

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРІД ЛЕСОВО-ГРУНТОВОЇ СЕРІЇ ОПОРНОГО РОЗРІЗУ ПРОНЯТИН (ПОДІЛЬСЬКА ВИСОЧИНА)

Андрій Богуцький¹ , Петро Волошин² , Олена Томенюк¹ , Надія Кремінь² 

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
¹вул. П. Дорошенка, 41, 79007, м. Львів, Україна,
e-mail: andriy.bogucki@lnu.edu.ua, olena.tomeniuk@lnu.edu.ua
²вул. М. Грушевського, 4, 79005, м. Львів, Україна
e-mail: petro.woloshyn@gmail.com, nadiya.kremin@lnu.edu.ua*

Опорний розріз Пронятин репрезентує лесово-грунтову серію верхнього і частково середнього плейстоцену Подільської височини. Наведено детальний опис розрізу, а також інженерно-геологічну характеристику порід лесово-грунтової серії Пронятин, який досить добре стратифікований. Тут чітко виділяється два горизонти верхньоплейстоценових лесів та верхній горизонт середньоплейстоценових. У розрізі представлений дубнівський викопний ґрунт (MIS 3), горохівський викопний ґрунтовий комплекс (MIS 5), а також прекрасно розвинена надгорохівська делювіально-соліфлюкційна пачка, яка містить велику кількість перевідкладених артефактів середнього палеоліту.

Проведено детальне вивчення та порівняння інженерно-геологічних властивостей лесових і палеоґрунтових горизонтів опорного розрізу Пронятин з відповідними стратиграфічними горизонтами і підгоризонтами лесово-грунтової серії низки розрізів Подільської та Волинської височин. Встановлено, зокрема, що за багатьма показниками лесово-грунтова товща опорного розрізу Пронятин ближча до властивостей порід лесово-грунтової серії Подільської височини.

Значення вивчення розрізу Пронятин підсилюється тим, що з ним пов'язана однойменна середньопалеолітична стоянка, а у будові горохівського викопного ґрунтового комплексу вдалося виявити практично усі підгоризонти MIS 5, у ньому встановлено геофізичний епізод Блейк. Тобто є усі підстави вважати розріз Пронятин важливим стратиграфічним репером плейстоцену Поділля.

Ключові слова: лесово-грунтова серія, опорний розріз, плейстоцен, інженерно-геологічні властивості, соліфлюкція, палеоліт.

Опорний розріз Пронятин розташований у 800 м північніше с. Пронятин, на привододільному схилі, що спадає у напрямі до р. Серет (рис. 1). Тут донедавна діяв кар'єр цегельного заводу, в якому археологом О. Ситником відкрито середньопалеолітичну пам'ятку Пронятин [4–6, 8]. З 1985 р. Пронятин входить в адміністративні межі м. Тернопіль.

Нижче наводимо його макроскопічний опис (рис. 2).

	Глибина, м
Сучасний чорнозем (1)¹ , інтенсивно порушений господарською діяльністю (гумусовий горизонт частково знятий). Характеризується добре диференційованим генетичним профілем.	0,0–0,8

¹ Усі стратиграфічні горизонти і підгоризонти наводимо згідно зі стратиграфічною схемою [1, 2].

Гумусовий горизонт (A_1) потужністю 0,3 м складений суглинками темно-сірими, грудкуватими, кавернозними, біогенно переробленими. Перехід у підстильний горизонт поступовий.

Горизонт $B_{\text{кротов.}}$ потужністю 0,5 м. Складений суглинками жовтувато-сірими, макропористими до кавернозних, з псевдоміцелієм, по усьому шару суглинки бурхливо реагують з соляною кислотою. Вони інтенсивно біогенно перероблені (велика кількість кротовин діаметром до 10 см і червоточин до 1,0 см у діаметрі; кротовини і червоточини наповнені головню матеріалом гумусового горизонту).

