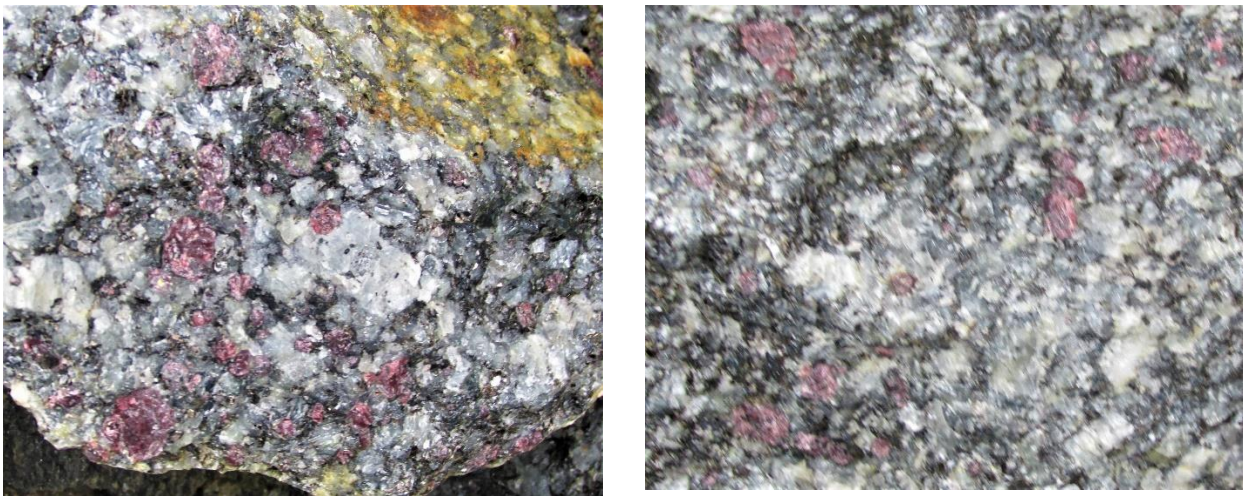


Рис. 4. Гранати в граніті. © М.С. Ковальчук

Жежелівський гранітний кар'єр відомий столітніми традиціями переробки каменю, однак не відзначається високим виходом блочної продукції, а сам граніт бердичівського комплексу посередній за декоративністю, проте він відносно легко піддається розпилюванню та обробці, має хороші показники міцності [1, 11]. Перевага граніту в тому, що він ідеально підходить для оформлення інтер'єру, а також облаштування присадибної ділянки та облицювання будівель

[11]. Граніт добре полірується і використовується як декоративний будівельний камінь та як матеріал для скульптур в Україні та за її межами. У кар'єрі виконується повний цикл гірничодобувних робіт, що дозволяє отримати граніт різних фракцій. Залишок розвіданих запасів блочного каменю на родовищі становить близько 6100 тис. м<sup>3</sup> [1]. Основними споживачами гранітної продукції є: Калинівська сільська рада, ПрАТ «Комсомольське» СП «Агромаш», ПАТ «Будівельне управління №7» м. Київ, ТОВ «Мірмекс», ПАТ «Південьзахідшляхбуд», ПП БФ «Золотий ключ», ПСП «Батьківщина», ФОП Богатирчук Ю.О. та інші, а також місцеве населення і населення суміжних областей (Київська, Житомирська області) [10].

Зважаючи більш ніж на сторічну історію видобутку граніту на родовищі, на зміну власників та назви, авторами здійснено ретроспективний моніторинг (за космічними знімками) зміни площі порушеного геологічного середовища внаслідок видобування гранітів упродовж 1987-2020 рр.

Векторизація порушеного геологічного середовища у межах кар'єрного поля та розрахунки його площ здійснювалися за знімками Landsat 1-5 (21/07/1987; 06/07/1988), Landsat 4-5 (10/07/1989; 26/07/1992; 30/09/2007; 22/08/2008; 15/04/2010; 25/04/2011), Landsat 7 (17/08/2000; 13/05/2003; 18/08/2006; 24/07/2012; 30/07/2014), Landsat 8 (17/06/2013; 25/07/2017; 18/09/2018; 13/09/2019; 07/08/2020) у програмному середовищі QGIS 3.14 (рис. 5).



