

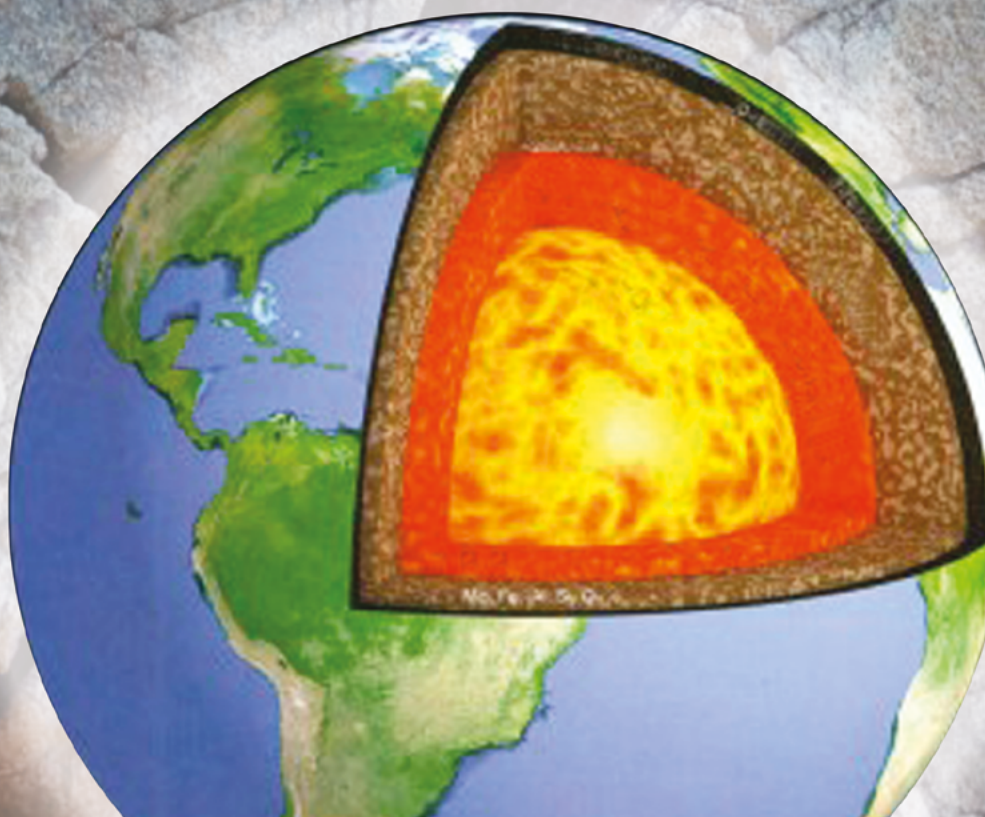
ISSN 1025-6814 (Print)
ISSN 2522-4107 (Online)

ГЕОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



GEOLOGIČNÍJ ŽURNAL

2 (391)
2025



ЗАСНОВНИКИ:

Національна академія наук України
Інститут геологічних наук НАН України

ВИДАВЕЦЬ:

Інститут геологічних наук НАН України

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**Головний редактор**

НЕМИРОВСЬКА Т.І. (Інститут геологічних наук
НАН України, Київ, Україна)

Заступник головного редактора

ШЕХУНОВА С.Б. (Інститут геологічних наук
НАН України, Київ, Україна)

АНИСТРАТЕНКО О.Ю. (Інститут зоології
ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, Київ, Україна)

БАЯРИ С. (Університет Хасеттепе, Анкара, Туреччина)

БУГАЙ Д.О. (Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна)

ДИКАНЬ Н.І. (Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна)

ДУБЛЯНСЬКИЙ Ю.В. (Інститут геології і палеонтології
Університету Інсбрука, Інсбрук, Австрія)

КОМАР М.С. (Національний науково-природничий
музей НАН України, Київ, Україна)

КРИВДІК С.Г. (Інститут геохімії, мінералогії та
рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Київ,
Україна)

МАЛИК ПИТЕР (Відділ гідрогеології та геотермальної
енергії Геологічної служби Словацької Республіки,
Братислава, Словацька Республіка)

МАРКС ЛЕШЕК (Варшавський університет, Варшава,
Польща)

ОЛЬШТИНСЬКА О.П. (Інститут геологічних наук
НАН України, Київ, Україна)

ПЕРИТ ТАДЕУШ МАРЕК (Державний геологічний
інститут, Варшава, Польща)

РІДУШ Б.Т. (Чернівецький національний університет
ім. Федьковича, Чернівці, Україна)

РЯБОКОНЬ Т.С. (Інститут геологічних наук
НАН України, Київ, Україна)

ТЕМОВСКИ М. (Дослідницький центр ізотопної
кліматології та навколишнього середовища
Інституту ядерних досліджень Угорської академії
наук, Дебрецен, Угорщина)

ФАЙБИШЕНКО Б. (Національна лабораторія
Лоуренса Берклі, Відділ наук про Землю та
навколишнє середовище, Берклі, Каліфорнія, США)

FOUNDERS:

National Academy of Sciences of Ukraine
Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine

EDITOR:

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine

EDITORIAL BOARD**Editor-in-Chief**

NEMYROVSKA T.I. (Institute of Geological Sciences of
the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

Deputy Editor-in-Chief

SHEKHUNOVA S.B. (Institute of Geological Sciences of
the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

ANISTRATENKO O.Yu. (I.I. Schmalhausen Institute
of Zoology of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

BAYARI S. (Hacettepe University, Ankara, Turkey)

BUGAY D.O. (Institute of Geological Sciences of the
NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

DYKAN N.I. (Institute of Geological Sciences of the NAS
of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

DUBLYANSKY Yu.V. (Institute of Geology and
Palaeontology, Innsbruck University, Innsbruck, Austria)

KOMAR M.S. (National Museum of Natural History of the
NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

KRYVDIK S.G. (M.P. Semenenko Institute of
Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the
NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

MALIK PETER (Department of Hydrogeology &
Geothermal Energy, ŠGÚDŠ — Geological Survey
of Slovak Republic, Bratislava, Slovak Republic)

MARKS LESZEK (University of Warsaw, Warsaw, Poland)

OLSHTYNSKA O.P. (Institute of Geological Sciences of
the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

PERYT TADEUSZ MAREK (State Geological Institute,
Warsaw, Poland)

RIDUSH B.T. (Fedkovych Chernivtsy National University,
Chernivtsy, Ukraine)

RYABOKON T.S. (Institute of Geological Sciences of the
NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine)

TEMOVSKI M. (Isotope Climatology and Environmental
Research Centre, Institute for Nuclear Research,
Debrecen, Hungary)

FAYBISHENKO B. (Lawrence Berkeley National
Laboratory, Earth and Environmental Sciences Area,
Berkeley, CA, USA)

Ідентифікатор друкованого медіа в Реєстрі суб'єктів у сфері медіа R30-03389, присвоєний згідно
з рішенням № 751 від 14.03.2024 р. Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення

Рекомендовано до друку редакційною колегією журналу

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції серія ДК № 4631 від 14.10.2013 р.

ГЕОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



GEOLOGIČNII
ŽURNAL

2 (391)
2025

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
ЗАСНОВАНИЙ
У БЕРЕЗНІ 1934 року
ВИХОДИТЬ 4 РАЗИ НА РІК
КИЇВ

Зміст

Дослідницькі та оглядові статті

- Poletaev V.I.* The main stages in evolution of Carboniferous Spiriferida and Spiriferinida (Brachiopods) in the paleobasins of Eastern Europe..... **3**
- Лукін О.Ю., Пригаріна Т.М., Пономаренко Г.С., Гончаров Г.Г., Зубакова О.В., Гапон В.П.* Особливості нафтогазоносності надр регіонів України та перспективи їх освоєння. Східний нафтогазоносний регіон **13**
- Кирилюк В.П., Шевченко О.М.* Структурно-петрологічні типи гранітоїдних формацій Українського щита: загальні відомості та автохтонні формації..... **23**
- Mehdiyeva Z.N.* Geochemical and stratigraphic features of the Upper Jurassic formation in South-eastern Caucasus: Jimichay and Gilgilchay River basins (Azerbaijan) **35**
- Мокрицька Т.П., Дерев'ягіна Н.І.* Інженерно-геологічна типізація як основа оцінки та прогнозу ризиків освоєння підземного простору мегаполісів на прикладі міста Дніпро **45**
- Іванова А.В., Зайцева Л.Б., Гаврильцев В.Б.* Закономірності поширення петрографічних типів бурого вугілля та змін характеристик вугленості Дніпровського басейну..... **56**

Із історії науки

- Веклич О.Д., Доротяк Ю.Б., Рябоконь Т.С.* Ольга Костянтинівна Каптаренко-Черноусова та її роль у становленні мікропалеонтологічної школи в Інституті геологічних наук НАН України **71**
- Павлунь М.М., Генералова Л.В.* Адольф Віталійович Алексєєнко – видатний тектоніст і педагог (до 90-річчя від дня народження)..... **88**

Contents

Research and Review Papers

- Poletaev V.I.* The main stages in evolution of Carboniferous Spiriferida and Spiriferinida (Brachiopods) in the paleobasins of Eastern Europe..... **3**
- Lukin O.Yu., Prygarina T.M., Ponomarenko G.S., Goncharov G.G., Zubakova O.V., Gapon V.P.* Features of oil and gas content of the subsoil of Ukraine regions and prospects of their development. Eastern oil and gas bearing region **13**
- Kyrylyuk V.P., Shevchenko O.M.* Structural-petrological types of granitoid formations of the Ukrainian Shield: general information and autochthonous formations..... **23**
- Mehdiyeva Z.N.* Geochemical and stratigraphic features of the Upper Jurassic formation in South-eastern Caucasus: Jimichay and Gilgilchay River basins (Azerbaijan) **35**
- Mokrytska T.P., Dereviagina N.I.* Engineering-geological typification as a basis for assessment and forecast of risks in the development of underground space in cities using the example of the Dnipro city **45**
- Ivanova A.V., Zaitseva L.B., Gavryltsev V.B.* Distribution Regularities of Petrographic Types of Brown Coal and Changes in the Characteristics of the Coal Bearing Capacity in the Dnieper Basin..... **56**

From the History of Science

- Veklych O.D., Dorotiak Yu.B., Ryabokon T.S.* Olga Kostyantynivna Kaptarenko-Chernousova and her role in the formation of the micropaleontology school at the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine **71**
- Pavlun M.M., Heneralova L.V.* Adolf Vitaliiiovych Alikseiienko – outstanding tectonist and teacher (to the 90th anniversary of his birth) **88**

Адреса редакції:

01601 Київ-54, вул. О. Гончара, 55-б
Інститут геологічних наук НАН України
Тел: 486-38-76
E-mail: geojournal@igs-nas.org.ua

Відповідальний секретар Н.І. Дугіна

Редактор І.І. Смаль

Технічний редактор С.О. Шадріна

Комп'ютерна верстка Н.К. Резнік

Підп. до друку ***.2025 р. Формат 600,6 × 0,0384/8.
Гарн. Fira Sans. Ум. друк. арк. 00,00. Обл.-вид. арк. 00,00.

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.327915>

UDC 564.833.551.735(084.4)

The main stages in evolution of Carboniferous Spiriferida and Spiriferinida (Brachiopods) in the paleobasins of Eastern Europe

E-mail: vlad_poletaev@ukr.net,
<https://orcid.org/0009-0008-4605-7789>

Received / Надійшла до редакції:
20.12.2024

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
26.04.2025

Accepted / Прийнята:
10.06.2025

V.I. Poletaev

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Головні етапи еволюції кам'яновугільних Spiriferida та Spiriferinida (Brachiopods) у палеобасейнах Східної Європи

B.I. Полетаєв

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Keywords: Spiriferida, Spiriferinida, association, Mississippian, Pennsylvanian.

Ключові слова: Spiriferida, Spiriferinida, асоціація, міссісипій, пенсильваній.

The twelve temporal intervals during which changes in the generic composition of Carboniferous Spiriferida and Spiriferinida assemblages occurred within the paleobasins of Eastern Europe are established and analyzed. As the most important levels of changes the intervals near Devonian / Carboniferous boundary, in middle Tournaisian and middle Visean, Mississippian / Pennsylvanian, Bashkirian / Moscovian, base of Kasimovian and Carboniferous / Permian boundaries are picked out. The changes of lithological conditions of habitation as the reasons of the morphological evolution of the attachment system in representatives of the superfamilies Spiriferoidea, Paecckelmanelloidea and Brachythyridoidea following the Hangenberg crisis are indicated. The importance of the evolution of the vascular system of the family Angiospiriferidae Legrand-Blain, 1985 for the emergence of the subfamilies Chorisitinae Waterhouse, 1968 and Brachythyrininae Waterhouse, 2004 at the end of the Mississippian is emphasised. It is discussed the scale of the rate of change in the generic composition of Carboniferous spiriferide brachiopods.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Citation: Poletaev V.I. 2025. The main stages in evolution of Carboniferous Spiriferida and Spiriferinida (Brachiopods) in the paleobasins of Eastern Europe. *Geologichnij žurnal*, 2 (391): 3–12. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.327915>

Цитування: Полетаєв В.І. Головні етапи еволюції кам'яновугільних Spiriferida та Spiriferinida (Brachiopods) у палеобасейнах Східної Європи. *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 3–12. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.327915>

Introduction

Despite the fact that Ch. Darwin laid the foundations of the theory of evolution back in 1859 (Darwin, 1952), the search for specific factors driving directed changes within particular groups of organisms remains highly relevant today.

In the early 21st century, several factors – including the publication of the multi-volume Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda Revised (Carter et al., 2006; Carter, Remy Gourvenec, 2007) – prompted researchers to re-examine a substantial body of brachiopod material, including Carboniferous spiriferides and spiriferinides housed in museums across Western and Eastern Europe.

The outcomes of this revision, focusing on the species and genus composition of most Carboniferous spiriferides from Eastern Europe and clarifying their internal structure, were published by Poletaev (2018). These findings subsequently enabled the author (Poletaev, 2022) to make slight adjustments to the spiriferids taxonomy presented in the Treatise on Invertebrate Paleontology.

Notably, the genera *Implexina* Poletaev (in Aisenverg and Poletaev, 1971) and *Weiningia* Ching & Liao, 1974 (Ching, Liao, 1974) were reassigned (Poletaev, 2022) to the family Eudoxinidae Nalivkin within the superfamily Ambocoelioidea. The genus *Beschevella* Poletaev, 1975 (Poletaev, 1975) was placed in the family Ingelarellidae of the superfamily Martinioidea, while *Lutuginia* Poletaev, 1997 (Poletaev, 1997) was classified under the subfamily Imbrexiinae within the family Neospiriferidae.

Based on the emergence of a reticular vascular system – first appearing in the early Visean in species of the genus *Angiospirifer* Legrand-Blain, 1985 (Legrand-Blain, 1985) but largely absent in some members of the family Spiriferidae. Poletaev (2009) elevated the rank of the subfamily Angiospiriferinae Legrand-Blain to the family level within the superfamily Spiriferoidea. The newly defined family Angiospiriferidae includes not only Angiospiriferinae but also Choristitinae (previously classified under the family Choristitidae by Carter 2006, In Treatise, p. 1780–1786) and Brachythyridinae, the earliest representatives of which appeared at the end of the Serpukhovian.

A further revision of the species and genus composition of spiriferids in Eastern Europe has enabled the author to correct several earlier taxonomic errors (Poletaev, 2024) and to draw well-supported conclusions regarding the major stages in

the development of this brachiopod order during the Carboniferous. It is important to note that spiriferids represent just one – albeit significant – group within a broader fossil fauna. This broader assemblage includes many related groups that were interconnected through biocenotic relationships and underwent nearly synchronous transformations at several critical stratigraphic boundaries.

An analysis of the evolutionary sequence of spiriferides from the late Famennian (Devonian) through to the early Permian reveals a number of distinct stages in their history. These stages are demarcated by twelve transitional stratigraphic levels, each marked by notable changes in the systematic composition of the spiriferides assemblage. These intervals, reflecting both phylogenetic developments and migratory episodes, define the stages in the shared evolutionary history of the benthic biota across three major Eastern European basins: the Foreland Trough of the Western Urals, the Moscow Syncline, and the Donets Basin. These basins collectively formed a single paleobiogeographic province. In practical stratigraphy, the extinction of certain genera and the emergence of others are crucial indicators for defining the boundaries of regional stratigraphic units and correlating them with the International Chronostratigraphic Scale (ICS).

The aim of this article is on a base of modern Spiriferida and Spiriferinida system and new more correct data about stratigraphic range of spiriferide brachiopods genera to clarify levels of main changes of their assemblies and try to discover the cause.

Results

The onset of the early Tournaisian stage in spiriferides evolution is marked by a level near the Devonian–Carboniferous boundary. Like many such boundaries, this one corresponds with a significant global event – the Hangenberg Crisis. This event, which occurred at the close of the Devonian, involved a dramatic drop in sea levels and a widespread decrease in oceanic oxygen content, leading to an ecological collapse and a major extinction event among benthic faunas (Becker et al., 2016). The initial changes in spiriferid composition began slightly before the officially recognized Devonian–Carboniferous boundary, below the conventionally isochronous level corresponding to the conodont *praesulcata/sulcata* zonal transition (Aretz, Corradini, 2016).

This crisis led to the disappearance of key Devonian superfamilies such as Theodossioidea and

Cyrtospiriferoidea, including genera such as *Tenisia* Martynova, 1970 (Martynova, 1970) – a likely ancestor of *Eudoxina* Frederiks & Kruglov, 1928 (Frederiks, Kruglov, 1928) – as well as *Cyrtospirifer* Nalivkin, 1924 (in Frederiks, 1924) and *Theodossia* Nalivkin, 1925 (Nalivkin, 1925). Among the once-diverse Devonian ambocoeliids, many genera vanished, though a notable exception was the widespread emergence (epibole) of the enduring genus *Crurithyris* George, 1931 (George, 1931).

This boundary is further defined by the appearance of new taxa such as *Paulonia* Nalivkin, 1925 (Nalivkin, 1925), along with the genera *Eudoxina* and *Implexina* (in Aisenverg and Poletaev, 1971). Among martinioids, *Eomartiniopsis* Sokolskaya, 1941 (Sokolskaya, 1941) appears, while the superfamily Brachythyridoidea persisted, represented by genera like *Brachythyris* McCoy, 1844 (McCoy, 1844) and *Phragmobrachythyris* Poletaev, 1999 (Poletaev, 1999). Within the family Spiriferidae of the superfamily Spiriferoidea, new genera such as *Unispirifer* Campbell, 1957 (Campbell, 1957) – likely the stem genus for Mississippian spiriferides – emerge alongside *Atylephorus* Sartenaer & Plodowski, 1996 (Sartenaer, Plodowski, 1996) and *Austrochoristites* Roberts, 1971 (Roberts, 1971). The latter possibly have migrated from Gondwana's Paleotethyan shores, where it was originally described in the Australian Tournaisian.

Overall, the changes in the spiriferides assemblage across the Devonian–Carboniferous boundary in Eastern Europe were profound (see Figure).

As a result, characteristic spiriferids of the Early Tournaisian in Eastern Europe included abundant *Crurithyris*, *Eudoxina*, *Eomartiniopsis*, and occasionally *Austrochoristites*, alongside the widely distributed genus *Punctothyris* Hyde, 1953 (Hyde, 1953), which also appeared in North America during this period.

According to Poletaev (2022), the extinction of dominant Theodossioidea and Cyrtospiriferoidea taxa in the late Devonian and the concurrent rise of evolutionarily adaptive genera from superfamilies such as Spiriferoidea can be attributed to bioecological factors. Afanasieva (2018) observed that the dramatic proliferation of foraminiferal and microbial carbonate production on warm-water shelf shoals during the Early Carboniferous led to thick accumulations of limestone-silt sediments. As result, Devonian cyrtospiriferids, which anchored themselves to relatively firm substrates using a single pedicle, were unable to adapt to these new

soft-bottom environments or to die. By contrast, some families within the Spiriferoidea and related groups retained a pedicle during early growth stages and evolved byssus filaments along the anterior margin of the area of ventral valve (Poletaev, 2022). Initially serving a supplementary role, these filaments eventually became the main mode of attachment to soft sediment, allowing these genera to thrive under new environmental conditions and to form the taxonomic foundation of the Carboniferous spiriferid brachiopods radiation – including the involvement of Spiriferoidea (especially Angiospiriferidae), Brachythyridoidea and Paeckelmanelloidea.

The beginning of the second stage of the evolution of spiriferides in the Carboniferous is the middle of the Tournaisian age. This time level is marked by the disappearance of most ancient ambocoeliids, including the genus *Paulonia* and the marker of this stage, the genus *Eudoxina*, which is widespread not only in Eastern Europe (Donets Basin, Urals) but also in Eastern Poland and even North America, as well as the genus *Implexina*, which is characteristic of Eastern Europe. Among the Theodossioidea, the genus *Austrochoristites* disappears, but many new genera appear: the leading genus *Palaeochoiristites* and the genus *Ectochoiristites*, represented in Donets Basin, Central Asia and Australia. The genus *Kizilia* Nalivkin, 1979 (Nalivkin, 1979) was created among martiniids.

Among the spiriferids, the genus *Mesochorispira* Carter, 1992 (Carter, 1992) (important for inter-regional and intercontinental correlation, appears, widely represented in North America, Asia (China, Kuzbass, Central Asia, Kazakhstan), the western Urals, Western Europe (Belgium) and even Australia. At this time, the genus *Anthracospirifer* Lane, 1963 (Lane, 1963), represented by many species, may have originated in North America and later appeared in Eastern Europe as an emigrant. At the beginning of the second stage, according to I.M. Garan (1970), the genus *Imbrexia* Hall, 1858 (Hall, 1858) – the oldest representatives of the Neospiriferidae appears in the Urals. It is widely represented in the North American Tournaisian. At the end of the stage (Kosvinian time), there are the genera *Podtsheremia* Kalaschnikov, 1966 (Kalaschnikov, 1966) and *Ala* Nalivkin, 1979 (Nalivkin, 1979) in the subfamily Purdonellinae in the Urals, as well as the first representatives of the genus *Skelidorygma* Carter, 1974 (Carter, 1974) in the superfamily Brachythyridoidea.

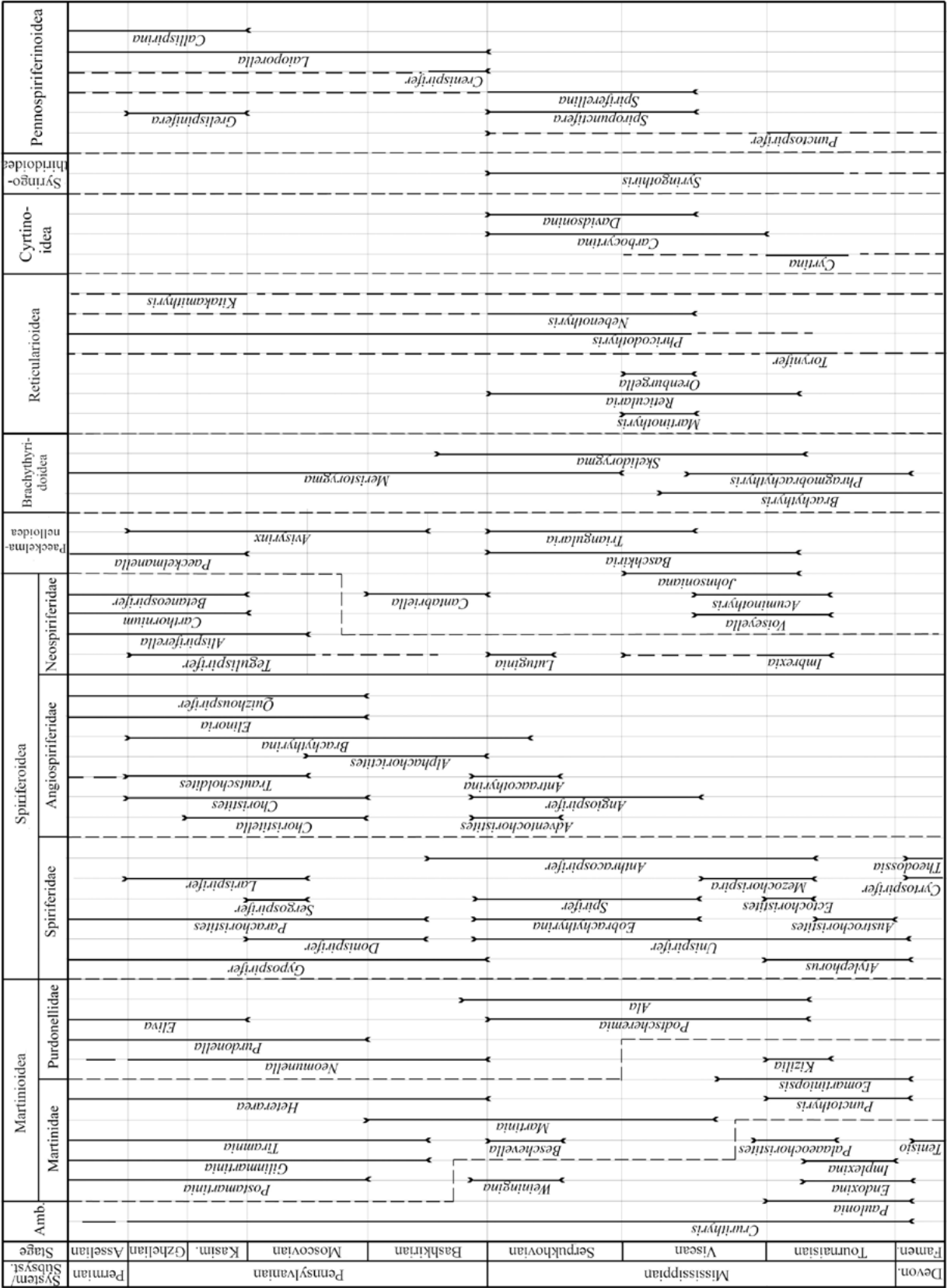


Figure. Scheme showing the stratigraphic distribution of Spiriferida and Spiriferina genera within the superfamilies Theodosioidea, Cyrtospiriferioidea, Ambocoelloidea, Martinoidea, Spiriferioidea, Paecelmaelloidea, Brachythyrdoidea, Reticularioidea, Cyrtinoidea, and Pennospiriferinoidea in the Carboniferous of Eastern Europe. Abbreviations: Amb. = Ambocoelloidea; Devon. = Devonian; Famen. = Famenian; Kasimov = Kasimovian

At the end of the late Tournaisian stage of spiriferides development, almost globally distributed representatives of the superfamily Paeckelmanelloidea, the genera *Voiseyella* Roberts, 1964 (Roberts, 1964) and *Acuminothyris* Roberts, 1963 (Roberts, 1963), as well as the genera *Bashkiria* Nalivkin, 1979 (Nalivkin, 1979), known only in Europe, and the genus *Johnsoniana* Poletaev, 2024 (Poletaev, 2024), typical for the Johnsoniidae nom. nov. (new name for preoccupied Oceaniidae (Poletaev, 2024), first appeared in Eastern Europe. The spiriferids of the superfamily Reticularioidea in the Late Tournaisian Stage of Bashkiria (southwestern Urals) include such well-known genera as *Phricodothyris* George, 1932 (George, 1932), *Reticularia* McCoy, 1844 (McCoy, 1844), and in the southeastern Urals the genus *Torynifer* Hall, Clarke, 1894 (Hall, Clarke, 1894), which is widespread in North America and Asia. The final part of the Tournaisian Stage in the Donets Basin is characterized by a short-term migration of brachiopods from Western Europe and possibly the Mississippian Basin. At the same time, the occurrence of representatives of the Order Spiriferinida of the superfamilies Cyrtinoidea, Syringothyridoidea and Pennospiriferinoidea in the sections of the predominantly northern part of Eastern Europe and the Urals was recorded as part of the persistent and cosmopolitan genera *Cyrtina* Davidson 1859 (in Davidson, 1858–1863), *Syringothyris* Winchell, 1863 (Winchell, 1863) and *Punctospirifer* North, 1920 (North, 1920).

The beginning of the Early Visean stage of spiriferides evolution roughly corresponds to the boundary of the Tournaisian and Visean Stages. This level is characterized primarily by the disappearance of a significant part of the spiriferids genera that arose in the Late Devonian or mid-Tournaisian. At this boundary, the genera *Implexina* among the ambocoeliids and *Palaeochoristites* among the Theodossioidea disappear, as well as the genus *Kizilia* among the ancient martiniids; the Tournaisian genera *Ectochoiristites* and *Atylephorus* disappear among the spiriferids, as well as the genus *Imbrella* among the neospiriferids. During the next early Visean stage, the genera *Crurithyris*, *Eomartiniopsis*, *Podtsheremia* and *Ala*, as well as the genera *Brachythyris*, *Skelidorygma*, *Mesochorispira* and *Anthracospirifer* continue to exist. Some of these genera existed in the sections potentially, i.e. were absent in the assemblage, but reappeared higher up the section. In general, spiriferids occupied an insignificant place in the early Visean brachiopod

assemblage, since it was clearly dominated by numerous Rugosochonetidae. This was probably a consequence of paleogeographic and ecological restructuring of the benthos environment due to continental conditions in the central part of the East European Platform at the end of the Tournaisian and in the first half of the Visean.

The beginning of the late Visean stage of spiriferides evolution is the mid-Visean level, which is characterized by the extinction of the previously widespread genus *Mesochorispira* and the last representatives of the genus *Eomartiniopsis*, as well as *Voiseyella*, and at the end of the stage, probably, the genera *Brachythyris* and *Phragmobrachythyris*. But the main thing is that at this milestone, a significant renewal of the Early Carboniferous spiriferides assemblage of Eastern Europe occurred, associated not only with phylogeny but also with the migration of benthic fauna as a result of the significant transgression of Paleotethys waters to the Russian Platform. At the beginning of the late Visean substage, typical representatives of the widespread in the Carboniferous genus *Martinia* McCoy, 1844 (McCoy, 1844) first appeared among the Martinioidae, and among the Spiriferidae – Sowerby, 1816 (in Sowerby 1815–1818), as well as representatives of the genus *Eobrachythyris* Lazarev, Poletaev, 1982 (Lazarev, Poletaev, 1982). It should be noted that in addition to the type species *Spirifer striatus* Martin, 1809 (Martin, 1809), only one other species, *S. kozhimicus* Kalashnikov, 1974 (Kalashnikov, 1974), is known from Eastern Europe. All other numerous species of ‘*Spirifer*’ cited in the literature belong to other known, and possibly still unknown, genera of spiriferids. Together with the genus *Spirifer*, the evolution of the vascular system of spiriferids of the group ‘*S. trigonalis*’ (by Semikhatova, 1941) resulted in the first representatives of the new, in the author’s opinion (Poletaev, 2022), family Angiospiriferidae – the genus *Angiospirifer* Legrand-Blain, 1985 (Legrand-Blain, 1985), but more details will be given below. At the same time, the genus *Triangularia* Poletaev, 2001 (Poletaev, 2001) appears among the Paeckelmanellidae, and the genera *Martinothyris* Minato, 1953 (Minato, 1953), *Orenburgella* Pavlova, 1969 (Pavlova, 1969) and *Nebenothyris* Minato, 1953 among the Reticularioidea, as well as in the superfamily Suessioidea – the genus *Davidsonina* Schuchert & LeVene, 1929 (Schuchert, LeVene, 1929), and among the Pennospiriferinoidea – the genera *Spiropunctifera* Ivanova, 1971 (Ivanova, 1971) and *Spiriferellina* Fredericks, 1924 (Fredericks, 1924).

Along with the new genera, such genera as *Crurithyris*, *Eomartiniopsis*, *Podtsheremia*, *Ala*, *Brachythyris*, *Skelidorygma*, and *Anthracospirifer* continue to exist (sometimes potentially) in the late Visean spiriferids assemblage of the Carboniferous of Eastern Europe.

The beginning of the next early Serpukhovian evolutionary stage in the development of spiriferids roughly corresponds to the beginning of the Serpukhovian and is determined mainly by the disappearance of many spiriferides genera. At this stage, such small genera as *Imbrexia*, *Acuminothyris*, *Johnsoniana*, *Martinothyris*, *Orenburgella*, and *Cyrtina*, which are not numerous in terms of the number of species, disappear from the Eastern European Carboniferous spiriferides assemblage. However, in the southeastern Urals, the first representatives of the genus *Meristorygma* Carter, 1974 (Carter, 1974), which was widespread in the Pennsylvanian and even in the Permian, appears. In general, the assemblage of the early Serpukhovian stage of spiriferides evolution in Eastern Europe, which was dominated by various Angiospiriferidae, is somewhat impoverished compared to the previous and subsequent stages. However, it potentially contained the genera *Podtscheremia*, *Ala*, *Skelidorygma*, *Unispirifer*, *Eobrachythyrina*, *Angiospirifer*, *Bashkiria*, *Triangularia*, *Anthracospirifer*, as well as representatives of Reticularioidea, Cyrtinoidea, Pennospiriferinoidea, etc.

The onset of the late Serpukhovian stage in the evolutionary history of Carboniferous spiriferides in Eastern Europe approximately corresponds to the beginning of the Protvinian time in the stratotype region of the Serpukhovian Stage. Slightly above this level – i.e., at the start of Novolubian time in the Donets Basin – the last representatives of the genus *Bashkiria* disappeared. However, at the same stratigraphic level, the genus *Eobrachythyrina*, along with several endemic genera with short stratigraphic ranges, emerged in the Donets Basin. These include *Beschevella* and *Lutuginia*.

One of the most significant events in the evolution of the Carboniferous system in Europe during the late Serpukhovian was the establishment of the subfamily Angiospiriferinae by M. Legrand-Blain (1985), within the family Spiriferidae. This subfamily initially included the genera *Angiospirifer* and *Anthracothyria* (Legrand-Blain et al., 1984). Later, Carter et al. (1994) and Carter (2006) reassigned the Angiospiriferinae, along with several genera of Brachythyridinae, to the family Choristitidae Waterhouse, 1968 (Waterhouse, 1968).

Considering the priority of the appearance of a specific type of vascular system in the genera *Angiospirifer*, *Brachythyria* and later *Adventochoristites* Poletaev, 2012 (Poletaev, 2012), Poletaev (2022) raised Angiospiriferinae to family rank as Angiospiriferidae. This family comprises the subfamilies Angiospiriferinae Legrand-Blain, 1985; Choristitinae Waterhouse, 1968 and Brachythyridinae Waterhouse, 2004 (Waterhouse, 2004) – genera that played a dominant role in Pennsylvanian spiriferids assemblages not only in Europe but also in Asia.

Concurrently, the first representatives of the genera *Tegulispirifer* Poletaev, 2000 (Poletaev, 2000) and *Gypospirifer* Cooper, Grant, 1976 (Cooper, Grant, 1976) – the latter likely a descendant of *Unispirifer* – appeared among the Spiriferidae in the Donets Basin. The late Serpukhovian spiriferids assemblage also included many genera that had persisted for extended periods within the system but had already reached the end of their evolutionary trajectories. In the Urals and Central Asia, for example, the final representative of the family Eudoxinidae, the genus *Weiningia*, disappeared at the Mississippian–Pennsylvanian boundary.

The subsequent Early Bashkirian stage marks a major stratigraphic and geohistorical boundary between the Mississippian and Pennsylvanian subsystems of the Carboniferous. At this boundary, the most significant reorganization of the spiriferides taxonomic structure occurred, driven by both ecological and phylogenetic factors. This restructuring was linked to global climatic changes – specifically, widespread glaciation across Gondwana, which triggered a sharp eustatic sea-level fall and a global, albeit short-lived, marine regression (Veevers, Powell, 1987). The resulting reduction of shelf areas and accompanying ecological changes led to the extinction of numerous ‘archaic’ superfamilies such as Ambocoelioidea (excluding *Crurithyris*), Cyrtinoidea, and Zuessioidea, including the loss of genera like *Carbo-cyrtina* Ivanova, 1975 (Ivanova, 1975) and *Davidsonia* Schuchert 1929 (in Schuchert, Le Vene, 1929).

At the same level, several characteristic Mississippian genera – *Eobrachythyria*, *Spirifer*, *Podtscheremia*, *Ala*, along with the later forms *Angiospirifer* and *Unispirifer* – also vanished. In addition, genera such as *Bashkiria*, *Triangularia*, *Reticularia*, *Nebenothyris*, as well as representatives of *Syringothyris*, *Punctospirifer*, and *Spiropunctifera*, are no longer recorded in Carboniferous assemblages of Eastern Europe beyond this boundary. In the Donets Basin, the endemic genera *Beschevella* and *Lutuginia* also disappeared at this point.

Only a few spireferides genera successfully crossed the Mississippian–Pennsylvanian boundary, including *Martinia*, *Skelidorygma*, *Meristorygma*, *Gypospirifer*, *Anthracospirifer*, *Spiriferellina*, *Phricodothyris*, and *Adventochoristites* as well as *Brachythyryna*, which had appeared near the end of the late Serpukhovian. Subsequently, *Adventochoristites* and *Anthracothyryna* disappeared in the early Bashkirian stage.

Thus, near the Mississippian–Pennsylvanian boundary, nearly three quarters of the early Carboniferous genera within the Eastern European spiriferides assemblage disappeared (see Figure). However, new genera appeared, or the successors of genera that emerged during the late Mississippian began to flourish. Among the *martiniids* and *purdonellids*, in addition to *Martinia* and *Skelidorygma*, the genera *Heterarea* Cooper & Grant, 1976 (Cooper, Grant, 1976) and *Neomunella* Ozaki, 1931 (Ozaki, 1931) were the first to cross the boundary between the subsystems. Representatives of the genus *Gypospirifer* became widespread among the *Spiriferidae*, while the genus *Alphachoristites* Gatinaud, 1949 (Gatinaud, 1949) appeared within the family *Angiospiriferidae*, with numerous species playing a leading role in the *Bashkirian* spiriferids assemblages of the Old World. At this stage in spiriferides evolution, the genus *Cantabriella* Martínez-Chacón & Río-García, 1987 (Martinez-Chacon, Río-García, 1987) emerged among the *Paeckelmanelloidea* in the Urals, and genera *Crenispirifer* Stehli, 1954 (Stehli, 1954) and *Laiporella* Ivanova, 1975 (Ivanova, 1975) among the *Pennospiriferinoidea* appeared in the Donets Basin. Hypothetically, the Bashkirian spiriferides assemblage of Eastern Europe also included the long-ranging genera *Kitakamithyris* and *Torynifer*, though these were represented only intermittently across their stratigraphic range.

The beginning of the next stage in spiriferides evolution, which roughly corresponds to the middle of the Bashkirian Stage, is less pronounced than the preceding phase. At this boundary, the last *Skelidorygma* disappear, and the first isolated representatives of evolutionarily advanced genera related to *Brachythyryna*, – *Tiramnia* Grunt, 1977 (Grunt, 1977) and *Jilinmartinia* Lee & Gu, 1980 (Lee, Gu, 1980) appear. Within the superfamily Spiriferoidea, the genus *Donispirifer* Poletaev, 2000 (Poletaev, 2000) emerged – characteristic exclusively of the early Pennsylvanian. Among the angiospiriferid brachiopods of the subfamily Choristitinae, the genus *Parachoristites* Barchatova, 1970 (Barchatova, 1970) appeared, likely

descended from *Angiospirifer*; it persisted into the early Permian in Eastern Europe, the Arctic, and Central Asia. The genus *Avisyrinx* Martínez-Chacón, 1975 (Martínez-Chacón, 1975) likely originated during the middle Bashkirian. These mostly new genera formed the dominant components of the late Bashkirian stage in the Early Pennsylvanian spiriferide brachiopods evolution of Eastern Europe.

The subsequent evolutionary stage is more significant and, together with other fossil groups, characterizes the beginning of the Moscovian. At this boundary, the last representatives of the once-widespread genus *Martinia* and the less common *Cantabriella* disappear from the Carboniferous spiriferide assemblage. However, *Tiramnia* became widespread among the martiniids, while the genera *Postamartinia* Wang & Yang, 1993 (Wang, Yang, 1993), and *Purdonella* Reed, 1944 (Reed, 1944) also appeared. A major event in the Carboniferous spiriferides evolution of Eastern Europe was the emergence and progressive development of the stratigraphically important genera *Choristites* Fischer de Waldheim, 1825 (Fischer de Waldheim, 1825), *Choristitella* Ivanov & Ivanova, 1937 (Ivanov, Ivanova, 1937), *Elinoria* Cooper & Muir-Wood, 1951 (Cooper, Muir-Wood, 1951), and *Quizhouspirifer* Xian Si-yuan, 1983 (Xian, 1983). Representatives of *Choristites*, alongside foraminifers, bivalves, and corals constituted the core of the benthic macrofauna on the Paleotethys shelf. The phylogenetic development of *Choristites* is reflected in the emergence and successive dominance of three subgenera. Each subgenus is characteristic of a different interval within the Moscovian or late Pennsylvanian. The first representatives of *Choristites* (*Priskites*) likely appeared at the end of the Bashkirian, but this subgenus is mainly associated with the first half of the Moscovian. In the early Moscovian spiriferids assemblage, the abundance of *Ch. (Priskites)* exceeded that of *Tiramnia*, *Donispirifer*, *Parachoristites*, *Brachythyryna*, and *Phricodothyris*. This assemblage also included the rarer genera *Crenispirifer* and *Laiporella*.

The subsequent late Moscovian stage in spiriferid evolution in Eastern Europe coincides with an ecological optimum, marked by a substantial sea-level rise, widespread transgression across epicontinental basins (Montañez et al., 2018). As a result, only a small part of the earlier spiriferid brachiopods assemblage disappeared at the onset of this stage, including the last coarse-ribbed *Alphachoristites*, which had been widespread during the Bashkirian. These were replaced – possibly as their descen-

dants – by the genus *Trautscholdites* Ustritski, 1967 (Ustritski, 1967). Typical *Ch.* (*Choristites*) of the *sowerby-mosquensis* group became widespread, and the subgenus *Ch.* (*Neochoristites*) emerged, alongside the appearance of new genera such as *Sergospirifer* Ivanova, 1975, *Larispirifer* Enokjan et al., 1986 (Enokjan et al., 1986), and *Alispiriferella* Waterhouse & Waddington, 1982 (Waterhouse, Waddington, 1982). The genus *Tegulispirifer* Poletaev, 2000 also became prominent, completing the assemblage. Most genera that emerged during this interval continued to persist not only through the late Moscovian, but also into the late Pennsylvanian and even the Permian.

The next stage in the evolution of Carboniferous spiriferides roughly corresponds to the beginning of the Kasimovian Age of the Late Pennsylvanian and is marked by the disappearance of the genera *Sergospirifer* and *Donispirifer*, which were characteristic of the late Middle Carboniferous in Eastern Europe. Simultaneously, new genera emerged that shaped the composition of the spiriferides assemblage not only in the late Pennsylvanian of the Eastern European basins but also in the early Permian.

Among the martiniids, the last Carboniferous representatives of the family Purdonellidae appear – namely, the genus *Eliva* Fredericks, 1924 (Fredericks, 1924). Among the spiriferids, the earliest representatives of the family Neospiriferidae Waterhouse, 2004 emerged, including the genera *Cartorhium* Cooper & Grant, 1976 (Cooper, Grant, 1976) and *Beta-neospirifer* Gatinaud, 1949 (Gatinaud, 1949). The genus *Paeckelmanella* Licharew, 1934 (Licharew, 1934) became widespread during this time, and within the ‘porous’ spiriferids of the superfamily Pennospiriferinoidea, notable genera such as *Callispirina* Cooper & Muir-Wood, 1951 (Cooper, Muir-Wood, 1951) and *Gjelispinifera* Ivanova, 1975 appeared.

Ecologically, the humid climate of the Moscovian gradually transitioned to arid conditions during the Late Pennsylvanian. Although the extent of epicontinental basins diminished, the composition of the spiriferides assemblage remained largely unchanged. At the onset of the Gzhelian, only the genus *Choristitella* disappeared. The assemblage at this time was dominated by the final species of *Choristites* of the subgenus *Ch.* (*Neochoristites*), along with *Trautscholdites*, new species of *Parachoristites*, and large representatives of *Jilinmartinia* and *Elinoria*. These genera not only defined the character of the Late Carboniferous spiriferid brachiopods association, but also crossed the Permian boundary in their stratigraphic distribution – except for *Choristites*.