Перехід до лесового горизонту поступовий.

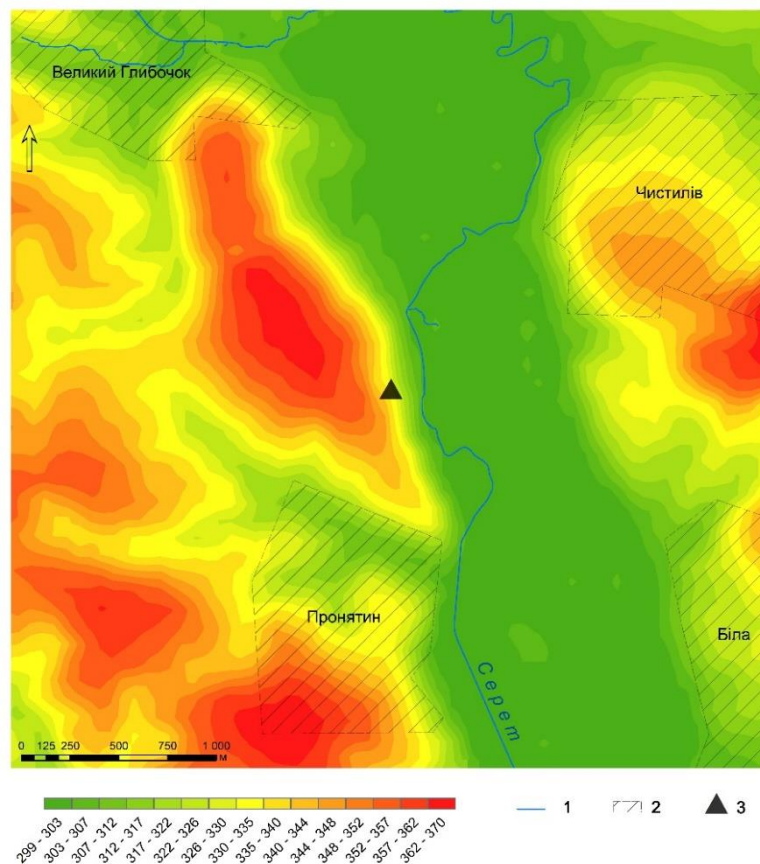


Рис. 1. Цифрова модель рельєфу опорного розрізу Пронятин та його околиць:
1 – водойми, 2 – населені пункти, 3 – опорний розріз
(побудовано за даними SRTM) [7]

Fig. 1. Digital elevation model of the Proniatyn key section and its surroundings:
1 – water bodies, 2 – settlements, 3 – key section
(built on SRTM data) [7]