Рис. 5. Відвекторизовані та обчислені площі порушеного геологічного середовища внаслідок видобування граніту: *a* – знімок Landsat 1-5 за 1987 рік; *б* – знімок Landsat 8 за 2020 рік

Динаміка зміни площі порушеного геологічного середовища внаслідок видобування гранітів представлена у таблиці.

Таблиця.

Динаміка зміни площі порушеного геологічного середовища внаслідок видобування гранітів

Рік	Площа (км <sup>2</sup> )	Приріст площі (км <sup>2</sup> )
1987	0,427	0
1988	0,337	-0,09
1989	0,498	+0,161
1992	0,453	-0,045
2000	0,433	-0,02
2003	0,329	-0,104
2006	0,39	+0,061
2007	0,354	-0,036
2008	0,385	+0,031
2009	0,456	+0,071
2010	0,467	+0,011
2011	0,52	+0,053
2012	0,342	-0,227
2013	0,346	+0,004
2014	0,425	+0,079
2015	0,44	+0,015
2017	0,444	+0,004
2018	0,389	-0,055
2019	0,401	+0,012
2020	0,423	+0,022

Результати дослідження зміни площі порушеного геологічного середовища за вказаними роками та її тренд представлено на рисунку 6.

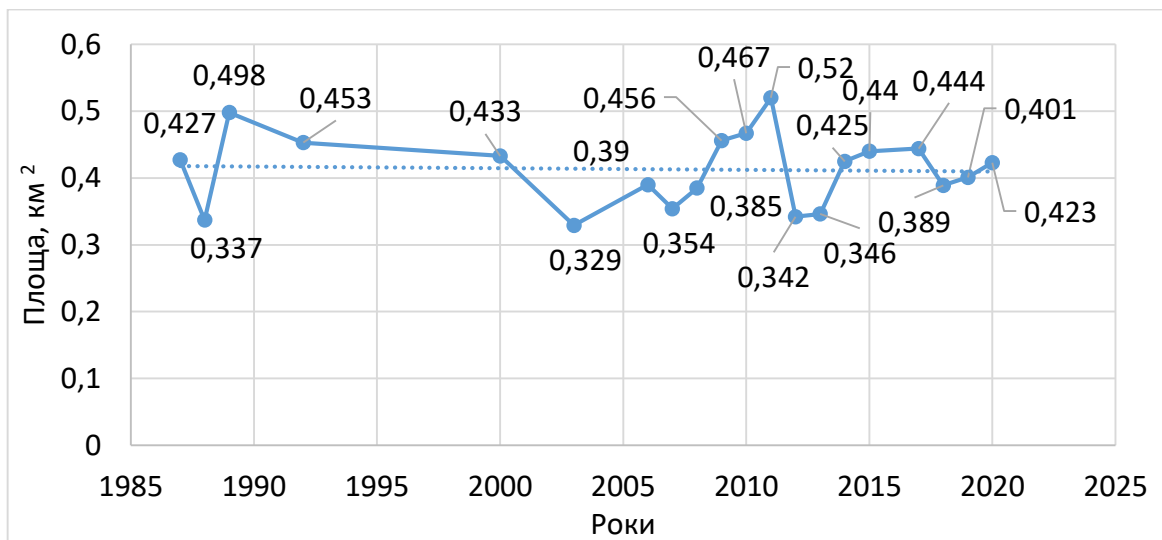


Рис. 6. Динаміка зміни площі порушеного геологічного середовища внаслідок видобування граніту протягом 1987-2020 рр.