This final boundary coincides with the beginning of the Permian period and is associated with continued environmental shifts driven by the final stages of Gondwana’s formation, the onset of a major glaciation, and the regression of most epicontinental seas. Exceptions include the northeastern margin of the Russian Platform and Timan, where carbonate sedimentation of the Cisuralian Permian continued. As a result, many genera of martiniids, spiriferids (including neospiriferids and spiriferellids), as well as paeckelmanellids, some reticulariids, and pennospiriferinids, not only survived this transition but flourished. Nevertheless, across much of Eastern Europe, environmental stress in the early Permian triggered a significant and abrupt decline in benthic biota, including many brachiopod genera. The final representatives of the Pennsylvanian genera *Choristites*, *Brachythyridina*, *Larispirifer*, *Gjelispinifera*, *Laioporella*, and *Avisyrinx* disappeared, although some species of *Parachoristites* and possibly *Trautscholdites* persisted. Several genera from the superfamilies Reticularioidea and Pennospiriferinoidea also crossed this boundary and became part of the early Permian spiriferides assemblage, signaling the beginning of a new evolutionary stage for this group.

Conclusions

The results of the author’s comprehensive revision of the Carboniferous spiriferides nomenclature of Eastern Europe and the review of the historical development of this order of brachiopods allow the following conclusions to be drawn:

1. The evolution of spiriferides assemblages is a stepwise, intermittently progressive process, which can be understood at three distinct levels:
 - Macro-level: General evolutionary trends in morphological, and physiological traits among representatives of the Spiriferida and Spiriferidina;
 - Meso-level: Uneven, stepwise changes in the composition of orictocenoses at the superfamily, family and genus level;
 - Micro-level: Phylogenetic sequences within individual genera.
2. Key features of higher-level evolutionary trends in Carboniferous spiriferides include:
 - a) A shift in the mode of shell attachment to the substrate – from the Devonian’s flexible pedicle to the development and eventual replacement by multiple byssus filaments, particularly in the Spiriferidae and Paeckelmanellidae;

- b) A gradual contraction in the area of development of the genetic system, accompanied by the evolution and increasing complexity of the vascular system – from pinnate to reticulate and saccate forms within Angiospiriferidae, from the Visean through to the early Permian.

Acknowledgments. I would like to thank the anonymous reviewers who helped improve the quality of this article. The research was carried out within the framework of the programme “Late Precambrian and Phanerozoic biota of Ukraine: biodiversity, revision of systematic composition and phylogeny of leading groups” (No. 0122U001609).

Встановлено та проаналізовано дванадцять часових інтервалів, протягом яких відбувалися зміни у родовому складі карбонових угруповань Spiriferida та Spiriferinida в межах палеобасейнів Східної Європи. Як найважливіші рівні змін виділено інтервали на границі девону і карбону, у середині турне і середині візе, поблизу границь міссісіпію і пенсильванію, башкирського і московського, низів касимовського ярусів, а також границі карбону і пермі. Вказано на зміну літологічних умов проживання як причину морфологічної еволюції системи прикріплення у представників надродин Spiriferoidea, Paeckelmanelloidea та Brachythyridoidea після Гангенберзької кризи. Підкреслено значення еволюції судинної системи представників родини Angiospiriferidae Legrand-Blain, 1985 для виникнення підродин Choristitinae Waterhouse, 1968 та Brachythyrininae Waterhouse, 2004 наприкінці міссісіпію. Обговорюється масштаб швидкості зміни родового складу спіріферид (брахіоподи) карбону.

References

- Afanasjeva G.A. 2018. Factors of the formation diversity of brachiopod order Spiriferida at the Devonian-Carboniferous boundary. *Paleontol. zhurn.*, 52 (14): 1732–1740 (in Russian).
- Aisenverg D.E., Poletaiev V.I. 1971. Brachiopods. Atlas of the fauna of the Tournaisian sediments of the Donets Basin (with description of new species). Kyiv: Naukova Dumka, p. 66–91 (in Russian).
- Aretz M., Corradini C. 2016. The redefinition of the Devonian-Carboniferous Boundary: recent developments. *Berichte des. Inst. für Geologie und Palaontologie der Karl-Franzens-Universität Graz*, 22: 6–7.
- Barkhatova V.P. 1970. Biostratigraphy of the Carboniferous and Lower Permian of the Northern Timan. Leningrad: Nedra. 229 p. (in Russian).
- Becker R.T., Kaiser S.I., Aretz M. 2016. Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian-Carboniferous Boundary, Special Publications. In: (Eds. R.T. Becker, P. Koningshof and C.E. Brett). *Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events*. London: Geological Society, 423: 355–386.
- Campbell K.S.W. 1957. A Lower Carboniferous brachiopod-coral fauna from New South Wales. *Journal of Palaeontology*, 31: 34–98.
- Carter J.L. 1974. New genera of spiriferid and brachythyridid brachiopods. *Journal of Palaeontology*, 48: 674–696.
- Carter J.L. 1992. New genera of Lower Carboniferous spiriferid brachiopods (Brachiopoda, Spiriferida). *Annals of Carnegie Museum*, 61 (4): 327–338.
- Carter J.L., Johnson J.G., Remy Gourvennec, Hou Hong-fei. 1994. A revised Classification of the Spiriferid Brachiopods. *Annals of Carnegie Museum*, 63 (4): 327–374.
- Carter J.L., Johnson J.G., Remy Gourvennec, Hou Hong-fei. 2006. Spiriferida. Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. H. Revis. Brachiopoda. 5, p. 1689–1937.
- Carter J.L., Remy Gourvennec. 2007. Spiriferida and Spiriferinida. Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. H. Revis. Brachiopoda. 6, p. 2772–2796.
- Ching Y., Liao Zh. 1974. A handbook of the stratigraphy and paleontology in southwestern China. Science Press Beijing. 454 p.
- Cooper A., Muir-Wood H. 1951. The Brachiopoda of Martin's "Petrificata Derbiensis". *Annals and Magaz. Nat. Hist. Ser.* 12, 38: 97–118.
- Cooper G.A., Grant R.E. 1976. Permian brachiopods of West Texas. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 21 (1): 923–2607; 24 (2): 2609–3159.
- Darwin Ch. 1952. Origin of Species. Moscow. 483 p. (in Russian).
- Davidson Th. 1858–1863. A Monograph of the British fossil Brachiopoda. *Carbon. Palaeontogr. Soc. London*, 2 (5): 280 p.
- Enokjan L.A. and Poletaev V.I. 1986. Choristite-like brachiopods of the family Spiriferidae. *Paleontol. zhurn.*, 3: 60–72 (in Russian).
- Fischer G. 1825. Notice sur la Choristite, genre de coquilles fossiles du Gouvernement de Moscou. *Progr. invitation a la Soc. Imper. Nat. Moscou*, p. 3–11 (in Russian).
- Frederiks G.N. 1924 (1919). Paleontologicheskie etudes. 2. On the Upper Carboniferous Spiriferidae of the Urals. *Izv. Geologicheskogo comiteta*, 38 (3): 295–324 (in Russian).
- Frederiks G.N. 1926. Choristites and choristite-like spiriferids from Myachkov. *Izv. Academy of Sciences of the USSR*, 20: 253–276 (in Russian).
- Frederiks G.N., Kruglov M. 1928. Geological essay on the Bashkirian region by the river Chusovaya. *Izv. Geologicheskogo comiteta*, 47 (7): 795–833 (in Russian).
- Garan I.M. 1970. Some Early Carboniferous Fusella of the Urals. *Materials on paleontology of the Urals. Sverdlovsk*, p. 116–122 (in Russian).
- Gatinaud G. 1949. Contributions à l'étude des brachiopodes Spiriferidae. *Museum d'Histoire Naturelle. Bulletin*, 21 (1-4): 153–492.
- George T.N. 1931. Ambocoelia Hall and certain similar British Spiriferidae. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 87: 30–61.
- George T.N. 1932. The British Carboniferous reticulate Spiriferidae. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 88 (352): 516–572.
- Grunt T.A. 1977. Carboniferous-age spiriferids of the family Martiniidae of Siberia and the Arctic. Brachiopods of the Upper Paleozoic of Siberia and the Arctic. *Proc. Paleontol. Inst. of the USSR Academy of Sciences*, 162: 63–71 (in Russian).
- Hall J. 1858. Palaeontology of Iowa. *Rep. Geol. Surv. State Iowa*, 1: 473–725.
- Hall J., Clarke J.M. 1894. An introduction to the Study of the Genera of Paleozoic Brachiopoda. Pt. 2. *Natur. Hist. N. Y. Palaeontol.* 8. 394 p.
- Hyde J.E. 1953. Mississippian formations of central and southern Ohio. *Ohio Geological Survey. Bulletin*. 51. 355 p.
- Ivanov A.P., Ivanova E.A. 1937. Fauna of Brachiopods of the Middle and Upper Carboniferous of the Moscow Basin (Neospirifer, Choristites). *Proceedings of the Paleozoological Institute, USSR Academy of Sciences*. 6 (2). 214 p. (in Russian).
- Ivanova E.A. 1971. Introduction to the Study of Spiriferidae. Comparative morphology. *Proceedings of the Paleozoological Institute, USSR Academy of Sciences*. 126. 104 p. (in Russian).
- Ivanova E.A. 1975. Some Spiriferidinae of the Moscow Carboniferous. *Paleontol. zhurn.*, 2: 79–88 (in Russian).
- Kalashnikov N.V. 1966. Brachiopods of the Lower Carboniferous of the upper Pechora in the Northern Urals. *Stratigraphy and Paleontology of the North-East of the European Part of the USSR*. Moscow-Leningrad: Nauka, p. 28–60 (in Russian).
- Kalashnikov N.V. 1974. Early Carboniferous brachiopods of the Pechora Urals. Leningrad: Nauka. 166 p. (in Russian).
- Lane N.G. 1963. Fossilified Morrowan brachiopod faunule from the Bird Spring formation, southern Nevada. *Journal of Palaeontology*. 37(2): 379–392.

- Lazarev S.S., Poletaev V.I. 1982. The development of the Brachiopod mantle canal system at the early-middle Carboniferous boundary. In: (Eds. W.H. Ramsbottom et al.). *Biostratigraphic data for a Mid-Carboniferous Boundary*. Leeds, p. 89–94.
- Legrand-Blain M. 1985. A new genus of Carboniferous Spiriferid Brachiopod from Scotland. *Paleontology*, 2 (3): 567–575.
- Legrand-Blain M., Devolve J.-J., Perret M.-F. 1984. 2: Etude des Orthida et des Spiriferida; biostratigraphie, paleoecologie, paleobiogeographie. *Les Brachiopodes Carboniferes des Pirenees Centrales Francaises*. Lyon: *Geobios*, 17 (3): 297–325 (in France).
- Lee, Gu. 1980. *Palaeontological Atlas of Northern China* (Inner Mongolia). Peking: Geological Press. 502 p.
- Licharew B. 1934. Uber den inneren Bau des Spirifer nikitini Tschern. *Centralblatt. fur Miner. etc. Jahrg. Abt. B.* 10: 443–446 (in German).
- Martin W. 1809. Petrificata Derbiensia, or figures and descriptions of Petrifications collected in Derbyshire. Wigan, 1. 28 p.
- Martinez-Chacon M.L. 1975. Avisyrinx n. gen. (Syringothyrididae, Brachiopoda) del Carbonifero de Asturias (Espan'a). *Breviora Geologica Asturica*, 19 (3): 33–40 (in Spain).
- Martinez-Chacon M.L. et Rio-Garcia L. 1987. Cantabriella nuevo genero de Syringothyridacea. (*Brachiopoda del Carbonifero Cantabrica* (N. de Espan'a). *Revista Espanola de Paleontologia*), 2: 19–26 (in Spain).
- Martynova M.V. 1970. New Late Famennian brachiopods of central Kazakhstan. *Paleontol. zhurn.*, 1: 58–72 (in Russian).
- McCoy F. 1844. A synopsis of the characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland. Dublin, 8. 207 p.
- Minato M. 1953. On some reticulate Spiriferidae. *Trans and Proc. Palaeont. Soc. Japan. New Ser.* 11: 65–73.
- Montañez I.P., Oslegera D.J., Barbara J.C., Robert E.W., Stamm G., Nemyrovska T.I., Griffin J.M., Poletaev V.I., Wardlaw B.R. 2018. Carboniferous climate teleconnections archived in coupled bioapatite $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ records from the epicontinental Donets Basin, Ukraine. *Earth and Planetary Science Letters*, 492: 89–101.
- Nalivkin D.V. 1925. The group Spirifer anosofi Vern. and the Devonian of the European part of the USSR. *Zapisky Rossijskogo mineralogicheskogo obshchestva*, 54: 267–358 (in Russian).
- Nalivkin D.V. 1979. Brachiopods of the Tournaisian Stage of the Urals. Leningrad: Nauka. 247 p. (in Russian).
- North F.J. 1920. On Syringothyris Winchell, and certain Carboniferous Brachiopoda referred to Spiriferina d'Orbigny. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, 76: 162–227.
- Ozaki K. 1931. Upper Carboniferous Brachiopods from North China. *Bull. Shanghai Sci. Inst.*, 1 (6): 1–205.
- Pavlova E.E. 1969. Development of brachiopods of the family Reticulariidae. (Proceedings of the Paleontological Institute of the USSR Academy of Sciences. Moscow: Nauka, 120. 129 p. (in Russian).
- Poletaev V.I. 1975. Early Carboniferous and Bashkirian smooth spiriferids and athyrids of the Donetsk Basin. Kyiv: Naukova Dumka. 140 p. (in Russian).
- Poletaev V.I. 1997. Revision of the genus Neospirifer Fredericks, 1924 and a new genus of the subfamily Neospiriferinae – Lutuginia. *Paleontol. zhurn.*, 3: 54–63 (in Russian).
- Poletaev V.I. 1999. Revision of paleochoristites and a new genus of Early Carboniferous spiriferids Phragmobrachythyris. *Paleontol. zhurn.*, 3: 41–49 (in Russian).
- Poletaev V.I. 2000. Donispirifer and Tegulispirifer – new Middle and Late Carboniferous spiriferids of Eurasia. *Paleontol. zhurn.*, 3: 50–57 (in Russian).
- Poletaev V.I. 2001. Triangularia gen. nov. and other new Carboniferous spiriferids and spiriferinids of Eurasia. *Paleontol. zhurn.*, 5: 42–48 (in Russian).
- Poletaev V.I. 2012. New data on the phylogeny of Choristitidae (brachiopods of the Carboniferous). *Paleontol. zhurn.*, 3: 14–20 (in Russian).
- Poletaev V.I. 2018. Atlas-determinant of Carboniferous spiriferids of Eastern Europe. (Ed. Academician of NAS of Ukraine P.F. Gozhik). Kyiv: Publishing House of IGN of NAS of Ukraine. 408 p. (in Russian).
- Poletaev V.I. 2022. On the History of Systematics and the Evolution of the brachiopod Order Spiriferida from the Carboniferous of Eastern Europe. *Palaeontol. zhurn.*, 56 (7): 118–129 (in Russian).
- Poletaev V.I. 2024. New and revised taxa of Carboniferous spiriferids (Brachiopoda, Spiriferida) from the Donets Basin (Ukraine) and South Urals (Russia). *European Journal of Taxonomy*, 968: 132–155.
- Reed F.R.C. 1944. Brachiopods and Mollusca from the Productus Limestone of the Salt Range. *Palaeontologica Indica (new series)*, 23 (2): 1–678.
- Roberts J. 1963. A Lower Carboniferous fauna from Lewinsbrook, New South Wales. Royal Society of New South Wales. *Journal and Proceedings*, 97: 1–29.
- Roberts J. 1964. Lower Carboniferous brachiopods from Greenhills, New South Wales. *Geological Society of Australia Journal*, 11 (2): 178–194.
- Roberts J. 1971. Devonian and Carboniferous brachiopods from the Bonaparte Gulf Basin, northwestern Australia. *Australia Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics. Bull.* 122: 1–319.
- Sartenaer P. and Plodowski G. 1996. Restatement of the Late Tournaisian Spirifer tornacensis de Koninck, 1883 on the base of the original collection. *Bull. L'Inst. Royal des Sci. Natur. Belgique. Sci. de la Terre*, 66: 53–71.
- Schuchert C. et LeVene C.M. 1929. Brachiopoda (Generum et Genotyporum Index et Bibliographia). In: *Fossilium Catalogus*. 1: Animalia, pt. 42. W. Junk. Berlin. 140 p.
- Semikhatova S.V. 1941. The group "Spirifer trigonalis Martin" in the naduglenose layers of the Lower Carboniferous of the Moscow Basin. (Proceedings of the Paleontological Institute of the USSR Academy of Sciences). Moscow-Leningrad, 12 (3): 5–175 (in Russian).
- Sokolskaya A.N. 1941. Brachiopods of the base of the Moscow Carboniferous and transitional Devonian-Carboniferous sediments (Chernyshinsky, Upinsky and Malyovka-Muraevinsky strata). 4.1. Spiriferidae. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. (*Proceedings of the Paleontological Institute of the USSR Academy of Sciences*, 12 (2): 5–138) (in Russian).
- Sowerby J.C. 1815–1818. *The Mineral Conchology of Great Britain*. London. 1–6, 609 p.
- Stehli F.G. 1954. Lower Leonardian Brachiopoda of the Sierra Diablo. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 105: 257–358.
- Ustritskii V.I. 1967. To systematics and phylogeny of Choristites. Leningrad: NIIGA Publishing House. *Scientific notes of the Research Institute of Arctic Geology*, 19: 35–40 (in Russian).
- Veevers J.J., Powell M. 1987. Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequences in Euramerica. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 98: 475–487.
- Wang Chengwen, Yang Shipu. 1993. Brachiopod fauna around Carboniferous-Permian boundary from Balikelike formation in Keping, Xinjiang. *J. of Changchun University of Geosciences*, 23 (1): 6–9.
- Waterhouse J.B. 1968. The classification and description of Permian Spiriferida (Brachiopoda) from New Zealand. *Palaeontographic*, 129 (1–3): 1–94.
- Waterhouse J.B. 2004. Permian and Triassic stratigraphy and fossils of the Himalaya in Northern Nepal. *Earthwise*, 6: 1–265.
- Waterhouse J.B., Waddington J. 1982. Systematic descriptions paleoecology and correlation of the Late Paleozoic subfamily *Spiriferellinae* (Brachiopoda) from the Yucon Territory and the Canadian Arctic Archipelago. *Geological Survey of Canada. Bull.* 289: 1–72.
- Winchell A. 1863. Description of fossils from yellow sandstones lying beneath the "Burlington Limestone" at Burlington, Iowa. Academy of Natural Science of Philadelphia. *Proceedings. Ser.* 2, 15: 2–25.
- Xian Si-yuan. 1983. *Quizhouspirifer* – a new genus of Carboniferous spiriferids (Brachiopoda). *Papers of Stratigraphy and Paleontology of Guizhou*, 1: 69–74.

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.324774>

УДК 553.98 (477.2)

Особливості нафтогазоносності надр регіонів України та перспективи їх освоєння. Східний нафтогазоносний регіон

E-mail: lukin.ign.nanu@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-6475-9073>;
prig55@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0002-0256-9319>;
galinapon77@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0006-0012-8807>;
gggmonion@ukr.net,
<https://orcid.org/0009-0003-2310-7062>;
zubakova.ign.nanu@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0005-8711-9411>;
hbox@ukr.net,
<https://orcid.org/0009-0006-4319-9605>

*Corresponding author /
Автор для кореспонденції:
O.Yu. Lukin, lukin.ign.nanu@gmail.com

Received / Надійшла до редакції:
23.12.2024

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
06.03.2025

Accepted / Прийнята:
10.04.2025

Keywords: hydrocarbons, oil and gas
resources, forecast, priority intervals,
promising zones.

Ключові слова: вуглеводні, ресурси
нафти і газу, прогноз, пріоритетні
інтервали, перспективні зони.

О.Ю. Лукін*, Т.М. Пригаріна, Г.С. Пономаренко, Г.Г. Гончаров, О.В. Зубакова, В.П. Гапон

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Features of oil and gas content of the subsoil of Ukraine regions and prospects of their development. Eastern oil and gas bearing region

O.Yu. Lukin*, T.M. Prygarina, G.S. Ponomarenko, G.G. Goncharov, O.V. Zubakova, V.P. Gapon

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The peculiarities of the oil and gas content of subsoil for the Eastern Region of Ukraine are considered. Important criteria related to the conditions of generation, migration, accumulation and preservation of the hydrocarbons are characterized. Their importance is shown in the forecasts of new oil and gas fields. The ranges of industrial oil and gas content of the subsoil have been determined and their connection with industrial hydrocarbon reserves in productive complexes has been established. As a result, priority intervals in productive complexes for priority geological exploration were allocated. The main one for new discoveries in the region, looking at the balance reserves of industrial categories, remain the Upper Visean complex at depths of 3–4 km. The significant (48%) residual hydrocarbon potential of the region expands the priority range of depths of this complex from 4 to 7 km. Mostly gas-condensate deposits of 43 Dnieper-Donets Basin fields lie deeper than 5 km, more than half of which are located in the Upper Visean complex, in particular, in the sediments of XII and XIII microfaunistic horizons of Glinsk-Solokhivsk oil and gas bearing district. It is in this part of the Dnieper-Donets Basin that the main patterns of oil and gas content of deeply submerged geological formations were revealed for the first time: the secondary nature of reservoirs, the discovery of the phenomenon of superreservoirs and the associated significant hydrocarbon production. Promising zones of intensive oil and gas accumulation associated with both hydrocarbons of traditional reservoirs and central-basin gas in dense reservoirs have been identified. The main direction of geological exploration in the region is associated with the megacomplex of the Lower Carboniferous at depths of more than 4 km in the Central segment of the Dnieper-Donets Basin. Promising territories within of oil and gas promising lands of the region require increased attention and study by parametric drilling and seismic exploration. This will favour the increase in industrial hydrocarbon reserves. The Eastern region will remain the leading in terms of hydrocarbon production in the near future. According to the features of geological structure, the full development of the oil and gas bearing complexes and variety of hydrocarbon trap types the region is unique with high potential opportunities.

© Видавець Інститут геологічних наук
НАН України, 2025. Стаття опублікована за
умовами відкритого доступу за ліцензією
CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences
of the National Academy of Sciences of
Ukraine, 2025. This is an Open Access article
under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Ц и т у в а н н я : Лукін О.Ю., Пригаріна Т.М., Пономаренко Г.С., Гончаров Г.Г., Зубакова О.В., Гапон В.П. Особливості нафтогазоносності надр регіонів України та перспективи їх освоєння. Східний нафтогазоносний регіон. *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 13–22. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.324774>

C i t a t i o n : Lukin O.Yu., Prygarina T.M., Ponomarenko G.S., Goncharov G.G., Zubakova O.V., Gapon V.P. 2025. Features of oil and gas bearing of the subsoil of Ukraine regions and prospects of their development. Eastern oil and gas bearing region. *Geologichnij žurnal*, 2 (391): 13–22. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.324774>

Вступ

Вуглеводневий потенціал України сконцентрований у трьох нафтогазоносних регіонах – Східному, Західному та Південному, в яких у сучасний період виявлено понад 450 родовищ нафти і газу із запасами промислового значення в сумі 801,7 млн т умовного палива (УП). Площа нафтогазоперспективних земель у Східному регіоні досягає 110 тис. км² з урахуванням земель Дніпровського грабену, Північного та Південного бортів до ізогіпси залягання поверхні кристалічного фундаменту -1 км. За нафтогазогеологічним районуванням регіон представлений Дніпровсько-Донецькою нафтогазоносною областю, до якої входять 11 нафтогазоносних і чотири перспективних райони. Тектонічно область розміщена в межах однойменної западини – внутрішньоплатформної рифтової структури, яка, у свою чергу, є ланкою гетерогенного транс-континентального Сарматсько-Туранського лінеamentу. Віковий діапазон нафтогазоносності надр регіону простежується від мезозою до докембрію, де налічується вісім продуктивних комплексів (зверху вниз): мезозойський (юра, тріас), нижньопермсько-верхньокам'яновугільний, середньокам'яновугільний, мегакомплекс нижнього карбону із серпуховським, верхньовізейським і нижньовізейсько-турнейським, а також девонський і докембрійський. Східний регіон є провідним серед усіх регіонів України за потенціалом нафтогазоносності надр. Балансові запаси вуглеводнів (ВВ) промислового значення досягають у ньому 74 % від загальних у регіонах України. Доведена глибина промислової газоносності становить 6582 м (Семиренківська площа), нафтоносності – 5332 м (Карайкозівська площа).

Актуальність статті полягає у вивченні важливих аспектів нафтогазоносності Східного регіону з огляду на сучасний стан освоєння його надр, обґрунтуванні перспективних зон інтенсивного нафтогазонакопичення та визначенні пріоритетних напрямів подальших геологорозвідувальних робіт на нафту і газ, беручи до уваги, що вуглеводнева сировина відноситься до стратегічної.

Метою роботи є обґрунтування шляхів нарощування вуглеводневої сировинної бази Східного регіону та перспектив її освоєння.

У статті використано матеріали власних наукових, ресурсологічних і лабораторних досліджень авторів та опрацьованих опублікованих

джерел за темою, що розглядається. **Методи роботи** включають збір і науковий аналіз фактичного матеріалу, аналітичні дослідження, ресурсологічний аналіз запасів і ресурсів нафти і газу.

Розглянуто важливі критерії нафтогазоносності надр Східного регіону та обґрунтовано стратегічні напрями освоєння його надр.

Дослідженню особливостей нафтогазоносності надр Східного регіону присвячено багато публікацій. Так, генераційний потенціал порід регіону у різні роки вивчали О.Ю. Лукін, Є.Ф. Шевченко, Т.О. Сирота, Б.П. Кабишев, Л.П. Кононенко, С.В. Онуфришин, С.О. Мачуліна, І.М. Бабко, В.В. Макогон.

Покришки нафти і газу у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) з різними підходами досліджували А.О. Білик, В.М. Зав'ялов, О.Ю. Лукін, В.Т. Кривошеев, В.О. Кривошея та ін. Результатом досліджень О.Ю. Лукіна стала низка карт якості покришок, які перманентно оновлюються із залученням нових даних.

Роль глибинних розломів як важливого показника міграції ВВ розглянуто в численних статтях і монографіях В.Б. Порфир'єва, Г.Н. Доленка, В.К. Гавриша та деяких інших дослідників, в яких вони доводили вплив розломів на формування зон покращених колекторів нафти і газу, незважаючи на різний механізм обґрунтування такого впливу.

В якості провідного показника акумуляції ВВ Ю.О. Арсірій та Б.П. Кабишев вважали приуроченість родовищ ВВ до додатних структур різних порядків. У різні роки вони були авторами великомасштабних карт середніх за розмірами структур ДДЗ, які доповнювалися з часом. Останньою з опублікованих карт стала Великомасштабна тектонічна карта ДДЗ під редакцією Б.П. Кабишева (1980), де виділена велика кількість структурних елементів II, III та проміжних порядків. Оновлений варіант карти підготовлено за участю Т.М. Пригаріної при виконанні тематичної роботи, але, на жаль, не опубліковано.

Викладення матеріалу дослідження

Огляд критеріїв нафтогазоносності надр ДДЗ.

Одним з провідних показників нафтогазоносності у регіоні є умови генерації ВВ, які напряму корелюють зі ступенем катагенезу порід. Нафтогазогенеруючі товщі ДДЗ представлені карбонатними, карбонатно-теригенними та теригенними утвореннями девонського і кам'яновугільного віку.

Нафтогазогенеруюча роль різних частин верхнього девону нерівноцінна. За складом розсіяної органічної речовини (POR) у верхньодевонському комплексі виділяються як збагачені органічною речовиною (ОР), так і бідні в генераційному відношенні відклади. Результати дослідження керн в різні роки в лабораторії Чернігівського відділення УкрДГРІ (О.Ю. Лукін та ін.) з данково-лебедянських відкладів, алатирського, семилуцького, пашийського, старооскольського та пярнусько-наровського горизонтів девону за складом POR і його хлороформного екстракту свідчать про низький генераційний потенціал ВВ. До категорії з підвищеним генераційним потенціалом відносять глинисто-карбонатні породи задонсько-єлецького та воронезького горизонтів верхньодевонських відкладів. До категорії з хорошим і дуже хорошим генераційним потенціалом ВВ належать тільки поодинокі зразки пісковиків і мергелів данково-лебедянського та воронезького горизонтів верхнього девону. Виходячи з даних катагенетичного перетворення порід, захороненої в них ОР і результатів геохімічних досліджень відкладів девону як найзануренішої товщі осадового чохла ДДЗ, встановлено, що при їх зануренні значні обсяги порід вийшли із головної зони нафтоутворення (ГЗН або «нафтового вікна») і знаходяться в умовах головної зони газоутворення (ГЗГ або «газового вікна»). Основні обсяги вуглеводневого газу з девонських відкладів, особливо з порід фаменського ярусу, емігрували в кам'яновугільні відклади, які залягають вище.

Нижньовізейсько-турнейський комплекс є одним з головних нафтогазогенеруючих комплексів регіону. Він представлений теригенними вугленосними і строкатоколірними, а також карбонатними лагунно-морськими формаціями. Роль карбонатних порід тут у середньому становить 30 % у теригенних і 60 % у карбонатних формаціях. За ступенем катагенезу порід виділяються території, де турнейсько-нижньовізейські відклади частково або повністю знаходяться в ГЗН (стадії $МК_{1-2}$ – північно-західна частина ДДЗ); у ГЗГ, підзоні конденсатоутворення (стадії $МК_{3-4}$ – центральна частина ДДЗ); підзоні метаноутворення (стадії $МК_5$ – $АК_2$ – крайові зони південно-східної частини ДДЗ) та зоні генерації кислих газів (стадія $АК_3$ і вище – центр південно-східної частини ДДЗ).

Верхньовізейські відклади є головним нафтогазогенеруючим (Шевченко, Сирота, 1983) та одним з двох основних акумулюючих комплексів ДДЗ. У відкладах широкого поширення набули сингенетичні поклади нафти і газу, також спостерігаються і вторинні (міграційні) скупчення ВВ. Останні можливі в центральній та периферійних зонах регіону. В останні десятиліття з точки зору генераційного потенціалу активно досліджувалася товща візейських доманікітів (так званих «рудівських» шарів), яка зараз вважається однією з основних генеруючих товщ візе (Мачуліна, Бабко, 2004; Лукін, 2014 та ін.). Геохімічні характеристики серпуховського і верхньовізейського комплексів подібні. Відклади обох комплексів на всій території ДДЗ пройшли стадію протокатагенезу та знаходяться в широкому діапазоні катагенетичної шкали від $МК_1$ (стадія вуглефікації ОР, що відповідає верхній частині мезокатагенезу) до $АК_1$ (стадія вуглефікації ОР, що відповідає верхній частині апокатагенезу). Відклади північно-західної частини западини і прибортових зон знаходяться в ГЗН (мезокатагенез $МК_1$ – $МК_2$). До цієї зони приурочена переважна більшість нафтових родовищ, вона займає майже 30 % території западини. Близько 70 % території ДДЗ (південно-східна частина) знаходяться в ГЗГ (стадії $МК_3$ – $АК_1$), де наявні здебільшого газоконденсатні та газові родовища.

Середній карбон не відноситься до основних нафтогазогенеруючих комплексів. Він характеризується вмістом POR від 0,1 до 5,6 % (в середньому 0,6–0,9 %). Генетичний склад POR у карбонатних породах нижнього башкиру представлений сапропелітами, а в теригенних відкладах – переважно гумітами. Аналіз умов генерації ВВ свідчить, що комплекс володіє власним нафтогазогенераційним потенціалом у Західній субобласті та південній прибортовій зоні Східної субобласті тільки в нижній частині розрізу. Власний генераційний потенціал породи комплексу можуть мати у Машівсько-Шебелинському, Співаківському і Лисичанському нафтогазоносних районах (НГР), можливо, й у Рябухинсько-Північно-голубівському.

Нижньопермсько-верхньокам'яновугільний комплекс за вмістом запасів ВВ є одним із двох основних у регіоні. Проте нафтогазогенеруючі властивості його порід є низькими як унаслідок низького вмісту ОР, так і особливо низької термальної зрілості порід майже на всій території ДДЗ. Комплекс складений червоноколірною

та строкатоколірно-вугленосною формаціями. В першій кількості POP становить 0,1–1 % (в середньому 0,2–0,3 %), а вміст ВВ – 0,004–0,005 % на породу. Це характеризує її як таку, що не генерує нафту. В другій формації кількість POP сягає 0,5–1 %, а вміст ВВ – 0,008–0,025 %, що відповідає характеристиці товщі, яка слабо генерує нафту. Склад ОР – переважно гумусовий. Поклади ВВ комплексу головним чином є міграційними, приуроченими до антиклінальних пасток. Перспективність неантиклінальних пасток у комплексі вважається невисокою.

Досить низький вміст $C_{орг}$ встановлено у відкладах тріасу, інколи бітумні речовини повністю відсутні. Осадконакопичення у нижній і середній юрі відбувалося у відновлювальному середовищі. Тому, на відміну від тріасових відкладів, у них відмічається підвищений вміст ОР – до 2 %. Усі поклади ВВ у мезозойському комплексі є міграційними.

Сучасні дослідження й узагальнення в області катагенезу (термальної зрілості) порід використовуються для з'ясування загальних закономірностей зміни ступеня перетворень порід нафтогазоносних і нафтогазогенеруючих комплексів у розрізі осадової товщі та по площі регіону. За піролітичним методом на апараті Рок-Евал (дані Чернігівського відділення УкрДГРІ, 1999 р., Меморандум з Геологічною службою США) підтверджені високі нафтогазогенеруючі властивості відкладів нижнього карбону (з максимумом у верхньому візе) і меншою мірою – девону, що відповідає теорії головних фаз нафто- та газонакопичення (ГФН – ГФГ). З оцінкою відповідних параметрів проаналізовано 166 зразків порід з 36 свердловин на 27 площах ДДЗ. За аналізом на апараті Рок-Евал виявився більший вміст $C_{орг}$ у нижньокам'яновугільних і девонських відкладах, ніж це уявлялося раніше за хіміко-бітумінологічним аналізом. Загалом результати аналізу на апараті Рок-Евал засвідчили коректність картографічних побудов за відбивною здатністю вітриніту.

У сучасний період уточнена й оновлена низка карт катагенезу з додаванням нових параметрів досліджень, виконаних О.Ю. Лукіним.

Провідним показником умов збереження ВВ у регіоні є клас покришок. Різноманітні за літолого-фаціальною належністю, стратиграфічним глибинним діапазоном, петрофізичними параметрами, гідрогеологічними та геотермодинамічними умовами залягання флюїдоупори ДДЗ

представлені покришками всіх основних п'яťох класів за класифікацією А.А. Ханіна – А, В, С, Д, Є (Ханін, 1968), включаючи два проміжних (АВ і ВС) класи, що були виділені пізніше О.Ю. Лукіним за новими експериментальними даними. На підставі досліджень останніх років О.Ю. Лукіна карти якості покришок по основних продуктивних комплексах уточнено й оновлено.

Аналіз залежності розподілу покладів ВВ від класу покришок засвідчує відоме положення про вплив якості покришок на фазовий стан ВВ – поклади газу знаходяться під більш якісною покришкою, ніж поклади нафти. Деякі поклади нафти екрануються навіть покришкою класу Д, під якою в ДДЗ не відкрито жодного газового покладу.

У регіоні виділяються регіональні, зональні та локальні покришки, які складені переважно глинистими, хомогенними, а також карбонатними породами, зрідка – вулканогенними. Девонськими регіональними флюїдоупорами класу А слугують євланівсько-ливенська (нижня сіль) та данково-лебединська (верхня сіль) соленосні товщі. Покришками найвищого класу є також пермські сульфатно-галогенні товщі (клас А). Під ними сформувалися значні масивно-пластові газоконденсатні поклади у відкладах картамиської та микитівської світ (Шебелинське, Західно-Хрещинське та інші родовища). Регіональним флюїдоупором також слугує пересазька червоноколірна глиниста товща, під якою сформувалися найбільші нафтові поклади у Леляківському, Гнідинцівському та Глинсько-Розбишівському родовищах. В інших комплексах ДДЗ існує значна кількість зональних і локальних покришок, які утримують різнотипні поклади ВВ.

Серед основних показників умов міграції ВВ у регіоні вплив глибинних розломів посідає не останнє місце. Щодо їх впливу на нафтогазоносність однозначної думки у дослідників немає. В.Б. Порфир'єв у цьому питанні був незаперечним і вважав, що генетичний зв'язок нафтогазоносності з глибинними розломами в усіх нафтогазоносних регіонах настільки чіткий, що не потребує аргументації. Такої ж думки дотримувалися Г.Н. Доленко та В.К. Гавриш, який присвятив дослідженню глибинних розломів численні монографії (Гавриш, 1974, 1978 та ін.). О.Ю. Лукін вважає, що по розломах досі відбуваються висхідні потоки глибинних флюїдів. Це доведено результатами нещодавніх лабораторних досліджень складу ВВ з великих глибин (понад 6000 м) Семиренківського родовища (Лукин, Гафич, 2016).

За нашими дослідженнями просторовий зв'язок родовищ ВВ у ДДЗ з низкою глибинних розломів не підлягає сумніву. Зауважимо, що маємо на увазі перш за все крайові глибинні розломи (субширотні рифейсько-девонські) та докембрійські (субмеридіональні) глибинні розломи, за В.К. Гавришем, які він називав успадкованими глибинними структурами (Гавриш, 1974).

У прирозломній зоні вздовж північного крайового глибинного розлому, який обмежує грабен ДДЗ з півночі, знаходяться такі родовища ВВ: Хухринське, Прокопенківське, Деркачівське, Наріжнянське, Веселкове, Білозірське, Моспанівське, Оливинівське, Максальське та ін.; у зоні південного крайового розлому – родовища: Лиманське, Зачепилівське, Ливенське, Михайлівське, Юрїївське, Кременівське, Улянївське, Голубівське, Левенцівське.

У Центральному сегменті ДДЗ до зони дорифтового субмеридіонального Криворізько-Комарицького розлому відносяться такі родовища: Новотроїцьке, Семиренківське, Кавердинське, Вакулівське, Сагайдацьке; Верхівцівсько-Льговського розлому – Рибальське, Опішнянське, Рувинщинське, Академіка Шпака, Східнополтавське, Копилівське, Суходолівське, Руденківське, Новомиколаївське. Зона Болтисько-Обоянського дорифтового розлому північно-східного простягання контролює Новотроїцьке, Перевозівське, Кошевойське, Сорочинське та Радченківське родовища.

Нами визначено приуроченість Семиренківського родовища до зони докембрійського субмеридіонального глибинного Криворізько-Комарицького розлому, який успадковує у сучасному структурному плані долина р. Псел. Розлом добре простежується по скидо-зсуву крайових розломів Дніпровського грабену. Семиренківська структура опинилася у вузлі перетину двох структурних ліній, які панують у ДДЗ, – дорифтової субмеридіональної та рифтової субширотної. Таке її положення підтверджується і лабораторними дослідженнями основних напрямів тріщинуватості по керну (С.Б. Ларін, Чернігівське відділення УкрДГРІ). Положення структури, безумовно, позначається на особливостях її нафтогазоносності та дебітах ВВ. Виходячи з практичних наслідків глибокого буріння, в подібних зонах можна очікувати присутність покращених колекторів як гранулярних, так і тріщинуватих. В цьому полягає їх прогнозне значення.

Зони глибинних розломів загалом мають вплив на формування літолого-стратиграфічних особливостей різновікових комплексів, градієнти їх товщин. Ми прогнозуємо, що до вузлів перетину цих розломів можуть бути приурочені значні за запасами поклади ВВ.

Серед показників акумуляції ВВ виділяється приуроченість скупчень ВВ до додатних структур різних порядків. Ці групи характеризуються різними умовами акумуляції ВВ на шляхах їх латеральної та вертикальної міграції. Понад 40 % родовищ пов'язано з поодинокими структурами, розташованими на схилах крупних депресій ДДЗ – Срібненської, Жданівської, Лютенської тощо і на моноклінальних схилах північної та південної прибортових зон. Близько 40 % родовищ ВВ приурочено в регіоні до 15 валів (Талайівсько-Гадяцький, Глинсько-Розбишівський, Котелівсько-Березівський та ін.), які є достатньо протяжними антиклінальними підняттями осадового чохла, що іноді успадковують структурні форми кристалічного фундаменту. Звичайно у межах валу в середньому концентрується до 10 родовищ. До 17 малих валів (Софіївсько-Ярошівський, Комишнянсько-Кошевойський, Лисівсько-Романівський та ін.), які зазвичай об'єднують два-чотири родовища, приурочено близько 20 % родовищ ДДЗ. Вали та малі вали мають властивість концентрувати більш великі родовища, при цьому вони не перешкоджають формуванню і значної кількості дрібних (Кабышев, 1980). За розподілом початкових геологічних запасів ВВ найбільша їх частка (близько 49 %) припадає на родовища, що приурочені до валів; з них у великих родовищах концентрується 76 % запасів ВВ, у середніх – 14 %, у дрібних – 10 %. Вали і малі вали – це зони нафтогазонакопичення антиклінального типу. Вони поєднують локальні підняття з подвійним структурним контролем. Це дає підстави зробити такий прогнозний висновок: прогнозні підняття, які виявлятимуться в зазначених зонах нафтогазонакопичення, варто вважати перспективнішими, ніж ті, які знаходяться у межах інших структурних елементів II порядку або розміщені поодинокі. Нами, зокрема, за геологічними даними обґрунтовано перспективність Майорівської структури, яка приурочена до східного замикання Глинсько-Солохівського валу, додатної структури II порядку. Тут у 2024 р. відкрито газоконденсатне родовище з суттєвими дебітами газоконденсату із серпуховського ярусу нижнього карбону.

Визначення діапазонів промислової нафтогазоносності надр. Детальне вивчення діапазонів промислової нафтогазоносності надр дозволяє більш надійно обґрунтовувати основні напрями освоєння їхнього вуглеводневого потенціалу та глибини залягання нових покладів ВВ. Зіставлення ресурсних показників і діапазонів промислової нафтогазоносності дозволяє конкретизувати знаходження основної зони нафтогазонакопичення у надрах кожного з регіонів, що має суттєве пошукове значення з точки зору відкриття нових родовищ ВВ.

Діапазони нафтогазоносності продуктивних комплексів регіону розглянуті за поточними балансовими запасами (у %) родовищ ВВ, яких у ДДЗ налічується 275 (без урахування перспективних площ). Поточні балансові запаси – це запаси ВВ промислових категорій, які напряду характеризують промислову нафтогазоносність надр (класи 111+121+122).

Промислова нафтогазоносність мезозойсько-го, нижньопермсько-верхньокам'яновугільного, середньокам'яновугільного та серпуховського продуктивних комплексів регіону головним чином пов'язана з глибинами до 3 км, верхньовізейського та докембрійського – з глибинами 3–4 км, нижньовізейсько-турнейського та девонського – з глибинами 4–5 км. Порівняно незначні глибини промислової нафтогазоносності найдревнішого докембрійського комплексу пояснюються знаходженням його родовищ тільки в межах прирозломної зони Північного борту. Загалом спостерігається тенденція зростання промислової нафтогазоносності в більш древніх комплексах із збільшенням глибин. Однак це не

заперечує нових відкриттів у різних комплексах на різних глибинах, де, як випливає з таблиці, така можливість існує. Разом з тим при виборі першочергових об'єктів для проведення геологорозвідувальних робіт на нафту і газ пріоритети варто віддавати об'єктам у тих комплексах, де діапазон глибин у них є найпродуктивнішим. Пріоритетним на нові відкриття у регіоні з огляду на балансові запаси ВВ промислових категорій залишається верхньовізейський комплекс на глибинах 3–4 км. Однак суттєвий залишковий вуглеводневий потенціал регіону (48 %) розширює пріоритетний діапазон глибин від 4 до 7 км.