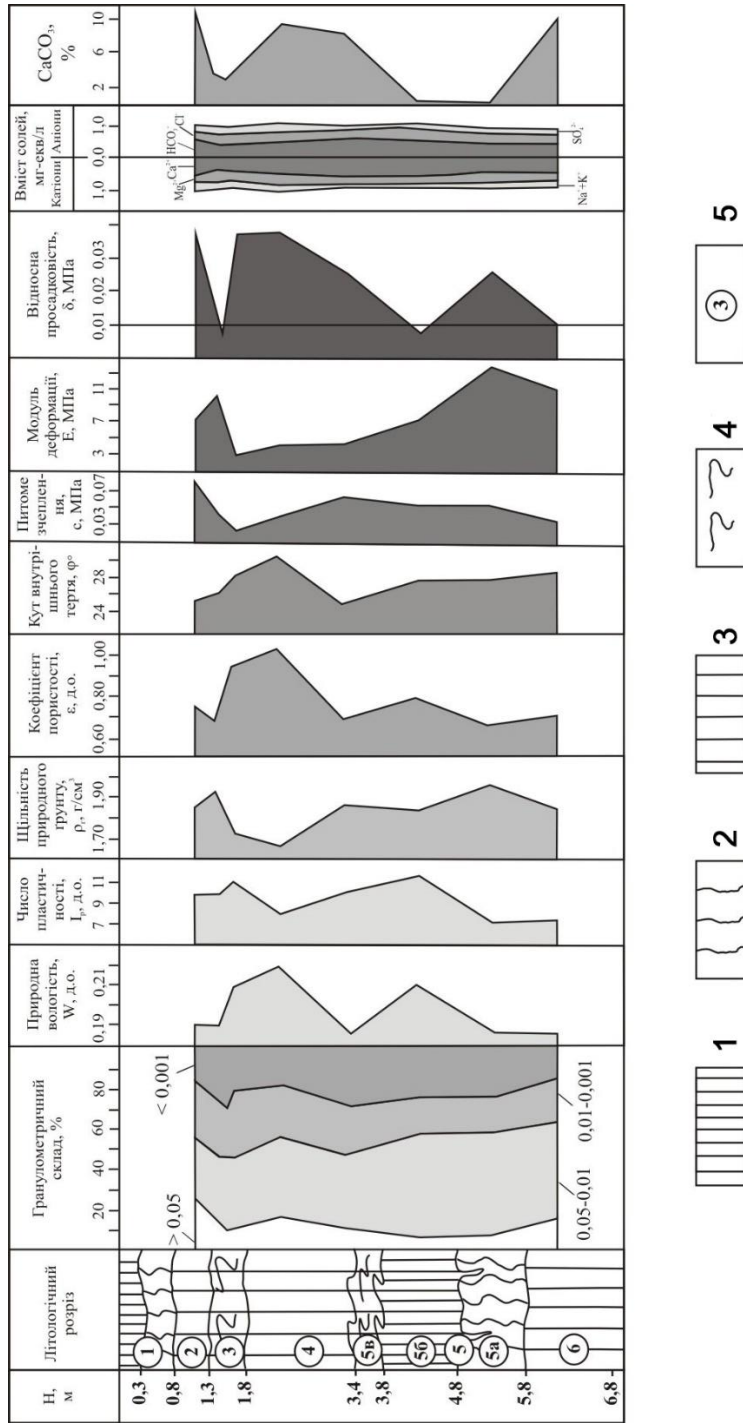


Рис. 2. Інженерно-геологічні властивості порід лесово-ґрунтової серії опорного розрізу Пронятин:

1 – леси; 2 – горизонти B сучасних і викопних ґрунтів; 3 – горизонти A₁ сучасних і викопних ґрунтів;

4 – солфлукційний горизонт, пликативно деформований; 5 – номер стратиграфічного горизонту

Fig. 2. Engineering-geological characteristics of the rocks of the loess-soil series of the key section Proniatyn:

1 – loesses; 2 – horizons B of modern and fossil soils; 3 – horizons A₁ of modern and fossil soils;

4 – solifluction horizon with plastic deformations; 5 – number of stratigraphic horizon