## **Висновки.**

Ретроспективний аналіз матеріалів дистанційного зондування дав можливість оцінити тенденції і динаміку зміни порушеного геологічного середовища у межах кар'єрного поля Жежелівського кар'єру. У порівнянні з 1987 роком, площа порушеного геологічного середовища перевищувала значення точки відліку упродовж 1989-2000 рр., 2009-2011 рр., 2015-2017 рр. Найбільш короткочасне та значне збільшення площі порушеного геологічного середовища відбулося в період з 1988 по 1989 рік (+0,161 км<sup>2</sup>). Упродовж декількох часових періодів відбулося збільшення площі порушеного геологічного середовища, зокрема з 2009 р. по 2011р. на +0,135 км<sup>2</sup>; з 2014 р. по 2017 р. на +0,098 км<sup>2</sup>. Коливання зміни площі порушеного геологічного середовища спричинене інтенсивністю виробничого процесу у різні роки, а також збільшенням видобутку корисного компоненту за рахунок поглиблення, а не розширення кар'єрного поля з утворенням терасованих уступів. Незважаючи на часові коливання площі порушеного геологічного середовища, площа Жежелівського гранітного кар'єру внаслідок видобування корисних копалин в період з 1987 по 2020 роки зменшилася на 0,004 км<sup>2</sup>.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2018 рік). – Вінниця, 2019. 229 с.
2. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Том II. Неметалічні корисні копалини // Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. Київ-Львів: «Центр Європи», 2006. 552с.
3. Осьмачко Л.С., Петриченко Е.В., Лесная И.М., Котвицкая О многоактности образования породных ассоциаций березнинской толщи днестровско-бугского мегаблока УЩ // Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2014. № 2. С. 101-112.
4. Петриченко К.В., Вильковский В.А. Оценка уровня глубинности гранитов Ивановского и Жежелевского карьеров УЩ / Тез. научн. конф. «Гранитоиды: условия формирования и рудоносность». К., 2013. 105 с.
5. Степанюк Л.М., Пономаренко О.М., Петриченко К.В., Курило С.І., Довбуш Т.І., Сергеев С.А., Родіонов М.В. Уран-свинцева ізотопна геохронологія гранітоїдів бердичівського типу Побужжя (Український щит).2015, том 37, № 3. С 51-67.
6. Степанюк Л.М., Зюльцле В.В., Зюльцле О.В., Довбуш Т.І., Коваленко Н.О. Геохронологія дністровсько-бузького мегаблоку УЩ // Геологія і корисні копалини України: Збірник тез наукової конференції, присвяченої 100-річному ювілею Національної академії наук України та Державної служби геології та надр України (Київ, 2–4 жовтня 2018 р.) / НАН України, Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка. Київ, 2018. С. 208-211.
7. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
8. <https://kazatin.com/Podii/u-zhezhelivskomu-kareri-provodili-nezakonniy-vidobut-granitu-zbitki--p-11159058.html>



9. [https://www.mineral.eu/databases/internet/\\_public/files30.nsf/SearchView/D740D8AF9A3D5DFAC12581FC005EFCCD/\\$File/REPORT\\_00292379\\_2016.pdf](https://www.mineral.eu/databases/internet/_public/files30.nsf/SearchView/D740D8AF9A3D5DFAC12581FC005EFCCD/$File/REPORT_00292379_2016.pdf)
10. <https://www.stockworld.com.ua/ru/analytics/emitent/template/34115/156>
11. <http://ukr.granite.ua/zhezhelivske/>