Виділення перспективних зон інтенсивного нафто- та газонакопичення. Східний регіон серед нафтогазоносних регіонів України є наймолодшим за часом відкриття родовищ ВВ і найзначнішим за величиною початкових сумарних видобувних ресурсів і розвіданих запасів ВВ. Сучасні початкові сумарні видобувні ресурси ВВ регіону становлять 5319,0 млн т УП; з них накопичений видобуток – 41 %, розвідані поточні запаси (класи 111+121+122) – 11 %, нерозвідані ресурси (класи 333+334) – 48 %. За рахунок аудиту родовищ ДДЗ за 20 років суттєво (у 2 рази) зменшилися промислові запаси родовищ, що знизило розвіданість регіону на 5 %, незважаючи на збільшення накопиченого видобутку. Таким чином, збільшився баланс нерозвіданої частини ресурсної бази ДДЗ, який потрібно задіяти для пошуку та відкриття нових родовищ нафти і газу в регіоні.

Суттєвий ресурсний потенціал газу регіону знаходиться також у щільних колекторах центральнобасейнового типу. Видобувні ресурси його до глибини 4,5 км оцінені в 8482 млрд м³,

Таблиця. Розподіл поточних балансових запасів родовищ ВВ Східного регіону за глибинами
Table. Distribution of current balance reserves of oil and gas fields in the Eastern region by depth

№ з/п	Продуктивні комплекси	Діапазони глибин /% запасів			
		до 3 км	3–4 км	4–5 км	5–6 км
1	Мезозойський (Т–І)	100 %	–	–	–
2	Нижньопермсько-верхньокам'яновугільний (Р1–С3)	96,8 %	3 %	–	0,2 %
3	Середньокам'яновугільний (С2)	64 %	26 %	10 %	–
4	Серпуховський (С1с)	73 %	6 %	21 %	–
5	Верхньовізейський (С1v2)	4 %	82 %	13 %	1 %
6	Нижньовізейсько-турнейський (С1v1–t)	15 %	27 %	54 %	4 %
7	Девонський (ДЗ)	17 %	30 %	53 %	–
8	Докембрійський (Рє)	–	100 %	–	–

що у 2 рази більше від початкових ресурсів газу в традиційних пастках, а від нерозвіданих ресурсів – майже у 6 разів. Ресурси центральнобасейнового газу є додатковими до тих традиційних, які вже існують в регіоні (Пригаріна та ін., 2003).

Високий ступінь освоєння продуктивних комплексів верхніх частин надр ДДЗ не заперечує наявності значних потенційних ресурсів ВВ, особливо в глибокозанурених горизонтах осадового чохла. У регіоні відкрито близько 100 родовищ з вуглеводневими покладами на глибинах понад 4 км. Поклади (переважно газоконденсатні) 43 родовищ ДДЗ залягають глибше 5 км, більша половина з яких знаходиться у верхньовізейському комплексі, зокрема, у відкладах XII та XIIIа мікрофауністичних горизонтів Глинсько-Солохівського НГР. Саме в цій частині ДДЗ вперше виявлено основні закономірності нафтогазоносності глибокозанурених геологічних формацій: вторинний характер колекторів, відкриття феномену суперколекторів і пов'язаних з ними значних дебітів ВВ. За даними комплексного вивчення деяких родовищ встановлено, що глибокозанурені газоконденсатні родовища знаходяться в процесі формування, причому такими темпами, які зіставляються з темпами самого інтенсивного видобування (Лукин, 2014). Найбільші глибини отримання промислових припливів газу і конденсату встановлені на Перевозівському і Семиренківському родовищах, досягаючи 6250 і 6582 м, відповідно. У продуктивних відкладах глибоких горизонтів проявляються морфогенетичні, флюїдодинамічні та геохімічні особливості, які є нетиповими для осадових резервуарів нафти і газу на звичайних (менше ніж 4 км) глибинах (Лукин, Гафич, 2016; Макогон, 2017).

За концентрацією нерозвіданих ресурсів на сьогодні чільне місце у регіоні посідають продуктивні комплекси нижнього карбону: серпуховський, верхньовізейський, турнейсько-нижньовізейський, яким належить 70 % нерозвіданих ресурсів. Територіально основним залишковим вуглеводневим потенціалом (майже 30 % ресурсів) володіє Глинсько-Солохівський НГР, приурочений до центральної приосьової частини ДДЗ. Порівняно з іншими районами він містить у своїх надрах найбільшу кількість продуктивних комплексів у розрізі – від мезозою до девону. При цьому район достатньо великий по площі, що сприяє нарощуванню перспективних територій. Таким чином, основний напрям геологорозвід-

вальних робіт на нафту і газ у регіоні пов'язаний з нижньокам'яновугільним мегакомплексом на глибинах понад 4 км у Центральному сегменті ДДЗ (див. рисунок).

До значних науково-практичних розробок у ДДЗ відноситься виділення ареалів нафтогазоносності, в межах яких вже встановлені родовища ВВ. Наприклад, Богатойсько-Орельсько-Затишнянський і Срібненський ареали пов'язані з карбонатними рифогенними утвореннями і з теригенними пастками, які утворюють закономірні асоціації родовищ ВВ (Лукин, 2014). Раніше такий тип групування родовищ нам був невідомий. Це дає підстави розраховувати на відкриття в ДДЗ нових, достатньо крупних родовищ, які ми прогнозуємо в Центральному сегменті.

Детального вивчення потребують у регіоні також перспективні райони з невстановленою промисловою нафтогазоносністю. За останній час один з таких районів – Октябрьсько-Лозовський перейшов до категорії газонасних. В ньому відкрито газоконденсатний поклад у Герсєванівському родовищі в комплексі середнього карбону. В майбутньому перспективні території в межах нафтогазоносних земель регіону вимагають підвищеної уваги і вивчення параметричним бурінням і сейсморозвідкою. Зокрема, це стосується Південного борту ДДЗ, землі якого є слабо освоєними (див. рисунок).

Одними з найперспективніших районів для пошуків скупчень газу центральнобасейнового типу є Красноріцький та Лисичанський, розміщені у крайній південно-східній частині ДДЗ. Тут зосереджено близько 20 % ресурсів газу центральнобасейнового типу від загальних по регіону та домінують щільності цих ресурсів від 200 до 500 млн м³/км² (Пригаріна та ін., 2003).

Висновки

Аналіз вуглеводневої ресурсної бази Східного регіону свідчить, що регіон і надалі залишатиметься провідним за обсягами видобутку вуглеводневої сировини, оскільки за особливостями геологічної будови, повнотою розвитку нафтогазоносних комплексів і різноманіттям типів пасток ВВ він є унікальним регіоном високих потенційних можливостей подальшого нарощування розвіданих запасів нафти і газу. Пріоритетними напрямками нафтогазопошукових робіт у Східному регіоні повинні стати: глибокі горизонти; пошуки великих і середніх за запасами родовищ нафти і газу; опощування рифогенно-карбонатних споруд;

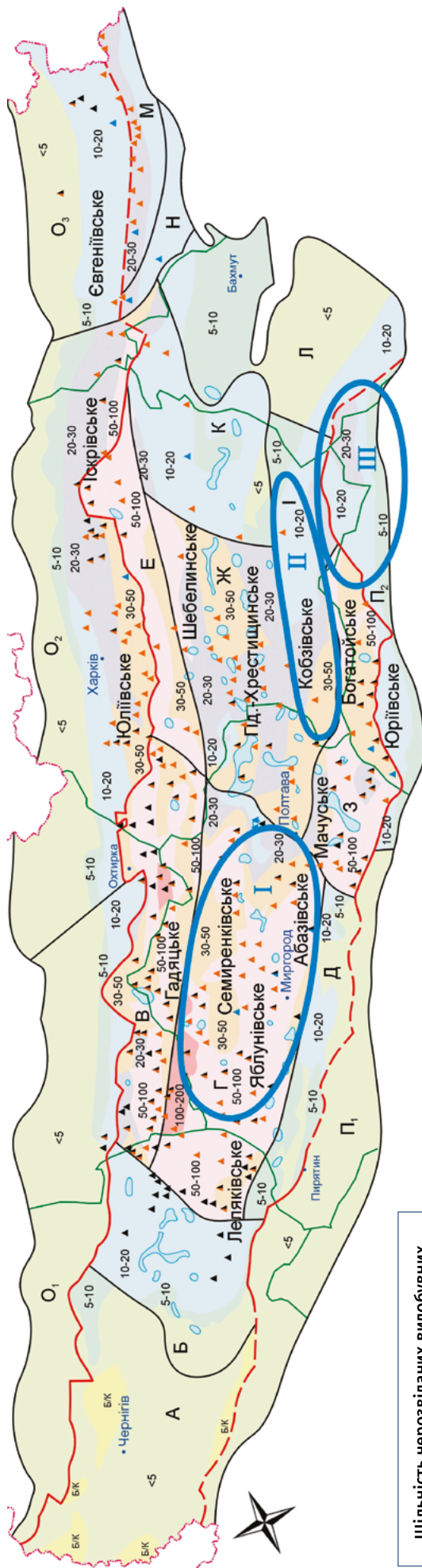


Figure. Promising zones and areas of the Eastern oil and gas region of Ukraine: 1 – boundaries of administrative districts of Ukraine; 2 – boundaries of oil and gas-bearing districts (A – Chernihivsko-Bragynsky perspective district, B – Monastyrshchensko-Sofivskyi oil district, B – Talalayivsko-Rybalskyi oil and gas district, G – Hlynko-Solokhivskyi oil and gas district, D – Antonivsko-Bilohorskyi perspective district, E – Ryabukhinsko-Pivnichnoluhivskyi oil and gas district, Zh – Mashivsko-Shebelynskyi oil and gas district, 3 – Rudenkovsko-Proletarskyi oil and gas district, I – Oktyabrsko-Lozovskyi gas district, K – Spivakivskyi gas district, L – Kalmyus-Bakhmutskyi perspective district, M – Krasnoritskyi gas district, H – Lysychanskyi gas district, O – oil and gas district of Pivnichnyi Bort, P – perspective district of Pivdennyi Bort); 3 – border of the Dnieper-Donets graben, 4 – salt stocks; fields: 5 – gas, 6 – gas-condensate, 7 – oil, 8 – oil and gas, 9 – oil and gas-condensate; 10 – promising zones and areas (I – area of the Dnieper-Donets Basin Central segment, II – Oktyabrsko-Lozovskyi gas district, III – perspective district of Pivdennyi Bort)

Рисунок. Перспективні зони й ареали Східного нафтогазоносного регіону України: 1 – границі адміністративних областей України; 2 – границі нафтогазоносних районів (А – Чернігівсько-Брагинський перспективний район, Б – Монастирщинсько-Софіївський нафтоносний район, В – Талалаївсько-Рибальський нафтогазоносний район, Г – Глинсько-Солохівський нафтогазоносний район, Д – Антонівсько-Білогородський перспективний район, Е – Рябухінсько-Північнолузьківський нафтогазоносний район, Ж – Машівсько-Шебелінський нафтогазоносний район, З – Руденківсько-Пролетарський нафтогазоносний район, І – Октябрсько-Лозовський газосносний район, К – Співаківський газосносний район, Л – Кальміусько-Бахмутський перспективний район, М – Красноріцький газосносний район, Н – Лисичанський газосносний район, О – нафтогазоносний район Північного борту, П – перспективний район Південного борту); 3 – границя Дніпровсько-Донецького грабену; 4 – соляні штоки; родовища: 5 – газові, 6 – газоконденсатні, 7 – нафтові, 8 – нафтогазові, 9 – нафтогазоконденсатні; 10 – перспективні зони й ареали (I – ареал Центрального сегменту Дніпровсько-Донецької западини, II – Октябрсько-Лозовський газосносний район, III – перспективний район Південного борту)

Щільність нерозвіданих видобувних (кат. СЗ+Д, класи 333-334) ресурсів ВВ, тис. т/км²

100-200

50-100

30-50

20-30

10-20

5-10

<5

Без кількісної оцінки (БК)

1

Ж

2

3

4

5

6

7

8

9

10

пошуки і розвідка неантиклінальних («слабких») пасток ВВ; пошуки скупчень «нетрадиційного» газу, опошукування малих глибин (Південний борт та ін.). При реалізації цих напрямів варто враховувати основні критерії нафтогазоносності надр регіону в якості допоміжного прогнозного чинника.

Наукова новизна роботи полягає у:

- застосуванні важливих критеріїв нафтогазоносності в прогнозних дослідженнях, які впроваджуються в практику геологорозвідувальних робіт на нафту і газ (обґрунтування відкриття Майорівського родовища);
- зіставленні ресурсних показників і діапазонів промислової нафтогазоносності, що дозволяє конкретизувати знаходження основної зони нафтогазонакопичення у надрах і має суттєве прогнозно-пошукове значення з точки зору відкриття нових родовищ ВВ;
- виділенні перспективних зон інтенсивного нафто- та газонакопичення, з якими пов'язується відкриття значних за запасами родовищ нафти і газу як традиційного, так і нетрадиційного типів.

Внесок авторів. О.Ю. Лукін – огляд показників умов генерації та умов збереження ВВ у надрах, участь у виділенні перспективних зон та ареалів Східного регіону, висновки; Т.М. Пригаріна – вступ, аналіз запасів і ресурсів вуглеводневої сировини, огляд показників умов міграції й акумуляції ВВ, участь у виділенні діапазонів промислової нафтогазоносності надр, участь у виділенні перспективних зон та ареалів Східного регіону, висновки; Г.С. Пономаренко – реферат, вступ, аналіз розподілу приуроченості родовищ нафти і газу та ресурсів ВВ до валів і малих валів у ДДЗ; Г.Г. Гончаров – участь у виділенні діапазонів промислової нафтогазоносності надр, участь у виділенні перспективних зон та ареалів Східного регіону; О.В. Зубакова – участь в огляді показників міграції ВВ, встановлення координат родовищ для зіставлення з поперечними глибинними розломами, обробка матеріалів; В.П. Гапон – забезпечення первинним фактичним матеріалом у процесі досліджень.

Розглянуто особливості нафтогазоносності надр Східного регіону України. Охарактеризовано важливі критерії, пов'язані з умовами генерації, міграції, акумуляції та збереження вуглеводнів у надрах. Показано їх значення в прогнозах нових родовищ нафти і газу. Визначено діапазони промислової нафтогазоносності надр і встановлено їх зв'язок з промисловими запасами вуглеводнів у продуктивних комплексах. Як результат, виділено пріоритетні інтервали у продуктивних комплексах для першочергових геологорозвідувальних робіт. Основним на нові відкриття в регіоні з огляду на балансові запаси вуглеводнів промислових категорій залишається верхньовізейський комплекс на глибинах 3–4 км. Суттєвий (48 %) залишковий вуглеводневий потенціал регіону розширює пріоритетний діапазон глибин цього комплексу від 4 до 7 км. Переважно газоконденсатні поклади 43 родовищ Дніпровсько-Донецької западини залягають глибше 5 км, більша половина з яких знаходиться у верхньовізейському комплексі, зокрема, у відкладах XII та XIIa мікрофауністичних горизонтів Глинсько-Солохівського нафтогазоносного району. Саме в цій частині Дніпровсько-Донецької западини вперше виявлено основні закономірності нафтогазоносності глибокозанурених геологічних формацій: вторинний характер колекторів, відкриття феномену суперколекторів і пов'язаних з ними значних дебітів вуглеводнів. Виділено перспективні зони інтенсивного нафто- і газонакопичення вуглеводнів як у традиційних колекторах, так і газу центральнобасейнового типу у щільних колекторах. Основний напрям геологорозвідувальних робіт на нафту і газ у регіоні стосується мегакомплексу нижнього карбону на глибинах понад 4 км у Центральному сегменті Дніпровсько-Донецької западини. Перспективні території в межах нафтогазоперспективних земель регіону вимагають підвищеної уваги і вивчення параметричним бурінням і сейсморозвідкою. Це сприятиме нарощуванню промислових запасів вуглеводнів. Східний регіон залишиться провідним за обсягами видобутку вуглеводневої сировини й у найближчому майбутньому. За особливостями геологічної будови, повнотою розвитку нафтогазоносних комплексів і різноманіттям типів пасток вуглеводнів він є унікальним регіоном високих потенційних можливостей.

Список літератури

- Гавриш В.К. Глубинные разломы, геотектоническое развитие и нефтегазоносность рифтогенных. Киев: Наукова думка, 1974. 160 с.
- Гавриш В.К. Роль глубинных разломов в миграции и аккумуляции нефти и газа. Киев: Наукова думка, 1978. 170 с.
- Кабышев Б.П. Крупномасштабная тектоническая карта Днепровско-Донецкой впадины. *Геол. журн.* 1980. № 6 (195). С. 10–19.
- Лукін А.Е. Углеводородный потенциал больших глубин и перспективы его освоения в Украине. *Геофиз. журн.* 2014. Т. 36, № 4. С. 3–22.
- Лукін А.Е., Гафич І.П. О генезисе вторичных коллекторов нефти и газа на сверхбольших глубинах. *Доп. НАН України.* 2016. № 7. С. 86–94.

- Макогон В.В. Деякі особливості вторинних теригенних колекторів центральної частини Дніпровсько-Донецької западини на великих глибинах. *Мінер. ресурси України.* 2017. № 4. С. 24–28.
- Мачуліна С.О., Бабко І.М. До геології візейської доманікоїдної товщі Дніпровсько-Донецької западини. *Нафтова і газова пром-сть.* 2004. № 5. С. 3–8.
- Пригаріна Т.М., Кабишев Б.П., Кабишев Ю.Б., Марінченко О.М., Стрижак В.П. Перша кількісна оцінка прогнозних ресурсів нетрадиційних скупчень газу центральнобасейнового типу. *Мінер. ресурси України.* 2003. № 4. С. 25–28.
- Ханин А.А. Оценка экраняющей способности глинистых пород-покрышек газовых залежей. *Геология нефти и газа.* 1968. № 9. С. 17–21.
- Шевченко Е.Ф., Сирота Т.А. Генерационный потенциал каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины. *Нефтяная и газовая пром-сть.* 1983. № 1. С. 22–24.

References

- Gavrish V.K. 1974. Deep faults, geotectonic development and oil and gas potential of riftogens. Kyiv: Naukova Dumka. 160 p. (in Russian).
- Gavrish V.K. 1978. The role of deep faults for migration and accumulation of oil and gas. Kyiv: Naukova Dumka. 170 p. (in Russian).
- Kabyshev B.P. 1980. Large-scale tectonic map of the Dnieper-Donets Basin. *Geologičnij žurnal*, 6 (195): 10–19 (in Russian).
- Khanin A.A. 1968. Shielding ability assessment for clay cap rocks of gas pools. *Geology of Oil and Gas*, 9: 17–21 (in Russian).
- Lukin A.E. 2014. Hydrocarbon potential of great depths and prospects for its development in Ukraine. *Geophysical Journal*, 36 (4): 3–22 (in Russian).
- Lukin A.E., Gafich I.P. 2016. On the genesis of secondary oil and gas reservoirs at ultra-great depths. *Reports of the NAS of Ukraine*, 7: 86–94 (in Russian).
- Machulina C.O., Babko I.M. 2004. To geology of Visean domain strata of the Dnieper-Donets Basin. *Oil and Gas Industry*, 5: 3–8 (in Ukrainian).
- Makogon V.V. 2017. Some features of secondary reservoirs of Dnieper-Donets basin Central part at great depths. *Mineral resources of Ukraine*, 4: 24–28 (in Ukrainian).
- Prygarina T.M., Kabyshev B.P., Kabyshev Yu.B., Marinchenko O.M., Strizhak V.P. 2003. The first quantitative assessment of the forecast resources of unconventional gas accumulations of the central-basin type. *Mineral resources of Ukraine*, 4: 25–28 (in Ukrainian).
- Shevchenko E.F., Sirota T.A. 1983. Generation potential of carboniferous deposits of the Dnieper-Donets Basin. *Oil and Gas Industry*, 1: 22–24 (in Russian).

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.314139>

УДК 551.71/.72; 552.11/.13/.163

E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua,
<https://orcid.org/0000-0001-7649-9432>;
sheffchenko@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0001-5680-1876>

Received / Надійшла до редакції:
28.10.2024

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
20.02.2025

Accepted / Прийнята:
10.04.2025

Keywords: Ukrainian Shield, granitoids,
ultrametamorphism, ultrametamorphic
formations, pluto-metamorphic
formations, autochthonous formations.

Ключові слова: Український щит, грані-
тоїди, ультраметаморфізм, ультрамета-
морфічні формації, плутоно-метамор-
фічні формації, автохтонні формації.

Структурно-петрологічні типи гранітоїдних формацій Українського щита: загальні відомості та автохтонні формації

В.П. Кирилюк^{1*}, О.М. Шевченко²

¹ Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна; ² ДНВП «Геоінформ
України», Київ, Україна

Structural-petrological types of granitoid formations of the Ukrainian Shield: general information and autochthonous formations

V.P. Kyrylyuk^{1*}, O.M. Shevchenko²

¹ Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine; ² SRDE "Geoinform Ukraine", Kyiv, Ukraine

Granitoids make up the most common group of rocks of the basement of the Ukrainian Shield. They have a long history of exploration and dismemberment. As a result, granitoids are well studied in material and geochronometric terms. But at the same time, the structural position of the majority of granitoid complexes is clearly insufficiently studied, and therefore the dismemberment of granitoids on the traditional petrographic and age (geochronometric) basis is constantly changing to this day.

More unambiguous and reproducible dismemberment is possible on the previously proposed geological and formational basis with the selection of a separate pluto-metamorphic class of granitoid formations as a natural association of metamorphic and plutonic rocks (Kyrylyuk et al., 1979). For these formations, their structural position can be determined in relation to the structural floors of the megablocks, to the stratigenic metamorphic complexes that form the basis of these floors, and even to individual supercrustal formations. In turn, data on the relationship between granitoid formations and stratigenic complexes and formations provide additional grounds for understanding their origin.

This approach made it possible to propose the selection of the following types of Precambrian granitoid formations of shields (Kyrylyuk, Svechnikov, 1994): plutonic-metamorphic autochthonous, paraautochthonous, paraallochthonous, and plutonic allochthonous formations. This division was used by us when compiling the "Overview tectonic map of the basement of the Ukrainian Shield" on a scale of 1:1,000,000. It is reflected in the legend of the map, and in this publication, a brief overview of the granitoid formations is given on the map, some general issues of dismemberment of granitoids of the Ukrainian Shield and the considered type of allochthonous pluto-metamorphic formations are covered. It was made on the example of the formations of the Podilskyi megablock, within which the autochthonous formations are best represented.

© Видавець Інститут геологічних наук
НАН України, 2025. Стаття опублікована за
умовами відкритого доступу за ліцензією
CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences
of the National Academy of Sciences of
Ukraine, 2025. This is an Open Access article
under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Цитування: Кирилюк В.П., Шевченко О.М. Структурно-петрологічні типи гранітоїдних формацій Українського щита: загальні відомості та автохтонні формації. *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 23–34. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.314139>

Citation: Kyrylyuk V.P., Shevchenko O.M. 2025. Structural-petrological types of granitoid formations of the Ukrainian Shield: general information and autochthonous formations. *Geologichnij zhurnal*, 2 (391): 23–34. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.314139>

Вступ

Гранітоїди Українського щита (УЩ), як й інших щитів давніх платформ, складають одну з найпоширеніших петрографічних груп регіону. Вони мають тривалу історію дослідження, розчленування та систематики. На початкових етапах вивчення, яке охоплювало тільки природно відслонені ділянки фундаменту УЩ, різні типи гранітоїдів виділялися виключно на основі петрографічних особливостей і називалися за місцем їхнього представницького прояву. Так були виокремлені «бердичівські», «житомирські», «кіровоградські», «уманські» та деякі інші граніти. З початком систематичного вивчення і геологічного картування фундаменту УЩ розпочалося вікове розчленування гранітоїдів: спершу на підставі їхнього передбачуваного зв'язку з формуванням різновікових стратигенних товщ протягом послідовних геотектонічних етапів, а згодом і за ізотопно-геохронометричними визначеннями. Були виділені численні вікові гранітоїдні комплекси, частина з яких успадкувала назви раніше виокремлених типових гранітів, поряд з якими у різних районах УЩ виділено ще багато комплексів з новими власними найменуваннями.

У першій ґрунтовній монографії, яка була присвячена гранітоїдам УЩ, усі комплекси згруповані за їхньою формаційною належністю, а самі формації віднесені до чотирьох вікових груп, що відповідали послідовним етапам розвитку УЩ. Для цих етапів авторами прийняті назви «прогеосинклінальний», «протогеосинклінальний», «субплатформений» та «платформений» етапи. За визначенням самих авторів, «значне місце в пропонованій читачеві книзі займає фактичний матеріал – опис конкретних комплексів. У дуже короткій довідковій формі викладені відомості про вивченість комплексів, їхній склад, геолого-структурну позицію, петрографію, породоутворюючі та акцесорні мінерали, петрохімію, вік та генезис» (Гранитоидные..., 1984, с. 4) (Тут і далі пер. з рос. наш. – В.К., О.Ш.). Ця характеристика згодом була доповнена даними про петрохімію, геохімію та рудоносність гранітоїдних комплексів у довідковому виданні (Гранитоиды..., 1993), в якому комплекси були згруповані за геологічними районами та зонами УЩ.

Ще одна фундаментальна праця відомого українського дослідника УЩ І.Б. Щербакова, в якій розглянуто всі гранітоїдні комплекси щита, вийшла друком у 2005 р. (Щербаков, 2005). В ній,

зокрема, сказано: «Автор не домагався вичерпної повноти опису численних петрографічних підрозділів, обмежуючись посиланням на першоджерела. У міру можливості він також не заглиблювався у проблеми геології, тектоніки та стратиграфії докембрію щита, намагаючись зупинитися лише на проблемах петрології» (Щербаков, 2005, с. 8) (Пер. наш. – В.К., О.Ш.). У монографії дійсно наведено ґрунтовний список використаної літератури, значна частина якої присвячена гранітоїдам.

З усього сказаного створюється враження, і воно певною мірою відповідає дійсності, про високий рівень вивчення гранітоїдів УЩ. Але це торкається лише їхнього речовинного складу та ізотопно-геохронометричного датування. І хоч в одній з ґрунтовних праць сказано, що в ній «викладено відомості про ... геолого-структурне положення ... гранітоїдних комплексів» (Гранитоидные..., 1984, с. 4) (Пер. наш. – В.К., О.Ш.), але з усіх згаданих та інших численних праць, які присвячені гранітоїдам УЩ, стає очевидною явно недостатньо вивчена геолого-структурна позиція гранітоїдів УЩ по відношенню до стратигенних комплексів, що їх вміщують, як і місце та роль гранітоїдів у загальній структурі регіону.

Дана робота має на меті розглянути саме цей аспект геології гранітоїдів УЩ та його пізнавальне наукове і прикладне значення, головне для цілей геологічного картування.

Загальні відомості

Для характеристики геолого-структурного співвідношення гранітоїдів зі стратигенними комплексами на території УЩ, як й в інших регіонах розвитку ранньодокембрійських комплексів, вже здавна використовували терміни «автохтонні граніти (гранітоїди)» та «алохтонні граніти». Однак ні чіткі критерії їхнього розділення, ні міра «автохтонності» чи масштаби «алохтонності» зазвичай не визначалися. З'явився навіть проміжний термін «параавтохтонний гранітоїд» і теж без його чіткого змістовного визначення. Максимального поширення ці терміни отримали у 1960–1970-х роках і найчастіше їх використовували у працях металогенічного спрямування. Це було зумовлено тим, що в той час поширеними були уявлення про металогенічну перспективність алохтонних гранітів і безперспективність автохтонних. Але у підсумку всі ці терміни, як правило, без відповідної аргументації зазвичай мали чисто умоглядний, «академічний» характер.

Вони так і не набули ніякого практичного застосування, з часом стали фактично синонімами «ультраметаморфічних» та «інтрузивних» гранітоїдів. Саме в такому сенсі вони показані вже понад 20 років тому і досі зберігаються у «Кореляційній хроностратиграфічній схемі Українського щита» (КХС УЩ) (Кореляційна..., 2004) і в матеріалах ДГК-200 під назвами «ультраметаморфічні (автохтонні та параавтохтонні) та інтрузивно-магматичні комплекси», а також залишаються у геологічних словниках (Геологический..., 2010, с. 292) з такими ж надто абстрактними визначеннями, непридатними для практичного використання.

Більш чітке і визначене застосування цих термінів стало можливим по відношенню до нового систематизаційного підрозділу гранітоїдів, а саме класу гранітоїдних геологічних формацій, який отримав назву «плутоно-метаморфічні формації» (ПМФ). Цей клас формацій, за визначенням його авторів (Кирилюк и др., 1979), позначає геологічні тіла, які складені закономірними наборами – парагенезисами – високотемпературних метаморфічних порід і гранітоїдних порід плутонічного вигляду. За своїм петрогенетичним змістом ПМФ близькі до раніше введеного в обіг поняття «ультраметаморфічні (ультраметагенні) формації», а у генетичному сенсі фактично і є ультраметаморфічними утвореннями. Але ці два терміни – «ультраметаморфічні формації» і «плутоно-метаморфічні формації» – принципово відрізняються за своїм породним обсягом і мають суттєві відмінності.

Головні змістовні відмінності полягають у наступному. Під назвами «ультраметаморфічні формації», так само, як і «ультраметаморфічні комплекси», що показують на сучасних геологічних картах і які за своїми обсягами відповідають одній або декільком формаціям, об'єднують тільки новоутворені ультраметаморфічні гранітоїди, тобто породи одного петрографічного класу, по відношенню до яких метаморфічні породи виступають лише як пасивний фон. Саме в такому обсязі, без участі метаморфічних порід, виділені ультраметаморфічні комплекси у КХС УЩ та показані на ДГК-200, в легендах яких метаморфічні породи, які разом з гранітоїдами реально знаходяться у кожному відслоненні чи свердловині, взагалі не фігурують. Натомість «плутоно-метаморфічні формації», як це показує сама назва, це закономірне співзнаходження – парагенезис – порід різних класів – і мета-

морфічних, і плутонічних – як рівноправних головних членів формацій. А у петрологічному аспекті для ПМФ визнається активна і часто навіть визначальна роль метаморфічного субстрату у формуванні їхнього складу. Таке включення до однієї формації порід різних класів та ще й нібито різновікових, послідовно сформованих, здається дещо незвичним. І тим не менш ознаками їхнього парагенетичного зв'язку виступають однакові РТ-умови формування – ізофаціальність – як метаморфічних, так і плутонічних порід, а також внутрішня структура формацій. Остання визначається формою та співвідношенням тіл як метаморфічних, так і плутонічних порід, що сформувалися одночасно внаслідок ультраметаморфізму. Тобто існуючу структуру ПМФ варто вважати ультраметаморфічною, як і форму тіл, що складають ПМФ.

Друга і головна відмінність «ультраметаморфічних» і «плутоно-метаморфічних» формацій полягає у наступному. Формування «ультраметаморфічних формацій» за своїм петрогенетичним змістом розуміється як «ультраметаморфізм на породному рівні» і розглядається зазвичай як процес перетворення (заміщення) будь-яких метаморфічних порід на плутонічні породи гранітного складу і є фактично синонімом терміна «гранітизація». Що ж до формування «плутоно-метаморфічних формацій», то цей процес розуміється як «ультраметаморфізм на геолого-формаційному рівні» і передбачає перетворення (заміщення) не порід, а вихідних метаморфічних формацій на новоутворені плутоно-метаморфічні формації, при цьому не лише суто гранітоїдного складу.

За такого підходу з'являються свого роду просторові координати у вигляді стратигенних метаморфічних комплексів, які утворюють основу структурних поверхів мегаблоків фундаменту щитів, у тому числі УЩ, та суперкрузастальних метаморфічних формацій, що складають ці стратигенні комплекси і відповідні структурні поверхи. Саме по відношенню до структурних поверхів та окремих суперкрузастальних формацій стало можливим визначення місця утворення та масштабів переміщення гранітоїдної складової ПМФ. Це й дозволило не лише конкретизувати по відношенню до ПМФ зміст уже існуючих термінів та їхніх визначень, але й виділити додатковий тип ПМФ. Було запропоновано виокремлення таких структурно-генетичних типів докембрійських гранітоїдних формацій

щитів давніх платформ (Кирилюк, Свешников, 1994): а) автохтонні ПМФ, що утворилися в результаті ізоморфного заміщення (перетворення) однієї суперкрустальної формації однією ПМФ; б) параавтохтонні ПМФ, які заміщують декілька суперкрустальних формацій і раніше утворені ПМФ, але в межах одного структурного поверху – структурно-формаційного комплексу (СФК); в) параалохтонні ПМФ, які утворилися шляхом перетворення приконтаткових метаморфічних формацій СФК суміжних структурних поверхів, з ознаками виникнення гранітоїдів у нижньому структурному поверсі (інфраструктурі) та їхнього часткового переміщення у верхній поверх (супраструктуру); г) алохтонні або плутонічні формації, які утворюють масиви, що повністю складені плутонічними породами, з можливими поодинокими ксенолітами метаморфічних порід стратигенних комплексів, які вміщують ці формації. Однак, як буде показано нижче, деякі з плутонічних формацій за своїм походженням і структурним положенням, вірогідно, теж можуть бути параалохтонними.

Автори запропонованої систематики вважали можливим її застосування для розчленування гранітоїдних асоціацій щитів і подолання деяких труднощів геологічного картування територій їхнього поширення. Нами цей поділ використано при складанні «Оглядової тектонічної карти фундаменту Українського щита» масштабу 1:1 000 000*. Він дає можливість більш чіткого уявлення про будову та петрологічні особливості структурних поверхів і СФК, які їх складають. Усі типи гранітоїдних формацій на карті виділені крапом і зафарбовані кольором структурних поверхів, у яких вони розташовані. При цьому ПМФ поряд з метаморфічними формаціями вважаються головними членами структурних поверхів, а плутонічні формації – їхніми другорядними складовими або «включенням» у структурних поверхах, за визначенням Ю.О. Косигіна та В.А. Кулиндишева (Косыгин, Кулындышев, 1981).

Варто зазначити, що ще раніше за наведену вище систематику всіх гранітоїдних формацій щитів стосовно тільки ПМФ був запропонований їхній поділ за характерними «негенетичними» – речовинними та структурними – ознаками (Кирилюк, Лысак, 1979). Цей поділ передусім мав на меті показати, що взагалі являє собою клас

ПМФ, зокрема підкреслити рівноправну роль в них метаморфічних і плутонічних порід. За особливостями речовинного складу ПМФ поділялися на дві категорії: коінцидентні та дезінцидентні (від французьких *coïncidente* – співпадаючий та *désincidente* – неспівпадаючий). До коінцидентних належать такі ПМФ, які мають близький склад метаморфічних і плутонічних порід, що свідчить про перетворення (заміщення) однієї суперкрустальної формації на одну ПМФ. У дезінцидентних формаціях склад гранітоїдного та метаморфічного парагенезисів не збігається, що свідчить або про заміщення різних формацій, або про інтенсивне алохімічне перетворення вихідних формацій. А як показує досвід вивчення цих формацій, в їхньому формуванні зазвичай задіяні обидва фактори. За структурно-петрологічною систематикою коінцидентні формації належать до автохтонного типу, а дезінцидентні – до параавтохтонного та параалохтонного типів.

Одночасно з поділом ПМФ за особливостями речовинного складу пропонувалося розрізняти їх і за внутрішньою будовою. В цьому аспекті виокремлювалися формації з пластово-лінзовою та бриловою структурою. У перших за приблизно рівного співвідношення метаморфічних і плутонічних порід (смугасті, пошарові, лінзові мігматити) обидві складові мають приблизно однакові форми, а при домінуванні плутонічних порід пластову та лінзову форми зберігають метаморфічні «включення» та тіньові ділянки в гранітоїдах. У брилових формаціях метаморфічні «включення» мають неправильну форму, кутасту або зі згладженими кутами і розміри від декількох сантиметрів до перших метрів. Різна структура плутоно-метаморфічних формацій може свідчити про різні тектонічні умови їхнього формування: пластово-лінзові ПМФ – у режимі занурення, стиснення та складчастості, а брилові – в режимі підняття та розтягнення.

Перед тим, як перейти до розгляду структурно-петрологічних типів гранітоїдних формацій УЩ та їхньої структурної позиції, нагадаємо, що головними структурними елементами фундаменту УЩ є мегаблоки та їхні структурні поверхи (Кирилюк, Шевченко, 2023). Основу структурних поверхів мегаблоків складають стратигенні метаморфічні (скорочено – стратометаморфічні) комплекси, серед яких розрізняють

* Карта доступна у додатковому матеріалі до статті за посиланням <http://geojournal.igs-nas.org.ua/article/view/314139/324261>

монофаціальні (ареальні) грануліто-гнейсові та амфіболіто-гнейсові комплекси, а також поліфаціальні (зональні) – зеленокам'яні, залізисто-кременисто-сланцеві та гнейсо-сланцеві комплекси. В свою чергу, стратометаморфічні комплекси складені метаморфічними формаціями: монофаціальні – суперкрудальними, а поліфаціальні – метаморфізованими. Грануліто-гнейсові комплекси часто і на значних територіях зазнали інтенсивного повторного метаморфізму – діафторезу – в умовах амфіболітової фації. На таких ділянках з діафторованими грануліто-гнейсовими комплексами асоціюють специфічні ПМФ.

Монофаціальні метаморфічні комплекси повсюдно, а поліфаціальні (зональні) гнейсо-сланцеві комплекси частково, лише у високотемпературних зонах, зазнали ультраметаморфізму, що призвело до формування ПМФ. Для цих асоціацій разом з асоціацією діафторованих гранулітів і супроводжуючих гранітоїдів було запропоновано назву «гранітно-метаморфічні комплекси» (Кирилюк, 1986). На щитах давніх платформ загалом, як і на УЩ, поширені гранулітові, діафторит-грануліт-гранітові, амфіболіт-гранітові та гранітно-гнейсо-сланцеві гранітно-метаморфічні комплекси. Ці комплекси складають основу структурних поверхів мегаблоків УЩ і з урахуванням структурної позиції відповідають СФК. У зеленокам'яних і залізисто-кременисто-сланцевих комплексах прояви ультраметаморфізму достеменно не встановлені, і тому вони виділяються як структурні поверхи і відповідні СФК без супутніх гранітоїдів.

На даний час склалися різні схеми мегаблокового районування фундаменту УЩ (Дранник и др., 2003; Кореляційна..., 2004; Кирилюк, 2007; Тектонічна..., 2007). Нами прийнята схема поділу фундаменту УЩ на шість мегаблоків: Подільський (гранулітовий), Приазовський (грануліт-діафторитовий), Бузько-Росинський (грануліт-амфіболітовий), Придніпровський (амфіболіт-зеленокам'яний, більше відомий як граніт-зеленокам'яний), Волинський та Інгульський (гранітно-гнейсо-сланцеві) (Кирилюк, 2007). Змістовні назви мегаблоків, які наведені в дужках, присвоєні на підставі провідних стратометаморфічних комплексів, які складають основу структурних поверхів мегаблоків. Мегаблоки та їхні структурні поверхи, які прийняті у цій публікації, показані на «Оглядовій тектонічній карті фундаменту Українського щита».

Саме на цій карті наведені й усі структурно-петрологічні типи гранітоїдних формацій УЩ, про які йдеться нижче.

Але перед тим, як перейти до їхнього розгляду, зазначимо, що дана стаття не передбачає і не містить скільки-небудь повної речовинної характеристики формацій, яку можна знайти у названих вище та багатьох інших публікаціях. Вона передусім має методичне призначення, яке покликане продемонструвати інший підхід до розчленування та геологічного картування гранітоїдних асоціацій щитів, який альтернативний до існуючого їхнього вікового розчленування. Сучасний традиційний підхід до розчленування та картографування площ поширення гранітоїдів від самого початку орієнтований на окреслення на картах передбачених легендами заздалегідь визначених різновікових асоціацій (комплексів) тільки гранітоїдних порід, як правило, без чітких діагностичних структурно-речовинних ознак гранітоїдів різних комплексів. Натомість геолого-формаційний підхід, що пропонується, має починатися з чисто емпіричного структурно-речовинного виокремлення формацій на підставі виявлення й обмеження на карті тіл, які складені парагенезисом плутонічних і метаморфічних порід або тільки плутонічних без «включень» з їхньою наступною петрологічною та віковою інтерпретацією.

Більша частина назв ПМФ, які наведені нижче, вже були використані при складанні «Карты геологических формаций докембрия Украинского щита» (Карта..., 1991), деякі назви були змінені, а окремі використані вперше. Повний перелік назв плутоно-метаморфічних і плутонічних формацій наведено в умовних позначеннях до «Оглядової тектонічної карти фундаменту Українського щита» масштабу 1:1 000 000 та в заключній третій частині цієї публікації.

Типові гранітоїдні формації Українського щита

Обсяг однієї навіть розгорнутої журнальної публікації не дає можливості систематично і повно розглянути всі гранітоїдні комплекси і формації УЩ, тим паче, що деякі з них вимагають подальшого вивчення їхньої структурної позиції та визначення належності до структурно-петрологічних типів. Тому в цій роботі передусім йдеться тільки про ті з них, які найбільш чітко характеризують окремі структурно-петрологічні типи гранітоїдних формацій у різних мегаблоках,

а більшість комплексів і формацій впевнено або імовірно віднесена до того чи іншого типу. Крім того, варто зазначити, що в цій статті розглянуто тільки ті гранітоїдні формації, які пов'язані з формуванням стратигенних комплексів структурних поверхів мегаблоків. У ній залишилися поза увагою автономні в цьому відношенні рапаківігранітна формація Коростенського та Новомиргородського масивів, гранітна і лужногранітна формації поліформаційного східноприазовського комплексу і гранітоїди вулканоплутонічної асоціації Волино-Поліського поясу.

Автохтонні плутоно-метаморфічні формації.

Гранітоїдні формації, що можуть бути прийняті як «зразок» (петротип) того чи іншого структурно-петрологічного типу гранітоїдних формацій, зазвичай розташовані в різних мегаблоках, що зумовлено різною геологічною будовою й історією мегаблоків. Автохтонні ПМФ найбільш чітко проявлені у Подільському гранулітовому мегаблоці, в якому взагалі наявні гранітоїдні ПМФ лише одного структурно-петрологічного типу. В інших мегаблоках поширені формації, які належать до різних типів і проявлені з різним ступенем виразності, при цьому деякі з них можуть відігравати роль петротипів.

В Подільському мегаблоці розвинутий один дністровсько-бузький гранулітовий гранітно-метаморфічний комплекс. Його можна вважати таким, що складає верхній структурний поверх мегаблоку, оскільки підосва комплексу й утворення, які б його підстеляли, невідомі. Як гранітно-метаморфічний комплекс, що є наповненням структурного поверху, він заслуговує на виділення в якості самостійного дністровсько-бузького СФК, використовуючи для цього назву стратиграфічної серії, яка складає основу поверху.

На території Подільського мегаблоку домінують породи плутонічного вигляду, які традиційно вважаються «гранітоїдами», хоч і відрізняються за своїм петрографічним і петрохімічним складом від нормативного петрографічного ряду групи кислих магматичних порід. Серед них вже давно виділяли три чітко відмінні групи плутонічних порід: 1) гранатові та кордієрит-гранатові породи, які отримали назву «бер-

дичівські» або «чудново-бердичівські граніти»; 2) група піроксенових порід чарнокіт-ендербітового ряду; 3) «апліто-пегматоїдні граніти» та супутні мігматити. Тривалий час усі вони вважалися інтрузивними магматичними породами, вихідні магми яких були нібито контаміновані породами різних за складом інтродованих товщ. З поширенням у 1950–1960-х роках уявлень про ультраметаморфічне походження більшості ранньодокембрійських гранітоїдів вони теж почали розглядатися як ультраметаморфічні утворення. При цьому Ю.Ір. Половинкіна, яка вперше висловила такі погляди стосовно західної частини УЩ, вважала різні петрографічні групи послідовними продуктами перетворення одних і тих же піроксенових кристалічних сланців, які тоді ще називалися «піроксен-плагіоклазовими гнейсами». Одночасно Ю.Ір. Половинкіна зазначала умовність поширення на ультраметаморфічні породи, зокрема на «бердичівські породи», назви «граніт» (Половинкіна, 1963).