- Верхній горизонт середньоплейстоценових лесів (2).** Суглинки палеві, макропористі, бурхливо закипають з соляною кислотою. Вони тріщинуваті, з патьоками карбонатів по стінках тріщин, вміщують карбонатні конкреції (дутики) до 3,0 см у діаметрі, плями оглеєння та озалізнєння. Місцями фіксується добре виражена посткриогенна неповносітчаста текстура (висота сітки до 1,0 см, ширина – до 3–4 см). За текстурними окремостями спостерігаються смуги бурого озалізнєння. Це очевидно, похований діяльний шар *красилівського палеокриогенного етапу*. 0,8–1,3
- Перехід у підстильні породи виражений добре, за зміною кольору.
- Дубнівський викопний ґрунт (3, MIS 3).** Суглинки жовтувато-коричневі, місцями голубувато-сірі (сизі), оглеєні, вміщують залізисті новоутворення у вигляді кілець Лізеганга, плями бурого кольору до 3,0 см у діаметрі. Зустрічаються також хвилясті смуги бурого озалізнєння. З соляною кислотою суглинки або не реагують зовсім, або дуже слабо. Вони щільні за значної макропористості. 1,3–1,8
- Нижній контакт поступовий, за зміною щільності порід.
- Нижній горизонт верхньоплейстоценових лесів (4, MIS 4).** Складений суглинками жовто-коричневими, вологими, щільними, з великою кількістю залізисто-манганових примазок. Суглинки однорідні, оглеєні, з соляною кислотою не взаємодіють. Нижній контакт чіткий, за появою язиків і лінз темно-сірих суглинків гумусового (A_1) горизонту горохівського викопного ґрунтового комплексу. 1,8–3,4
- Надгорохівська соліфлюкційна пачка.** Це дуже добре виражена соліфлюкційна пачка, яка складається з суглинків шару 4 і суглинків гумусового (A_1) горизонту горохівського викопного ґрунтового комплексу, що залягає нижче. Горохівські суглинки утворюють, окрім чисельних прошарків і лінз складної форми, гриви, які повторюються через кожні 0,5–1,1 м за простяганням (див. рис. 3). Суглинки шару щільні, не взаємодіють з соляною кислотою. Надгорохівська соліфлюкційна пачка слугувала однією із моделей оцінки делювіально-соліфлюкційних процесів у перевідкладанні артефактів [3]. 3,4–3,8
- Перехід у породи, що залягають нижче, поступовий.
- Горохівський викопний ґрунтовий комплекс (5, MIS 5).** Структура ґрунтового покриву горохівського ґрунтоутворення надзвичайно складна. Тут ми маємо типово зональні (близькі до степового), западинні (з потужним елювіальним (A_2) горизонтом) і перехідні (з гумусово-елювіальним (A_1/A_2) горизонтом) варіанти. 3,8–5,8
- Гумусовий (A_1) горизонт має потужність від 0,5 до 1,0 м, складений суглинками червонувато-коричневими, макропористими, достатньо щільними, дещо порушеними соліфлюкційними процесами. У шарі фіксується значна кількість червоточин, наповнених матеріалом горизонту *B*. З соляною кислотою суглинки не взаємодіють.
- Перехід поступовий.

Горизонт *B* потужністю 0,5–1,0 м, складений суглинками сірими, з голубуватим відтінком, макропористими, місцями озалізненими, з великою кількістю залізо-манганових примазок.

Нижній контакт шару чіткий, за зміною кольору порід.

Верхній горизонт середньоплейстоценових лесів (6, MIS 6) 5,8–6,8
складений суглинками палевими, з зеленкуватим відтінком, місцями неясношаруватими. З соляною кислотою суглинки взаємодіють не всюди. Подекуди вони збагачені фауною моллюсків.



Рис. 3. Деформованість горохівського викопного ґрунтового комплексу делювіально-соліфлюкційними процесами у розрізі палеолітичної стоянки Пронятин, шурф 5
Fig. 3. Deformation of the Horokhiv pedocomplex by deluvial-solifluction processes in the section of the Palaeolithic site Proniatyn, excavation pit 5

З усіх горизонтів і підгоризонтів розрізу Пронятин-опорний відібрано моноліти для вивчення інженерно-геологічних властивостей порід. Результати цього вивчення наведені на рис. 2.

За гранулометричним складом ґрунти лесових, палеоґрунтових і палеокріогенних горизонтів опорного розрізу Пронятин, як і в опорних розрізах Волинської та Подільської височин, відрізняються за вмістом окремих фракцій. Кількість тонкого (0,1–0,05 мм) піску у ґрунтах розрізу змінюється від 7 до 22 %. Найбільший їхній вміст зафіксовано у лесах верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів, найменша – у горохівському

викопному ґрунтовому комплексі. Загалом спостерігається тенденція до зменшення кількості піщаних частинок з глибиною.