## REFERENCES

1. Report on the state of the environment in Vinnytsya region (2018). Vinnytsya, 2019. 229 p – in Ukrainian
2. Metallic and non-metallic minerals of Ukraine. Volume II. Non-metallic minerals // Gursky D.S., Yesipchuk K.Yu., Kalinin V.I. etc. Kyiv-Lviv: «Center of Europe», 2006. 552 p. – in Ukrainian
3. *Osmachko L.S., Petrichenko E.V., Lesnaya I.M., Kotvitskaya.* 2014. On the multi-activity of the formation rock associations at the berezninsky stratum of the Dniester-Bug megablock USH // *Geology and minerals of the World Ocean.* № 2. P. 101-112. – in Russian
4. *Petrichenko K.V., Vilkovsky V.A.* 2013. Estimation of level depth of granites of the Ivanovo and Zhezheliv quarries on the USH / Thesis. scientific conf. «Granitites: formation conditions and ore-bearing capacity». K., 105 p. – in Russian
5. *Stepanyuk L.M., Ponomarenko O.M., Petrichenko K.V., Kurilo S.I., Dovbush T.I., Sergeev S.A., Rodionov M.V.* 2015. Uranium-lead isotope geochronology of granitites of berdychiv type Pobuzhzhzy (Ukrainian shield). volume 37, № 3. P. 51-67. – in Ukrainian
6. *Stepanyuk L.M., Zulzle V.V., Zulzle O.V., Dovbush T.I., Kovalenko N.O.* 2018. Geochronology of the Dniester-Bug megablock USH // *Geology and minerals of Ukraine: Proceedings of the scientific conference dedicated to the 100th anniversary of the National Academy of Sciences of Ukraine and the State Service of Geology and Subsoil of Ukraine (Kyiv, October 2-4, 2018) / NAS of Ukraine, Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation named after M.P. Semenenko.* Kyiv, P. 208-211. – in Ukrainian
7. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
8. <https://kazatin.com/Podii/u-zhezhelivskomu-kareri-provodili-nezakonnyy-vidobut-granitu-zbitki--p-11159058.html>
9. [https://www.mineral.eu/databases/internet/\\_public/files30.nsf/SearchView/D740D8AF9A3D5DFAC12581FC005EFCCD/\\$File/REPORT\\_00292379\\_2016.pdf](https://www.mineral.eu/databases/internet/_public/files30.nsf/SearchView/D740D8AF9A3D5DFAC12581FC005EFCCD/$File/REPORT_00292379_2016.pdf)
10. <https://www.stockworld.com.ua/ru/analytics/emitent/template/34115/156>
11. <http://ukr.granite.ua/zhezhelivske/>

**M. S. Kovalchuk, Yu. V. Kroshko, H. O. Kuzmanenko, T. V. Okholina**

### **RETROSPECTIVE MONITORING OF CHANGES IN THE AREA OF THE DISTURBED GEOLOGICAL ENVIRONMENT WITHIN THE ZHEZHELIVSKE GRANITE DEPOSIT (BASED ON SPACE IMAGES OF DIFFERENT TIMES)**

Brief information about Zhezhelivsky granite quarry and its products is given. The isochronous, mineralogical-petrographic characteristics of granites are briefly presented. Based on the analysis of satellite images from different times, a retrospective monitoring of the change in the area of the geological environment of granites disturbed by the development of the Zhezhelivsky quarry of granites during the last 33 years was carried out. It is established

that from 1987 to 2020 the area of the disturbed geological environment within the quarry field did not undergo significant changes.

*Keywords:* space imagery at different times, retrospective monitoring, Zhezhelivsky quarry, granites, area, disturbed geological environment.

**М. С. Ковальчук, Ю. В. Крошко, Г. А. Кузьманенко, Т. В. Охолина**

**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ  
НАРУШЕННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ПРЕДЕЛАХ  
ЖЕЖЕЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНИТОВ (ЗА  
РАЗНОВРЕМЕННЫМИ КОСМОСНИМКАМИ)**

Приведены краткие сведения о Жежелевском гранитном карьере и его продукции. Кратко представлены изохронная, минералого-петрографическая характеристика гранитов. На основании анализа разновременных космических снимков осуществлен ретроспективный мониторинг изменения площади нарушенной разработкой Жежелевского карьера гранитов геологической среды на протяжении последних 33 лет. Установлено, что с 1987 по 2020 год площадь нарушенной геологической среды в пределах карьерного поля не претерпела существенных изменений.

*Ключевые слова:* разновременные космоснимки, ретроспективный мониторинг, Жежелевский карьер, граниты, площадь, нарушенная геологическая среда.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

М.С. Ковальчук

e-mail: [kms1964@ukr.net](mailto:kms1964@ukr.net)

<https://orcid.org/0000-0001-9265-9707>

Ю.В. Крошко

e-mail: [ykrosh.79@ukr.net](mailto:ykrosh.79@ukr.net)

<https://orcid.org/0000-0001-8510-5618>

Г.А. Кузьманенко

e-mail: [geology7@ukr.net](mailto:geology7@ukr.net)

Т.В. Охолина

e-mail: [svilya@ukr.net](mailto:svilya@ukr.net)

<https://orcid.org/0000-0003-3936-9561>

Стаття надішла: 10.12.2020