З початком систематичних морфопарагенетичних геолого-формаційних досліджень західної частини УЩ (Лазько и др., 1970) було встановлено, що кожна з петрографічних груп «гранітоїдів» (плутонітів) західної частини УЩ вміщує ксенолітоподібні «включення» метаморфічних порід, які близькі за своїм петрографічним складом до «гранітоїдів», що їх вміщують, і відрізняються від них лише зовнішнім виглядом. Ці спостереження, поряд з наявністю у Подільському мегаблоці досить великих площових виходів власне метаморфічних товщ, дали можливість виокремити три суперкрустальні формації: 1) кінцигітову, 2) кальцифір-кристалосланцеву, 3) біотитових і біотит-гранатових гнейсів (Лазько и др., 1975)*. В запропонованій авторами на геолого-формаційній основі стратиграфічній схемі суперкрустальні формації побужького гранулітового комплексу були виділені відповідно як березнинська, тиврівська та зеленолевадівська світи, саме у такій стратиграфічній послідовності знизу вверху. Така послідовність базувалася на конкретних структурно-стратиграфічних спостереженнях, зроблених на відслонених ділянках Побужжя і Придністров'я, задокументованих і неодноразово опублікованих (Лазько и др., 1975 та ін.).

* Кальцифір-кристалосланцева формація пізніше була об'єднана з формацією гіперстенових гнейсів і кристалічних сланців (Лазько и др., 1975) під назвою «гіперстенова гнейсово-кристалосланцева формація», а формація біотитових і біотит-гранатових гнейсів отримала назву «лейкогранулітова формація» (Кирилюк, 1982).

Таблиця 1. Структурна позиція плутоно-метаморфічних формацій Подільського мегаблоку**Table 1.** Structural position of plutonic-metamorphic formations of the Podilskyi megablock

Структурний поверх	Структурно-формаційний комплекс	Суперкрудальні формації (світи)	Плутоно-метаморфічні формації (автохтонні)
Супраструктура	Дністровсько-бузький	Лейкогранулітова (зеленолевадівська)	Гнейсо-аляскітова
		Ендербіто-гнейсова (тиврівська)	Ендербітова
		Кінцигітова (березнинська)	Кінцигіт-гранітова

Згодом ці світи були введені до стратиграфічних схем докембрію УЩ як тиврівська, березнинська та зеленолевадівська товщі. Але при цьому для них безпідставно змінено стратиграфічну послідовність березнинської і тиврівської світ, і таке явно спотворене співвідношення досі зберігається у чинній КХС УЩ (Кореляційна..., 2004).

Саме під час цих систематичних геолого-формаційних досліджень було вперше доказово встановлено перетворення (заміщення) конкретних суперкрудальних формацій на конкретні ультраметаморфічні (згодом плутоно-метаморфічні) формації та квазіізохімічний характер цього перетворення: кінцигітової формації на формацію біотит-гранатових бластитів (згодом кінцигіт-гранітову формацію), формації гіперстенових гнейсів і кристалічних сланців – на формацію ендербітів (гіперстенових бластитів), а формації біотитових і біотит-гранатових гнейсів – на формацію біотитових граніто-гнейсів, згодом – гнейсо-аляскітову плутоно-метаморфічну формацію. Такі співвідношення між метаморфічними та плутоно-метаморфічними формаціями невдовзі отримали практично загальне визнання. Так, в одній з наступних публікацій сказано, що «перераховані товщі та розвинені по них ультраметаморфічні утворення чітко картується, про що переконливо говорять геологічні карти масштабу 1:50 000 зі звітів П.Ф. Брацлавського та ін. (1979), В.В. Зюльцле та ін. (1980), В.Д. Гейко та ін. (1982)» (Докладная..., 1983, с. 13) (Пер. наш. – В.К., О.Ш.). І.Б. Щербаков з цього приводу писав: «Вихідний матеріал для чарнокітоїдів і бердичівських гранітів різний. Якщо чарнокітоїди формувалися, як вважають багато геологів, за рахунок архейських порід – тиврівської товщі або гайворонських ендербітів, то бердичівські граніти – за рахунок березнинської товщі» (Щербаков, 2005, с. 146) (Пер. наш. – В.К., О.Ш.). І далі: «Є.М. Лазько та інші виділили ці породи (раніше сказано «рожеві гнейсо-граніти та м'ясо-червоні граніти»,

уточнення наше. – В.К., О.Ш.) як формацію біотитових граніто-гнейсів, вважаючи, що вони так само нерозривно пов'язані з породами суперкрудальної формації біотитових і біотит-гранатових гнейсів, як бердичівські граніти – з березнинською товщею» (Щербаков, 2005, с. 146) (Пер. наш. – В.К., О.Ш.).

Таким чином, за сучасними даними в Подільському мегаблоці поширені релікти трьох суперкрудальних формацій, які на більшій частині території мегаблоку заміщені (перетворені) на три автохтонні ПМФ (табл. 1). Порівняння петрохімічного складу «плутонічних гранітоїдів» ПМФ та включень в них метаморфічних порід показує їхню близькість, а також зазвичай і менший вміст SiO_2 в гранітоїдах порівняно з вихідними метаморфічними породами. Таке явище підтверджене порівнянням хімічних аналізів проб метаморфічних порід березнинської світи з «чудново-бердичівськими гранітами», які їх заміщують, відібраними в одних і тих же відслоненнях (табл. 2). Подібні ж співвідношення складів метаморфічних і плутонічних порід характерні і для інших гранулітових ПМФ, узагальнені результати порівняння яких наведено у табл. 3. Усе це свідчить про провідну роль кристалобластезу у процесі утворення ПМФ, у зв'язку з чим на початку їхнього геолого-формаційного вивчення вони й отримали назву «формацій бластитів» (Лазько и др., 1975).

Ми свідомо приділили в цій роботі більшу увагу автохтонним ПМФ порівняно з іншими, зокрема з наведенням даних хімічних аналізів, з декількох причин. По-перше, вони значно розширюють в теоретичному аспекті уявлення про «ультраметаморфізм», під яким зазвичай розуміють лише «накладену» ювенільну алохімічну «гранітизацію». Автохтонні ПМФ гранулітового комплексу Побужжя та Придністров'я являють собою приклад масового прояву на великій території іншого виду, який можна назвати «квазіізохімічний кристалобластичний ультраметаморфізм».

Таблиця 2. Порівняння хімічних складів метаморфічних і плутонічних порід кінцигіт-гранітової формації
Table 2. Comparison of chemical compositions of metamorphic and plutonic rocks of the kinzigite-granite formation

Номери відслонень	3		779		138		139		2		144		65-1		65-5	
Номери проб	3/2	3/1	779/5	779/6	138/3	138/2	139/7	139/3	2/2	2/1	144/2	144/3	65-1/3	65-1/1	65-5/2	65-5/1
Породи	Гнейс	Граніт	Гнейс	Граніт	Гнейс	Граніт	Гнейс	Граніт	Гнейс	Граніт	Гнейс	Граніт	Гнейс	Граніт	Гнейс	Граніт
SiO ₂	65,67	64,87	68,16	61,66	71,16	64,31	70,36	67,60	70,55	64,17	72,92	64,68	69,92	67,84	65,94	65,14
TiO ₂	0,63	0,66	0,70	0,68	0,63	0,99	0,37	0,21	0,59	0,71	0,65	0,78	0,62	0,62	0,77	0,57
Al ₂ O ₃	16,74	17,05	14,78	17,45	13,85	15,65	13,55	15,44	13,81	16,62	13,77	18,99	14,35	16,55	16,17	16,12
Fe ₂ O ₃	–	0,34	–	1,75	2,55	3,90	1,64	2,07	0,62	0,62	3,13	2,01	0,27	0,59	0,84	1,90
FeO	5,07	4,73	5,17	4,89	3,05	2,76	4,16	4,19	5,21	6,41	2,00	3,21	4,60	4,19	5,99	5,99
MnO	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	сл.	0,02	0,03	0,10	0,10	0,05	0,01	0,05	0,03	0,06	0,05
MgO	2,90	2,29	3,18	2,38	1,70	2,05	2,93	1,58	2,07	3,12	1,43	2,49	1,34	1,70	2,62	2,06
CaO	3,45	2,50	2,56	2,91	2,55	2,65	2,69	2,69	3,57	2,95	2,89	2,44	4,29	2,93	3,86	2,50
Na ₂ O	3,10	2,96	1,56	3,09	3,03	3,64	2,99	2,35	2,79	3,16	2,80	3,17	3,11	3,57	2,47	2,84
K ₂ O	1,70	2,88	3,15	3,07	1,40	3,25	1,63	2,83	0,51	1,39	0,99	2,41	1,07	1,79	1,09	2,12
H ₂ O	–	–	–	0,10	0,12	0,17	0,09	0,09	–	–	0,09	0,02	–	–	–	–
P ₂ O ₅	0,01	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,05	0,04	0,03	0,03
В.п.п	0,87	1,73	1,00	1,54	0,23	0,47	0,17	0,26	0,58	1,15	0,21	0,47	0,83	0,97	0,86	1,32
Сума	100,2	100,07	100,33	99,59	100,36	99,84	99,60	100,24	100,40	100,40	100,33	100,68	100,45	100,78	100,67	100,71

Примітки. Відслонення 3 – кар'єр у с. Бродецьке: 3/2 – гранат-біотитовий гнейс (середнє з трьох аналізів), 3/1 – гранат-біотитовий граніт з кордієритом (середнє з чотирьох аналізів). Відслонення 779 – кар'єр у м. Острополь: 779/5 – біотит-гранатовий гнейс, 779/6 – антипертитовий гранатовий граніт. Відслонення 138 – лівий берег р. Півд. Буг, нижче с. Кудинка (Кудинківський кар'єр): 138/3 – біотит-гранатовий гнейс, 138/2 – антипертитовий гранатовий граніт. Відслонення 139 – лівий берег р. Півд. Буг, 0,8 км нижче Кудинківського кар'єру: 139/7 – біотит-гранатовий гнейс, 139/3 – антипертитовий гранатовий граніт. Відслонення 2 – кар'єр у с. Іванів: 2/2 – гранатовий гнейс (середнє з трьох аналізів), 2/1 – антипертитовий гранатовий граніт (середнє з чотирьох аналізів). Відслонення 144 – правий берег р. Півд. Буг, напроти нижнього Кудинківського кар'єру: 144/2 – біотит-гранатовий гнейс, 144/3 – антипертитовий гранатовий граніт. Відслонення 65-1 – лівий берег р. Роста-виця, кар'єр у с. Белілівка, C5-1/3 – гранат-біотитовий гнейс, 65-1/1 – біотит-гранат-кордієритовий граніт. Відслонення 65-5 – кар'єр у с. Дергани: 65-5/2 – гранат-біотитовий гнейс, 65-5/1 – біотит-кордієрит-гранатовий граніт. Аналізи виконано в Проблемній науково-дослідній лабораторії геологічних формацій Львівського державного університету ім. Івана Франка у 1968–1970 рр.

Notes. Outcrop 3 – quarry in the village of Brodetske: 3/2 garnet-biotite gneiss (average of 3 analyses), 3/1 – garnet-biotite granite with cordierite (average of 4 analyses). Outcrop 779 – quarry in the town of Ostropol: 779/5 – biotite-garnet gneiss, 779/6 – antiperthite garnet granite. Outcrop 138 – left bank of the Southern Bug River below village Kudynka (Kudynkivskyi quarry): 138/3 – biotite-garnet gneiss, 138/2 – antiperthite garnet granite. Outcrop 139 – left bank of the Southern Bug River, 0.8 km below the Kudynki quarry: 139/7 – biotite-garnet gneiss, 139/3 – antiperthite garnet granite. Outcrop 2 – quarry in the village of Ivaniv: 2/2 – garnet gneiss (average of 3 analyses), 2/1 – antiperthite garnet granite (average of 4 analyses). Outcrop 144 – right bank of the Southern Bug River opposite the lower Kudynkivskyi quarry: 144/2 – biotite-garnet gneiss, 144/3 – antiperthite garnet granite. Outcrop 65-1 – left bank of the Rostavitsia River, quarry in the village of Belilivka, C5-1/3 – garnet-biotite gneiss, 65-1/1 – biotite-garnet-cordierite granite. Outcrop 65-5 – quarry in the village of Dergany: 65-5/2 – garnet-biotite gneiss, 65-5/1 – biotite-cordierite-garnet granite. The analyses were performed at the Problem Scientific Research Laboratory of Geological Formations of the Ivan Franko State University of Lviv in 1968–1970.

По-друге, незважаючи на давно обґрунтовані висновки про квазіізохімічний склад, порівняно з вихідними породами, не тільки бердичівських гранітів, але й більшості інших гранулітових «гранітоїдів» Побужжя і Придністров'я, та провідну роль кристалобластезу в їхньому формуванні, ще й досі висловлюються інші уявлення про їхнє утворення. Наприклад, у відносно нещодавніх публікаціях знаходимо, що «більшість дослідників все ж таки вважають

(а не доводять – курсив наш. – В.К., О.Ш.), що вирішальним фактором виникнення «бердичівських (чудново-бердичівських) гранітів» служив анатексис» (Петриченко и др., 2011, с. 38) (Пер. наш. – В.К., О.Ш.) і що «формування бердичівських гранат-біотитових гранітоїдів відбувалося ... в результаті палінгенно-анатектичного плавлення» (Степанюк та ін., 2015, с. 63). Проте наведені вище дані порівняння складів метаморфічних порід і «бердичівських гранітів»,

Таблиця 3. Порівняння хімічних складів метаморфічних і плутонічних порід автохтонних формацій побузького гранулітового комплексу**Table 3.** Comparison of chemical compositions of metamorphic and plutonic rocks of autochthonous formations of the Pobuzkyi granulite complex

Компоненти	Кінцигітова та кінцигіт-гранітова формації			Ендербіто-гнейсова та ендербітова формації			Лейкогранулітова та гнейсо-алаяскітова формації		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	66,77	68,10	65,68	58,40	61,95	62,07	69,61	72,91	70,56
TiO ₂	0,64	0,62	0,58	0,75	0,58	0,53	0,29	0,21	0,33
Al ₂ O ₃	14,91	14,80	16,04	15,16	15,39	17,34	15,36	14,35	14,90
Fe ₂ O ₃	1,08	1,16	1,78	2,00	1,29	1,27	0,91	0,51	1,48
FeO	4,91	4,60	4,04	6,33	5,04	4,35	2,11	0,99	1,17
MnO	0,06	0,06	0,06	0,11	0,09	0,07	0,05	0,01	0,04
MgO	2,86	2,32	2,09	4,89	3,34	2,69	1,37	0,78	0,68
CaO	3,23	2,97	2,42	7,10	6,13	5,61	2,36	1,68	1,95
Na ₂ O	2,81	2,86	3,16	3,10	3,41	3,91	3,09	3,08	3,08
K ₂ O	1,65	1,68	2,99	1,51	1,61	1,12	3,59	4,10	4,30
H ₂ O	0,06	0,04	0,13	0,12	0,14	0,16	0,13	0,13	0,18
P ₂ O ₅	0,08	0,05	0,06	0,12	0,12	0,10	0,06	0,07	0,06
CO ₂	0,07	0,08	0,04	0,11	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08
SO ₃	0,04	0,02	0,02	0,21	0,26	0,02	0,01	-	0,05
В.п.п	0,99	0,79	0,91	0,97	0,90	0,73	0,76	0,65	0,63
Сума	100,16	100,15	99,91	100,88	100,33	100,03	99,75	99,53	99,49

Примітки: 1 – валовий склад кінцигітової формації (включно з гіперстенемісними кристалічними сланцями – 30 аналізів), 2 – середній склад гранатемісних гнейсів кінцигітової формації (20 аналізів), 3 – середній склад чудново-бердичівських гранітів (13 аналізів), 4 – валовий склад ендербіто-гнейсової формації (включно з гіперстенемісними основними кристалічними сланцями – 67 аналізів), 5 – середній склад гіперстенемісних плагіогнейсів і кристалічних сланців середнього складу ендербіто-гнейсової формації (47 аналізів), 6 – середній склад ендербітів ендербітової формації (32 аналізи), 7 – валовий склад лейкогранулітової формації (включно з гіперстенемісними плагіогнейсами і кристалічними сланцями – 47 аналізів), 8 – середній склад лейкократових гнейсів лейкогранулітової формації (16 аналізів), 9 – середній склад гранітоїдів гнейсо-алаяскітової формації (32 аналізи).

Notes: 1 – gross composition of the kinzigite formation (including hypersthene-containing crystalline schists – 30 analyses), 2 – average composition of garnet-containing gneisses of the kinzigite formation (20 analyses), 3 – average composition of the Chudново-Berdychiv granites (13 analyses), 4 – gross composition of the enderbite-gneiss formation (including hypersthene-containing basic crystalline schists – 67 analyses), 5 – average composition of hypersthene-containing plagiogneisses and crystalline schists of average composition of the enderbite-gneiss formation (47 analyses), 6 – average composition of enderbites of the enderbite formation (32 analyses), 7 – gross composition of the leucogranulite formation (including hypersthene-containing plagiogneisses and crystalline schists – 47 analyses), 8 – average composition of leucocratic gneisses of the leucogranulite formation (16 analyses), 9 – average composition of granitoids of the gneiss-alaskite formation (32 analyses).

як і сам хімічний склад останніх, дуже далекий від анатектичного, не дають ніяких підстав для подібних висновків. При цьому варто підкреслити, що петрохімічний склад «бердичівських гранітів» є дуже витриманим, що підтверджують результати їхнього вивчення не одним поколінням дослідників (табл. 4). А до проявів анатексису у кінцигіт-гранітовій формації, вірогідно, можна віднести лише гніздові і жильні тіла лейкократових та аляскітових (так званих «апліто-пегматоїдних») гранітів. Вони обмежено поширені в кінцигіт-гранітовій та ендербітовій ПМФ і ширше – у гнейсо-алаяскітовій ПМФ, чому, очевидно, сприяв склад вихідної лейкогранулітової формації.

Тут доречно зупинитися ще на одній закономірності, яка виявлена під час порівняння петрохімічних складів вихідних метаморфічних порід і «гранітоїдів» Побужжя. Це порівняння показує, що так звані «гранітоїди» не лише не наближаються за своїм петрохімічним складом до нормативних гранітів, як це відбувається під час «ультраметаморфічної гранітизації», а зазвичай навпаки віддаляються від них у зв'язку зі зменшенням вмісту SiO₂. Петрологічний аспект цього явища поки що не має теоретичного обґрунтування, а от його можливі наслідки спостерігаються повсюдно у вигляді жильних і гніздових тіл кварцу з характерним блакитнуватим і бузковим забарвленням.

Таблиця 4. Середній хімічний склад бердичівських гранітів
Table 4. Average chemical composition of Berdychivski granites

Компоненти	1	2	3	4	5
SiO ₂	66,61	65,98	66,28	<u>66,62</u> 2,45	<u>65,68</u> 2,47
TiO ₂	0,43	0,55	0,59	<u>0,47</u> 0,24	<u>0,58</u> 0,32
Al ₂ O ₃	15,62	15,30	15,82	<u>15,82</u> 1,32	<u>16,04</u> 1,18
Fe ₂ O ₃	0,83	0,56	1,64	<u>1,54</u> 1,37	<u>1,87</u> 1,58
FeO	4,42	5,30	4,62	<u>3,90</u> 1,66	<u>4,04</u> 1,52
MnO	0,06	0,05	0,09	<u>0,05</u> 0,04	<u>0,06</u> 0,05
MgO	2,00	2,24	2,17	<u>1,94</u> 0,69	<u>2,09</u> 0,75
CaO	2,28	2,11	2,02	<u>2,20</u> 0,63	<u>2,42</u> 0,50
Na ₂ O	3,20	2,96	2,82	<u>3,32</u> 0,70	<u>3,16</u> 0,29
K ₂ O	3,80	2,81	2,86	<u>3,14</u> 1,20	<u>2,99</u> 1,16
H ₂ O	–	0,15	0,39	<u>0,21</u> 0,18	<u>0,13</u> 0,13
P ₂ O ₅	–	0,08	0,03	<u>0,11</u> 0,18	<u>0,06</u> 0,06
SO ₃	–	0,21	0,14	–	<u>0,02</u> 0,02
В.п.п	1,04	1,29	1,32	0,98	0,91
Сума	100,29	99,69	100,24	100,30	100,02

Примітки: 1 – (Усенко, 1955); 2 – (Доброхотов, 1971); 3 – (Рябоконе, Щербак, 1977); 4 – (Щербак, 1975), середнє по 43 аналізах; 5 – за даними В.П. Кирилюка (публікується вперше), середнє по 16 аналізах. У чисельнику показано середнє значення, у знаменнику – дисперсія.

Notes: 1 – (Usenko, 1955); 2 – (Dobrokhотов, 1971); 3 – (Ryabokon, Shcherbakov 1977); 4 – (Shcherbak, 1975), average of 43 analyses; 5 – according V.P. Kyrylyuk (published for the first time), average of 16 analyses. The numerator shows the average value, the denominator shows the variance.

Такі кварцові тіла характерні для кінцигіт-гранітової та ендербітової ПМФ і меншою мірою – для гнейсо-аляскітової формації, в якій «надлишок» SiO₂ при кристалобластезі і супутньому анатексису, ймовірно, входить в основному до складу жильних лейкократових та аляскітових гранітів і пегматитів.

Крім того, виокремлення автохтонних ПМФ має важливе значення для усвідомлення тектонічної будови територій, які вони охоплюють. Асоціації суперкрупних і відповідних автохтонних ПМФ утворюють великі деформовані стратиформні (пластові) тіла з орієнтовною потужністю

у декілька тисяч метрів кожне. При цьому вони зберігають первинне стратиграфічне положення у розрізах мегаблоків, що дає можливість визначити його загальну структуру, як це зроблено для Подільського мегаблоку і всього Побужжя (Кирилюк, 1982; Кирилюк, Шевченко, 2022). Північна частина Подільського мегаблоку зайнята асоціацією кінцигітової та кінцигіт-гранітової формацій. Ця асоціація у центральній частині і на більшій території південної частини мегаблоку чергується у приблизно рівних співвідношеннях з ендербіто-гнейсовою асоціацією. У крайній південній, придністровській частині мегаблоку до останньої приєднується гнейсо-аляскітова асоціація. З урахуванням стратиграфічної послідовності суперкрупних формацій-світ загальна структура мегаблоку виглядає як нахилена на південь монокліналь з розрахованим відносно невеликим нахилом «дзеркала складчастості» (до 30°). Ця монокліналь ускладнена складчастістю різного порядку – від великих складок суббрахіального типу з розмахом крил до перших десятків кілометрів до дрібних складок, які можна спостерігати в окремих відслоненнях.

Заключення

Гранітоїди складають найпоширенішу групу порід фундаменту УЩ і мають тривалу історію дослідження та розчленування. Внаслідок цього вони є добре вивченими у речовинному та геохронометричному відношенні. Але при цьому явно недостатньо досліджена структурна позиція більшості гранітоїдних комплексів, та й саме розчленування і виділення гранітоїдних комплексів на традиційній петрографічній та віковій (геохронометричній) основі донині постійно змінюється, як залишається нез'ясованою також їхня структурна позиція.

Більш однозначне розчленування можливе на запропонованій раніше геолого-формаційній основі з виділенням гранітоїдних плутоно-метаморфічних формацій як закономірних асоціацій метаморфічних і плутонічних порід. Для цих формацій може бути визначена їхня структурна позиція по відношенню до структурних поверхів мегаблоків, стратигенних метаморфічних комплексів, які складають основу цих поверхів, і навіть до окремих суперкрупних формацій. В свою чергу, дані про співвідношення гранітоїдних формацій із стратигенними комплексами і формаціями дають додаткові підстави для усвідомлення їхньої природи.

Такий підхід дозволив запропонувати виділення таких типів докембрійських гранітоїдних формацій щитів: плутоно-метаморфічні автохтонні, параавтохтонні, параалохтонні та плутонічні алохтонні формації. Цей поділ був використаний нами при складанні «Оглядової тектонічної карти фундаменту Українського щита» масштабу 1:1 000 000. Він відображений в її легенді, а в даній статті подається стислий огляд показаних на карті формацій.

В цій першій частині публікації висвітлені деякі загальні питання розчленування гранітоїдів УЩ і тип автохтонних плутоно-метаморфічних формацій на прикладі формацій Подільського мегаблоку, в межах якого цей тип найкраще виражений. В наступних публікаціях будуть розглянуті інші структурно-петрологічні типи гранітоїдних формацій, які представлені в різних мегаблоках УЩ, та зроблені загальні висновки.

Гранітоїди складають найпоширенішу групу гірських порід фундаменту Українського щита. Вони мають тривалу історію дослідження та розчленування, внаслідок чого гранітоїди є добре вивченими у речовинному та геохронометричному відношенні. Але при цьому недостатньо досліджена структурна позиція більшості гранітоїдних комплексів. Тому розчленування гранітоїдів на традиційній петрографічній та віковій (геохронометричній) основі донині постійно змінюється.

Більш однозначне і відтворюване розчленування можливе на геолого-формаційній основі з виділенням окремого плутоно-метаморфічного класу гранітоїдних формацій як закономірної асоціації метаморфічних і плутонічних порід. Для цих формацій може бути визначена їхня структурна позиція по відношенню до структурних поверхів мегаблоків, до стратигенних метаморфічних комплексів, які складають основу цих поверхів, і навіть до окремих суперкрустальних формацій. В свою чергу, дані про співвідношення гранітоїдних формацій із стратигенними комплексами і формаціями дають додаткові підстави для усвідомлення їхнього походження.

Такий підхід дозволив запропонувати виділення таких типів докембрійських гранітоїдних формацій щитів: плутоно-метаморфічні автохтонні, параавтохтонні, параалохтонні та плутонічні алохтонні формації. Цей поділ був використаний нами при складанні «Оглядової тектонічної карти фундаменту Українського щита» масштабу 1:1 000 000. Він відображений в легенді карти і розглянутий в даній публікації. В ній подано стислий огляд показаних на карті гранітоїдних формацій, висвітлено деякі загальні питання розчленування гранітоїдів Українського щита та розглянуто тип алохтонних плутоно-метаморфічних формацій. Це зроблено на прикладі формацій Подільського мегаблоку, в межах якого автохтонні формації найкраще представлені.

Список літератури

Геологический словарь. В 3-х т. Изд. 3-е, перераб. и доп.: Петров О.В. (гл. ред.). Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. Т. 1.

Гранитоидные формации Украинского щита. И.Б. Щербаков, К.Е. Есипчук, В.И. Орса, И.С. Усенко, Е.Н. Бартникий, Е.Н. Голуб, Б.А. Горлицкий, С.П. Кириллов, Л.И. Забияка, И.Д. Царовский, В.К. Осадчий. Киев: Наукова думка, 1984.

Гранитоиды Украинского щита. Петрохимия, геохимия, рудоносность. Справочник. К.Е. Есипчук, В.И. Орса, И.Б. Щербаков, Е.М. Шеремет, В.М. Скобелев, В.В. Рябоконь, Л.С. Галецкий, Б.С. Панов, А.А. Юшин, Л.В. Бочай, Е.Н. Голуб, В.В. Демьяненко, К.М. Бучинская, К.И. Свешников, Ю.Т. Сухоруков, Д.Н. Щербак, В.К. Осадчий, Ю.К. Пийяр, А.И. Самчук, А.С. Кушнир, А.В. Андреев, А.К. Чебуркин. Киев: Наукова думка, 1993.

Доброхотов С.Н. Граниты и чарнокиты Верхнего Побужья: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 1971.

Докладная записка по уточнению корреляционной стратиграфической схемы докембрийских образований Украинского щита. И.М. Этингоф, Я.П. Билинская, Б.З. Берзенин. Киев: Мингео УССР, 1983.

Дранник А.С., Костенко М.М., Есипчук К.Ю., Гейченко М.В., Глеваський Є.Б., Шутенко Л.М. Геолого-структурне районування Українського щита для уточнення стратиграфічної кореляції докембрійських утворень. *Мінер. ресурси України*. 2003. № 1. С. 26–29.

Карта геологических формаций докембрия Украинского щита. Масштаб 1:500 000. Объяснительная записка. В.П. Кирилюк, В.Д. Колий, В.И. Лашманов, А.М. Лысак, И.С. Паранько, В.Г. Пащенко, К.И. Свешников, А.А. Сиворонов, А.Г. Смоголюк, Г.М. Яценко при участии Б.З. Берзенина. Киев, 1991.

Кирилюк В.П. Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита (на формационной основе). Ст. 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея. *Геол. журн.* 1982. Т. 42 (204). № 3. С. 88–103.

Кирилюк В.П. Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000. Ч. 2. Тектоніка фундаменту Українського щита. Масштаб 1:2 000 000. Пояснювальна записка до «Тектонічної карти фундаменту Українського щита» масштабу 1:2 000 000. Київ: УкрДГРІ, 2007.

Кирилюк В.П. Условия формирования гранитно-метаморфических формационных комплексов щитов. *Магматические и метаморфические формации в истории Земли*. Новосибирск: Наука, 1986. С. 176–180.

Кирилюк В.П., Лысак А.М. Некоторые виды плутоно-метаморфических формаций Украинского щита. *Геология и корреляция кристаллических комплексов Восточно-Европейской платформы*: Тез. докл. III Регион. петрограф. совещ. Киев: Наукова думка, 1979. С. 122–123.

Кирилюк В.П., Лысак А.М., Свешников К.И. Методические указания по составлению карт формаций раннего докембрия Украины (для целей геологического картирования и металлогенического прогноза). Киев: Мингео УССР, 1979.

Кирилюк В.П., Свешников К.И. Структурно-генетическая тематика гранитоидных формаций щитов и ее использование при геологическом картировании. *Состояние, проблемы и задачи геологического картирования областей развития докембрия на территории России*: Тез. докл. Всерос. совещ. (8–10 февр. 1994 г.). Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 1994. С. 76–77.

Кирилюк В.П., Шевченко О.М. Визначальні структурні елементи фундаменту Українського щита (з досвіду складання оглядових карт геологічного змісту). *Мінер. ресурси України*. 2023. № 4. С. 27–37.

Кирилюк В.П., Шевченко О.М. Тектонічна будова та структурна еволюція побужького гранулітового комплексу. *Геологічна будова та корисні копалини України*: 36. тез Всеукр. наук. конф., 12–13 жовт. 2022 р. Київ, 2022. С. 351–354.

Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита. К.Ю. Есипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк, М.П. Щербак, Є.Б. Глеваський, В.М. Скобелев, А.С. Дранник, М.В. Гейченко. Київ: УкрДГРІ, НСК України, 2004.

- Косыгин Ю.А., Кулындышев В.А. Введение в тектоническую картографию. Москва: Недра, 1981.
- Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Геологические комплексы докембрия юго-западной части Украинского щита и принципы их выделения. *Сов. геология*. 1970. № 6. С. 28–43.
- Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Нижний докембрий западной части Украинского щита. (Возрастные комплексы и формации). Львов: Вища школа, 1975.
- Петриченко Е.В., Пономаренко А.Н., Самчук А.И. О генезисе бердичевских гранитов. *Геохімія та рудоутворення*. 2011. Вип. 30. С. 38–46.
- Половинкина Ю.Ир. О происхождении кордиеритовых гранитов – бердичевский гранит Украины. *Тр. ВСЕГЕИ. Петрограф. сб.* 1963. № 5. С. 115–121.
- Рябоконе В.В., Щербак И.Б. События Украинского щита и их генезис. Киев, 1977. 54 с. (Препр. / ИГФМ АН УССР).
- Степанюк Л.М., Пономаренко О.М., Петриченко К.В., Курило С.И., Довбуш Т.И., Сергеев С.А., Родіонов М.В. Уран-свинцева ізотопна геохронологія гранітоїдів Бердичівського типу Побужжя (Український щит). *Мінерал. журн.* 2015. Т. 37, № 3. С. 51–66.
- Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000. Ч. 1. Пояснювальна записка. Київ: УкрДГРІ, 2007. 132 с.
- Усенко И.С. О генезисе древних гранитоидов Украинского кристаллического щита. *Докл. АН СССР*. 1955. Т. 104, № 6. С. 895–896.
- Щербак Н.П. Петрология и геохронология докембрия западной части Украинского щита. Киев: Наукова думка, 1975.
- Щербак И.Б. Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005.
- ## References
- Correlation chronostratigraphic scheme of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (explanatory note). Yesypchuk K.Yu., Bobrov O.B., Stepanyuk L.M., Scherbak M.P., Glevaskiy E.B., Skobelev V.M., Drannik A.S., Geychenko M.V. 2004. Kyiv: UkrDGRI (in Ukrainian).
- Dobrohotov S.N. 1971. Granites and charnockites of the Upper Bug Area. Abstr. dis. ... candidate geol.-min. sci. Moscow (in Russian).
- Drannyk A.S., Kostenko M.M., Yesypchuk K.Yu., Geichenko M.V., Glevaskiy Ye.B., Shutenko L.M. 2003. Geological and structural zoning of the Ukrainian Shield for improving of the stratigraphic correlation of Precambrian formations. *Mineral resources Ukraine*, 1: 26–29 (in Ukrainian).
- Geological dictionary. In three volumes. Third edition, revised and additional. (Ch. ed. O.V. Petrov). 2010. St.-Petersburg: VSEGEI. 1 (in Russian).
- Granitoid formations of the Ukrainian Shield. I.B. Scherbakov, K.E. Esipchuk, V.I. Orsa, I.S. Usenko, E.N. Bartnitskiy, E.N. Golub, B.A. Gorlitskiy, S.P. Kirillov, L.I. Zabiaka, I.D. Tsarovskiy, V.K. Osadchiy. 1984. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Granitoids of the Ukrainian Shield. Petrochemistry, geochemistry, ore potential. Directory. K.E. Esipchuk, V.I. Orsa, I.B. Scherbakov, E.M. Sheremet, V.M. Skobelev, V.V. Ryabokon, L.S. Galetskiy, B.S. Panov, A.A. Yushin, L.V. Bochar, E.N. Golub, B.V. Demyanenko, K.M. Buchinskaya, K.I. Sveshnikov, Yu.T. Suhorukov, D.N. Scherbak, V.K. Osadchiy, Yu.K. Piyyar, A.I. Samchuk, A.S. Kushnir, A.V. Andreev, A.K. Cheburkin. 1993. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Kosygin Yu.A., Kulyindyishev V.A. 1981. Introduction to tectonic cartography. Moscow: Nedra (in Russian).
- Kyrylyuk V.P. 1986. Conditions for the formation of granite-metamorphic formation complexes of the shields. *Igneous and metamorphic formations in the history of the Earth*. Novosibirsk: Nauka, p. 176–180 (in Russian).
- Kyrylyuk V.P. 2007. Tectonic map of Ukraine. Scale 1:1,000,000. Part 2. Tectonics of the basement of the Ukrainian Shield. Explanatory note to the “Tectonic map of the basement of the Ukrainian Shield” on a scale of 1:2,000,000. Kyiv: UkrDGRI (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P. 1982. Stratigraphy of Precambrian of western part of the Ukrainian Shield (on a formational basis). Article 1. Stratigraphic complexes of Precambrian and formations of Early Archean. *Geologičnij žurnal*, 3 (42): 88–103 (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., Kolij V.D., Lashmanov V.I., Lyssak A.M., Paranko I.S., Paschenko V.G., Sveshnikov K.I., Sivoronov A.A., Smogolyuk A.G., Yatsenko G.M. at participation Berzenin B.Z. 1991. Map of geological formations of Precambrian of the Ukrainian Shield. Scale 1:500,000. Explanatory note. Kyiv (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., Lyssak A.M. 1979. Some types of pluto-metamorphic formations of the Ukrainian Shield. *Geology and correlation of crystalline complexes of the East European platform: abstracts of the III Regional Meeting Reports*. Kyiv: Naukova Dumka, p. 122–123 (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., Lyssak A.M., Sveshnikov K.I. 1979. Methodical pointing on drafting of maps of the formations of Early Precambrian of Ukraine (for the aims of geological cartography and metallogenic prognosis). Kyiv: Mingeo UkrSSR (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., Shevchenko O.M. 2023. Determining structural elements of the basement of the Ukrainian Shields (from the experience of compiling maps of geological content). *Mineral resources Ukraine*, 4: 27–37 (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P., Shevchenko O.M. 2022. Tectonic structure and structural evolution of the Bug Area granulite complex. *Geological structure and minerals of Ukraine*. Collection of Abstracts of the All-Ukrainian Scientific Conference. M.P. Semenchenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine. Kyiv, p. 351–354 (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P., Sveshnikov K.I. 1994. Structural-genetic systematics of granitoid formations shields and its use in geological mapping. *The status, problems and tasks of geological mapping of Precambrian development areas in Russia: theses of reports All-Russian Conference (February 8–10, 1994)*. St.-Petersburg: VSEGEI, p. 76–77 (in Russian).
- Lazko E.M., Kyrylyuk V.P., Sivoronov A.A., Yacenko G.M. 1970. Geological complexes of the Precambrian in the southwestern part of the Ukrainian Shield and principles of their detachment. *Soviet geology*, 6: 28–43 (in Russian).
- Lazko E.M., Kyrylyuk V.P., Sivoronov A.A., Yacenko G.M. 1975. Lower Precambrian of the western part of the Ukrainian Shield. (Age complexes and formations). Lvov: Vischa shkola (in Russian).
- Petrichenko K.V., Ponomarenko A. N., Samchuk A.I. 2011. About of the Berdichev granites genesis. *Geochemistry and ore formation*, 30: 38–46 (in Russian).
- Polovinkina Yu.Ir. 1963. About the origin of cordierite granite – the Berdychivsky granite of Ukraine. *Proceedings of the All-Union Geological Institute. Petrographic collection*, 5: 115–121 (in Russian).
- Ryabokon V.V., Scherbakov I.B. 1977. Sobites of the Ukrainian Shield and their genesis. Kyiv. 54 p. (Preprint / IGFM AN UkrSSR) (in Russian).
- Shcherbak N.P. 1975. Petrology and geochronology of the Precambrian of the western part of the Ukrainian Shield. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Shcherbakov I.B. 2005. Petrology of the Ukrainian Shield. Lvov: ZUKC (in Russian).
- Stepanyuk L.M., Ponomarenko O.M., Petrichenko K.V., Kurilo S.I., Dovbush T.I., Sergeev S.A., Rodionov N.B. 2015. Uranium-lead isotopic geochronology of Berdychiv type granitoids of the Bug Area (the Ukrainian Shield). *Mineralogical Journal*, 3 (37): 51–66 (in Ukrainian).
- Tectonic map of Ukraine. Scale 1:1,000,000. Part I. Explanatory note. 2007. Kyiv: UkrDGRI. 132 p. (in Ukrainian).
- The report to elaborate on the correlation stratigraphic scheme of Precambrian formations of the Ukrainian Shield. I.M. Jetinogof, Ya.P. Bilynskaya, B.Z. Berzenin. 1983. Kyiv: Mingeo UkrSSR (in Russian).
- Usenko I.S. 1955. On the genesis of ancient granitoids of the Ukrainian crystalline shield. *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 6 (104): 895–896 (in Russian).

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.314498>

UDR 551.7:553.041-032.3(477.7)

Geochemical and stratigraphic features of the Upper Jurassic formation in Southeastern Caucasus: Jimichay and Gilgilchay River basins (Azerbaijan)

E-mail: zabita.mehdiyeva@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0001-6421-7001>

Received / Надійшла до редакції:
03.01.2024

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
16.02.2025

Accepted / Прийнята:
10.04.2025

Z.N. Mehdiyeva

Institute of Geology and Geophysics of Azerbaijan's Ministry of Science and Education, Baku, Azerbaijan

Геохімічні та стратиграфічні особливості верхньоярської формації Південно-Східного Кавказу: басейни річок Джимічай та Гільгільчай (Азербайджан)

З.Н. Мехдієва

Інститут геології і геофізики Міністерства науки й освіти Азербайджану, Баку, Азербайджан

Keywords: Southeastern Caucasus, Upper Jurassic, sandstones, petrochemistry, siallites.

Ключові слова: Південно-Східний Кавказ, верхня юра, пісковики, петрохімія, сіаліти.

This study presents the results of a detailed investigation of Upper Jurassic carbonate-terrigenous deposits within the Side Range structural formation zone of the Southeastern Caucasus. The research involved stratigraphic profiling, spatial correlation of sections, and systematic mineralogical and geochemical analysis sampling. The deposits primarily consist of fine- to medium-grained sandstones, pelitic and microcrystalline limestones, argillites, and fine-grained conglomerates, indicating accumulation on a steep continental slope. Geochemical data show a consistent composition across stratigraphic levels, suggesting moderate sediment maturity and a predominantly mechanical origin. Based on the petrochemical parameters studied, the Upper Jurassic rocks have been classified as lithogenic formations, which do not contain volcanic or terrigenous-pyroclastic impurities. They are categorized as normal siallites and pseudosiallites.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Citation: Mehdiyeva Z.N. 2025. Geochemical and stratigraphic features of the Upper Jurassic formation in Southeastern Caucasus: Jimichay and Gilgilchay River basins (Azerbaijan). *Geologičnij žurnal*, 2 (391): 35–44. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.314498>

Цитування: Мехдієва З.Н. Геохімічні та стратиграфічні особливості верхньоярської формації Південно-Східного Кавказу: басейни річок Джимічай та Гільгільчай (Азербайджан). *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 35–44. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.314498>

Introduction

The Upper Jurassic deposits of the South-East Caucasus exhibit a complex mosaic structure and notable lithofacies variety, significantly complicating their stratigraphic interpretation. The scarcity of paleontological remains is particularly evident in the lower and middle sections, limiting the potential for biostratigraphic dating and correlation. However, despite extensive geological research conducted in recent decades (Khain, 1947; Vassoyevich et al., 1951; Shikhalibayly, 1956; Khain, Shardanov, 1957; Shurygin, 1961; Aghayev, Huseynov, 1973; Rostovtseva, 1992; Geology..., 2005; Kangarli, 2012; Kangarli et al., 2018), critical issues related to tectono-stratigraphic zoning and accurate age correlation of Upper Jurassic complexes in the Azerbaijani section of the Greater Caucasus remain unresolved. Upper Jurassic rocks' mineralogical and chemical composition has not been thoroughly examined. The investigation of the paleotectonic and paleoclimatic conditions surrounding the genesis of these deposits is especially noteworthy. This information is essential for developing validated sedimentation models in the eastern region of the Tethys Ocean. Contemporary tectonic theories require reevaluation in light of new field data from comprehensive lithological-stratigraphic, mineralogical, and structural studies of key Upper Jurassic sections in northern Azerbaijan. The collected data clarify the stratigraphic architecture of the Upper Jurassic complex and aid in reconstructing the sedimentary geodynamic environment, enhancing our understanding of the Alpine evolution in the Caucasus region and its role in the formation of late Mesozoic paleogeographic structures along the southern margin of the Eurasian continent.

The chemical composition of sedimentary rocks reflects the intricate interplay of climate, tectonic activity, and the availability of source materials during their formation (Strakhov, 1957; Rollinson, Pease, 2021). Since the mid-20th century, researchers have studied the chemical composition of sediments and the geochemical indicators derived from them to address various lithological and sedimentological issues (Yudovich, Ketris, 2000, 2011, 2018; Feyzullaev, Babazade, 2016; Obasi and Madukwe, 2016).

Materials and Methods

The rock samples collected by the author from various sections during fieldwork from 2015 to 2023 were analyzed under laboratory conditions. The chemical and mineral composition of the sediments was

analyzed at the Analytical Center of the Institute of Geology and Geophysics of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan. This analysis aimed to quantify the concentrations of essential rock-forming oxides and trace elements using an S8-Tiger wave-dispersive X-ray fluorescence spectrometer.

For the preparation of each sample, approximately 10 g was ground in an agate mortar to create a fine powder, after which a pressed powder method was utilized. The analytical accuracy achieved was within ± 0.5 for SiO_2 and Al_2O_3 , ± 0.17 for Fe_2O_3 and Na_2O , and ± 0.8 for MgO , K_2O , MnO , TiO_2 , and P_2O_5 . Mineralogical analysis was carried out using X-ray diffraction with a Miniflex 600 X-ray diffractometer. A quantitative evaluation of the mineral content in the samples was performed based on the intensity of the diffraction peaks.