Вміст лесової (пилуватої) фракції у надгорохівській частині розрізу слабо диференційований і загалом невисокий. Він змінюється від 30 до 36 %, натомість у горохівському викопному ґрунтовому комплексі зростає до 48 %. Не дуже контрастним є і вміст глинистих (<0,005 мм) частинок. За цим показником добре вирізняється дубнівський викопний ґрунт (близько 30 %), надгорохівська соліфлюкційна пачка та горизонт *B* горохівського комплексу (29 та 28 %).

Діапазон змін значень природної вологості достатньо великий – від 0,16 до 0,22. Мінімальні значення цього показника притаманні нижній частині шару лесів нижнього горизонту верхньоплейстоценових лесів і горизонту *B* горохівського викопного ґрунтового комплексу, максимальні – дубнівському викопному ґрунту, верхній частині лесів нижнього горизонту верхньоплейстоценових лесів та гумусовому (A_1) горизонту горохівського викопного ґрунтового комплексу.

За числом пластичності лесова товща достатньо однорідна і майже повністю відноситься до категорії суглинків. Лесові горизонти характеризуються числом пластичності 7–8, за винятком лесів верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів, викопні ґрунти – 10–11. Це певною мірою узгоджується з вмістом глинистих частинок у ґрунтах.

Консистенція ґрунтів усіх складових розрізу тверда. Ступінь наповнення пор водою змінюється у широкому діапазоні від низького ступеня (0,59) до середнього (0,77).

Щільність ґрунтів змінюється у широкому діапазоні і коливається від 1,64 до 1,93 г/м³. Максимальні значення притаманні дубнівському викопному ґрунту та горизонту *B* горохівського викопного ґрунтового комплексу, мінімальне – лесам верхнього горизонту верхньоплейстоценових лесів. Аналогічні закономірності прослідковуються і за величиною коефіцієнта пористості. Мінімальні його значення зафіксовані в ґрунтах горизонту *B* горохівського викопного ґрунтового комплексу (0,62) та дубнівському ґрунті (0,66), максимальні – у лесах нижнього горизонту верхньоплейстоценових лесів (1,02).

Просадочність ґрунтів, величина якої сильно залежить від щільності, вологості та глинистості, за абсолютними значеннями змінюється у широкому діапазоні (0,009–0,038). Практично усі відміни ґрунтів, за винятком найщільніших, відносяться до просадочних.

Ґрунти усіх виділених у розрізі горизонтів характеризуються високими показниками міцності (за природної вологості). Кути внутрішнього тертя змінюються від 24 до 30°. За цим показником товща ґрунтів відноситься до категорії малокоонтрастних.

Питоме зчеплення коливається у діапазоні від 0,023 до 0,080 МПа. У межах лесово-ґрунтової товщі воно змінюється незакономірно.

Величини модуля загальної деформації тісно корелюють із складом та водно-фізичними властивостями ґрунтів. Найвищі його значення (10–16 МПа) характерні для щільного дубнівського викопного ґрунту та горизонту *B* горохівського комплексу. Значно менші (3–7 МПа) для пухкіших відмін лесів та викопних ґрунтів.

За даними хімічного аналізу водної витяжки ґрунтова товща практично відмита від легкорозчинних солей. Їхній вміст практично не змінюється у розрізі та не перевищує 1,0 мг-екв/л.

За кількістю вуглекислого кальцію ґрунтова товща чітко поділяється на лесові горизонти з вмістом CaCO_3 10–11 % та викопні ґрунти, де його кількість змінюється від

0,4 до 3 %. Незначний вміст карбонатів кальцію у дубнівському викопному ґрунті та горохівському комплексі може бути пов'язаний з присутністю вторинних карбонатів.

Інженерно-геологічні властивості порід лесово-ґрунтової серії Пронятин загалом типові для верхньоплейстоценової частини розрізів Подільської височини.

Подяки. Дослідження частково фінансоване Національним фондом досліджень України і є частиною проєкту “Розвиток палеокріогенних процесів у плейстоценовій лесово-ґрунтовій серії України: інженерно-геологічний, ґрунтовий, кліматичний, природоохоронний аспекти” (реєстраційний номер 2020.02/0165).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Богущий А. Б.* Основные лессовые и палеопочвенные горизонты перигляциальной лессово-почвенной серии плейстоцена на юго-западе Восточно-Европейской платформы // Стратиграфия и корреляция морских и континентальных отложений Украины. Киев: Наук. думка, 1987. С. 47–52.
2. *Богущий А., Богущий О., Волошин П.* Лесовий покрив Волинської височини // Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра: зб. наук. праць. Луцьк: Надстир'я, 1998. С. 105–107.
3. *Богущий А., Ланчонт М., Томенюк О., Ситник О.* Делювіально-соліфлюкційні процеси й проблеми перевідкладення і датування палеолітичних культурних горизонтів // Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині. 2012. Вип. 16. С. 55–64.
4. *Богущий А., Томенюк О., Ситник О., Коропецький Р.* Нові дані про вік середньопалеолітичної пам'ятки Пронятин (Подільська височина) // Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині. 2020. Вип. 24. С. 47–65. <https://doi.org/10.33402/mdapv.2020-24-47-65>
5. *Ситник О., Богущий А., Коропецький Р., Томенюк О., Ланчонт М., Кусяк Я., Мадейська Т.* Нові датування та геологічно-археологічні дослідження палеолітичної стоянки Пронятин // Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині. 2011. Вип. 15. С. 257–279.
6. *Bogucki A., Tomeniuk O., Sytnyk O., Koropetskyi R.* Main problems of the research on the Palaeolithic of Halych-Dnister region (Ukraine) // Open Geosciences. 2020. Vol. 12(1). P. 791–803. <http://doi.org/10.1515/geo-2020-0029>
7. *Jarvis A., Reuter H. I., Nelson A., Guevara E.* Hole-filled SRTM for the Globe Version 4: CGIAR-CSI SRTM 90 m database [Електронний ресурс]. 2008. Available from: srtm.csi.cgiar.org
8. *Lanczont M., Madeyska T., Sytnyk O., Bogucki A., Komar M., Nawrocki J., Holub B., Mroczek P.* Natural environment of MIS 5 and soil catena sequence along a loess slope in the Seret River valley: Evidence from the Pronyatyn Palaeolithic site (Ukraine) // Quaternary International. 2015. Vol. 365. P. 74–97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.05.035>

REFERENCES

1. Bogucki, A. B. (1987). Osnovnye lessovye i paleopochvennye gorizonty perigliatsialnoi lesovo-pochvennoi serii pleistotsena na iugo-zapade Vostochno-Evropeiskoi platformy.