Geological structure of the Upper Jurassic sections

Comprehensive studies indicate that the geological framework of the Southeast Caucasus in Azerbaijan encompasses deposits ranging from the Middle Jurassic to the Paleogene, with Upper Jurassic formations being particularly prominent. The most noticeable outcrops of Upper Jurassic deposits in the studied area are found in the Sudur, Shakhdag-Khyzy, and Guton-Gonagkend tectonic zones of the Side Range (Fig. 1). Studies have confirmed the presence of all Upper Jurassic stages in this area (Khain et al., 1951; Mammadov et al., 1985; Geology..., 2007). South of the Side Range structures, an area on the southern slope has thinner Malmian deep-water deposits in the pelagic sub-flysch facies.

In the Sudur zone, the Upper Jurassic succession includes the Tahirjal, Gushgala, and Gukhur suites, which together reach a thickness of about 500 meters. The lower portion of this sequence is characterized by lagoonal facies, which gradually transits to shelf facies at the upper levels. Red and black clay-rich rocks with sandstone interlayers and thin layers of limestone dominate the lower section. The number and thickness of the limestone and sandstone layers increase in the upper stratigraphic layers. Another significant feature of the Upper Jurassic rocks in the zone is their increasing thickness as one moves southward.

The Shahdag-Khyzy zone encompasses a vast area of Azerbaijan. Upper Jurassic rocks are crucial in forming allochthonous and autochthonous structural complexes within this structural-facial zone. The allochthonous Upper Jurassic facies comprises

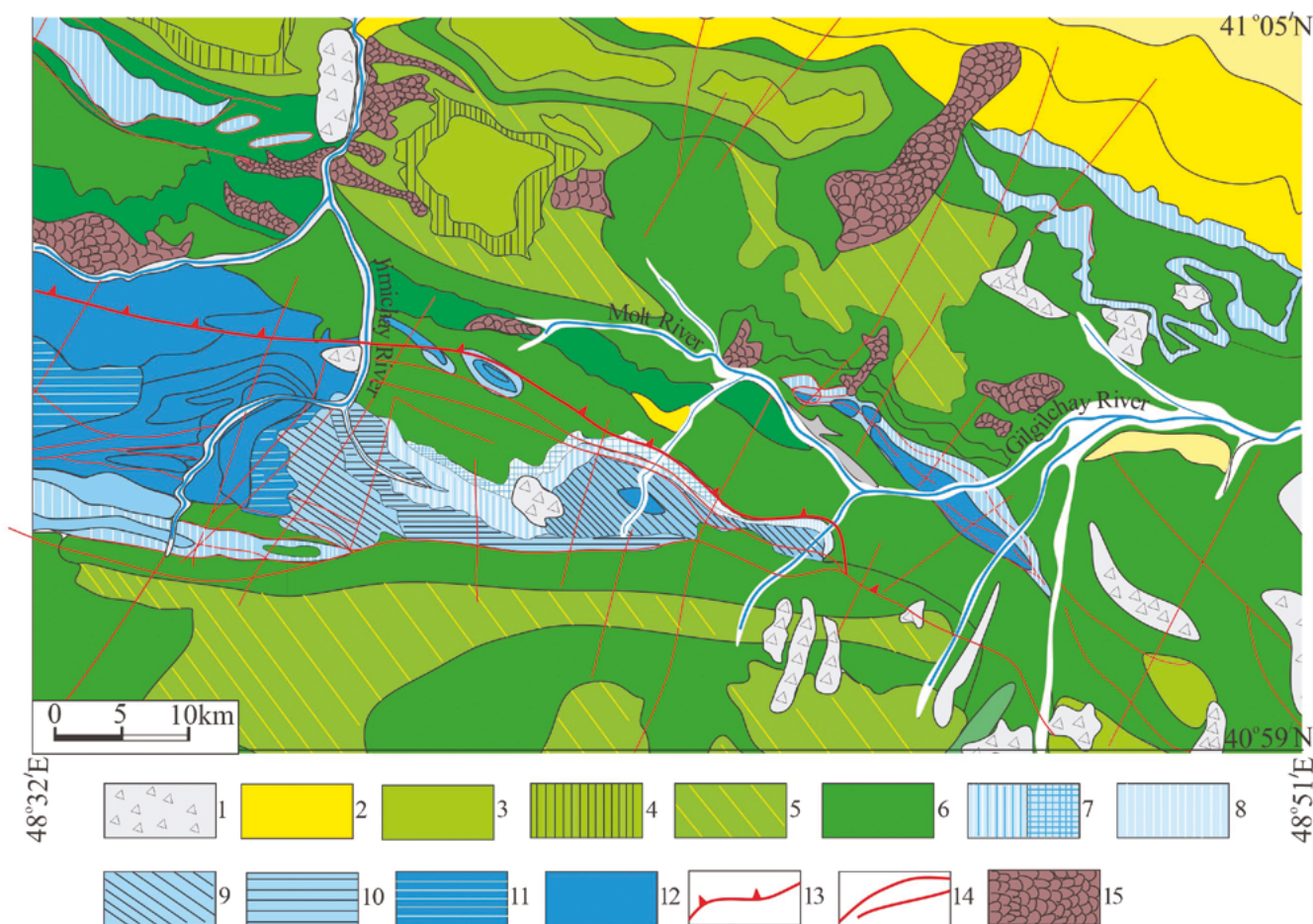


Fig. 1. Schematic geological map of the studied area: 1 – Quaternary deposits; 2 – Neogene-Paleogene; 3 – Campanian-Maastrichtian; 4 – Turonian, Santonian; 5 – Hauterivian-Barremian; 6 – Berriasian-Barremian; 7 – Kimmeridgian-Tithonian (Khashy and Gukhur suites); 8 – Oxfordian-Tithonian (Shahdag suite); 9 – Upper Callovian-Oxfordian; 10 – Oxfordian stage (Garovulustu suite); 11 – Bathonian stage; 12 – Aalenian stage; 13 – Major Caucasus overthrust; 14 – faults; 15 – allochthonous plates

an alternation of massive dolomites and dolomitized, sandy, biogenic-reef, multicolored limestones. Based on the location, the thickness of the carbonatite massif ranges from 150–200 to 750–900 meters.

To the east of the Gudialchay River meridian, the Upper Jurassic is in tectonic contact with the Middle Jurassic and Lower Cretaceous, forming the central part of the autochthonous complex (Geology..., 2005; Kangarli, 2012). The basal coarse-grained layers of the Upper Jurassic, found exclusively along the Gilgilchay River, are classified as the Molt Suite and dated to the Upper Callovian–Lower Oxfordian interval (Kangarli, Mehdiyeva, 2017). This suite consists of alternating thick beds of fine- to medium-pebble conglomerates and brownish-black argillites, gradually transitioning into interbedded clayey sandstones, gravelstones, and conglomerates, totaling 130 meters. The Molt Suite is overlain by a green-colored sequence of flysch-type deposits, which consist of alternating sandstones and siltstones. This sequence includes weakly calcareous

green siltstones of variable thickness and darker, non-calcareous, fissile interbeds of thin clay layers. This part of the sequence corresponds to the lower section of the Kimmeridgian Stage and is attributed to the Kyzylgasma Suite. Within this zone, the suite reaches a thickness of approximately 200 meters.

In the southern part of the Shahdag-Khyzy zone and within the Guton-Gonagkend zone, this complex consists of rhythmically interbedded carbonate, terrigenous, and clay formations, which are characteristic of continental slope and base-of-slope facies. The Upper Jurassic strata of the Guton-Gonagkend zone include the Garovulustu (Oxfordian), Kyzylgasma (Kimmeridgian), and Khashy (Tithonian) suites. Within the Guton-Gonagkend zone, two bands of Upper Jurassic formations are visible at the surface. The thickness of the section in the northern strip, which is exposed along the Istisuchay River and contributes to the formation of the northernmost structural features of the zone, is 230 m. Lithologically, these deposits con-

sist of alternating massive, thin-layered, gray, and greenish-gray sandstones with interlayers of argillites and siltstones.

The deposits of the southern strip are exposed in the bend of the Jimichai River beyond the south edge of the village of Gonagkend (see Fig. 1). They consist of coarse terrigenous flysch with a thickness exceeding 600 m. The suite features alternating dark-gray to black, occasionally greenish-gray argillites and massive (up to 1.0 m) fine- and medium-grained calcareous sandstones containing pebbles of dark argillites and rare interlayers of marly limestones

(60 m) (Khalifa-zadeh, Mehdiyeva, 2024). As one moves upward along the section, the thickness of sandy interbeds increases (1.5 m), with sandstones predominating in the middle. In both instances, the tectonic contact with the Middle Jurassic is mapped. Tithonian deposits (Khashy suites) are exposed in the Gilgilchay River's upper reaches along both Yerfi-Khashy anticline flanks. At the base of the Lower Khashy subsuite (175 m thick), there is a 7-meter-thick coarse-gravel basal conglomerate layer containing large boulders and blocks of limestone, as well as angular fragments of calcite and gypsum.

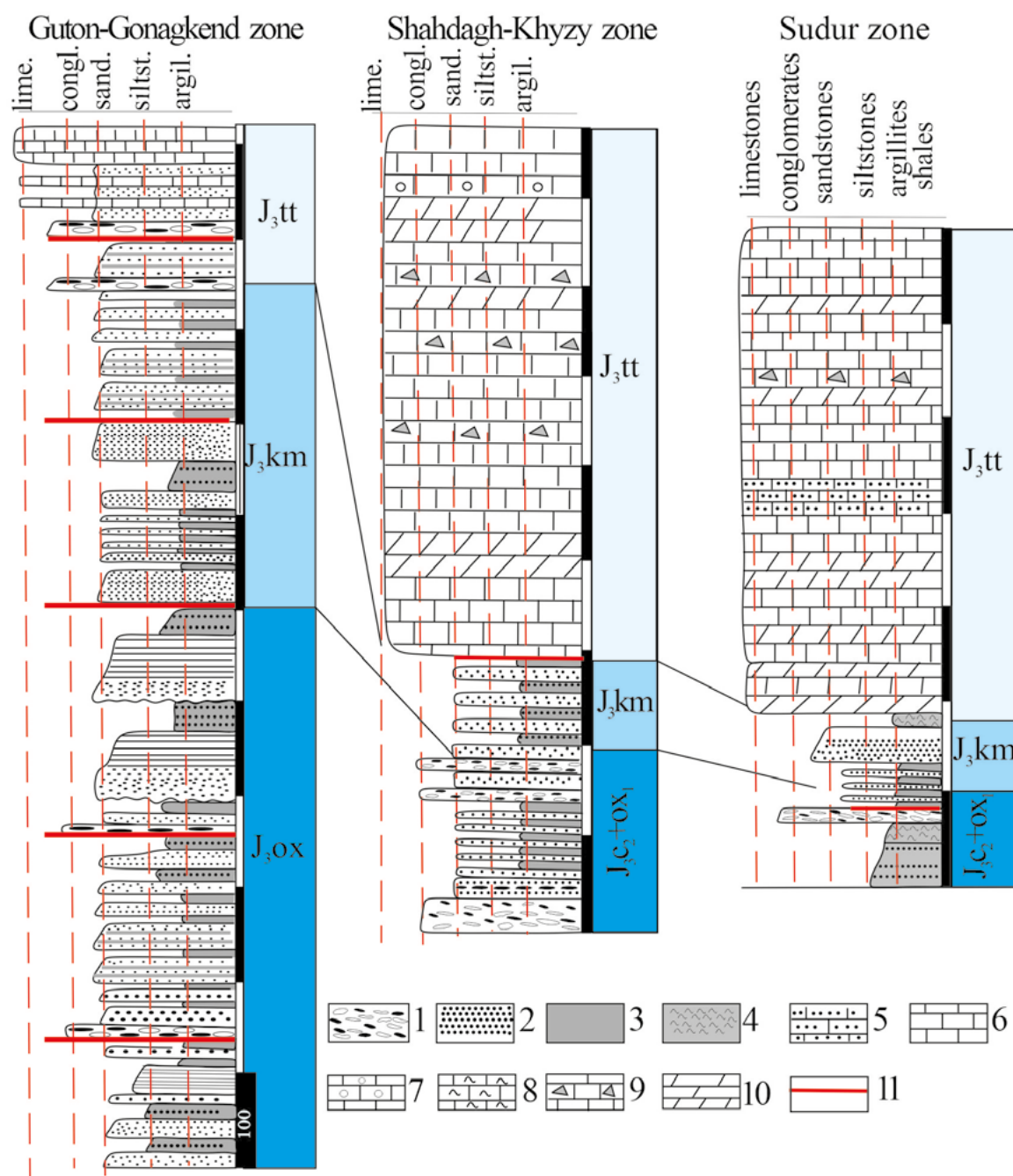


Fig. 2. Stratigraphic columns of the Upper Jurassic formations of the South-Eastern Caucasus: 1 – fine- and medium-pebbled conglomerates; 2 – Sandstones; 3 – Sandy Shales; 4 – Siltstones; 5 – Calcareous sandstones; 6 – Limestones; 7 – Sandy limestones; 8 – Pelitomorphic limestones; 9 – Breccia limestones; 10 – Dolomite; 11 – tectonic contact

The central part of the subsuite features a rhythmic alternation of green and greenish-gray sandy argillites and clayey sandstones, along with microangular and sandy limestones. Its top is brought into tectonic contact with the Lower Cretaceous succession of the Shahdagh-Khyzy zone, which occurs along the Shahdagh-Gonagkend downthrow.

An analysis and comparison of the precise lithological-stratigraphic sections indicates that the Upper Jurassic deposits in the Southeastern Caucasus demonstrate considerable regional heterogeneity within specific stratigraphic sections (Fig. 2). This diversity is intricately linked to the structural framework and morphological attributes of the paleobasin, which shaped sedimentation patterns and depositional conditions during that era.

Material composition and geochemical analysis of Upper Jurassic deposits

The Upper Jurassic sections in the Sudur, Shakhdag-Khyzy, and Guton-Gonagkend facies zones are characterized by diverse common rock types. These include mixed-pebble conglomerates, sandstones, siltstones, mudstones, and various limestones.

The lithological-geochemical analysis of Upper Jurassic rock samples has revealed that sandy-silty, clayey, and carbonate rock types, collected from various stratigraphic levels, are characterized by a consistent mineral and chemical composition.

Chemically, sandstones exhibit a relatively consistent composition. They mainly consist of quartz, which forms the bulk of the rock, providing a consistent silica-based structure. While minor variations in components such as feldspar or cementing materials can occur, the overall composition largely remains the same across different samples. Sandstones are dense, thin-bedded, medium to coarse-grained, and poorly sorted, with a notable enrichment of siltstone material. Compositionally, sandstones are polymictic and made up of minerals and rock fragments. Quartz dominates, accounting for 45–60% of the composition, followed by feldspars at 15–25% (Aliyev, Akayeva, 1957; Mazanov, 1969).

Calcite varies widely, ranging from 2–62%, while clay minerals account for 11–23%. Hematite is present in smaller amounts, typically 1–9%. Additionally, the sandstones contain fragments of clay, siliceous, carbonate, and volcanic (effusive) rocks. The thickness of the sandstone layers ranges from 5–10 cm to 40–60 cm, with occasional layers reaching 1–1.5 meters.

Silty sandstones are represented by medium – to fine-grained polymictic varieties with siliceous carbonate cement. They are more thinly bedded and less porous. The main components of siltstones are quartz (35–65%), feldspars (15–30%), and clay minerals (21–30%).

Clay rocks are represented by dense, non-wetting, noticeably calcareous siliceous shales and argillites. They are found in thin layers, ranging from 1 to 5 cm in thickness, alternating with medium-grained sandstones and fine-grained conglomerates.

The most common elements are silicon, aluminum, and calcium. The sandstones of the Garovulustu and Gyzylgazma suites contained higher concentrations of SiO_2 (Table 1).

Table 1. The minimum, maximum, and average values of the content of the main elements (%) in the composition of the Upper Jurassic rocks of the Southeastern Caucasus

Component	Garovulustu suite	Gyzylgazma suite	Khashy suite
SiO_2	$\frac{38.65-65.82}{44.45}$	$\frac{29.91-63.00}{40.36}$	$\frac{26.13-61.00}{38.40}$
TiO_2	$\frac{0.64-0.84}{0.72}$	$\frac{0.15-0.69}{0.41}$	$\frac{0.19-0.69}{0.45}$
Al_2O_3	$\frac{8.11-16.65}{13.56}$	$\frac{3.44-15.27}{7.97}$	$\frac{5.98-14.22}{9.58}$
Fe_2O_3	$\frac{5.14-7.09}{6.32}$	$\frac{1.96-11.81}{5.36}$	$\frac{1.60-9.05}{4.65}$
MnO	$\frac{0.03-0.14}{0.11}$	$\frac{0.04-0.52}{0.17}$	$\frac{0.06-0.15}{0.08}$
MgO	$\frac{0.87-1.76}{1.24}$	$\frac{0.56-2.21}{1.36}$	$\frac{1.15-1.99}{1.54}$
CaO	$\frac{1.55-13.4}{5.17}$	$\frac{2.88-44.78}{25.51}$	$\frac{18.80-44.24}{28.58}$
K_2O	$\frac{2.15-4.14}{3.22}$	$\frac{0.58-3.75}{1.61}$	$\frac{0.83-2.76}{1.86}$
Na_2O	$\frac{0.64-1.59}{1.4}$	$\frac{0.33-2.16}{1.12}$	$\frac{0.52-0.86}{0.65}$
P_2O_5	$\frac{0.20-2.36}{0.25}$	$\frac{0.05-0.74}{0.14}$	$\frac{0.07-0.12}{0.09}$

Note. The numerator indicates the minimum and maximum values, while the denominator represents the average values.

Compared with the average chemical composition of the Upper Continental Crust (Rudnick and Gao, 2014), the average amount of SiO_2 , Na_2O , and MgO is lower in all Upper Jurassic rock samples. The Upper Jurassic sediments showed higher values of Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , and CaO compared to UCC (Fig. 3). A higher Fe_2O_3 content (9.96% in sample No. 711) was recorded in samples from the Gyzylgazma suite.

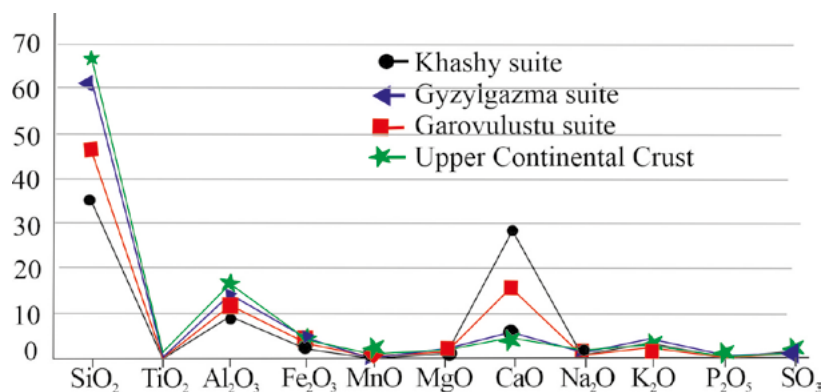


Fig. 3. Diagram of the distribution of the main elements for Upper Jurassic sediments normalized by the composition of Upper Continental Crust (UCC) (Rudnick and Gao, 2014)

At higher stratigraphic levels, specifically in the Kimmeridgian and Tithonian deposits, an increase in CaO and a decrease in total alkalinity and Fe_2O_3 are observed (Mehdiyeva, 2023). A binary comparison of the oxide content of the main elements with Al_2O_3 enables us to identify patterns in the distribution of various elements. Oxides such as TiO_2 , SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , K_2O , and Na_2O exhibit a positive correlation with Al_2O_3 . The covariance between CaO and Al_2O_3 reflects a negative linear relationship. This indicates that a significant portion of the calcium was not linked to aluminosilicates but formed in a carbonate-rich environment.

In the Upper Jurassic rocks, 20 minor elements were identified, including As, Cr, Ni, Co, Zr, Cu, Cd, Rb, Mo, Br, V, Pb, Zn, T, Nb, Tb, Ge, Ga, and Y. Among these, seven elements (T, Nb, Ge, Ga, Tb, Y) are sporadically present in concentrations ranging from 0.0002 to 0.03%. Most other discovered elements significantly surpass their standard Clarke values in sandstone by several times. Some elements (Co, Ni, Zr, Rb, and Zn) exhibit a clear positive correlation with Al_2O_3 , indicating that these elements may be associated with the weathering products of clay minerals. Compared with UCC, the concentration of trace elements in Upper Jurassic rocks is very low.

Lithochemical modules for Upper Jurassic deposits

The utilization of lithochemical modules and modular diagrams (Yudovich, Ketris, 2011) facilitates an objective assessment of the composition of parent rock in eroded source regions, the degree of mechanical or chemical weathering and transport, the processes of sedimentation and maturity, and the lithogenic or petrogenic characteristics of the sediment.

Table 2 presents the mean values of lithochemical modules computed for Upper Jurassic rocks. The hydrolysate module serves as a quantitative indicator for assessing the chemical weathering of rocks and the hydrolysis processes that occur during sedimentation. Based on the hydrolysate modulus ($\text{HM} = 0.34\text{--}0.48$), most of the Upper Jurassic samples studied are classified as hypo- and normosiallites (see Table 2). However, five samples from the Gyzylgazma suite are categorized as myosiallites ($\text{HM} = 0.21\text{--}0.30$). In all the studied samples, the HM is less than 0.55, indicating an arid type of weathering (Yudovich, Ketris, 2000, 2011).

Table 2. Lithochemical modules calculated for Upper Jurassic rocks

Petrochemical modules	Khashy suite		Gyzylgazma suite		Garovulustu suite	
	Sandstones	Siltstone	Sandstones	Siltstone	Sandstones	Siltstone
HM	0.35	0.40	0.32	0.40	0.35	0.42
TM	0.051	0.055	0.049	0.056	0.050	0.052
IM	0.46	0.66	0.56	0.63	0.42	0.51
NKM	0.26	0.33	0.27	0.34	0.31	0.31
$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	0.46	0.51	0.78	0.55	0.46	0.32
$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$	0.22	0.23	0.19	0.23	0.23	0.26

Note: Formulas for calculating lithochemical modules: $\text{HM} = (\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO})/\text{SiO}_2$; $\text{TM} = \text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$; $\text{NKM} = (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$; $\text{IM} = (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{MgO})/(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$.

The elevated alumina content in the Upper Jurassic sedimentary rocks, combined with the low aluminosilicate modulus ($AM = Al_2O_3/SiO_2$), indicates significant erosion influenced by arid weathering crusts. The Al_2O_3/SiO_2 ratio is a crucial indicator of sediment differentiation, where lower values signify greater differentiation in rocks. In Upper Jurassic sediments, this ratio ranges from 0.18 to 0.28 and strongly correlates with the geochemical (GM) index. However, three samples from the Garovulustu suite and six samples from the Gyzylgazma sandstones exhibit very low values for this modulus ($AM < 0.20$). These sediments primarily consist of normal aluminous rocks, characterized by Al_2O_3/Fe_2O_3 ratios exceeding one and aluminum content greater than 10%. Such characteristics suggest that the parental rocks were significantly enriched in aluminum. The presence of terrigenous iron-bearing minerals, fragments from sedimentary, igneous, and metamorphic rocks, authigenic oxides, sulfides, iron carbonates, and glauconite influences the ratio $(Fe_2O_3 + FeO + MnO + MgO)/SiO_2$ in sandy rocks. Based on this ratio, Upper Jurassic deposits are considered typical, with values ranging from 0.08 to 0.25 (Yudovich, Ketris, 2000).

The titanium modulus ($TM = TiO_2/Al_2O_3$) reflects the process of dynamic sorting of terrigenous material. The titanium module is higher in rocks formed in shallow water basins and under humid lithogenesis (Yudovich, Ketris, 2000). The concentration of TiO_2 in the Upper Jurassic formations of the South-East Caucasus ranges from 0.19 to 0.70%, 0.29 to 1.01%, and 0.12 to 0.92% in the Khashy, Garovulustu, and Gyzylgazma suites, respectively, with TM values spanning 0.047–0.065, 0.049–0.069, and 0.041–0.061, respectively.

The association of titanium with the silicate component of carbonate rocks influences the correlation between TiO_2 and other elements. In samples of Upper Jurassic rocks, TiO_2 shows a negative correlation with CaO and a positive correlation with other components. All samples belong to the standard titanium group. The amount of titanium in carbonate

rocks strongly depends on the proportion of silica (titanium-containing) in these rocks (Yudovich, Ketris, 2018). Upper Jurassic sandstones exhibit a reduced titanium modulus compared to silts, a characteristic common to lithogenic rocks (see Table 2).

The total alkalinity in the Upper Jurassic deposits ranges from 0.78 to 6.5, with an average value of 2.74. According to the normalized alkalinity (NA) value, all Upper Jurassic deposits are classified as normal-alkaline. The value of Na_2O/K_2O (0.24–1.75) corresponds to the typical range for normal siallites and pseudosiallites (0.30–1.0), indicating the absence of volcanic and terrigenous pyroclastic materials in these rocks. The alkaline modulus is higher than one in just three samples from the Istisuchay section and two samples from the Jimichay section (Mehdiyeva, 2023). The presence of feldspar pyroclastics (albite) explains the high alkaline modulus in this area. This ratio is typically below one in clay rocks, except where montmorillonite is dominant.

According to Cox et al. (1995), the K_2O/Al_2O_3 ratio varies from 0.1 to 0.3 in clay minerals, whereas in the range of 0.3–0.9 in feldspars. The fact that this value in samples of Upper Jurassic rocks falls within the range of 0.13–0.27 (with an average of 0.21) suggests that clay minerals are abundant in these rocks. The maximum value of the potassium modulus does not exceed the norm for muscovite (0.31) (Yudovich, Ketris, 2000). In addition, the alkaline modulus and the average normalized alkalinity are within normal limits, which suggests the absence of volcanic and terrigenous pyroclastic rocks in these rocks.

Paleoclimate and paleotectonics during sedimentation

A study (Smykatz-Kloss, Roy, 2010) revealed that the ratios of Na_2O/Al_2O_3 , Na_2O/TiO_2 , and Na_2O/K_2O in rocks fluctuate according to the climatic conditions during their formation. In other words, the differences between these ratios decreased as humidity increased and grew as droughts became more frequent.

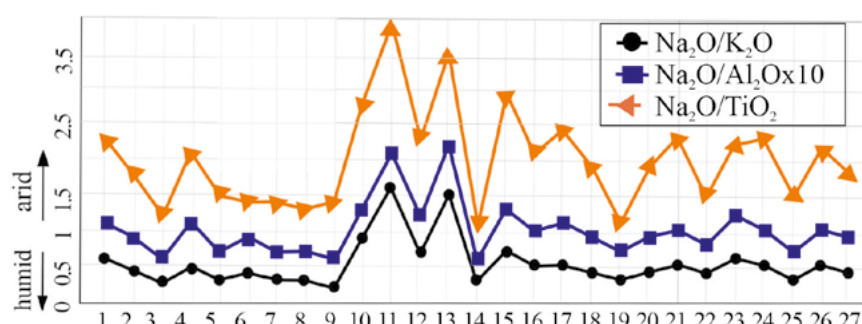


Fig. 4. Distribution graph of Na_2O/Al_2O_3 , Na_2O/TiO_2 , and Na_2O/K_2O ratios and their differences for Upper Jurassic deposits (Smykatz-Kloss, Roy, 2010)

Calculations of these ratios from Upper Jurassic rocks suggest that they formed under arid conditions. A graph (Fig. 4) illustrates two distinct shifts (examples 11 and 13) towards very arid conditions.

According to sources (Bhatia, 1983; Roser, Korsch, 1986), the chemical composition of sediments varies between basins found in oceanic and continental island arcs and those situated along active and passive continental margins. Bhatia's study (Bhatia, 1983) showed increased K_2O/Na_2O and $Al_2O_3/(CaO+Na_2O)$ ratios during the transition from oceanic to continental island arcs and active to passive continental margins. At the same time, there is a decrease in (Fe_2O_3+MgO) , TiO_2 , and the Al_2O_3/SiO_2 ratio.

The Upper Jurassic deposits are unevenly dispersed in the tectonic diagrams (Fig. 5). Data points are more concentrated along active continental margins and continental island arcs. Analysis of the collected data suggests that the formation of these deposits occurred primarily in active continental margins and, to a lesser extent, in continental island arcs.

The studies (Alpine..., 2007; Rustamov, 2016) indicate that the sedimentary cover of the Caucasus was formed within an accretionary prism created by the pseudosubduction of the South Caucasian microplate beneath the North Caucasian microplate. At the end of the Middle Jurassic, a transition from a passive to an active regime occurred on the southern edge of the Greater Caucasus. The sandy-clay deposits of the indicated zones were formed in the relatively deep-water southern part of the Upper Jurassic basin. Terrigenous material entered the sedimentary basin from the south (from the South Caucasian plate) and from the northeast (from the western shores of the Turan plate). The rhythmic pattern of sedimentary layers can be attributed to the regular variations in the dynamics of the aquatic environment.

The sedimentation conditions in the Greater Caucasus basin during the Upper Jurassic era were primarily influenced by a combination of tectonic processes resulting from the collision between the Scythian platform and the Mesotethys, along with the effects of both constant and periodic deep-water currents (upwelling) and turbidity flows.

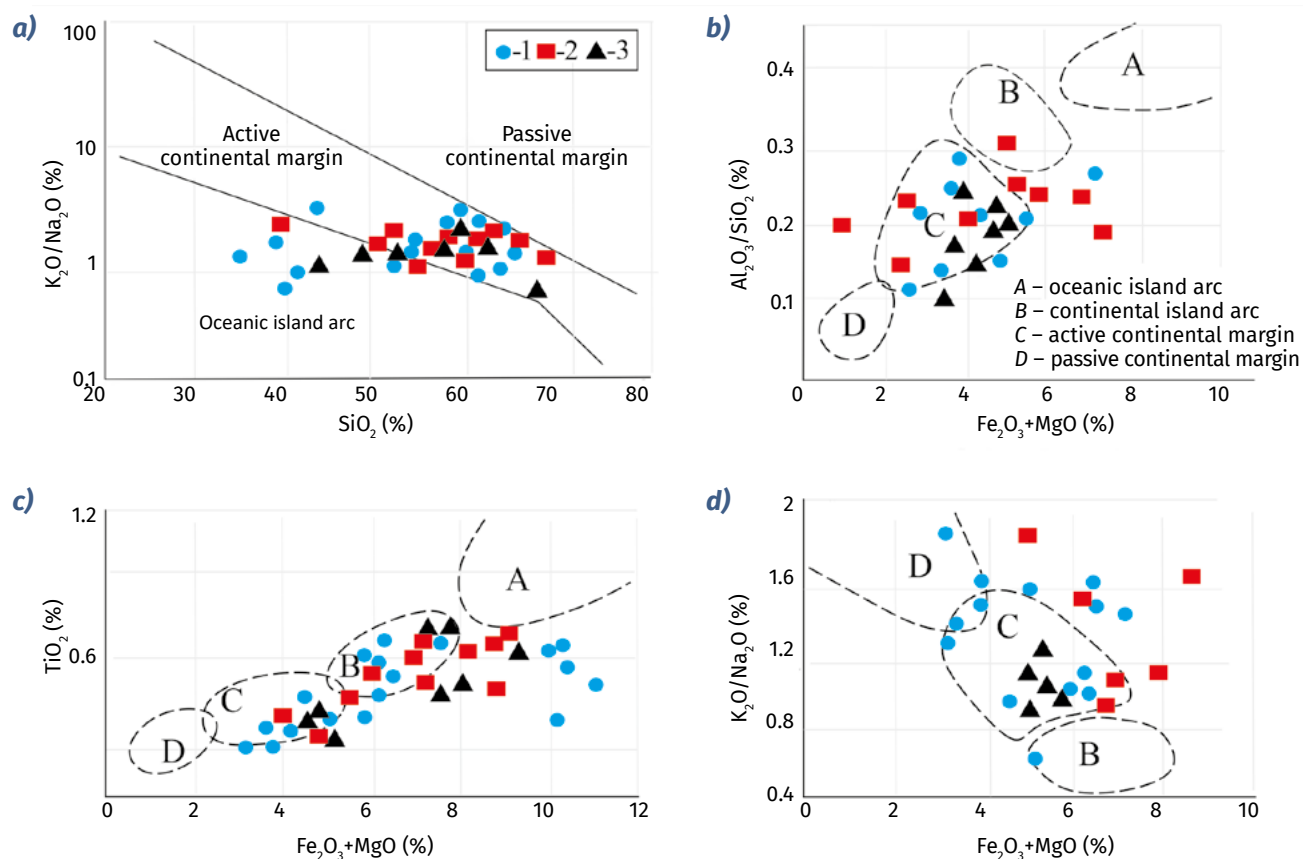


Fig. 5. Paleotectonic reconstruction of Upper Jurassic sandy-clay deposits by Roser and Korsch (a) (1986) and Bhatia (b, c, d) (1983): 1 – Garovulustu suite; 2 – Gyzylgazma suite; 3 – Khashy suite

Conclusions

The sedimentary basin likely derived its detrital material from several relatively stable sources throughout the Late Jurassic period. The high content of quartz and feldspar in the clastic portion of the sandstones, along with the predominance of hydromica in the clay minerals, suggests that the primary source of material for these rocks was eroded land composed of ancient granite, metamorphic, and sedimentary rocks.

The average calcium content in Upper Jurassic marine sediments increases from 5.17 % in the Garovulustu Formation to 28.58% in the Khashy Formation. This increase in calcium is linked to the gradual warming of the climate in the Southeast Caucasus, which occurred from the time the Garovulustu Formation was formed until the Tithonian.

For the first time, lithochemical modules have been calculated, and the petrochemical characteristics of the Upper Jurassic sedimentary complex in the South-East Caucasus have been analyzed based on silicate analysis. A low level of maturity suggests that these sediments primarily formed through the mechanical weathering of parent rocks. They exhibit a relatively low titanium content (average TM of 0.055) and elevated standard alkalinity (average NKM of 0.34).

Interpretation of lithochemical data indicates that sediment formation occurred mainly in an active continental margin and, to some extent, in a continental island arc.

Представлено результати детального вивчення верхньоярських карбонатно-терригенних відкладів у межах Бокового хребта Південно-Східного Кавказу. Дослідження включало стратиграфічне профілювання, просторову кореляцію розрізів і систематичний відбір зразків для мінералогічного і геохімічного аналізів. Відклади складаються переважно з дрібно- та середньозернистих пісковиків, пелітових і мікрокристалічних вапняків, аргілітів і дрібнозернистих конгломератів, що свідчить про накопичення на крутому континентальному схилі. Геохімічні дані показують однорідний склад на всіх стратиграфічних рівнях, що засвідчує помірну зрілість відкладів і переважно механічне перевідкладення. На основі вивчених петрохімічних параметрів верхньоярські породи були класифіковані як літогенні утворення, що не містять вулканічних або терригенно-пірокластичних домішок. Вони класифікуються як нормальні сіаліти та псевдосіаліти.

References

- Aghayev V.H., Huseynov G.M. 1973. Structural-facies regioning of the Azerbaijani Part of the Greater Caucasus during the Upper Jurassic Period. *Proceedings of Azerbaijan State University. Geology-Mineralogical Series*, 5: 58–63 (in Russian).
- Aliiev A.G., Akayeva V.B. 1957. Petrography of the Jurassic deposits of the South-Eastern Caucasus. Baku: Publishing House of the Academy of Sciences of Azerbaijan SSR. 209 p. (in Russian).
- Alpine History of the Greater Caucasus. (Ed. Yu.G. Leonov). 2007. Moscow: GEOS. http://ginras.ru/library/pdf/2007_alpine_history_caucasus.pdf (in Russian).
- Bhatia M.R. 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *Journal of Geology*, 91: 611–627. <http://dx.doi.org/10.1086/628815>
- Cox R., Lowe D., and Cullers R.L. 1995. The influence of sediment recycling and basement composition on the evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59 (14): 2919–2940. DOI: 10.1016/0016-7037(95)00185-9
- Feyzullaev A.A., Babazade A.N. 2016. Paleoreconstruction of conditions for forming productive and red-colored strata according to geochemical criteria (using the example of the Absheron-Balkhana zone): Proceedings. *The sciences of Earth*, 1: 28–33 (in Russian).
- Geology of Azerbaijan. Tectonics. (Eds. V.Y. Khain and Ak. A. Alizadeh). 2005. Baku: Nafta-Press Publishing House (in Russian).
- Geology of Azerbaijan. (Ed. A.A. Alizadeh). 1. Part 2: Mesozoic Stratigraphy. 2007. Baku: Nafta-Press Publishing House (in Russian).
- Kangarli T.N. 2012. Mass overthrust within the structure of Greater Caucasus (Azerbaijan). *The modern problems of geology and geophysics of Eastern Caucasus and the South Caspian depression*. Special Issue Papers, Brisbane, Australia. p. 163–201.
- Kangarli T.N., Aliyev F.A., Aliyev A.M., Kazimova S.E., Safarov R.T., Vahabov U.G. 2018. Contemporary structure and active tectonics of southern slope of the Greater Caucasus within Azerbaijan (interfluvies of Mazymchai and Pirsaat rivers). Part 1: Geological and tectonic setting. *ANAS Transactions, Earth Sciences*, 2: 19–38. DOI: 10.33677/ggias20180200013
- Kangarli T.N., Mehdiyeva Z.N. 2017. Upper Jurassic Complex of Greater Caucasus side range: Lithofacies and sedimentation (Azerbaijan). *Stratigraphy and sedimentology of oil-gas basins*, 2: 28–53. <https://isjss.a-z.az/userfiles/uploads/978fe5b-3da05e6016876986bde43634f.pdf>
- Khain V.E. 1947. Mesozoic Section and Facies of the South-East Caucasus According to the latest Research Information. *Proceedings of the Oil Institute of Azerbaijan SSR*, 13: 84–125 (in Russian).
- Khain V.Ye., Shikhalibayli A.Sh., Grossgeim V.A. 1951. Upper Jurassic History of the Azerbaijani. Part of the Greater Caucasus. *News of the Academy of Sciences of Azerbaijan SSR*, Baku, 10: 19–43.
- Khain V.E., Shardanov A.N. 1957. Geological structure of the northern slope of the South-Eastern Caucasus. Materials on the geology of North-East Azerbaijan. Baku: Publishing House of the Academy of Sciences of Azerbaijan SSR, p. 5–179 (in Russian).
- Khalifa-zade Ch.M., Mehdiyeva Z.N. 2024. Facies zonation and paleogeographical criteria of upper Jurassic deposits of the southeastern Caucasus. *Eurasian Union of Scientists. Ser. Interdisciplinary*, 1, 07 (115): 5–10. <https://www.doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2024.7.115.2090> (in Russian).
- Mammadov A.I., Yusifov I.S., Rahimov L.S., Kurbanov A.M. 1985. Final Report of the Additional Geological Studies of Formerly Developed 1:50,000 Images of the Southeastern Greater Caucasus for 1979–1984. State Information Archive of Azerbaijan, Ministry of Ecology and Natural Resources. Baku (in Russian).
- Mazanov D.D. 1969. Lithology and genesis of the Jurassic deposits of the Greater Caucasus within Azerbaijan. Baku: Publishing House of the Academy of Sciences of Azerbaijan SSR. 256 p. (in Russian).

- Mehdiyeva Z.N. 2023. Lithological and geochemical characteristics of the Upper Jurassic rocks of the South-East Caucasus (Jimichay section). *Geology: Unity of theory and practice on the subject*. Materials of the Republic Scientific Conference. Baku, p. 212–217 (in Azerbaijan).
- Obasi R.A. and Madukwe H.Y. 2016. Use of Geochemistry to Study the Provenance, Tectonic Setting, Source-Area Weathering, and Maturity of Igarrá Marble, Southwest, Nigeria. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 5 (6): 90–99.
- Rollinson H., Pease V. 2021. Using geochemical data. (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Roser B.P. and Korsch R.J. 1986. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. *Journal of Geology*, 94: 635–650. <https://doi.org/10.1086/629071>
- Rostovtseva K.O. 1992. Jurassic of the Caucasus. St.-Peterburg: Nauka. 184 p. (in Russian).
- Rudnick R.L. and Gao S. 2014. Composition of the Continental Crust. *Treatise on Geochemistry*, 4: 1–51. DOI: [10.1016/B0-08-043751-6/03016-4](https://doi.org/10.1016/B0-08-043751-6/03016-4)
- Rustamov M.I. 2016. Geodynamics and magmatism of the Zagros-Caucasian segment in Phanerozoic “Palmarium”. Baku (in Russian).
- Shikhalibayli A.Sh. 1956. Geological structure and Development of Azerbaijani part of the Southern Slope of the Greater Caucasus. Baku: Publishing House of the Academy of Sciences of Azerbaijan SSR (in Russian).
- Shurygin A.M. 1961. Development Conditions of Southeastern Caucasus Structures. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of USSR (in Russian).
- Smykatz-Kloss W., Roy P. D. 2010. Evaporite mineralogy and major element geochemistry as tools for palaeoclimatic investigations in arid regions: A synthesis. *Bulletin of the Mexican Geological Society*, 62, 3: 379–390. DOI: [10.18268/BSGM2010v62n3a5](https://doi.org/10.18268/BSGM2010v62n3a5)
- Strakhov N.M. 1957. Methods of studying sedimentary rocks. *Chemical study of sedimentary rocks for genetic and correlation purposes*, 2 (3). Moscow: Gosgeoltekhizdat, p. 157–188 (in Russian).
- Vassoyevich N.B., Khain V.Ye., Grossgeim V.A. 1951. Geological Conditions of the Southeastern Caucasus Oil – Gas Potential. *Oil Economy of Azerbaijan*, 1: 3–7 (in Russian).
- Yudovich Ya.E., Ketris M.P. 2000. Fundamentals of lithochemistry. St.-Petersburg: Nauka (in Russian).
- Yudovich Ya.E., Ketris M.P. 2011. Geochemical Indicators of Lithogenesis. Syktyvkar: Geoprint (in Russian).
- Yudovich Ya.E., Ketris M.P. 2018. Geochemistry of titanium. Syktyvkar: Geoprint (in Russian).

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>

УДК 624.1

E-mail: tatyana.mokrickaya@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-1152-0699>;
natali.derev@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-5584-8592>

*Corresponding author /
Автор для кореспонденції:
N.I. Dereviahina, natali.derev@gmail.com

Received / Надійшла до редакції:
29.12.2024

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
14.04.2025

Accepted / Прийнята:
18.06.2025

Keywords: typification, geological
environment, risk, rock properties.

Ключові слова: типізація, геологічне
середовище, ризик, властивості
гірських порід.

Інженерно-геологічна типізація як основа оцінки та прогнозу ризиків освоєння підземного простору мегаполісів на прикладі міста Дніпро

Т.П. Мокрицька, Н.І. Дерев'ягіна*

НТУ «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Engineering-geological typification as a basis for assessment
and forecast of risks in the development of underground
space in cities using the example of the Dnipro city

T.P. Mokrytska, N.I. Dereviahina*

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

The development of cities is accompanied by an increase in the height and density of buildings, the development of underground space, which leads to the need to update the methods and technologies for engineering and geological surveys. Existing regulatory documents regulate the methods and technologies for studying near-surface geological formations, mainly of Quaternary age. The development of underground space leads to the need to study mainly pre-Quaternary sediments as a medium for the placement and construction of engineering structures for various purposes: from residential buildings to defense facilities. Information on the engineering and geological properties, structure, condition and variability of pre-Quaternary sediments is scarce. The cities concentrated in the Dnipro River Valley are characterized by general patterns of geological structure due to the history of the region's development. In this paper, on the example of Dnipro city, the information on some aspects of regional engineering and geological conditions is generalized on the basis of generalization of information on the conditions of occurrence and properties of the most common geological horizons that are the environment of geological risk. The stratigraphic division of sediments and their indexing are presented in accordance with the legends to the map schemes of the used reports. The goal is to establish the general features of typification of engineering and geological conditions for the development of long-term plans for the development of underground space in urban areas in similar or similar conditions. The objectives were to substantiate the factors of the engineering and geological conditions of the research object; to analyze the study of the composition and properties of certain horizons that are or may be subject to technogenic impact during the construction of multi-storey residential or other structures, the zone of influence of which is located within the Quaternary sediments; to determine the relationship between undesirable engineering and geological processes and phenomena and the composition and properties of geological formations based on known data. The solution to this problem is relevant and will contribute to the sustainable development of cities.

© Видавець Інститут геологічних наук
НАН України, 2025. Стаття опублікована за
умовами відкритого доступу за ліцензією
CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences
of the National Academy of Sciences of
Ukraine, 2025. This is an Open Access article
under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Цитування: Мокрицька Т.П., Дерев'ягіна Н.І. Інженерно-геологічна типізація як основа оцінки та прогнозу ризиків освоєння підземного простору мегаполісів на прикладі міста Дніпро. *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 45–55. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>

Citation: Mokrytska T.P., Dereviahina N.I. 2025. Engineering-geological typification as a basis for assessment and forecast of risks in the development of underground space in cities using the example of the Dnipro city. *Geologichnij zhurnal*, 2 (391): 45–55. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>

Вступ

Інженерно-геологічне районування – науковий напрям інженерно-геологічних досліджень регіонів, теоретичні основи якого сформовані у роботах (Попов, 1951; Демчишин, 1982; Шнюков, 1993; Краев, Осипчук, 1995 та ін.). Класичним, апробованим часом, є природно-науковий підхід, в якому в якості парадигми виступає закон причинно-наслідкового зв'язку між об'єктом досліджень, властивостями об'єкта та його походженням, що призводить до виникнення типових умов та обставин при зовнішньому (техногенному) впливі за рахунок вторинних зв'язків і виникнення реакцій – інженерно-геологічних процесів у межах зони впливу.

Саме такий підхід реалізований в численних сучасних публікаціях, присвячених питанням інженерно-геологічного районування та прогнозу небезпек при освоєнні підземного простору на прикладі м. Ірпінь (Zhyrnov, Solomakha, 2023 a, b).

Складність та різноманіття процесів, що виникають як реакції геологічного простору на техногенний вплив у різних регіонах (за діючою схемою інженерно-геологічного районування), призвели до існування багатьох методик як інженерно-геологічного районування (відокремлення таксонів за принципом від певного до загального), так і типізації, коли на підставі аналізу регіональних умов і факторів компонентів геологічного середовища створюють моделі типових умов, яким відповідають певні таксони. Типізація структури, властивостей, стану геологічного середовища міст та інших складних геосистем виконується за результатами застосування якісних і кількісних підходів до прогнозу поведінки цих геосистем. Так, для типізації інженерно-геологічних умов у Малайзії був застосований модифікований метод експертних оцінок (Zaini et al., 2021). В інших країнах обговорюються технології застосування віртуальної реальності (Marinos et al., 2025). Метод ієрархічного комплексного індексу для отримання кількісної оцінки приємності використання геологічного простору (Antoniou et al., 2020) є однією з вдалих спроб отримати інтегральну оцінку складної системи. Продовжується пошук найкращого поєднання теоретичних досліджень та вирішення практичних завдань на прикладі створення єдиної інтегрованої системи класифікації шляхом об'єднання інженерно-геологічного та геотехнічного підходів (He et al., 2024).

Поширюється застосування методів математичного моделювання для вирішення різноманітних сучасних досліджень. Одна з перших спроб застосування статистичного моделювання для геологічних досліджень датується 1887 р. (Reyer, 1877). Пошук оптимальних методів математичного опису геологічного середовища як деякого приповерхневого обсягу, що становить практичний інтерес при будівництві й експлуатації інженерних споруд, є предметом досліджень з початку 60-х років ХХ ст.

Згодом змінилися не лише вимоги до фізичних обсягів геологічного середовища, вивчення яких становить інтерес для практичної (містобудівної, сільськогосподарської, гірничодобувної) діяльності, а й підходи до методів вивчення. Дослідники звертають увагу на обмеженість даних про геологічну будову, які можна використовувати при виконанні зонування територій (He et al., 2024), необхідність застосування статистичних методів (Galkin et al., 2018), вивчення зворотних зв'язків між компонентами геосистем із застосуванням методів теорії надійності та нейронних мереж (Li et al., 2020). Про необхідність використання ГІС-технологій говорять автори роботи (Xie et al., 2021). Метою інженерно-геологічного районування і типізації явно чи приховано є прогноз існуючих чи потенційних геологічних ризиків, під якими розуміємо ймовірність виникнення несприятливих наслідків у вигляді збитків, а саме економічного, соціального чи матеріального (Рудько та ін., 1997). Важливо встановлювати чутливість геологічного середовища до катастроф (Cheng et al., 2024). Проблеми вивчення та прогнозу геологічних ризиків стосовно зсувних явищ детально розглянуто у статті (Yuxiang Cheng et al., 2024). Основним результатом, на думку авторів, є узагальнена модель оцінки небезпеки геологічного ризику зсувних процесів, яка може прийматись у різних регіонах. У той же час автори у висновках вказують на необхідність вдосконалення теорії та практики оцінки геологічних ризиків, звертають увагу на необхідність розробки складних моделей прогнозу й управління ризиками. Рекомендовані методи оцінки ризику геологічної небезпеки на підставі застосування географічних інформаційних систем, методів машинного навчання. На думку авторів цієї статті, географічна інформаційна система дозволяє виконати оцінку регіоналізації ризику та створити картографічні моделі для візуалізації ризиків з урахуванням регіональних особливостей.

Менш поширені комплексний індексний метод, теорія мутацій, модель матерії-елемента, теорія фракталів. Кількісні моделі в основному включають статистичні моделі аналізу, заслуговують розгляду рекомендації щодо застосування теорії грубих множин, методу малої вибірки, який аналізує й обробляє неточну, непослідовну та неповну інформацію та знання. Моделі статистичного аналізу найбільш розроблені в інженерно-геологічних дослідженнях і застосовуються традиційно. Моделі машинного навчання (нейронні мережі та ін.) видаються нам найцікавішими (Shu, 2021) для опису просторового розподілу властивостей, зокрема для побудови моделей при розробці BIM (Building Information Model) окремих споруд і складніших систем. Для інженерно-геологічних даних загалом характерні вибіркковість та неповнота інформації, що особливо проявляється при спробах вивчення зміни властивостей ґрунтів у часі в результаті техногенних впливів (Мокрицька, 2013; Yan Tao et al., 2020).

На території м. Дніпро відбувається інтенсивне освоєння підземного простору за рахунок будівництва сучасних багатоповерхових споруд, метрополітену. Глибина підземного простору, що є освоєним при будівництві метрополітену, коливається від 15 до 40 м. Це, на жаль, супроводжується виникненням аварійних станів окремих будівель та споруд (Садовенко та ін., 2023; Шашенко та ін., 2023), що підтверджує актуальність розробки. Нами виконано аналіз окремих компонентів інженерно-геологічних умов території одного з найбільших міст Наддніпрянщини, геологічне середовище якого протягом тривалого часу піддається техногенному впливу. Це, у свою чергу, призводить до суттєвого збільшення ризику ймовірності збитків від геологічних небезпек.

Мета дослідження – обґрунтування деяких аспектів типізації геологічного середовища для цілей освоєння геологічного середовища м. Дніпро.

Методика досліджень

Нами залучено результати геологічних та інженерно-геологічних досліджень з різних об'єктів за період 1994–2012 рр., виконаних на території м. Дніпро, а також деякі результати вивчення властивостей ґрунтів спеціалістами «Південукргеології» та інших організацій (Подгорнова и др., 1964; Берзенин, 1971; Шковыра, 1974; Арчакова, 1983;). Використані результати лабораторного вивчення властивостей дочетвертинних відкладів, проведених у 2021 р. Також задіяно резуль-

тати натурних спостережень, виконаних Н.І. Дервягіною у 2021–2022 рр. на території м. Дніпро. Обробку картографічних матеріалів виконано з використанням демоверсії програмного забезпечення «Surfer», статистичне моделювання – у програмному середовищі «Statistica». У відповідності до нормативних документів, що регламентують інженерно-геологічні дослідження, об'єктом досліджень повинні бути компоненти геологічного середовища – ґрунти, підземні та поверхневі води, а також процеси (Подгорнова и др., 1964; Мокрицька та ін., 2019).

Головними факторами складності інженерно-геологічних умов є структурно-тектонічні, геоморфологічні, гідрогеологічні умови об'єкта.

Після детального вивчення матеріалів (Подгорнова и др., 1964; Берзенин, 1971; Шковыра, 1974; Арчакова, 1983; Некряч, Манюк, 2004; Садовенко та ін., 2023) про умови залягання геологічних утворень дочетвертинного віку за отриманими даними було побудовано базу даних (Мокрицька та ін., 2019), яка налічує 283 свердловини, а також дані про їх місцезнаходження, порядковий номер свердловини, фактичний номер свердловини, стратиграфічні індекси, абсолютні відмітки, геологічний опис.

Об'єднана база даних про умови залягання лесових ґрунтів включає матеріали досліджень, виконаних підприємствами УкрГІІНТІЗ, Дніпрогіпродор, Дніпрогіпротранс і КП «Південукргеологія». Загальна кількість свердловин – 785, глибина змінюється від 15 до 56 м. Свердловини були винесені на карту фактичного матеріалу, залучені матеріали топографічних зйомок 1986 і 1995 рр. масштабу 1:25 000, а також ураховані космічні знімки (інтернет-ресурс програми Google Earth). Картографічні моделі потужності окремих горизонтів і товщі з просадковими властивостями були створені за результатами обробки численних матеріалів інженерно-геологічних досліджень (м. Дніпро, 1960–2007 рр.).

Результати досліджень

Стисла характеристика інженерно-геологічних умов м. Дніпро

У структурно-тектонічному відношенні Придніпровський регіон входить до складу зчленування Українського щита (УЩ) і Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Середньопридніпровський мегаблок УЩ характеризується двоярусною геологічною будовою: складно дислокованим кристалічним фундаментом УЩ,

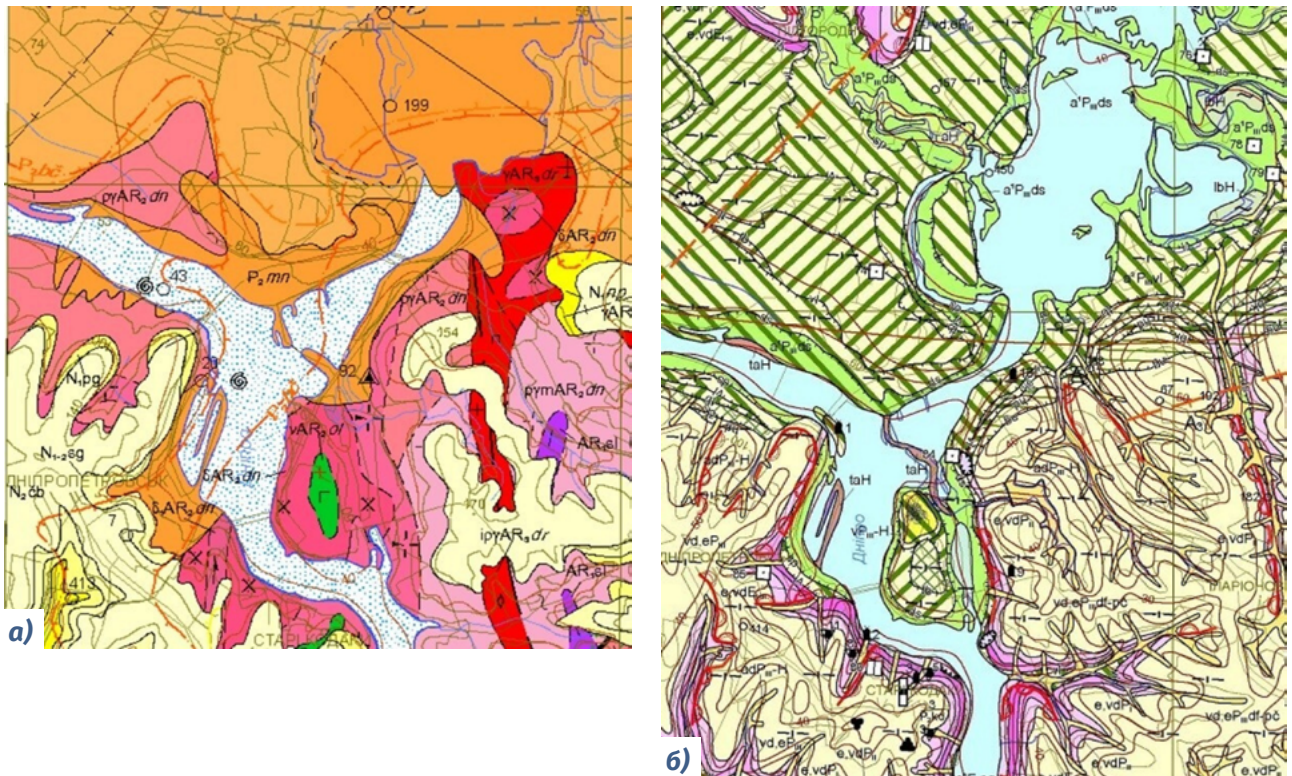


Рис. 1. Фрагменти геологічних карт території м. Дніпро: а) дочетвертинних та б) четвертинних відкладів м. Дніпро, за (Державна..., 2006)

Fig. 1. Fragments of geological maps of the Pre-Quaternary (a) and Quaternary (b) deposits in Dnipro city (State..., 2006)

у будові якого задіяні метаморфічні, ультра-метаморфічні й інтрузивні утворення архею та протерозою, а також фанерозойські утворення платформного чохла. За даними робіт (Манюк, 1997; Некряч, Манюк, 2004), за особливостями літолого-фаціального складу кайнозойських відкладів у межах Середньопридніпровського мегаблоку УЩ виділено Синельниківську структурно-фаціальну зону, а в межах ДДЗ – Новомосковсько-Павлоградську. Нижче стисло наведено відомі дані про умови залягання, потужності, особливості змін складу найбільш розповсюджених утворень.

На території м. Дніпро скельні утворення дочетвертинного віку представлені базальтовою товщею на півночі, на півдні поширені амфібол-біотитові піроксенвмісні плагіогнейси славгородської товщі (AR_{sl}). Осадовий чохол регіону складений переважно дисперсними породами палеозою, мезозою та кайнозою, але поширені у межах міста комплекси утворень палеогенової, неогенової та четвертинної систем (рис. 1).

Гідрогеологічні умови характеризуються наявністю водоносних горизонтів четвертинних утворень – алювіальних, еолово-делювіаль-

них, елювіальних та елювіально-делювіальних відкладів, а також дочетвертинних – неогенових, палеогенових, тріщинуватої зони докембрійських кристалічних утворень.

За геоморфологічними умовами виділяють райони (Державна..., 2006): А.1 – вододільне лесове плато; А.2 – схили вододільного плато та сучасних ерозійних форм рельєфу; А.3 – терасові – високі тераси р. Дніпро.

Б.1 – вододільно-терасові.

Б.2 – прирічкові – низькі тераси р. Дніпро.

У межах м. Дніпро поширені такі екзогенні геологічні процеси: вивітрювання, водно-ерозійні процеси, зсувні процеси, еолові процеси.

Присутні потужні товщі специфічних ґрунтів з просадковими властивостями та суфозійно не стійкі, іноді пливунні властивості, притаманні четвертинним алювіальним утворенням.

Територія міста зазнає значного техногенного впливу, що супроводжується зміною стану та властивостей як компонентів геологічного середовища (ґрунтів, підземних і поверхневих вод, форм рельєфу), так і всієї системи геологічного простору в цілому.

Аналіз умов залягання та властивостей основних стратиграфо-генетичних дисперсних комплексів порід

У даній роботі представлені результати досліджень дисперсних дочетвертинних утворень, загальна потужність яких змінюється від 77 до 176 м. Розповсюджені вони, як і скельні ґрунти, практично на всій території міста та є потенційним середовищем розташування споруд різного призначення при освоєнні підземного простору.

За поширеністю на території міста та особливостями мінералогічного, хімічного, гранулометричного складу, закономірностями мінливості властивостей до горизонтів, які є важливими щодо впливу на конфігурацію зон впливу у дочетвертинних відкладах, віднесені теригенно-вуглисті відклади бучацької серії P_2bch^v , глауконіт-кварцові алеврити та піски обухівської світи ($-P2ob$), мандриківські верстви (P_2mn), кварцові піски новопетрівської світи (N_1np), піски та глини (N_1pg)

Таблиця 1. Особливості складу гірських порід як фактори розвитку негативного інженерно-геологічного явища

Table 1. The composition characteristics of the rock masses as the factors contributing to the development of negative engineering-geological phenomena

Стратиграфо-генетичний індекс утворень	Потужність, м	Гіпсометричні відмітки покрівлі, м	Особливості, що впливають на ймовірності розвитку негативних процесів внаслідок техногенного впливу			Середовище для розвитку негативного інженерно-геологічного явища
			Мінеральний склад	Гранулометричний склад	Включення	
P_2bch	25–56	+52,0	Каолінітові глини, гідрослюдисто-каолінітові та гідрослюдисті	Від погано сортованих пісків, гравелітів до вуглистих тонкодисперсних глин	Органічна речовина (2–4 %), кальцит (1–6 %), прошарки бурого вугілля	Зона нерівномірного стискування, зсувні явища
P_2os	21–26	+32–54	Кварц-глауконітові і глауконіт-кварцові піски	Добре сортовані, відносно однорідні, дрібнозернисті	Глауконіт	Суфозія
P_2mn	18	+40–63	Глауконіт-кварцові і кварцові з домішкою глауконіту алеврити та піски	Детрит карбонатно-черепашковий, слабо зцементований дрібнодетритово-глинясто-вапнистим матеріалом, слабо ущільнений	Карбонатні включення	Збільшені деформації, суфозія
N_1np	5–23	+65–87	Піски кварцові, каоліністі та глини з лінзами бурого вугілля	Дрібно- та середньозернисті, середньої сортованості	Прошарки, лінзи кварцового дрібно- та середньозернистого пісковика	Зона нерівномірного стискування, суфозія
N_1pg	5–30	+88–120	Глини, мергелі і вапняки. Глинисті мінерали представлені бейделітом і монтморилонітом. Піски кварцові	Гранулометричний склад відрізняється неоднорідністю. У пісках зворотна ступінь ущільнення – від покрівлі до підшви зменшується	Включення прошарків мергелю та вапняків	Набрякання, зсувні явища, зона виникнення пластичних і нерівномірних деформацій у глинах і пісках
$N_{1-2}sg$	3–15	+87–145	Глини та дрібнозернисті кварцові піски. Глинисті мінерали представлені бейделітом і монтморилонітом	Глини тонкодисперсні, в'язкі, пластичні, але присутні включення гравію та піску	Присутні включення гіпсу, оолітів, дендритів, окислів марганцю	Набрякання, зсувні явища, пластичні деформації, суфозія
N_2cg	4–8	101–117	Глини, в нижніх частинах розрізу піскуваті	Глини грубодисперсні пластичні, слабо ущільнені, неоднорідні, в нижніх частинах розрізу піскуваті	Карбонатні стягнення, ооліти і дендрити окислів марганцю	Пластичні та в'язкі деформації, зсувні явища

сарматського регіоярусу, товща строкатих глин (N_{1-2sg}), верхньопліоценові (N_{22}) червоно-бурі глини (N_{2cg}) берегівського та сіверського горизонтів (Мокрицька та ін., 2019).

Переважаю для всіх розглянутих утворень характерними ознаками є мінливість гранулометричного складу, наявність включень, які негативно впливають на особливості інженерно-геологічної поведінки при техногенному впливі: при навантаженнях, змінах напружено-деформованого стану, зволоженні (табл. 1).

Нами були створені картографічні моделі поверхонь покрівлі утворень дочетвертинного віку, що можуть розглядатися як середовище виникнення консеквентних глибоких зсувів ковзання за умови збігу поверхні ковзання з геологічною границею. Були отримані попередні дані про існування такого зв'язку (Мокрицька, 2013). Також були створені типові розрізи схилів, які також є

складовою типізації інженерно-геологічних умов, впливають на конфігурацію зон впливу (рис. 2). Розрізи були створені за результатами аналізу карт поверхонь різних стратиграфо-генетичних утворень та вивчення результатів геологічних досліджень на підставі узагальнення матеріалів буріння 283 геологічних свердловин. У процесі проведених робіт використані матеріали геологічних досліджень (звіти 1962, 1964–1970, 1970–1974, 2004 рр.), що здійснювалися на території міста КП «Південукргеологія». Кореляція умов залягання відкладів, різних за походженням і віком, була виконана за участю В.В. Манюка.

У публікації (Мокрицька та ін., 2019) дослідники вказують на особливості мінливості умов залягання, властивостей, гранулометричного складу, які залежать від особливостей формування. Отже, для відкладів буцацької серії P_{2bc} встановлена наявність вуглистої речовини, вміст і мінливість

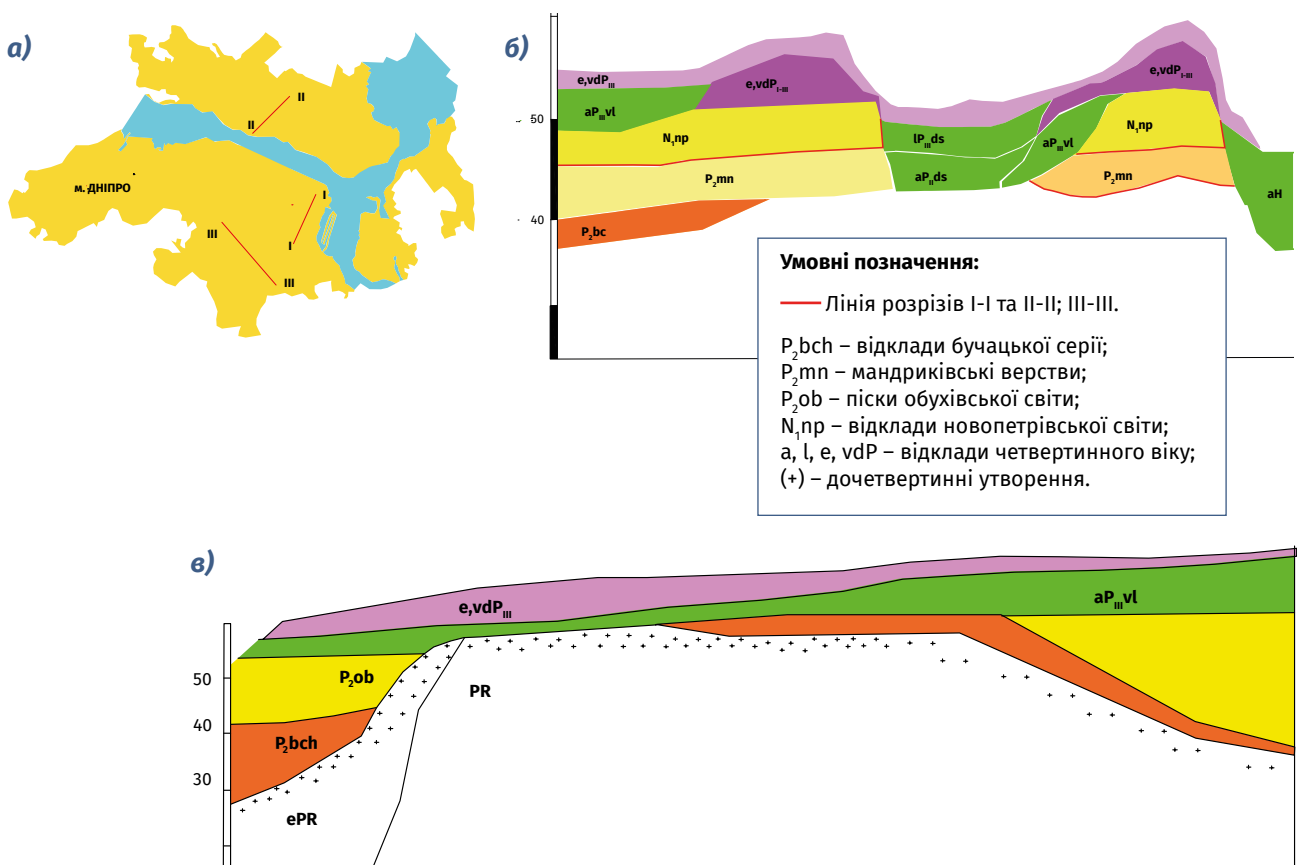


Рис. 2. Приклади геологічної будови схилів по розрізах I-I (б) та II-II (е)

Fig. 2. Examples of geological structure of the slopes on I-I (b), and II-II (e) sections

Примітка. Положення розрізів I-I, II-II, III-III наведено на а) схемі м. Дніпро (<https://www.google.com/maps/place/%D0%94%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80,+%D0%94%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C,+49000>). Розрізи побудовані у горизонтальному масштабі 1:25 000 за результатами аналізу матеріалів геологічних досліджень (див. текст).

Note. The positions of sections I-I, II-II, III-III are given on a) the scheme of the city of Dnipro (<https://www.google.com/maps/place/%D0%94%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80,+%D0%94%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C,+49000>). The sections are constructed on a horizontal scale of 1:25,000 based on the results of the analysis of geological research materials (see Text).

гранулометричного складу залежно від віддаленості від центра до крайових частин площі поширення утворень морського походження. Для відкладів новопетрівської світи (N_{1pr}) відзначається помітне збільшення крупності фракцій зверху донизу. Для товщі пісків (N_{1pg}) пухкі піски змінюються на ущільнені в покрівлі, при цьому в нижній частині іноді трапляються прошарки і лінзи світло-сірої пластичної тонкодисперсної глини потужністю від 1–3 до 0,3 м, що вказує на такі можливі наслідки, як складну конфігурацію зон ущільнення в межах зон впливу від споруд. Товща строкатих глин (N_{1-2sg}) – це товща переважно глинистих порід, тонкодисперсних, в'язких, пластичних. Червоно-бурі глини (N_{2cg}) складаються з двох горизонтів – берегівського і сіверського, але вони обмежено поширені.

Варто зазначити, що властивості дочетвертинних відкладів вивчені недостатньо, особливо у порівнянні з наявними даними про фізико-механічні властивості ґрунтів і порід четвертинного віку. Доцільно вказати на наявні у фондах державного КП «Південукргеологія» відомості про властивості певних стратиграфо-генетичних комплексів, які датуються

1980–1990 рр. На жаль, несистематизовані дані про властивості ґрунтів дочетвертинного віку, що були отримані низкою підприємств інженерно-геологічного призначення, здебільшого втрачені. За матеріалами фондів КП «Південукргеологія», на підставі досліджень, виконаних у 80–90-х роках ХХ ст. на території міста, були визначені середні значення показників фізико-механічних властивостей окремих горизонтів (табл. 2). Ці дані на попередніх етапах створення систем з керування геологічними ризиками можна використовувати.

За результатами попередніх досліджень змін стану та властивостей глин дочетвертинного віку в інших містах регіону внаслідок руйнування мікроагрегатного складу встановлено, що найстійкішими до механічних, хімічних впливів виявилися нерозчленовані неоген-четвертинні червоно-бурі глини (глини мартоносського, широкинського, крижанівського та берегівського горизонтів). Червоно-бурі карбонатні глини незалежно від віку утворення характеризувалися меншою чутливістю порівняно з глинами монтморилітового складу, що було доведено при

Таблиця 2. Середні значення показників властивостей горизонтів дочетвертинного віку (КП «Південукргеологія», 1980–1990 рр.)

Table 2. Average values of characteristics of certain rock levels (PU Pivdenukrheolohiia, the 1980–1990s)

Індекс	Літологічний склад	Вологість на межі текучості W_L , ч. о.	Вологість на межі розкочування W_p , ч. о.	Природна вологість W , ч. о.	Щільність частинок ґрунту ρ_{LS} , г/см ³	Щільність ґрунту ρ_L , г/см ³	Кут внутрішнього тертя φ , градус	Питоме зчеплення, МПа
vdP _{III} pc	Суглинок середній	0,34	0,2	0,18	2,72	2,04	21	0,07
edP _{III} df		0,32	0,19	0,16	2,69	2,06	30	0,045
vdP _{III} bg		0,29	0,17	0,1	2,67	1,98	–	–
edP _{III} vt		0,33	0,19	0,12	2,69	1,84	–	–
edP _{III} pl		0,31	0,19	0,23	2,7	1,78	25	0,03
edP _{III} kd	Суглинок важкий	0,36	0,19	0,18	2,7	2,02	24	0,107
vdP _{III} dn	Суглинок легкий	0,26	0,17	0,12	2,67	2,08	–	–
edP _{III} zv	Суглинок важкий	0,36	0,2	0,13	2,67	1,94	29	0,042
edP _{III} lb		0,42	0,23	0,19	2,67	1,99	40	0,05
edP _{III} mr	Глина	0,41	0,21	0,16	2,71	2,05	17	0,177
N_{1S_2}	>>	–	–	0,111	–	1,97	24	0,027
N_{1S_2}	Суглинки	0,31	0,2	0,13	2,7	2,03	22	0,63
P_3hr	Піски глауконітові	–	–	0,253	–	1,85	–	–
P_2kv	Глини	–	–	0,257	–	1,93	19	0,035
P_2bc	>>	0,508125	0,3725	0,345	2,35	1,71	28	0,059
eKZ	Каолін	–	–	0,236	–	1,81	21	0,011

Примітка: «–» немає даних.

дослідженнях змін агрегатного складу глинистих ґрунтів як природних фракталів. Найслабкішими за міцністю виявилися найдавніші сіро-блакитні монтморилонітові глини (N_{1-2}), схильні до набрякання і, як наслідок, до розущільнення. Сіро-зелені глини (N_{1S_2}) були віднесені до товщі строкатих глин $N_{1-2}sg$ (це тонкодисперсні, пластичні, з численними скупченнями оксидів марганцю і дрібнокристалічного гіпсу глини). Оскільки ознаки природного фракталу залежать від мінерального складу ґрунтів, умов формування, віку і структури та змінюються внаслідок хімічних і механічних впливів, визначення чутливості ґрунтів за методикою роботи (Mokritskaya et al., 2019) доцільно використовувати для актуалізації даних і прогнозу виникнення геологічних небезпек (Мокрицька та ін., 2019).

Відклади четвертинного віку у порівнянні з дочетвертинними є достатньо вивченими. Потужність відкладів четвертинної системи у більшості розрізів не перевищує 30–35 м і лише у центральній та південній частинах м. Дніпро сягає 45–51 м (рис. 3). Побудову карт поверхонь окремих горизонтів, потужності зони аерації виконано із залученням демоверсії ПЗ «Surfer», інтерполяція виконана за методом Кріге. При побудові моделей поверхонь покрівлі горизонтів і потужностей враховувався ерозійний розмив у басейнах ерозійних систем Тунельна, Зустрічна, Рибальська, Аптекарська, Євпаторійська, Червонополяньська і Лоцманська. Встановлено,

що лесові і викопні ґрунти мають різну витриманість (див. рис. 3, геологічний розріз III-III). У басейні балки Червоноповстанська відсутні бузький, удайський і вітачівський горизонти. Для центральної частини міста характерна відсутність вітачівського й удайського кліматолітів.

В якості горизонтів відкладів четвертинного віку, за нашими попередніми дослідженнями (Мокрицька та ін., 2019) та за даними робіт (Манюк, 1997; Некряч, Манюк, 2004), варто обирати найбільш поширені, а саме березанський (vd, I, aE, br) і крижанівський палеоґрунтові кліматоліти (e, aE, kr); широкинські (e, aP, sh), мартоносські (e, aP, mr), лубенські (e, aP, lb) палеоґрунтові утворення та тилігульський лесовий кліматоліт ($vd, I, Pitl$); завадівський ($ellaP, zv$), кайдацький (e, alP, kd) палеоґрунтові і дніпровський лесовий кліматоліти (vd, I, P, dn). Найбільш поширені у розрізах кайдацький (e, alP, kd), прилуцький палеоґрунтові кліматоліти (e, aP, pl), дніпровський лесовий кліматоліт (vd, I, P, dn). Інші лесові (тясмінський (vd, I, P, ts) та удайський (vd, I, P, ud)) кліматоліти мають меншу потужність та розповсюджені не повсюдно. Дніпровський лесовий кліматоліт (vd, I, P, dn) трапляється на тій самій площі, що і завадівський, потужність найбільша серед горизонтів з просадковими властивостями та досягає 12,0 м. Удайський кліматоліт (vd, I, P, ud) має потужність до 1,1 м, а вітачівський кліматоліт (e, aP, I, vt) – до 3,5 м. Приблизно така потужність притаманна утворенням бузького

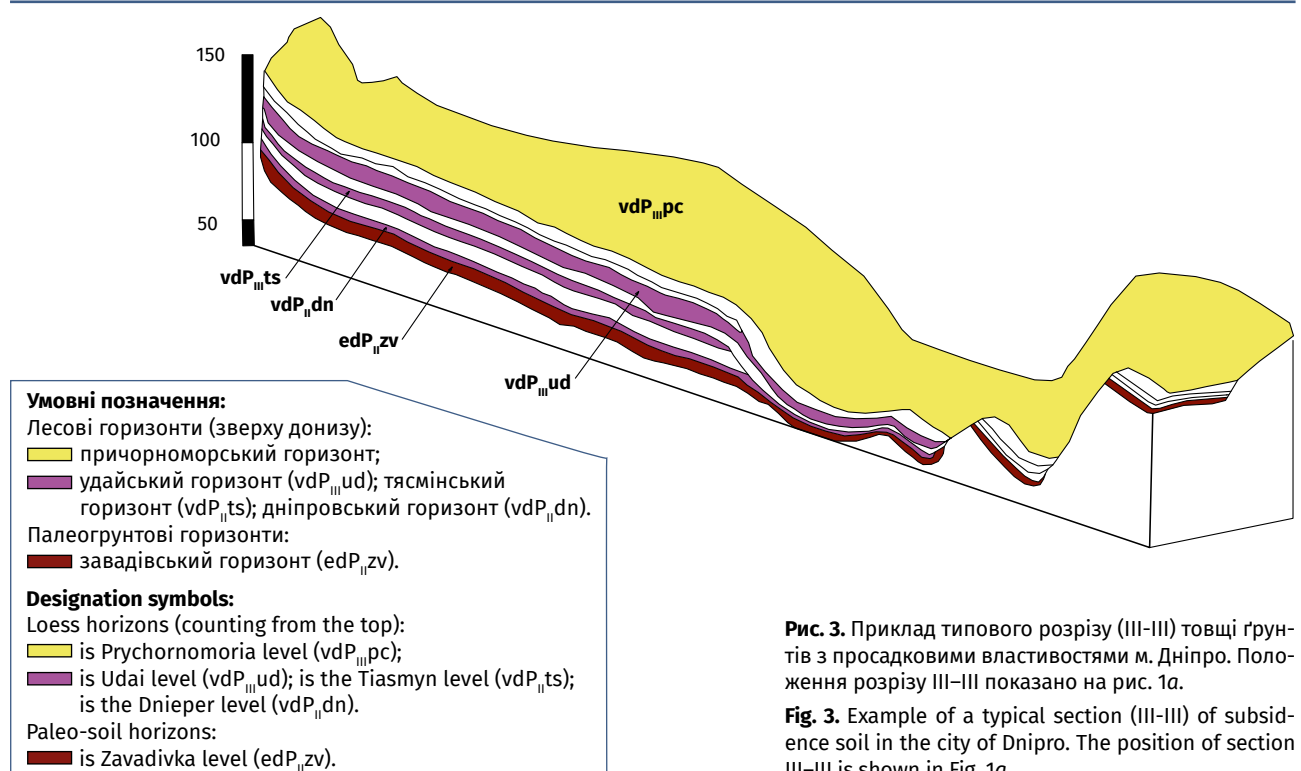


Рис. 3. Приклад типового розрізу (III-III) товщі ґрунтів з просадковими властивостями м. Дніпро. Положення розрізу III-III показано на рис. 1а.

Fig. 3. Example of a typical section (III-III) of subsidence soil in the city of Dnipro. The position of section III-III is shown in Fig. 1a

кліматоліту ($vd, lP_{III}bg$), до яких віднесені суглинки лесоподібні, легкі, однорідні, вапнисті, макропористі. Вище трапляються відклади дофінівського кліматоліту ($e, v, aP_{III}df$) незначної потужності (0,8–1,9 м, іноді до 3,0 м) і практично повсюдним поширенням, які перекриті лесовими утвореннями причорноморського кліматоліту ($vd, v, lP_{III}pc$), розповсюдження якого змінено внаслідок техногенного впливу. Але лесові утворення причорноморського кліматоліту не втратили повністю схильності до просадки; це лесоподібні суглинки вапнисті, макропористі, призматичної окремоті, пухкі і слабо ущільнені, з рівним співвідношенням дрібного (37,7 %) і крупного (32,1 %) алевриту та з помітною кількістю глинистої фракції (35,1 % < 0,005 мм). Потужність цього кліматоліту сягає до 3,0 м, абсолютна відмітка поверхні змінюється від 70,0 м у пониженнях рельєфу до 100,8 м на підвищених ділянках вододілів. Були отримані чисельні моделі зв'язку між показниками фізичного стану та просадністю, міцністю та модулем деформації на підставі застосування статистичного аналізу, методу групового врахування аргументів, фрактального аналізу (Мокрицька, 2013). Вони можуть бути рекомендовані для прогнозування змін стану та властивостей ґрунтів четвертинного віку внаслідок змін напружено-деформованого стану у зоні впливу споруд при освоєнні підземного простору. Як приклад, наведено рівняння залежності дотичної напруги (τ , кПа) від показників фізичного стану, одержаних за результатами випробувань лесоподібних ґрунтів м. Кривий Ріг (табл. 3).

Таблиця 3. Моделі регресії між параметрами зрізу та показниками фізичних властивостей ґрунту (Мокрицька, 2013)

Table 3. Regression models between cut parameters and indicators of soil physical properties (Mokrytska, 2013)

Рівняння	Коефіцієнт детермінації	Стандартна помилка
$\tau_{0,1} = -3,56 + 30,87 \times Wp - 1,689 \times Pl$	0,984	0,09
$\tau_{0,2} = 2,02 - 2 \times Wp - 0,727 \times Pl$	0,757	0,026
$\tau_{0,3} = 2,02 - 1,96 \times Wp - 0,732 \times Pl$	0,749	0,027

Примітки: Wp – вологість на межі розкочування, ч. о.; Pl – щільність ґрунту, г/см³; – дотична напруга зрізу на ступені нормального навантаження 0,1 МПа

Notes: Wp is moisture within a plastic limit Wp , t.u.; Pl is soil density, g/cm³; is tangential cut stress at a normal load stage being 0.1 MPa

Висновки

Отже, для виконання інженерно-геологічної типізації з метою розробки рекомендацій щодо створення сучасних систем керування геологічними ризиками при будівництві багатоповерхових споруд, підземних споруд, різних за призначенням, за аналізом попередніх досліджень авторів інженерно-геологічних умов м. Дніпро, та оглядом публікацій необхідно вирішення таких завдань:

- Створення Геоінформаційної моделі геологічного простору (геологічного середовища) в об'ємі майбутніх та існуючих зон впливу від споруд і будівель, різних за призначенням, з урахуванням усіх основних геологічних утворень четвертинного та дочетвертинного віку, які є потенційним джерелом небажаних інженерно-геологічних процесів та явищ і можуть спричиняти виникнення небезпек.
- Актуалізація даних про стан і властивості основних геологічних утворень четвертинного та дочетвертинного віку.
- Типізація інженерно-геологічних умов за геологічною будовою, умовами залягання та властивостями основних геологічних утворень четвертинного та дочетвертинного віку з метою встановлення зв'язків між геологічною будовою, властивостями та розвитком ймовірних негативних процесів і збільшення ризику.
- Розробка прогнозних розрахунків і математичних моделей змін властивостей та стану основних геологічних утворень четвертинного та дочетвертинного віку у зонах впливу споруд і будівель з метою створення постійно діючих моделей визначення геологічних небезпек у межах певних типів інженерно-геологічних умов.
- Прогноз виникнення зворотних зв'язків у вигляді ймовірних негативних інженерно-геологічних процесів, середовищем яких є основні горизонти у типових інженерно-геологічних умовах, а саме: глибокі консеквентні зсувні та суфозійні явища, нерівномірні деформації основи споруд внаслідок мінливості гранулометричного та літологічного складу; складні деформації в'язко-пластичного характеру внаслідок особливостей стану та властивостей дочетвертинних утворень, просадкові та суфозійні явища у породах четвертинного віку.

Дослідження проведено за бюджетною тематикою (КПКВК 6541030): «Інженерно-геологічні заходи розбудови міст та стратегічного освоєння підземного простору» (державний реєстраційний номер 0123U100129).

Розвиток міст супроводжується збільшенням висотності та щільності забудови, освоєнням підземного простору, що призводить до необхідності актуалізації методів і технологій виконання інженерно-геологічних вишукувань. Наявні нормативні документи регламентують методику і технології вивчення приповерхневих геологічних утворень переважно четвертинного віку. Освоєння підземного простору призводить до необхідності вивчення здебільшого дочетвертинних відкладів як середовища для розміщення та будівництва інженерних споруд різного призначення: від житлових будинків до оборонних об'єктів. Відомості про інженерно-геологічні властивості, структуру, стан і мінливість дочетвертинних відкладів поодинокі. Для міст, зосереджених у долині р. Дніпро, характерні загальні закономірності геологічної будови, зумовлені історією розвитку регіону. У даній роботі на прикладі м. Дніпро виконане узагальнення відомостей про деякі аспекти регіональних інженерно-геологічних умов на підставі аналізу даних про умови залягання та властивості найбільш поширених геологічних горизонтів, які є середовищем виникнення геологічного ризику. Стратиграфічне розчленування відкладів та їх індексація подані згідно з легендами до картосхем використаних звітів. Мета – встановлення загальних особливостей типізації інженерно-геологічних умов для розроблення перспективних планів освоєння підземного простору міських територій в аналогічних або близьких умовах. Завдання полягали в обґрунтуванні чинників інженерно-геологічних умов об'єкта досліджень; аналізі вивченості складу, властивостей певних горизонтів, що зазнають або можуть зазнавати техногенного впливу при будівництві багатопверхових житлових або інших споруд, зона впливу яких розташована у межах дочетвертинних відкладів; визначенні зв'язків небажаних інженерно-геологічних процесів та явищ і складу та властивостей геологічних утворень за відомими даними. Вирішення цієї проблеми є актуальним і сприятиме стійкому розвитку міст.