- Stratigrafiia i korreliatsii morskikh i kontinentalnykh otlozhenii Ukrainy* (p. 47–52). Kiev: Nauk. dumka (in Russian).
2. Bogucki, A., Bogucki, O., & Voloshyn, P. (1998). Loess cover of Volynian Upland. In *Ukrainian Polissia: yesterday, today, tomorrow* (pp. 105–107). Lutsk: Nadstyria (in Ukrainian).
 3. Bogucki, A., Łanczont, M., Tomeniuk, O., & Sytnyk, O. (2012). Delluvial-solifluctional processes and problems of redeposition and dating of Palaeolithic cultural horizons. *Materials and studies on archaeology of Sub-Carpathian and Volhynian area*, 16, 55–64 (in Ukrainian).
 4. Bogucki, A., Tomeniuk, O., Sytnyk, O., & Koropetskyi, R. (2020). New data on the age of the Middle Palaeolithic site of Proniatyn (Podolian Upland). *Materials and Studies on Archaeology of Sub-Carpathian and Volhynian Area*, 24, 47–65. <https://doi.org/10.33402/mdapv.2020-24-47-65> (in Ukrainian).
 5. Sytnyk, O., Bogucki, A., Koropetskyi, R., Tomeniuk, O., Łanczont, M., Kusiak, J., & Madeyska, T. (2011). New dating and geological-archaeological researches of Paleolithic site Proniatyn. *Materials and studies on archaeology of Sub-Carpathian and Volhynian area*, 15, 257–279 (in Ukrainian).
 6. Bogucki, A., Tomeniuk, O., Sytnyk, O., & Koropetskyi, R. (2020). Main problems of the research on the Palaeolithic of Halych-Dnister region (Ukraine). *Open Geosciences*, 12(1), 791–803. <http://doi.org/10.1515/geo-2020-0029>
 7. Jarvis, A., Reuter, H. I., Nelson, A., & Guevara, E. (2008). *Hole-filled SRTM for the Globe Version 4: CGIAR-CSI SRTM 90 m database*. Available from: srtm.csi.cgiar.org
 8. Łanczont, M., Madeyska, T., Sytnyk, O., Bogucki, A., Komar, M., Nawrocki, J., Hołub, B., & Mroczek, P. (2015). Natural environment of MIS 5 and soil catena sequence along a loess slope in the Seret River valley: Evidence from the Pronyatyn Palaeolithic site (Ukraine). *Quaternary International*, 365, 74–97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.05.035>

*Стаття: надійшла до редакції 02.11.2020
доопрацьована 22.11.2020
прийнята до друку 23.11.2020*

ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SEDIMENTS OF THE LOESS-PALAEOSOL SEQUENCE OF THE KEY SECTION PRONIATYN (PODOLIAN UPLAND)

Andriy Bogucki¹, Petro Voloshyn², Olena Tomeniuk¹, Nadia Kremin²

*Ivan Franko National University of Lviv,
¹ P. Doroshenko St., 41, UA – 79007 Lviv, Ukraine,
e-mail: andriy.bogucki@lnu.edu.ua, olena.tomeniuk@lnu.edu.ua
² M. Hrushevsky St., 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine,
e-mail: petro.woloshyn@gmail.com, nadiya.kremin@lnu.edu.ua*

The Proniatyn key section represents the loess-palaeosol sequence of the Upper and partially Middle Pleistocene of the Podolian Upland. A detailed description of the section is given, as well as the engineering-geological characteristics of the sediments of the loess-palaeosol sequence Proniatyn, which is quite well stratified. There are two horizons of the Upper Pleistocene loess and the upper horizon of the Middle

Pleistocene loess have been clearly distinguished. The key section presents the Dubno (MIS 3) fossil soil, the Horokhiv fossil pedocomplex (MIS 5), as well as the well-developed deluvial-solifluction sediments over the Horokhiv pedocomplex, which contain a large number of redeposited Middle Palaeolithic artifacts.

The engineering and geological features of sediments of the loess-palaeosol sequence Proniatyn have been studied in detail and compared with the characteristics of the corresponding horizons of the loess-palaeosol sequences of a number of sections of the Podolian and Volhynian Uplands. It is established, in particular, that in many aspects the loess-palaeosol sequence of Proniatyn key section is closer to the characteristics of sediments of the loess-palaeosol sequences of the Podolian Upland.

The importance of studying the Proniatyn key section is enhanced by the fact that it is associated with the Middle Palaeolithic site, and in the structure of the Horokhiv fossil pedocomplex there are all sub-horizons of MIS 5. Furthermore, it contains a geophysical Blake event. Therefore, it is confirmed that the Proniatyn key section is an important stratigraphic benchmark of the Pleistocene of Podolian Upland.

Key words: loess-palaeosol sequences, key section, Pleistocene, engineering-geological characteristics, solifluction, Palaeolithic.