Список літератури

- Арчакова Е.Г. Отчет о результатах работ по исследованию экзогенных геологических действий на местности г. Днепрпетровск в 1981–1983 гг. «Южургеология», Новомосковская ГРЭ. Днепропетровск, 1983. 183 с.
- Берзенин Б.С. Отчет о результатах комплексной геологической съемки в масштабе 1:50 000, проведенной ГСП-19 в 1964–1970 гг. на площади планшетов М-36-131-Г, М-36-132-В, М-36-143-Б, М-36-144-А. Днепропетровск, 1971.
- Демчишин М.Г. Прогноз и предупреждение оползневых явлений на территории Украины. Киев, 1982. 53 с. (Препр. / АН УССР. Ин-т геол. наук).
- Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000. Аркуш М-36-XXXVI (Дніпропетровськ). Геологічна карта та карта корисних копалин четвертинних відкладів. Центральноукраїнська серія. Аркуш М-36-XXXVI (Дніпропетровськ). Київ: М-во охорони навколишнього середовища України, Державна геологічна служба, 2006.
- Краев В.Ф., Осипчук С.А. Типизация оврагов Приднепровской возвышенности. *Геол. журн.* 1995. № 3–4 (280). С. 62–63.
- Манюк В.В. К стратиграфии палеоген-неогеновых отложений Южного склона Украинского щита. *Актуальные проблемы геологии, географии и охраны окружающей среды.* Днепропетровск: ДГУ, 1997. С. 24–34.
- Мокрицька Т.П. Формирование и эволюция геологической среды Приднепровского промышленного региона. Днепропетровск: ПП «Акцент», 2013. 274 с.
- Мокрицька Т.П., Євграшкіна Г.П., Манюк В.В., Бондар О.В., Баранов П.Н., Самойлич К.О. Безпечні стани та явища у геологічному середовищі на прикладі міст Середнього Придніпров'я: монографія. Дніпро: ПП «Акцент», 2019. 205 с.
- Некряч А.І., Манюк В.В. Звіт про геологічне довивчення раніше закартованих площ м-бу 1:200 000. Аркуш М-36-XXXVI. Дніпропетровськ, 2004.
- Подгорнова Н.Ф., Пустовой В.У., Чугуй В.А., Яковлев Э.А. Отчет о инженерно-геологической съемке: в 5 т. Т. 2. Днепропетровск, 1964.
- Попов И.В. Инженерная геология. Москва: Госгеоиздат, 1951. 443 с.
- Рудько Г.І., Яковлев Є.О., Рагозін О.Л. Моніторинг процесонебезпечних територій та розрахунок ризику техноприродних аварій і катастроф. Київ, 1997. 79 с.
- Садовенко І.О., Шашенко О.М., Гапєєв С.М., Тимошук В.І., Дерев'ягіна Н.І. Аналіз геотехнічної ситуації, що склалася внаслідок раптового прориву пливунних гірських порід із вибором висхідної продукції метрополітену. *Міжнародний форум «Безпечна, комфортна, сприятлива, територіальна громада – 2023»:* матеріали міжнар. конф., 11–13 жовт. 2023 р., м. Дніпро. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2023. С. 69–71.
- Шашенко О.М., Садовенко І.О., Гапєєв С.М., Тимошук В.І., Дерев'ягіна Н.І. Результати дослідження гідрогеотехнічних факторів аварійного стану будинку в зоні технологічного будівництва метрополітену. *Міжнародний форум «Безпечна, комфортна, сприятлива, територіальна громада – 2023»:* матеріали міжнар. конф., 11–13 жовт. 2023 р., м. Дніпро. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2023. С. 63–66.
- Шковира Ю.Д. Отчет геологосъемочной партии № 16 Днепрпетровской комплексной геологоразведочной экспедиции о работах, выполненных в 1959–1961 гг. на территории планшетов М-36-130-В и Г и М-36-131-В. Днепропетровск, 1974.
- Шнюков Е.Ф. (Отв. ред.). Экологическая геология Украины: Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1993. 407 с.
- Antoniou V., Bonali F. L., Nomikou P., Tibaldi A., Melissinos P., Pasquaré Mariotto F., Vitello F., Krokos M., Whitworth M. Integrating Virtual Reality and GIS Tools for Geological Mapping, Data Collection and Analysis: An Example from the Metaxa Mine, Santorini (Greece). *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10. Article 8317. <https://doi.org/10.3390/app10238317>
- Cheng Y., Gan Y., Shi C., Huo A., Pei Y., Song Y., Wang X., Ahmed A. A critical analysis of geological hazard risk assessment including future perspectives. *Sustainability*. 2024. Vol. 16. Article 3701. P. 1–15. <https://doi.org/10.3390/su16093701>
- Galkin V.I., Rastegaev A.V., Seredin V.V., Andrianov A.V. Territories typification technique with use of statistical models. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. Vol. 1015. Article 032038.
- He L., Jiao Y., Zhang Y., Zheng F., Peng H., Ranjith P.G. Innovative geological-geotechnical zoning framework for urban planning: Wuhan's experience. *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*. 2024. Vol. 10. Article 176. <https://doi.org/10.1007/s40948-024-00830-5>
- Li Z., Wang Y., Olgun C.G., Yang S., Jiao Q., Wang M. Risk assessment of water inrush caused by karst cave in tunnels based on reliability and GA-BP neural network. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. 2020. Vol. 11, No. 1. P. 1212–1232. <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1785956>
- Marinos V., Farmakis I., Chatzitheodosiou T., Papouli D., Theodoropoulos T., Athanasoulis D., Kalavria E. Engineering Geological Mapping via VR. *Remote Sens.* 2025. Vol. 17. P. 544. <https://doi.org/10.3390/rs17030544>
- Mokritskaya T.P., Tushev A.V., Samoylich K.A., Baranov P.N. Deformations of loess soils due to micro-aggregate structure changes. *Bulletin of engineering geology and the environment*. 2019. Vol. 78, iss. 5. P. 3729–3739. DOI: 10.1007/s10064-018-1361-z
- Reyer E. Contributions to the physics of eruptions. Vienna, 1877. 225 p.
- Shu J. BIM geological structure computer modelling and software simulation in building foundation model testing. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 2033. Article 012036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2033/1/012036>
- Xie M., Ju Nengpan, Zhao Jianjun, Fan Qiang, He Chaoyang. Comparative analysis on classification methods of geological disaster susceptibility assessment. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*. 2021. Vol. 46, No. 4. P. 1003–1004. DOI: 10.13203/j.whudis20190317
- Yan T., Shen S.L., Zhou A. 2022. Identification of geological characteristics from construction parameters during shield tunneling. *Acta Geotechnica*, 18: 535–551. <https://doi.org/10.1007/s11440-022-01590-w>

Yuxiang Cheng, Yue Gan, Chunmei Shi, Aidi Huo, Yinghui Pei, Yu Song, Xing Wang and Adnan Ahmed. A Critical Analysis of Geological Hazard Risk Assessment Including Future Perspectives. *Sustainability*, 2024. Vol. 16, No. 3701. 1–15 p. <https://doi.org/10.3390/su16093701/>

Zaini F., Suratman R., Che Kassim A.S. Vertical land use zoning in Malaysia. *Journal of the Malaysian Institute of Planners*. 2021. Vol. 19, No. 4. P. 36–47.

Zhyrnov P., Solomakha I. Geological-genetic structure of Irpin city. *Geologija*. 2023 a. Vol. 66, No. 1. P. 167–183. <https://doi.org/10.5474/geologija.2023.a.007>

Zhyrnov P.V., Solomakha I.V. Hydrogeological conditions of Irpin and their influence on the city's engineering protection. *Geophysical Journal*. 2023 b. Vol. 45, No. 1. P. 111–123. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i1.275183>

References

- Antoniou V., Bonali F.L., Nomikou P., Tibaldi A., Melissinos P., Pasquaré Mariotto F., Vitello F., Krokos M., Whitworth M. 2020. Integrating Virtual Reality and GIS Tools for Geological Mapping, Data Collection and Analysis: An Example from the Metaxa Mine, Santorini (Greece). *Applied Sciences*, 10. Article 8317. <https://doi.org/10.3390/app10238317>
- Archakova E.G. 1983. Report on the activities performed to study exogenic geological processes within Dnipropetrovsk city in 1981–1983. Yuzhukrgeologiya, Novomoskovsk GPC. Dnipropetrovsk. 183 p. (in Russian).
- Berzenin B.Z. 1971. Report on the results of complex geological survey (1:50,000 scale) within surveying plots M-36-131-G, M-36-132-V, M-36-143-B, and M-36-144-A by GPS-19 in 1964–1970. Dnipropetrovsk (in Russian).
- Cheng Y., Gan Y., Shi C., Huo A., Pei Y., Song Y., Wang X., Ahmed A. 2024. A critical analysis of geological hazard risk assessment including future perspectives. *Sustainability*, 16. Article 3701: 1–15. <https://doi.org/10.3390/su16093701>
- Demchishin M.G. 1982. Forecast and prevention of landslide phenomena in Ukraine. Kyiv: IGS of NAS of Ukraine. 53 p. (in Russian).
- Galkin V.I., Rastegaev A.V., Seredin V.V., Andrianov A.V. Territories typification technique with use of statistical models. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. 1015. Article 032038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1015/3/032038>
- He L., Jiao Y., Zhang Y., Zheng F., Peng H., Ranjith P.G. Innovative geological–geotechnical zoning framework for urban planning: Wuhan's experience. *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*. 2024. 10. Article 176. <https://doi.org/10.1007/s40948-024-00830-5>
- Kraev V.F., Osypchuk S.A. 1995. Typification of ravines of the Dnieper Upland. *Geologičnij žurnal*, 3–4 (280): 62–63 (in Russian).
- Li Z., Wang Y., Olgun C.G., Yang S., Jiao Q., Wang M. 2020. Risk assessment of water inrush caused by karst cave in tunnels based on reliability and GA-BP neural network. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11 (1): 1212–1232. <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1785956>
- Maniuk V.V. 1997. On the stratigraphy of the Paleogene–Neogene deposits of the southern slope of the Ukrainian Shield. *Topical Problems of Geology, Geography, and Environmental Protection*. Dnipropetrovsk: DSU, p. 24–34 (in Russian).
- Marinos V., Farmakis I., Chatzitheodosiou T., Papouli D., Theodoropoulos T., Athanasoulis D., Kalavria E. 2025. Engineering Geological Mapping via VR. *Remote Sens.*, 17: 544. <https://doi.org/10.3390/rs17030544>
- Mokritskaia T.P. 2013. Inductive models of subsidence degradation. *Engineering Geology*, 5: 34–38 (in Russian).
- Mokritskaya T.P., Tushev A.V., Samoylich K.A., Baranov P.N. 2019. Deformations of loess soils due to micro-aggregate structure changes. *Bulletin of engineering geology and the environment*, 78 (5): 3729–3739. DOI: 10.1007/s10064-018-1361-z
- Mokrytska T.P., Yevhrashkina H.P., Maniuk V.V., Bondar O.V., Baranov P.N., Samoilych K.O. 2019. Hazardous states and phenomena in geological environment in terms of cities and towns of the Middle Prydniprovya: monograph. Dnipro: Aktsent PE. 205 p. (in Ukrainian).
- Nekryach A.I., Manyuk V.V. 2004. Report on geological additional study of previously mapped areas at a scale of 1:200,000, Sheet M-36-XXXVI. [The State Geological Map of Ukraine in the scale 1:200,000]. Kyiv: UkrSGRI. 127 p. (in Ukrainian).
- Podgornova N.F., Pustovoy V.U., Chuguy V.A., Yakovlev E.A. 1964. Report on engineering-geological survey: 5 volumes. 2. Dnepropetrovsk (in Russian).
- Popov I.V. 1951. Engineering geology. Moscow: Gosgeoizdat. 443 p. (in Russian).
- Reyer E. 1877. Contributions to the physics of eruptions. Vienna. 225 p.
- Rudko G.I., Yakovlev E.O., Ragozin O.L. 1997. Monitoring of process-hazardous areas and risk calculation of techno-natural accidents and disasters. Kyiv. 79 p. (in Ukrainian).
- Sadovenko I.O., Shashenko O.M., Hapeiev S.M., Tymoshchuk V.I., Dereviachina N.I. 2023. Analysis of a geotechnical situation resulting from sudden inrush of running rocks from a slope of a rise subway working. *International Forum "Safe, comfortable, and capable territorial community – 2023"*: Proceedings of the international conference, October 11–13, 2023, Dnipro city. Dnipro: Dnipro University of Technology, p. 69–71 (in Ukrainian).
- Shashenko O.M., Sadovenko I.O., Hapeiev S.M., Tymoshchuk V.I., Dereviachina N.I. 2023. Findings of hydrotechnical factors of emergency condition of a building within area of technological impact by a subway construction. *International Forum "Safe, comfortable, and capable territorial community – 2023"*: Proceedings of the International Conference, October 11–13, 2023, Dnipro city. Dnipro: Dnipro University of Technology, p. 63–66 (in Ukrainian).
- Shnyukov E.F. (Editor-in-Chief). 1993. Ecological geology of Ukraine: Reference manual. Kyiv: Naukova Dumka. 407 p. (in Russian).
- Shrovyra Yu.D. 1974. Report on the results of complex geological survey (1:50,000 scale) within surveying plots M-36-130-A, B and 131-A by Kirovsi team in 1970–1974. Dnepropetrovsk (in Russian).
- Shu J. 2021. BIM geological structure computer modelling and software simulation in building foundation model testing. *Journal of Physics: Conference Series* 2033. Article 012036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2033/1/012036>
- State Geological Map of Ukraine. Scale 1:200,000. Geological map and map of minerals of Quaternary deposits. Central Ukrainian series. Sheet M-36-XXXVI (Dnipropetrovsk). 2006. Kyiv: Ministry of Environmental Protection of Ukraine, State Geological Service (in Ukrainian).
- Xie M., Ju Nengpan, Zhao Jianjun, Fan Qiang, He Chaoyang. 2021. Comparative analysis on classification methods of geological disaster susceptibility assessment. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 46 (7): 1003–1014.
- Yan T., Shen S.L., Zhou A. 2022. Identification of geological characteristics from construction parameters during shield tunneling. *Acta Geotechnica*, 18: 535–551. <https://doi.org/10.1007/s11440-022-01590-w>
- Yuxiang Cheng, Yue Gan, Chunmei Shi, Aidi Huo, Yinghui Pei, Yu Song, Xing Wang and Adnan Ahmed. 2024. A Critical Analysis of Geological Hazard Risk Assessment Including Future Perspectives. *Sustainability*, 16, 3701: 1–15. <https://doi.org/10.3390/su16093701/>
- Zaini F., Suratman R., Che Kassim A.S. 2021. Vertical land use zoning in Malaysia. *Journal of the Malaysian Institute of Planners*, 19 (4): 36–47.
- Zhyrnov P., Solomakha I. 2023 a. Geological-genetic structure of Irpin city. *Geologija*, 66 (1): 167–183. <https://doi.org/10.5474/geologija.2023.007>
- Zhyrnov P.V., Solomakha I.V. 2023 b. Hydrogeological conditions of Irpin and their influence on the city's engineering protection. *Geophysical Journal*, 45 (1): 111–123. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i1.275183>

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>
УДК (553.96:552)(477)

Закономірності поширення петрографічних типів бурого вугілля та змін характеристик вугленості Дніпровського басейну

А.В. Іванова*, Л.Б. Зайцева, В.Б. Гаврильцев

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Distribution Regularities of Petrographic Types of Brown Coal and Changes in the Characteristics of the Coal Bearing Capacity in the Dnieper Basin

A.V. Ivanova*, L.B. Zaitseva, V.B. Gavryltsev

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

E-mail: ariadna.v.ivanova@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-4234-2282>;
l.b.zaitseva@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-2572-3139>;
gavryltsev@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-4234-2282>

*Corresponding author /
Автор для кореспонденції:
A.V. Ivanova, ariadna.v.ivanova@gmail.com

Received / Надійшла до редакції:
29.01.2025

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
29.04.2025

Accepted / Прийнята:
10.06.2025

Keywords: geotectonics, peat accumulation, petrographic types of coal, cyclicity, bitumen, wax.

Ключові слова: геотектоніка, торфонакопичення, петрографічні типи вугілля, циклічність, бітум, віск.

The article presents the results of a study on the coal of Paleogene coal-bearing formation in several deposits of the Dnieper Brown Coal Basin. It is shown that the formation occurred during the middle Eocene, when the Ukrainian shield lowered and the sea transgressed into erosion-tectonic paleovalleys from the Dnieper-Donets depression. The study was aimed at identifying the spatial distribution regularities and changes in the petrographic composition of coal, as well as parameters related to the coal-bearing capacity of the basin, which has both theoretical and practical significance. The geotectonic regime of the basin being confined to the Ukrainian Shield determined the paleogeographic conditions of sedimentation and peat accumulation, the speed of submergence of the swampy territory and the plant material accumulation, the degree of watering and flowage of peatlands, the cyclic distribution of petrographic types of coal, and their spatial distribution. For the first time, the distribution of gelite and lipoid-gelite types of coal in the bottom of the layers of most deposits was recorded. It was found that in the overlying part of the seams the coal types change from lipoid-enriched (in the Buzko-Rosynskyi and western parts of the Ingulskyi megablocks) to those depleted in these components (in the Dnieper and eastern part of the Ingulskyi megablocks). For the first time, gelitolite-lipoidolite (liptobiolith) type layers were distinguished in the Basin, in which types of coal with a content of lipoid components of more than 25% prevail. It is shown that the increased bituminosity of the studied coal and the high content of wax in the bitumen are the result of the conditions of decomposition of plant material of peatlands under the influence of sea water.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Ц и т у в а н н я : Іванова А.В., Зайцева Л.Б., Гаврильцев В.Б. Закономірності поширення петрографічних типів бурого вугілля та змін характеристик вугленості Дніпровського басейну. *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 56–70. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>

C i t a t i o n : Ivanova A.V., Zaitseva L.B., Gavryltsev V.B. 2025. Distribution Regularities of Petrographic Types of Brown Coal and Changes in the Characteristics of the Coal Bearing Capacity in the Dnieper Basin. *Geologičnij žurnal*, 2 (391): 56–70. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.328356>

Вступ

Визначення закономірностей просторового поширення та змін петрографічного складу вугілля Дніпровського буровугільного басейну (Дніпробасу) має як теоретичне, так і прикладне значення. Важливість вивчення геологічної будови, геотектонічного режиму й історії розвитку басейну визначається тим, що вони впливають на особливості умов формування вихідного матеріалу вугілля та його перетворення, а також на склад і властивості вугілля, що, в свою чергу, зумовлює перспективи його використання у промисловості.

Вугілля басейну на даний час практично не використовується. Зазначимо, що запаси вугілля, які є сировинною базою виробництва буровугільного воску – цінного продукту для багатьох галузей промисловості, досягають 279 млн т. Найбільш раціональним і перспективним може бути комплексне використання енергетичного та хімічного потенціалу вугілля з переробкою його у водовугільне паливо, буровугільний віск, гумінові кислоти, сорбційні матеріали (Белов и др., 2009; Мінеральні..., 2021).

Висвітленню геологічної будови Дніпробасу, умов формування, вугленості, петрографічного складу й якості вугілля та його генезису присвячені роботи багатьох дослідників, серед яких І.Є. Слензак, П.Г. Нестеренко, В.Т. Сябряй, В.М. Нагірний, М.О. Ігнатченко, Л.Б. Зайцева, А.Я. Радзівілл, С.А. Гурідов, М.О. Самарін, С.В. Металіді, Р.М. Оксенчук та ін.

Незважаючи на високий ступінь вивченості басейну, не вирішені питання про роль палеотектонічних і палеогеографічних умов у формуванні речовинно-петрографічного складу та петрографічних типів вугілля.

Метою цього дослідження є порівняльний аналіз петрографічного складу вугілля та реконструкція умов осадо- та торфонакопичення ряду родовищ Дніпробасу для з'ясування закономірностей просторового поширення вугілля певного петрографічного складу та деяких параметрів вугленості в залежності від геотектонічного режиму.

Для дослідження використано зразки бурого вугілля, відібрані у вугільних пластах з 23 свердловин і кількох розрізів ряду родовищ Ватутінського, Олександрійського та Верхньодніпровського районів. Макроскопічний опис керна дозволив підрозділити вугілля на групи за кольором і щільністю. В результаті мікроскопічного

вивчення у прохідному та поляризованому світлі понад 300 двосторонньополірованих шліфів були виділені основні петрографічні типи вугілля.

Об'єкт дослідження

Дніпробас розташований в межах Українського щита (УЩ), кристалічний фундамент якого формувався протягом раннього докембрію (рис. 1). Він складається зі структурних елементів першого порядку – мегаблоків, що «відрізняються своєю геологічною будовою, мінерагенією та структурно-речовинною (геотектонічною) еволюцією, відокремлені в сучасній структурі зонами розломів і характеризуються автономним розвитком по відношенню до сусідніх мегаблоків на всіх, або принаймні деяких, етапах ранньодокембрійської історії» (Кирилюк, 2004, с. 12), а на думку О.О. Гойжевського (Гойжевский, 1982), – на всіх етапах історії регіону. У формуванні рельєфу фундаменту УЩ та його схилів провідну роль відіграли тектонічні, головним чином блокові, рухи. Кімерійські й альпійські рухи зумовили структурно-фаціальні характеристики та палеогеографічну обстановку Дніпробасу. За даними (Радзівілл и др., 1987), протягом неогену (до кінця раннього еоцену) щит виступав як позитивна структура, гіпсометричний рівень якої був вищим по відношенню до пов'язаних з ним тектонічних елементів, зокрема Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Періодично територія щита частково перекривалася морем. До розломів, що виникли і розвивалися із пізнього протерозою в консолідованому твердому фундаменті щита (Гойжевский, 1982; Старостенко и др., 2011; Гинтов, 2012), а за даними (Кирилюк, Шевченко, 2023), – з раннього протерозою, приурочені річкові палеодолини. Вони формувалися здебільшого в юрі та були успадковані крейдяними та палеогеновими палеодолинами. Диференційовані рухи блоків, що розвивалися на фоні значних епейрогенічних рухів, відіграли основну роль у формуванні річкових долин та їх розмірів, морфології русла, типу поздовжніх профілів і заплав, характеру та густоти ерозійного розчленування. При зменшенні відносних перевищень блоків дедалі більшу роль відігравала бічна ерозія, що вела до розширення ерозійно-тектонічних палеодолин. Крім того, на особливості розподілу осадового чохла, його гіпсометрію та характер річкової палеомережі вплинули перекося щита й одностороннє (шарнірне) занурення та підняття його схилів (Гойжевский, 1982).

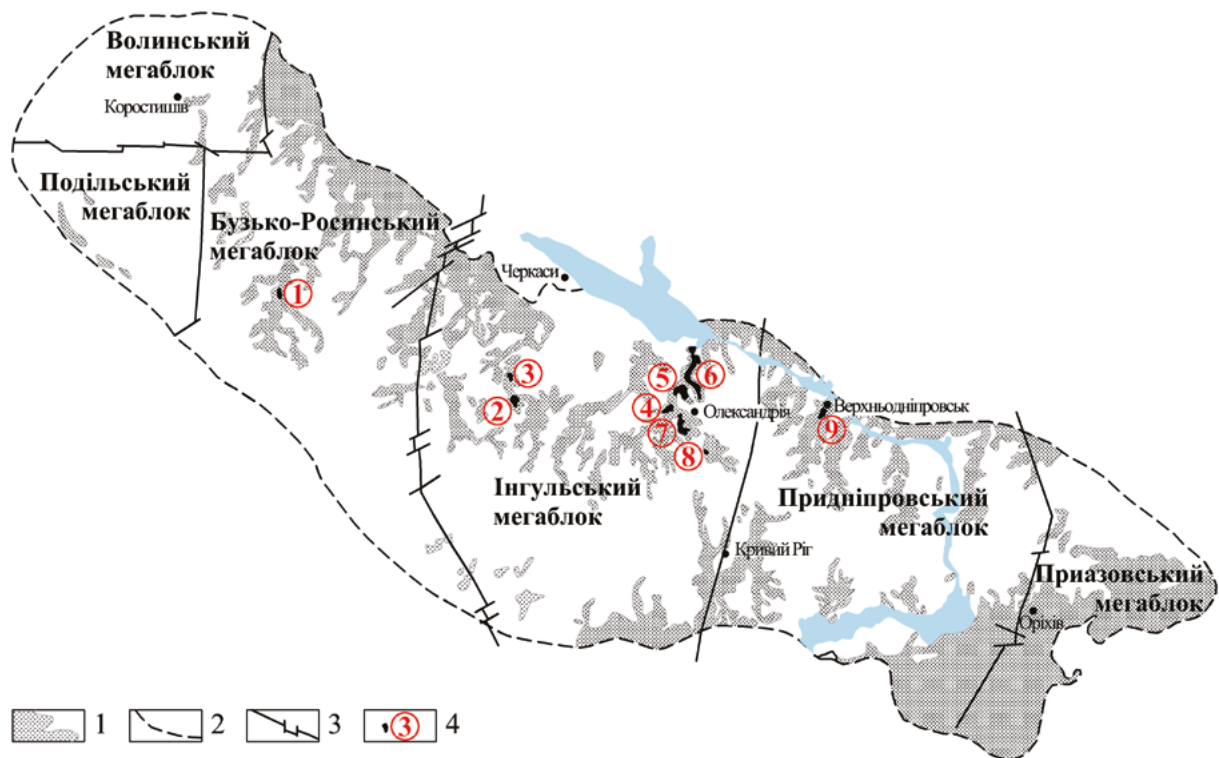


Рис. 1. Карта області досліджень (Радзивилл і др., 1987; Кирилюк, Шевченко, 2023): 1 – вугленосні відклади бучацької світи, 2 – границі Дніпробасу, 3 – глибинні розломи, 4 – досліджені авторами родовища: Оратівське (1), Новомиргородське (2), Златопільське (3), Морозівське (4), Бандурівське (5), Миронівське (6), Семенівсько-Олександрійське (7), Балахівське (8), Верхньодніпровське (9)

Fig. 1. Map of the study area (Radzivil et al., 1987; Kyrylyuk, Shevchenko, 2023): 1 – coal-bearing deposits of the Buchak suite, 2 – boundaries of the Dnieper Brown Coal Basin, 3 – deep faults, 4 – deposits studied by the authors: Orativske (1), Novomyrhorodske (2), Zlatopilske (3), Morozivske (4), Bandurivske (5), Myronivske (6), Semenivsko-Oleksandriyske (7), Balakhivske (8) and Verkhniodniprovsk (9)

Умови формування палеогенових відкладів та їх вугленосність

Приуроченість Дніпробасу до УЩ зумовила особливості формування осадового комплексу, представленого обмежено поширеними відкладами мезозою (від середньоюрських до крейди) та практично повсюдно розвиненими утвореннями кайнозою. Осадкові відклади залягають на кристалічних породах докембрію та продуктах їх вивітрювання. Кайнозойська група представлена на території басейну відкладами палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Палеоген включає палеоценову, еоценову й олігоценову епохи.

На палеоценовому етапі завершилося формування структурно-геоморфологічних неоднорідностей доеоценової поверхні Дніпробасу. Наприкінці пізнього палеоцену трансгресія моря на територію УЩ спостерігалась з боку Причорноморської западини.

Нижній еоцен представлений на щиті морськими мілководними осадами канівської світи (Радзивилл і др., 1987; Зосимович і др., 2015; Maslun et al., 2015). В межах досліджених нами родовищ відклади канівської світи відсутні.

В бучацький час на території ДДЗ зберігались мілководні морські умови, а на УЩ продовжувалась інгресія морського басейну по палеодолинах (Устиновський, 1990). Низхідні рухи щита викликали ослаблення ерозійних процесів і розвиток процесів акумулятивних з накопиченням річкового алювію. З опусканням поверхні щита та підпруження морськими водами гирлових частин долин відбувалось їх заболочення та перетворення русел і заплав на торфовища та заростаючі озера. Саме з піщано-глинистими відкладами бучацької світи, що виповнюють палеодолини та депресії, пов'язана промислова вугленосність родовищ. Подальше поступове опускання щита та інгресія моря призвели до перекриття вугільних пластів осадовими породами (Нагірний, 1977; Гойжевський, 1982; Радзивилл і др., 1987).

Утворення бучацької світи дуже поширені на території басейну (див. рис. 1) і представлені піщано-глинистими вуглистими осадами з одним-трьома пластами та лінзами бурого вугілля. Розміщення буровугільних покладів та їх розміри визначалися глибиною і шириною палеодолин, зумовлених, у свою чергу, характером тектонічних рухів.

Торфонакопичення в палеодолинах відбувалося на великих заболочених ділянках і нерідко поширювалося не тільки на заплаву, а також і на надзаплавні тераси та пологі схили долин, де розвивалися дрібні заростаючі озера. Торфонакопиченню передувало формування у палеоцені–ранньому еоцені каолінітової кори вивітрювання. Як правило, вугленосна товща бучаку загальною потужністю до 30–58 м залягає безпосередньо на первинних каолінах кори вивітрювання, перекривається породами київської світи. Спостерігається закономірне омолодження перекриваючих вугленосні утворення порід у напрямку від ДДЗ до осевих частин щита (Радзивилл и др., 1987).

У київський час у ДДЗ морська трансгресія досягала максимуму (Устиновский, 1990). Море, що наступало з північного сходу на щит, зумовило накопичення піщано-глинистих відкладів потужністю до 50 м, які перекривають вугленосну товщу в межах північної частини щита (Зосимович и др., 2015; Maslun et al., 2015). Висота водорозділових просторів у вигляді півостровів і мисів не перевищувала кількох десятків метрів.

У пізньому еоцені (обухівський час) у залитих морем долинах відкладалися кварцові глауконітові піски та піщані глауконітові глини загальною потужністю до 20 м.

Відклади олігоцену представлені морськими осадами, а саме глауконітовими некарбонатними глинистими пісками з прошарками глин і пісковиків межигірської світи потужністю до 15 м. Світа широко розвинена на території басейну та перекриває вугленосні відклади бучаку на південь від смуги розвитку порід київської світи (Радзивилл и др., 1987).

Відклади берецького моря, що відступало, розвинені обмежено. Вони відсутні в межах вивчених нами родовищ.

В умовах обмілілого міоценового моря формувалися піщано-глинисті вугленосні відклади новопетрівської світи потужністю до 25 м, які мають острівне поширення (Радзивилл и др., 1987).

Внаслідок неогенових тектонічних рухів (Нагірний, 1977) та встановлення континентального режиму відклади новопетрівської світи перекриті континентальними глинистими пісками та піщанистими глинами верхнього міоцену потужністю до 45 м, пліоцену та нерозчленованого пліоцену–нижнього квартеру потужністю 15–47 м. Відклади пізньочетвертинного віку, прорізані давніми та сучасними

річковими долинами та балками, представлені алювіальними пісками та суглинками потужністю до 54 м (Гойжевский, 1982; Радзивилл и др., 1987).

Авторами статті вивчалися родовища Ватутінського, Олександрійського та Верхньодніпровського геолого-промислових районів, що знаходяться в межах Бузько-Росинського, Інгульського та Придніпровського мегаблоків, на північний схід від лінії бучацького вододілу (осьової частини УЩ).

Бузько-Росинський мегаблок. Межі мегаблоку визначаються на сході Первомайсько-Трахтемирівським розломом, на заході – Брусилівським, Звездаль-Заліським і Немирівським розломами, на півночі і півдні вони збігаються з границями УЩ. Характер розташування стратометаморфічних комплексів свідчить про загальний нахил мегаблоку у північно-східному напрямку. Складчаста структура поверхів ускладнена численними розривними порушеннями (Кирилюк, 2007; Кирилюк, Шевченко, 2023). Фундамент ступінчасто спускається на схід від 210 до 150 м. Переважна висота блоків сягає 160–180 м. Глибина ерозійного розчленування фундаменту становить 50–60 м, глибина палеодолин – 30–40 м (Гойжевский, 1982).

За даними (Радзивилл и др., 1987), у родовищах, що знаходяться в межах цього мегаблоку, простежується від одного до трьох пластів вугілля, які залягають на глибині 26–90 м. Потужність пластів у залежності від положення в розрізі змінюється від 0,2 до 9,2 м, у середньому складаючи для різних родовищ 2,8–4,3 м. У межах Бузько-Росинського мегаблоку досліджувалося Оратівське родовище Ватутінського геолого-промислового району.

Інгульський мегаблок займає центральну частину УЩ. На сході мегаблок межує по зоні Криворізько-Кременчуцького розлому з Придніпровським мегаблоком, на заході його межа з Бузько-Росинським мегаблоком проходить по Первомайсько-Трахтемирівському розлому. Складчаста структура поверхів ускладнена численними розривними порушеннями (Кирилюк, Шевченко, 2023). Висоти поверхні фундаменту досить витримані – 140–150 м. Глибина ерозійного розчленування становить 50–70 м, глибина палеодолин – 30–40 м (Гойжевский, 1982).

У родовищах, що знаходяться в межах названого мегаблоку, простежується від одного до трьох пластів вугілля, які залягають на глибині від кількох до 50–120 м. Потужність пластів змінюється від часток метра до 10–18 м, складаючи в середньому

для різних родовищ 2,0–5,7 м (Радзивилл и др., 1987). У межах Інгульського мегаблоку досліджувалися Златопільське та Новомиргородське вугільні родовища Ватутінського геолого-промислового району та Миронівське, Бандурівське, Морозівське, Семенівсько-Олександрійське, Балахівське родовища Олександрійського геолого-промислового району.

Придніпровський мегаблок обмежений на заході Криворізько-Кременчуцьким, а на сході Оріхово-Павлоградським субмеридіональними глибинними розломами. Як і в інших мегаблоках УЩ, складчаста структура поверхів ускладнена численними розривними порушеннями (Кирилюк, Шевченко, 2023). Висоти фундаменту найчастіше становлять 100–120 м. Відмінною рисою мегаблоку є чергування вузьких дрібних меридіонально орієнтованих блоків різної висоти (130–140 і 80–100 м). Глибина ерозійного розчленування фундаменту сягає 60–100 м, глибина палеодолин – 40–60 м. Значні в межах мегаблоку глибини ерозійного розчленування свідчать про більш високе його положення відносно Бузько-Росинського й Інгульського мегаблоків (Гойжевский, 1982).

За даними (Радзивилл и др., 1987), у родовищах, що знаходяться в межах цього мегаблоку, простежується лише один пласт вугілля, який залягає на глибині від 11 до 150 м. Потужність пластів у залежності від положення в розрізі змінюється від 1 до 27 м, у середньому складаючи для різних родовищ 3,5–9,0 м. У межах Придніпровського мегаблоку досліджувалося Верхньодніпровське родовище.

На території Дніпробасу виділяється завершений палеогеновий цикл осадоного накопичення, який є поліфаціальним утворенням. Початок літоциклу варто відносити до другої половини раннього палеоцену, тому що у низах вугленосної товщі УЩ трапляються залишки відкладів раннього еоцену та навіть палеоцену (Гойжевский, 1982). Оскільки кінець палеоцену відрізнявся інтенсивними висхідними епейрогенічними рухами, зворотними рухами схилів і різко диференційованими блоковими рухами, а до пізнього олігоцену море повністю залишило територію УЩ та його схилів, розріз палеогенового літоциклу осадоного накопичення в межах вивчених родовищ є редукованим. Відсутні відклади палеоцену, канівської, буцацької (низів) і берецької світ. Як зазначалося вище, вугленосна товща залягає, як правило, безпосередньо на каоліновій корі вивітрювання, а перекривається найчастіше морськими утвореннями київської світи.

В межах Бузько-Росинського й Інгульського мегаблоків у родовищах розвинені один–три пласти бурого вугілля, що вказує на нестабільність характеру тектонічних рухів і відповідно процесів осадоного накопичення. В родовищах Придніпровського мегаблоку спостерігається лише один пласт більшої потужності, що свідчить про більш стабільну тектонічну обстановку цього мегаблоку в період формування вугленосних відкладів.

Єдиного погляду на умови формування буцацьких вугленосних відкладів немає. Деякі дослідники вважають їх континентальними утвореннями – В.Т. Сябряй (1959), М.О. Самарін (Радзивилл и др., 1987) та ін. У роботах (Слензак, 1946; Крашенинников, 1957; Кизильштейн, 1975; Игнатченко, Зайцева, 1981) висловлено припущення про утворення буцацьких відкладів у прибережно-морській обстановці.

Речовинно-петрографічний склад вугілля

За сукупністю зовнішніх ознак у вугіллі родовищ виділено три групи, які детально були охарактеризовані раніше (Игнатченко, Зайцева, 1981; Ivanova et al., 2021).

I. Група темно-коричневого вугілля, слабо- і середньоущільненого. Це вугілля в кількості до 47–50 % розвинуте на Златопільському, Миронівському родовищах та на 69 % складає розріз Верболюзівського кар'єру.

II. Група коричневого вугілля, в основному середньоущільненого. Коричневе вугілля має широке розповсюдження. На Златопільському, Миронівському, Бандурівському, Морозівському (Морозівський кар'єр) родовищах його вміст сягає 44–53 %, на Морозівсько-Світлопільській ділянці та Балахівському родовищі – 64–73 %.

III. Група світло-коричневого вугілля, в основному щільного. Вугілля цієї групи поширене спорадично. Найчастіше цей тип трапляється на Балахівському, Морозівському, Верхньодніпровському, Оратівському родовищах, складаючи 31–41 %.

Згідно з класифікаціями органічних мікрокомпонентів бурого вугілля (Петрографические..., 1975; ISO 7404-3..., 2009), мікроскопічними дослідженнями встановлено групи гумініту, інертиніту, ліптиніту.

Група гумініту (Ht). Мікрокомпоненти групи гумініту (від 25–30 до 90–100 %) постійно присутні в усіх типах вугілля у вигляді атриніту та структурних фрагментів продуктів гуміфікації тканин покритонасінних і хвойних рослин.

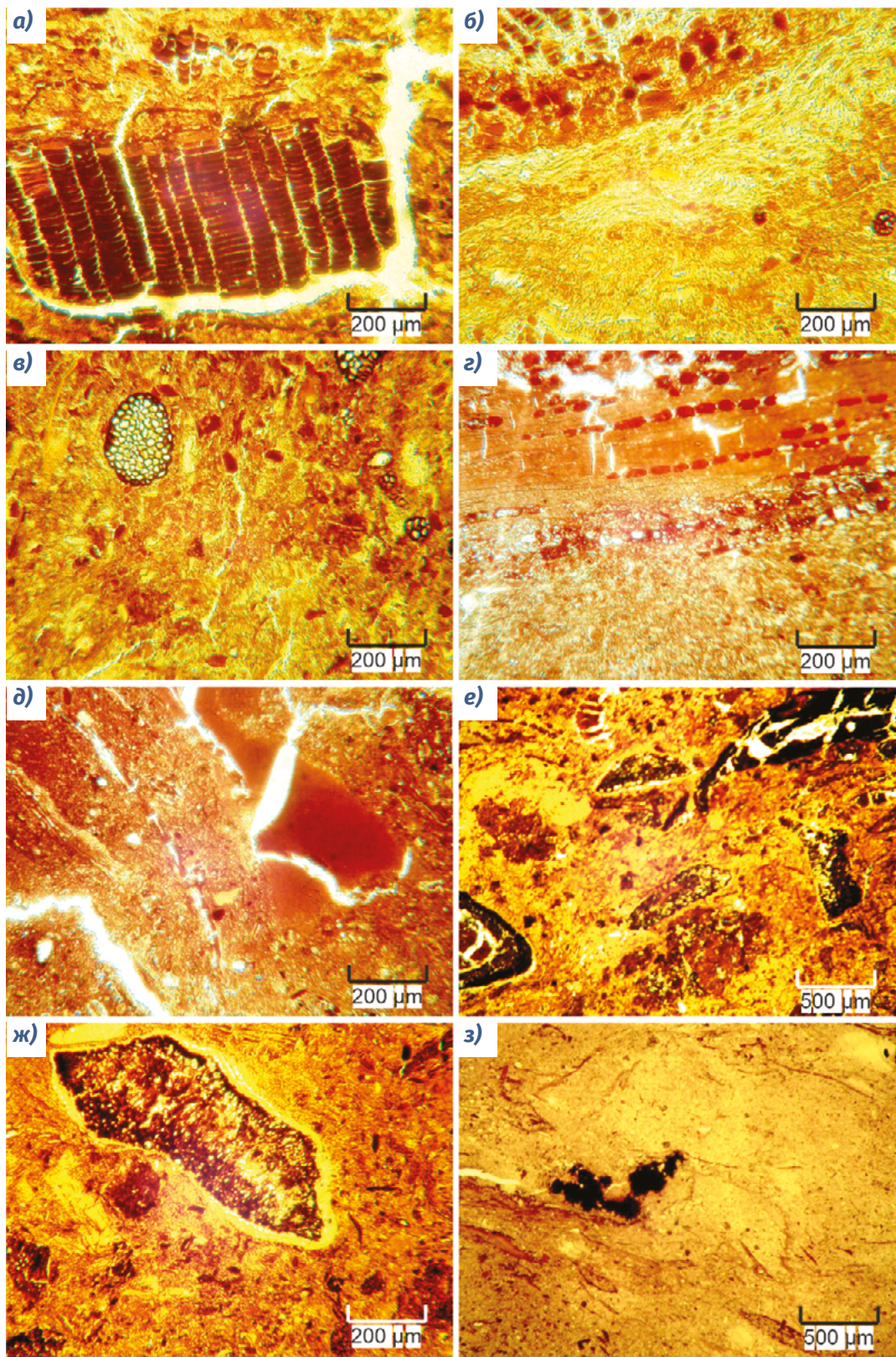


Рис. 2. Мікрофотографії мікрокомпонентів і петрографічних типів бурого вугілля Дніпробасу (у прохідному світлі). Миронівське родовище, Костянтинівська ділянка: а – α - β -фелініт, св. 43264; б – фрагмент α , β -субериніту та β -ксилініту (св. 43279); в – орто-склеротиніт у ліпоїдо-геліті (св. 43278). Світлопільська шахта, 8-й штрек: г – поздовжній зріз провідної тканини β -структури, фелініто-кисило-атрит у фрагментарно-атритовому ліпоїдо-геліті. Верболюзівська шахта, 20-а лава: д – доплериніт, лігно-кисило-атрит. Оратівське родовище: е – фузиніто-атрит у ліпоїдо-геліті (св. 853); ж – семіфузенізований α -паренхіт, кутиніт у ліпоїдо-геліті (св. 853); з – скоплення піриту у ліпоїдо-геліті (св. 857)

Fig. 2. Microphotographs of microcomponents and petrographic types of brown coal from the Dnieper Brown Coal Basin (in transmitted light). Myronivske deposit, Kostiantynivska section: а – α - β -fellinite (well 43264); б – fragment of α , β -suberinite and β -xylinite (well 43279); в – ortho-sclerotinite in lipoid-gelite (well 43278). Svitlopilska mine, 8th drift: г – longitudinal section of the conductive fabric of the β -structure, fellinite-xylo-atritus in fragmentary-atritus lipoid-gelite. Verbolozivska mine, 20th long wall: д – dopplerinite, ligno-xylo-atritus. Orativske deposit: е – fusinite-atritus in lipoid-gelite (well 853); ж – semifusainized α -parenchite, cutinite in lipoid-gelite (well 853); з – accumulation of pyrite in lipoid-gelite (well 857)

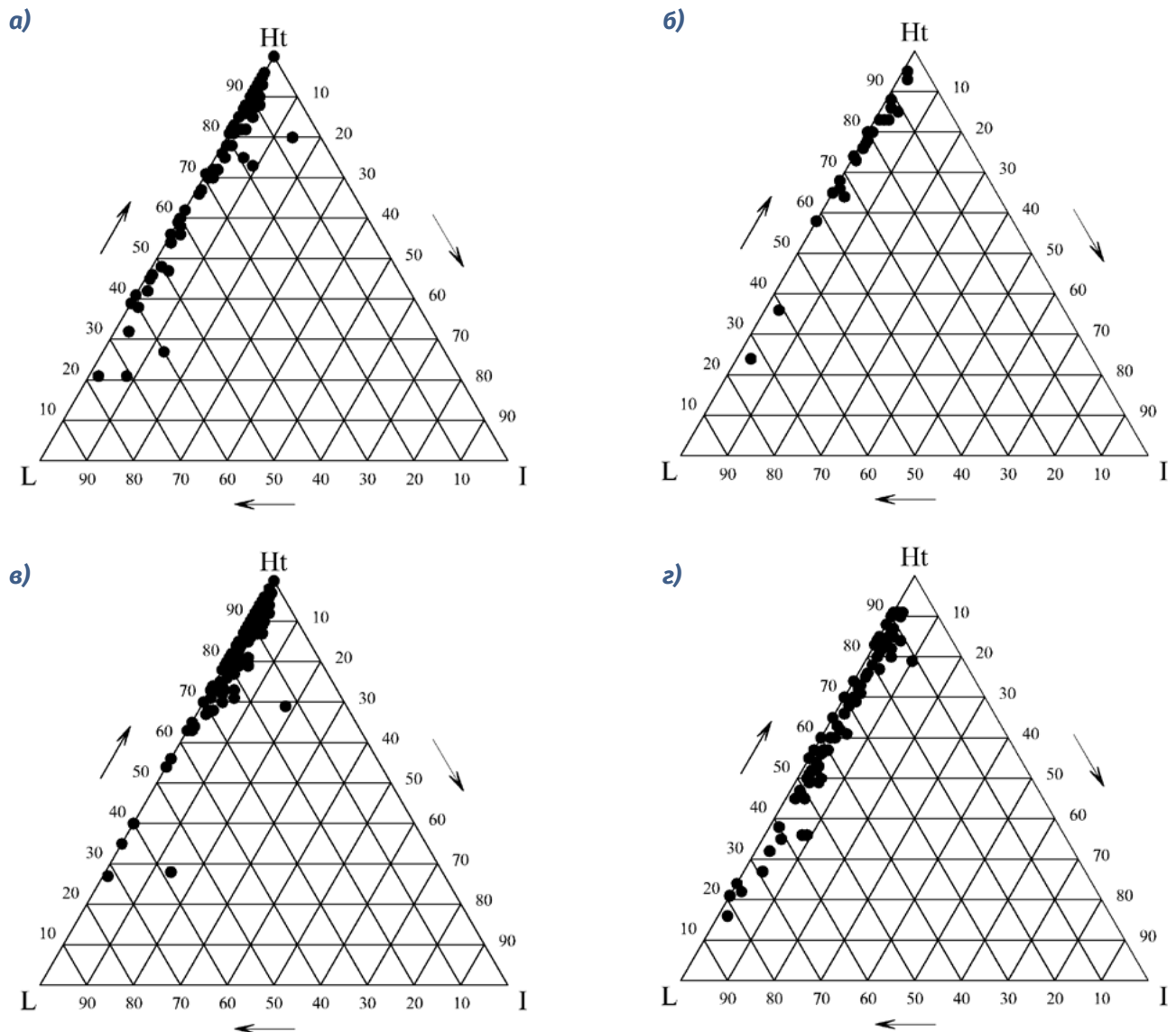


Рис. 3. Мікрокомпонентний склад вугілля (групи гумініту (Ht), інертиніту (I), ліптиніту (L)) родовищ: а – Бузько-Росинський мегаблок (Оратівське); б – західна частина Інгульського мегаблоку (Новомиргородське, Златопільське); в – східна частина Інгульського мегаблоку (Бандурівське); г – Придніпровський мегаблок (Верхньодніпровське)

Fig. 3. Microcomponent composition of coal (huminites (Ht), inertinites (I) and liptinites (L) groups) by deposits: а – Buzko-Rosynskiy megablock (Orativske); б – western part of Ingul'skyy megablock (Novomyrhorodske, Zlatopilske); в – eastern part of Ingul'skyy megablock (Bandurivske); г – Prydniprovskiy megablock (Verkhniodniprovskoe)

Мікрокомпоненти характеризуються червоним, коричнево-червоним, світло-жовтим і світло-коричневим забарвленням. Середні значення вмісту компонентів групи гумініту по блоках складають (%): Бузько-Росинський – 74; Інгульський – 73–90; Придніпровський – 67.

Група ліптиніту (L) (від 2–3 до 71 %) представлена різноманітними формами елементів світло-жовтого, жовтого кольору: резиніт, мікроекзиніт, структурний субериніт, тонкий кутиніт, а також атриніто-субериніт. Своєрідним мікрокомпонентом групи ліптиніту є збагачена ліпідами безструктурна речовина жовтого кольору, що у роботі (Игнатченко, Зайцева, 1981)

названа бітумініто-десмітом. Його кількість у деяких типах вугілля досягає 45–70 % органічної речовини. Компоненти цієї групи особливо широко представлені в гелітитовому та геліто-ліпідотитовому вугіллі. Термін «бітумініт» для мацералів групи ліптиніту був запропонований в 1975 р. і нерідко асоціюється з ліпідотетринітом або «аморфним бітумом» сапропелевого вугілля (Штах и др., 1978). Середні значення вмісту ліптиніту по блоках складають (%): Бузько-Росинський – 25; Інгульський – 9–29; Придніпровський – 31.

Група інертиніту (I). Вміст групи інертиніту у вугіллі становить від 0 до 2–3 %. Компоненти

групи представлені семіфюзенізованими та фюзенізованими тканинами, які є продуктами слабкої гуміфікації та подальшого окиснення рослинного матеріалу, а також склеротинітом. Аномальні кількості інертиніту (до 14–18 %) спостерігаються в окремих зразках вугілля на Оратівському і Бандурівському родовищах та Верболозівській шахті Семенівсько-Олександрійського родовища. На думку авторів, це явище можна пов'язати з пожежами.

На рис. 2 наведено мікрофотографії мікрокомпонентів і петрографічних типів бурого вугілля Дніпробасу.

На діаграмах (рис. 3) представлено розподіл мікрокомпонентів вугілля груп гумініту, ліптиніту й інертиніту, який свідчить про домінуючий вміст у вугіллі мікрокомпонентів групи гумініту та незначну кількість компонентів групи інертиніту.

Мінеральні складові. До неорганічних компонентів відносяться окремі зерна мінералів, їх скупчення у вигляді дрібних лінзочок, конкреції або псевдоморфози по рослинних рештках. У кількісному відношенні у вугіллі переважають кварцові різно окатані зерна, їх лінзовидні скупчення, глинистий матеріал, пластиночки слюди, поодинокі включення піриту, прояви піритизації рослинних тканин, каолініт.

За кількісним співвідношенням груп мікрокомпонентів, відповідно до речовинно-петрографічної класифікації (Петрографические..., 1975), вивчене вугілля віднесене до таких типів: геліти, ліпоїдо-геліти, ліпоїдо-гелітити, геліто-ліпоїдотити, геліто-ліпоїдити (рис. 4).

Геліти (Ht – 85–96 %; L – 2–10 %; I – 2–5 %). У вугіллі переважає ксило-, паренхо-, фелініто-атриніт, частка структурних тканин рідко перевищує 25 %. Для вугілля характерні атрито-детритова та фрагментарно-атритова структури. Основними мінеральними компонентами вугілля є кварц, глинисто-алевритовий матеріал, пірит. За макроскопічною характеристикою геліти відносяться в основному до I та частково II груп вугілля.

Ліпоїдо-геліти (Ht – 76–89 %; L – 11–25 %; I – 1–5 %). Переважають компоненти групи гумініту у вигляді змішаного атрито-детриту з поодинокими фрагментами структурних тканин. Склад мінеральних компонентів близький до складу в гелітах. За сукупністю зовнішніх ознак ліпоїдо-геліти відносяться головним чином до II групи.

Ліпоїдо-гелітити (Ht – 52–72 %; L – 26–48 %; I – 1–3 %). Мікроструктуру вугілля визначає наявність різноманітного за вихідним матеріалом атрито-детриту, а також безструктурного бітумініто-десміту. Мінеральні компоненти представлені глинисто-алевритовим матеріалом, дрібними зернами кварцу, піритом. За макроскопічною характеристикою ліпоїдо-гелітити здебільшого відповідають III групі, частково II.

Геліто-ліпоїдотити (Ht – 24–48 %; L – 51–75 %; I – 1–4 %). Компоненти групи гумініту представлені здебільшого ксило-, паренхо-, фелініто-атритом (24–40 %) та поодинокими включеннями структурних тканин. Доплериніт (1–8 %) частіше виповнює порожнини. Підвищений вміст у вугіллі ліпоїдних компонентів пов'язаний із значною кількістю бітумініто-десміту (до 65 %). Мікрокомпоненти групи інертиніту представлені головним чином нігро-склеротинітом. Мінеральні компоненти – глинисто-алевритовий матеріал, дрібні зерна кварцу, пірит, каолініт. Мікроструктура вугілля атрито-десмітова. За зовнішніми ознаками геліто-ліпоїдотити відносяться до III групи.

Геліто-ліпоїдити (Ht – 7–22 %; L > 75 %; I – 1–2 %). Ліптиніт в основному представлений бітумініто-десмітом (до 82 %), а також субериніто-атринітом (10–15 %). Мікрокомпоненти групи гумініту спостерігаються у вигляді ксило-, фелініто-детриту та доплериніту. До групи інертиніту відносяться дрібний семіфюзиніто-атриніт і склеротиніт. Мінеральні компоненти складені кварцом, глинистим матеріалом, каолінітом, зрідка піритом. Мікроструктура вугілля десмітова. За зовнішніми ознаками вугілля відноситься до III групи.

Розрізи вугільних пластів родовищ Дніпробасу представлені в основному гелітами та ліпоїдо-гелітами, що становлять від 50 % вугільних розрізів на Верхньодніпровському родовищі до 100 % на Миронівському родовищі та Світлопільській шахті Морозівського родовища (див. таблицю).

За вивченими зразками в підшві пластів усіх родовищ переважно фіксуються гелітовий та ліпоїдо-гелітовий типи вугілля. Лише в деяких свердловинах Оратівського, Бандурівського та Верхньодніпровського родовищ у підшві зафіксовані геліто-ліпоїдотитовий та геліто-ліпоїдитовий типи вугілля. Це може бути пов'язане з виносом проточними водами гумусової складової торфу, який залягає на алювіальних відкладах підвугільного горизонту.

В припокрівельній частині пластів родовищ, що розташовані в межах Бузько-Росинського мегаблоку (Оратівське) та західної частини Інгільського мегаблоку (Новомиргородське, Златопільське), частіше фіксуються ліпоїдо-гелітовий, геліто-ліпоїдотитовий та геліто-ліпоїдитовий типи вугілля ($L > 25\%$). У припокрівельній частині пластів родовищ у східній частині

Інгільського мегаблоку (родовища Олександрійського геолого-промислового району) та в межах Придніпровського мегаблоку (Верхньодніпровське родовище) спостерігаються в основному геліти та ліпоїдо-геліти ($L < 25\%$). Це можна пояснити динамікою водного середовища, пов'язаної з відмінностями у тектонічному режимі розвитку щита, зокрема підвищенням

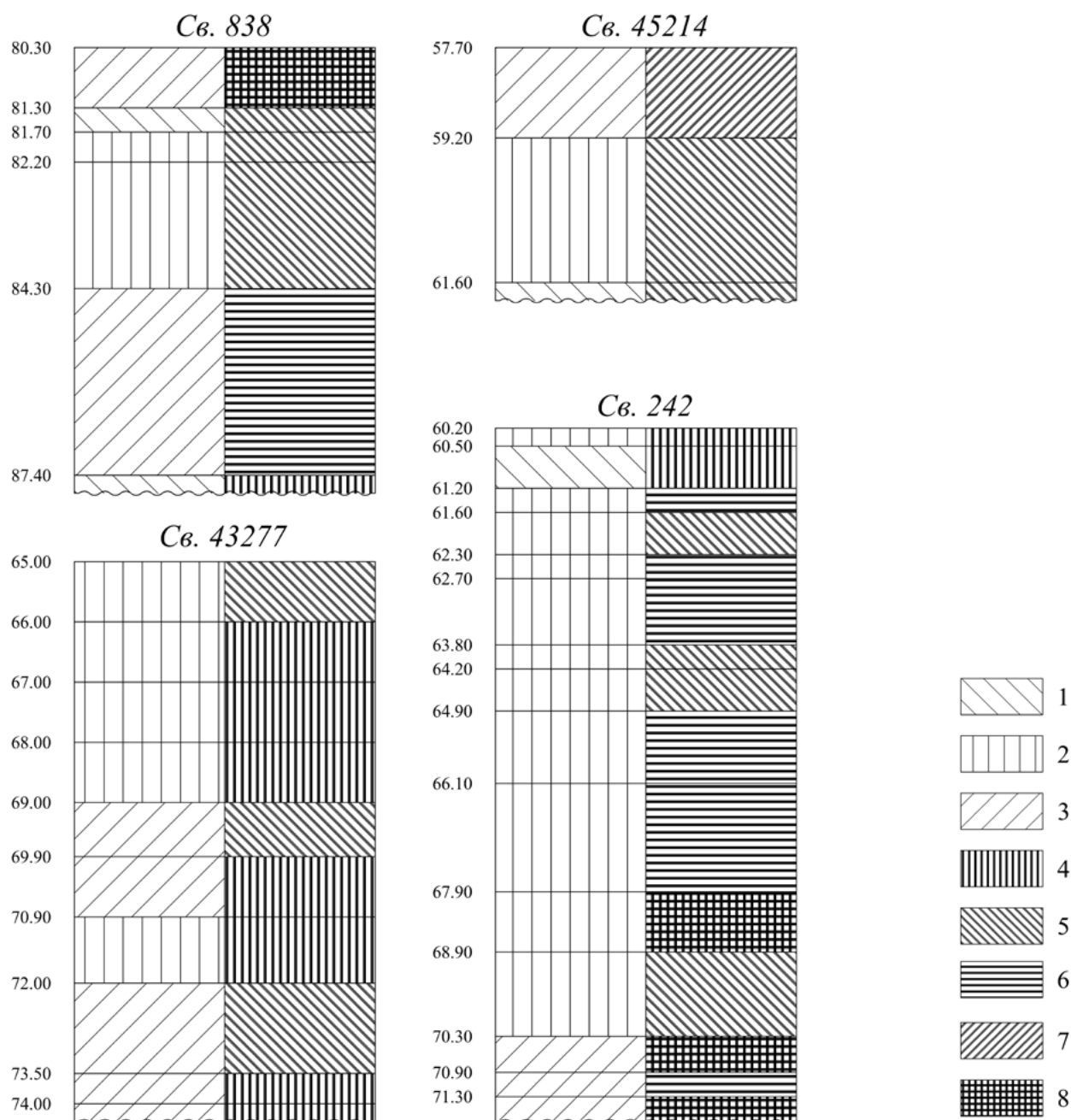


Рис. 4. Розрізи свердловин із групами та петрографічними типами вугілля по родовищах: Бузько-Росинський мегаблок (Оратівське, св. 838); західна частина Інгільського мегаблоку (Новомиргородське, св. 45214); східна частина Інгільського мегаблоку (Миронівське, св. 43277); Придніпровський мегаблок (Верхньодніпровське, св. 242). 1 – група темно-коричневого вугілля; 2 – група коричневого вугілля; 3 – група світло-коричневого вугілля; 4 – геліти; 5 – ліпоїдо-геліти; 6 – ліпоїдо-геліти; 7 – геліто-ліпоїдотити; 8 – геліто-ліпоїдити

Fig. 4. Well sections showing coal groups and petrographic types by deposit: Buzko-Rosynskyi megablock (Orativske, well 838); western part of Ingulskyi megablock (Novomyrhorodske, well 45214); eastern part of Ingulskyi megablock (Mironivske, well 43277); Prydniprovskyi megablock (Verkhniidniprovskie, well 242). 1 – dark brown coal group; 2 – brown coal group; 3 – pale brown coal group; 4 – gelites; 5 – lipoid-gelites; 6 – lipoid-gelinites; 7 – gelite-lipoidotites; 8 – gelite-lipoidites

Таблиця. Поширення петрографічних типів вугілля по тектонічних блоках Дніпробасу (%)**Table.** Distribution of petrographic coal types across the tectonic blocks of the Dnieper Brown Coal Basin (%)

Родовище, шахта, розріз	Типи вугілля та мікроструктура						
	Геліт	Ліпоїдо-геліт	Ліпоїдо-гелітит	Геліто-ліпоїдотит	Геліто-ліпоїдит	Фрагментарно-атритова	Атритова
Бузько-Росинський мегаблок							
Оратівське	33	30	22	15	–	30	70
Інгульський мегаблок							
Новомиргородське	10	45	40	5	–	10	90
Златопільське	9	83	–	8	–	17	83
Балахівський	22	50	14	14	–	50	50
Морозівський	6	63	31	–	–	19	81
Світлопільська	27	73	–	–	–	18	82
Верболозівський	27	52	21	–	–	52	48
Бандурівський	32	28	28	12	–	12	88
Миронівське	64	36	–	–	–	40	60
Придніпровський мегаблок							
Верхньодніпровське	15	35	33	15	2	–	100

гіпсометричного рівня поверхні блоків щита зі сходу на захід у зв'язку з його нахилом, що спостерігався, за (Гойжевський, 1982), у середньому еоцені. Можливо, в результаті висхідних, більш інтенсивних на заході, диференційованих рухів блоків інтенсифікувався гідрогеологічний режим, що призвело до ілювіації, тобто виносу з верхньої частини торфовища в нижні шари розчинених гумінових речовин і відповідно збагаченням його стійкими до розкладання ліпоїдними компонентами.

Згідно із запропонованою І.Б. Волковою (Волкова, 2006) типізацією пластів, за речовинно-петрографічним складом вугільні пласти басейну відносяться до гелітолітового типу, з переважанням вугілля класу гелітолітів і мацералів групи гумініту, а також до гелітоліто-ліпоїдолітового типу за наявності типів вугілля із вмістом ліпоїдних компонентів понад 25 %. Вміст ліпоїдолітів до 25–30 % надає пластам певних петрографічних і хімічних особливостей. Такі пласти спостерігаються у розрізах Оратівського, Новомиргородського, Балахівського, Бандурівського та Верхньодніпровського родовищ. На таких родовищах доцільно запроваджувати селективну технологію видобування вугілля.

При встановленні незмінності ботанічного складу рослинності, що утворювала вугілля Дніпробасу (Агулов, 1962), присутність у розрізі пласта різних петрографічних типів пов'язана

з циклічним розподілом рослинного матеріалу, за Л.М. Ботвінкіною та В.П. Алексєєвим (Ботвінкіна, Алексєєв, 1991), – торфоциклічності. Торфоциклічність визначається зміною умов торфонакопичення, що проявляється в різних співвідношеннях розподілу торфоутворюючих рослин в окремих прошарках, в різномірності їх залишків і неоднаковому ступені збереження рослинного матеріалу.

Циклічний розподіл петрографічних типів вугілля, що пов'язаний насамперед із різними умовами накопичення та розкладання органічного матеріалу, зумовлений характером геотектонічного режиму. Саме геотектонічний режим визначає палеогеографічні обстановки осадо- та торфонакопичення, швидкості занурення заболоченої території та накопичення рослинного матеріалу, ступінь обводнення та проточності торфовищ, що, у свою чергу, зумовлювало масштаби діяльності мікроорганізмів.

Якість вугілля

Показники якості вугілля свідчать, що воно є в основному середньозольним (10–20 %), сірчистим і високосірчистим (2,5–6,7 %). Вихід летких (55–70 %), вміст вуглецю (61–72 %) та водню (5–6,5 %) відповідають бурому вугіллю стадії вуглефікації Б₁. Дослідженнями якісних характеристик різних петрографічних типів вугілля встановлено, що більш висока вологість, зольність та сірчистість

характерні для ліпоїдо-гелітів. Найбільш високі значення виходу летких відзначені для геліто-ліпоїдитів, які характеризуються максимальним вмістом ліптинітових компонентів.

Вугілля вивчених родовищ характеризується виходом бітумів від 1 до 23 % при середніх значеннях 5,4–8,3 % і вмістом воску в бітумах до 67–83 % (Радзивилл и др., 1987; Минерально-сырьевая..., 1999). При дослідженнях, проведених в Інституті геологічних наук АН України (Игнатченко, Зайцева, 1981), було встановлено, що вміст бітумів у вугіллі зростає від гелітів (вміст ліптиніту 2–10 %) до геліто-ліпоїдитів (кількість ліптиніту перевищує 75 %). Як зазначають ці автори, загальний вихід бітумів пов'язаний не лише із сумарною кількістю мікрокомпонентів групи ліптиніту, але і з їх різноманітністю, кількісними співвідношеннями та хімічними особливостями. Крім того, на думку М.О. Ігнатченка, у гуміфікованій речовині вугілля бітум знаходиться у диспергованому стані та не може бути виявлений петрографічними методами.

Тенденція зростання виходу бітумів зі збільшенням у розрізах збагаченого ліптинітом вугілля підтверджується при зіставленні вмісту бітуму, за даними (Радзивилл и др., 1987; Минерально-сырьевая..., 1999), з вмістом ліптиніту та відносною кількістю типів вугілля з вмістом ліптиніту ≥ 25 %. Коефіцієнт кореляції вмісту бітуму з вказаними показниками за середніми даними становить 0,8.

Зола вугілля, за даними аналізів по Верхньодніпровському родовищу, має кремнеземисто-карбонатний склад, на формування якого мали вплив морські води (Ivanova et al., 2021).

Обговорення результатів, генезис вугілля

Максимальне потепління, що оцінюється у 3 °С, відбулося на межі палеоцену й еоцену. В еоцені центральні райони України знаходилися в зоні вологого субтропічного клімату із середньорічними температурами 18–20 °С (Заклинская, 1963; Егоров, 1997; Климат..., 2004). Потепління супроводжувалося еволюцією покритонасінних і вимиранням давньої спорової рослинності та покритонасінних, які продукували пилок *Normapolles*.

Основними рослинами-торфоутворювачами Дніпробасу були деревні (90–95 %), переважно покритонасінні (до 85–95 %), в тому числі рослини, що вміщують віск, а також субтропічні форми голонасінних. Трав'янисті та водні рослини відігравали незначну роль (Сябряй, 1958; Агулов, 1962; Климат..., 2004).

У вихідному матеріалі бурого вугілля були задіяні стеблові та корові тканини, залишки листя, корінців, оболонки мікроспор і пилку, кутикула. Важливі процеси перетворення органічної речовини (дезінтеграція, гуміфікація, бітумінізація) відбувалися переважно на початковій стадії зміни рослинного матеріалу в торфогенному шарі. Деінтеграції рослинного матеріалу, що відбувалася в результаті фізичного та хімічного вивітрювання, сприяла діяльність бактерій і грибків класу Базидіоміцетів. Під впливом аеробних мікроорганізмів одночасно з дезінтеграцією спостерігалася біохімічна гуміфікація. У процесі біохімічної гуміфікації, за даними Н.Б. Серової (Серова, 1987), в присутності у водах торфовища основних оксидів, насамперед оксиду кальцію, джерелом яких могла бути морська вода, створювалися особливо сприятливі умови для збагачення органічної речовини бітумами. Варто зазначити, що І.Є. Слензак (Слензак, 1946) відзначав підвищену бітумінозність у вугіллі, приуроченого саме до прибережно-морської рівнини («супраліторальної зони»), що була розташована вздовж берегової лінії буцацького басейну і вдавалася у межі кристалічного масиву в областях тектонічних депресій. На думку дослідників (Игнатченко, Зайцева, 1981), бітумініто-десміт, один з основних носіїв підвищеної бітумінозності, є продуктом максимального остигнення суберинових тканин або продуктом бітумінізації лігніно-целюлозних тканин у біохімічну стадію. Процеси початкової геліфікації, що відбуваються в анаеробних умовах нижче торфогенного шару, обмежувалися відносно слабким набуханням рослинних тканин і появою доплериніту. Процеси фюзенізації відігравали другорядну роль. Накопичення мікрокомпонентів групи ліптиніту, з якими пов'язується бітумінозність вугілля, можна пояснити процесами елювіації й ілювіації, які постійно задіяні у ході торфонакопичення (Игнатченко, Зайцева, 1981; Узиюк, 1994).

Для оцінки палеосередовища торфоутворення за мікрокомпонентним складом вугілля методом Дісселя (Diessel, 1986, 1992) були використані індекси збереження рослинних тканин (TRI) та геліфікації (GI). При розрахунку індексів відбраковувались зразки з вмістом інертиніту, що сягає 4 % і більше, оскільки інертиніт пожежного походження не може бути індикатором палеогеографічних умов торфонакопичення. Індекс збереження рослинних тканин визначається як співвідношення вмісту структурних тканин до безструктурних. Індекс геліфікації відображає

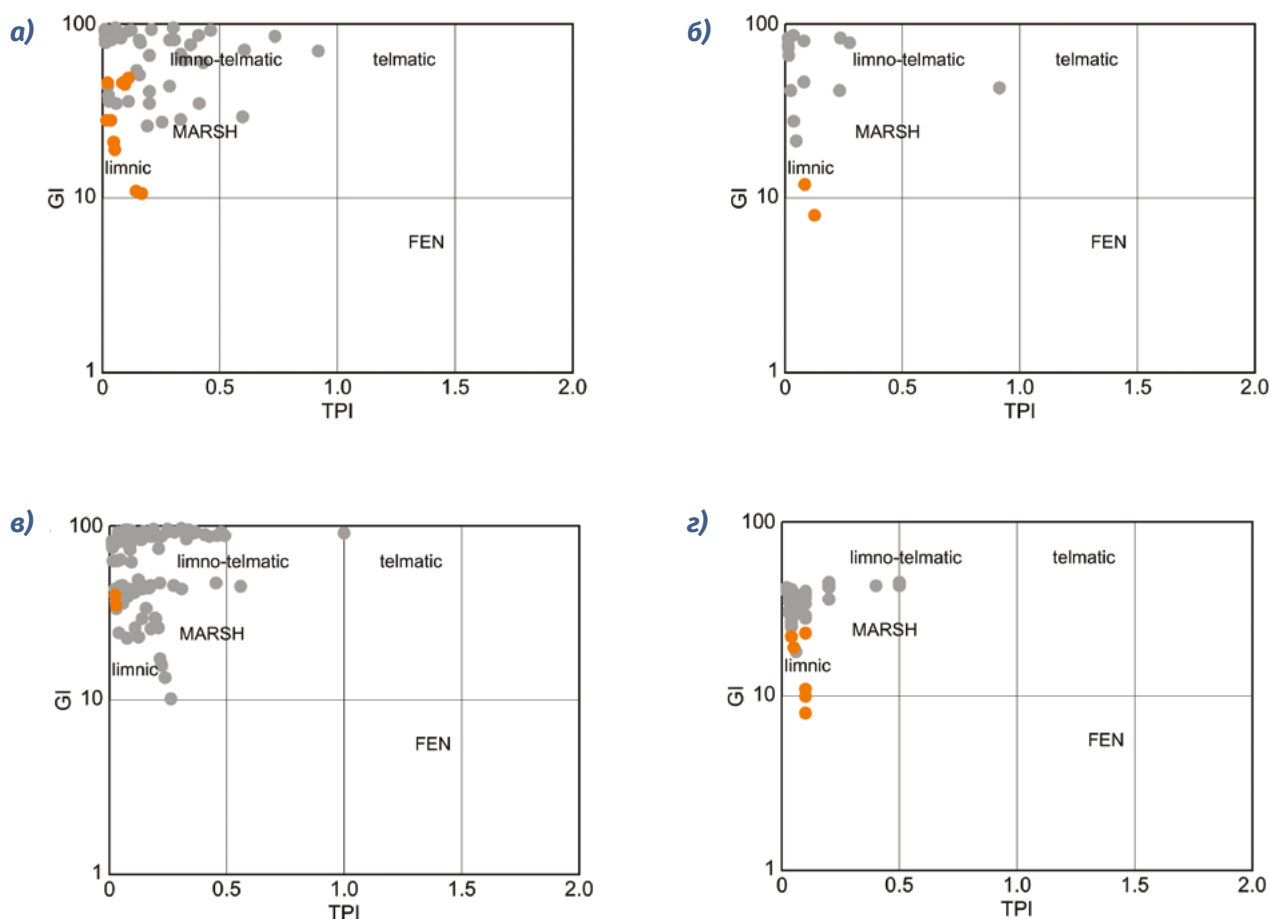


Рис. 5. Діаграма реконструкції умов торфонакопичення родовищ: а – Бузько-Росинський мегаблок (Оратівське); б – західна частина Інгульського мегаблоку (Новомиргородське, Златопільське); в – східна частина Інгульського мегаблоку (Миронівське); з – Придніпровський мегаблок (Верхньодніпровське). Помаранчевим кольором показано вугілля з вмістом мікрокомпонентів групи ліптиніту понад 50 %

Fig. 5. Diagram showing the reconstruction of peat accumulation conditions by deposits: а – Buzko-Rosynskyi megablock (Orativske); б – western part of Ingulskyi megablock (Novomyrhorodske, Zlatopilske); в – eastern part of Ingulskyi megablock (Myronivske); з – Prydniprovskyi megablock (Verkhniiodniprovsk). The orange color indicates coal containing more than 50% microcomponents of the liptinite group

умови вологості торфовища та визначається співвідношенням кількості геліфікованих тканин до фюзенізованих (рис. 5).

Діаграми свідчать, що торфонакопичення відбувалося в зоні озерно-болотної прибережної низинної рівнини в умовах високого обводнення та ерозійно-тектонічних палеодолин при помітному впливі морської обстановки або в заростаючих озерах (у залежності від положення торфовища в палеодолині).

При зниженні в торфовищі рівня ґрунтових вод шар торфу внаслідок процесів елювіації й ілювіації збагачувався стійкими ліпоїдними компонентами. На діаграмах показано, що типи вугілля з вмістом ліптинітових компонентів понад 50 % зміщуються в більш маловодні умови.

Резюмуючи викладене вище, можна констатувати, що більшість торфовищ формувалося в умовах прибережної низовини та в річкових

палеодолинах під впливом морської обстановки, що підтверджується досить високою сірчистістю вугілля. Це призвело до специфічних умов розкладання та диференціації рослинного матеріалу і забезпечило підвищену бітумінозність вивченого вугілля. Високий вміст у бітумах воску можна пояснити також присутністю у вихідному матеріалі значної кількості рослин, що вміщують віск.

Висновки

Формування палеогенової буровугільної формації Дніпробасу (на стадіях седиментогенезу та постседиментаційних перетворень) та її склад визначалися геотектонічним режимом регіонального (епейрогенічні рухи) та локального (диференційовані рухи окремих блоків) характеру, який зумовив палеогеографічні умови осадо- та торфонакопичення, швидкості занурення заболоченої території та накопичення

рослинного матеріалу, ступінь обводнення та проточності торфовищ, циклічний розподіл і закономірності просторового поширення петрографічних типів вугілля.

Приуроченість Дніпробасу до УЩ обумовила особливості формування осадового комплексу. Диференційовані рухи блоків, що розвивалися на фоні значних епейрогенічних зрушень, відіграли основну роль у характері та густоті ерозійно-розчленування, зокрема формуванні ерозійно-тектонічних палеодолин, в яких при зануренні УЩ та трансгресії в середньому еоцені моря з боку ДДЗ відбувалися процеси торфоутворення. Вони спостерігалися на великих заболочених ділянках, нерідко поширюючись не тільки на заплаву, а також і на надзаплавні тераси та пологі схили долин.

Вугленосна товща бучаку з пластами вугілля робочої потужності, як правило, залягає безпосередньо на первинних каолінах кори вивітрювання, формування якої передувало торфонакопиченню, та перекривається найчастіше морськими утвореннями київської світи.

Палеогенова буровугільна формація є багатофаціальним утворенням, що складає цикл осадонакопичення, однією із фацій якого є вугілля. Воно підрозділяється на ряд петрографічних типів, що чергуються в розрізі пластів. Переважаючими типами вугілля вивчених родовищ є геліти та ліпоїдо-геліти.

В підшві вугільних пластів більшості родовищ фіксуються гелітовий та ліпоїдо-гелітовий типи вугілля. В припокрівельній частині пластів типи вугілля змінюються із заходу на схід від збагачених ліпоїдами ($L > 25\%$) (Бузько-Росинський мегаблок) до збіднених цими компонентами (Інгільський та Придніпровський мегаблоки), що може бути наслідком ілювіації, викликаній інтенсифікацією гідрогеологічного режиму в результаті висхідних, більш інтенсивних на заході, диференційованих рухів блоків щита.

В межах Бузько-Росинського й Інгільського мегаблоків у родовищах розвинені один-три пласти вугілля, в родовищах Придніпровського мегаблоку спостерігається лише один пласт більшої потужності. Це свідчить про більшу стабільність тектонічної обстановки Придніпровського мегаблоку в період формування вугленосних відкладів.

Індекси оцінки палеосередовища торфоутворення за типами рослин і впливом підземних вод свідчать, що торфонакопичення, залежно від положення торфовища в палеодолині, відбувалося в зоні озерно-болотної прибережної низинної рівнини в умовах високого обводнення та ерозійно-тектонічних палеодолин при помітному впливі морської обстановки або в озерах, що заростають.

Підвищена бітумінозність вугілля визначається високим вмістом у ньому ліптиніту та тканин восковміщуючих рослин й умовами розкладання органічного матеріалу під впливом морської води.

За умовами залягання, запасами й якісними характеристиками бурого вугілля басейн є перспективним щодо розробки та одержання не тільки енергетичної, але і хімічної сировини. Для розробки пластів гелітоліто-ліпоїдолітового типу, вугілля яких збагачено бітумами, доцільно запроваджувати селективну технологію видобування вугілля.

Робота виконана в Інституті геологічних наук НАН України в рамках науково-дослідних робіт за темами «Еволюція вугленосних та вуглеводневозміщуючих формацій України» 2019–2023 років та «Вугленосні і сланценосні формації України та пов'язані з ними корисні копалини стратегічного значення» 2024–2027 років (КПКВК 6541030).

Наведено результати дослідження вугілля палеогенової вугленосної формації ряду родовищ Дніпровського буровугільного басейну. Показано, що формування Дніпробасу відбувалося в середньому еоцені при опусканні Українського щита та трансгресії моря в ерозійно-тектонічні палеодолини з боку Дніпровсько-Донецької западини. Метою дослідження було виявлення закономірностей просторового поширення та змін петрографічного складу вугілля і деяких параметрів вугленосності Дніпровського басейну, що має як теоретичне, так і прикладне значення. Засвідчено, що особливості геотектонічного режиму, які зумовлені приуроченістю басейну до Українського щита, визначили своєрідність палеогеографічних умов осадо- та торфонакопичення, швидкість занурення заболоченої території та накопичення рослинного матеріалу, ступінь обводнення та проточності торфовищ, циклічний розподіл петрографічних типів вугілля і закономірності їх просторового розповсюдження. Вперше зафіксовано поширення в підшві пластів більшості родовищ гелітового і ліпоїдо-гелітового типів вугілля. З'ясовано, що в припокрівельній частині пластів типи вугілля змінюються від збагачених ліпоїдами в межах Бузько-Росинського та західної частини Інгільського мегаблоків до збіднених цими компонентами в Придніпровському та східній частині Інгільського мегаблоків. Вперше виділені в басейні пласти гелітоліто-ліпоїдолітового типу, в яких переважають типи вугілля із вмістом ліпоїдних компонентів понад 25 %. Показано, що підвищена бітумінозність вивченого вугілля та високий вміст у бітумах воску є наслідком умов розкладання рослинного матеріалу торфовищ під впливом морської води.

Список літератури

- Агулов О.П. До флористичної характеристики генетичних типів бурого вугілля Дніпровського басейну. *Геол. журн.* 1962. № 4 (85). С. 37–43.
- Белов А.П., Гладун П.И., Барна Т.В., Гладун Е.П. К вопросу о реализации энергосберегающих технологий переработки бурого угля Днепробасса. *Геолог України.* 2009. № 3. С. 190–192.
- Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 336 с.
- Волкова И.Б. Петрография углей. *Петрологический атлас ископаемого органического вещества России.* С.-Петербург: ВСЕГЕИ, 2006. С. 121–149.
- Гинтов О.Б. Докембрий Украинского щита и тектоника плит. *Геофиз. журн.* 2012. Т. 34, № 6. С. 3–21.
- Гойчевский А.А. Тектонические условия образования полезных ископаемых осадочного чехла Украинского щита. Киев: Наукова думка, 1982. 180 с.
- Егоров А.И. Глобальная эволюция торфоугленакопления. Мезозой и кайнозой. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1997. 416 с.
- Заклинская Е.Д. Пыльца покрытосеменных и ее значение для обоснования стратиграфии верхнего мела и палеогена. *Тр. ГИН АН СССР.* 1963. Вып. 74. С. 5–258.
- Зосимович В.Ю., Рябоконь Т.С., Цыба Н.Н., Шевченко Т.В. К стратиграфии палеогеновых отложений Каневского Приднепровья. *Геол. журн.* 2015. № 4 (353). С. 57–76.
- Игнатченко Н.А., Зайцева Л.Б. Петрография бурых углей Днепровского бассейна и их битуминозность. Киев, 1981. 61 с. (Препр. / ИГН НАН УССР).
- Кизильштейн Л.Я. Генезис серы в углях. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1975. 200 с.
- Кирилюк В.П. Тектонічна карта України. М-б 1:1 000 000. Ч. II. Тектоніка фундаменту Українського щита. М-б 1:2 000 000. Пояснювальна записка. Київ: УкрДГРІ, 2007. 78 с.
- Кирилюк В.П., Шевченко О.М. Визначальні структурні елементи фундаменту Українського щита (з досвіду складання оглядових карт геологічного змісту). *Мінер. ресурси України.* 2023. № 4. С. 27–37. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.4.27-37>
- Климат в эпохи крупных биосферных перестроек: Семихатов М.А., Чумаков Н.М. (ред.). Москва: Наука, 2004. 299 с.
- Крашенинников Г.Ф. Условия накопления угленосных формаций СССР. Москва: Изд-во МГУ, 1957. 296 с.
- Минерально-сырьевая база угольной промышленности России. Т. 1: Состояние, динамика, развитие: Евтушенко А.Е., Малышев Ю.Н. (ред.). Москва: Изд-во МГГУ, 1999. 648 с.
- Мінеральні ресурси України: щорічник. Київ: ДНВП «Геоінформ України», 2021. 270 с.
- Нагірний В.М. Палеогеографічні умови утворення кайнозойських буровугільних покладів України. Київ: Наукова думка, 1977. 108 с.
- Петрографические типы углей СССР: Любер А.А. (ред.). Москва: Недра, 1975. 248 с.
- Радзивилл А.Я., Гуридов С.А., Самарин М.А., Металиди С.В., Оксенчук Р.М. Днепровский буроугольный бассейн. Киев: Наукова думка, 1987. 328 с.
- Серова Н.Б. Условия образования и закономерности распределения воскодержащих бурых углей кайнозоя СССР. *Литоология и полез. ископаемые.* 1987. № 2. С. 81–94.
- Слензак І.Є. Нижньотретинне вугленакопичення на правобережжі середнього Дніпра. Київ: Вид-во АН УРСР, 1946. 84 с.
- Старостенко В.И., Гинтов О.Б., Кутас Р.И. Геодинамическое развитие литосферы Украины и его роль в формировании и размещении полезных ископаемых. *Геофиз. журн.* 2011. Т. 33, № 3. С. 3–22.
- Сябряй В.Т. Генезис бурых углей Днепровского бассейна. Киев: Изд-во АН УССР, 1958. 78 с.
- Сябряй В.Т. Дніпровський буровугільний басейн. Київ: Вид-во АН УРСР, 1959. 221 с.
- Узюк В.И. Формирование углей и угольных пластов среднего карбона Юго-Западного Донбасса: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Львов, 1994. 30 с.
- Устиновский Ю.Б. Киммерийско-альпийский формационный комплекс. *Угленосные формации и вещественный состав углей Днепровско-Донецкой впадины.* Киев: Наукова думка, 1990. С. 60–75.
- Штах Э., Маковски М.Т., Тейхмюллер М., Тейлор Г., Чандра Д. Петрология углей. Москва: Мир, 1978. 554 с.
- Diessel C.F.K. Coal-Bearing Depositional Systems. Berlin: Springer-Verlag, 1992. 721 p.
- Diessel C.F.K. The correlation between coal facies and depositional environments. *Advances in the Study of the Sydney Basin: Proc. 20th Symp.* Newcastle: Univ. of Newcastle, 1986. P. 19–22.
- ISO 7404–3. Methods for the petrographic analysis of coals. Part 3. Method of determining maceral group composition. International Organization for Standardization, 2009. 8 p.
- Ivanova A.V., Zaitseva L.B., Gavriltshev V.B. Reconstruction of Sediment and Peat Accumulation Conditions Based on the Petrographic Composition of Coal in the Verkhnedneprovsk Deposit, Dnieper Brown Coal Basin. *Lithology and Mineral Resources.* 2021. No. 6 (56). P. 535–547. <https://doi.org/10.1134/S0024490221050023>
- Maslun N.V., Mintuzova L.G., Hnylko S.R. Detailed stratification and correlation of foraminifera Paleogene deposits of Ukraine. *Geologichnij žurnal.* 2015. No. 4 (353). P. 31–48.

References

- Agulov A.P. 1962. The floral characteristics of genetic types of brown coal in the Dnieper Basin. *Geologichnij žurnal*, 4 (85): 37–43 (in Ukrainian).
- Belov A.P., Gladun P.I., Barna T.V., Gladun E.P. 2009. On the issue of implementing energy-saving technologies for processing brown coal from the Dnieper Basin. *Ukrainian Geologist*, 3: 190–192 (in Russian).
- Botvinkina L.N., Alekseev V.P. 1991. Cyclicity of Sedimentary Sequences and Method of Its Study. Sverdlovsk: Ural University Publishing House (in Russian).
- Diessel C.F.K. 1992. Coal-Bearing Depositional Systems. Berlin: Springer-Verlag.
- Diessel C.F.K. 1986. The correlation between coal facies and depositional environments. *Advances in the Study of the Sydney Basin: Proc. 20th Symp.* Newcastle: Univ. of Newcastle, p. 19–22.
- Egorov A.I. 1997. Global Evolution of Peat-Coal Accumulation. Mesozoic and Cenozoic. Rostov-on-Don: RGU Publishing House (in Russian).
- Evtushenko A.E., Malyshev Yu.N. (Eds.). 1999. Mineral resource base of the Russian coal industry. 1: Status, Dynamics, Development. Moscow: MGGU Publishing House (in Russian).
- Gintov O.B. 2012. Precambrian in the Ukrainian Shield and plate tectonics. *Geophysical Journal*, 34 (6): 3–21 (in Russian).
- Goizhevsky A.A. 1982. Tectonic Conditions for the Formation of Useful Minerals in the Sedimentary Cover of the Ukrainian Shield. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Ignatchenko N.A., Zaitseva L.B. 1981. Petrography of brown coals in the Dnieper Basin and the bitumen potential. Kyiv. (Preprint / IGN of NAS of UkrSSR) (in Russian).
- ISO 7404–3. Methods for the petrographic analysis of coals. Part 3. Method of determining maceral group composition. International Organization for Standardization. 2009.
- Ivanova A.V., Zaitseva L.B., Gavriltshev V.B. 2021. Reconstruction of Sediment and Peat Accumulation Conditions Based on the Petrographic Composition of Coal in the Verkhnedneprovsk Deposit, Dnieper Brown Coal Basin. *Lithology and Mineral Resources*, 6 (56): 535–547. <https://doi.org/10.1134/S0024490221050023>

- Kyrylyuk V.P. 2007. Tectonic map of Ukraine at the scale of 1:1,000,000. Part II. Tectonics of the Ukrainian Shield Basement at the scale of 1:2,000,000 and explanatory note. Kyiv: UkrSGRI (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P., Shevchenko O.M. 2023. Determining Structural Elements of the Ukrainian Shield Basement (From the Experience of Compiling Maps of Geological Content). *Mineral resources of Ukraine*, 4: 27–37. <https://doi.org/10.31996/mru.2023.4.27-37> (in Ukrainian).
- Kizilshtein L.Ya. 1975. Genesis of Sulfur in Coals. Rostov-on-Don: RGU Publishing House (in Russian).
- Krashennnikov G.F. 1957. Conditions for the Deposition of Coal-Bearing Formations in the Soviet Union. Moscow: MGU Publishing House (in Russian).
- Lyuber A.A. (Ed.). 1975. Petrographic Coal Types in the Soviet Union. Moscow: Nedra (in Russian).
- Maslun N.V., Mintuzova L.G., Hnylko S.R. 2015. Detailed stratification and correlation of foraminifera Paleogene deposits of Ukraine. *Geologichnij zhurnal*, 4 (353): 31–48.
- Mineral Resources of Ukraine: annual. Kyiv: SRDE “Geoinform Ukraine”, 2021 (in Ukrainian).
- Nagirnyi V.M. 1977. Paleogeographic conditions of formation of Cenozoic brown coal deposits of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka (in Ukrainian).
- Radzivil A.Ya., Guridov S.A., Samarin M.A., Metalidi S.V., Oksenchuk R.M. 1987. The Dnieper Brown Coal Basin. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Semikhatov M.A., Chumakov N.M. (Eds.). 2004. Climate during Epochs of Large Biospheric Rearrangements. Moscow: Nauka (in Russian).
- Serova N.B. 1987. Formation conditions and distribution regularities of the Cenozoic wax-bearing brown coals in the Soviet Union. *Lithology and Mineral Resources*, 2: 81–94 (in Russian).
- Slenzak I.E. 1946. Lower Tertiary Coal Deposition on the Right Bank of the Middle Dnieper River. Kyiv: AN UkrSSR Publishing House (in Ukrainian).
- Stach E., Mackowsky M.Th., Teichmüller M., Taylor G.H., Chandra D., Teichmüller R. 1978. Coal Petrology: Translated from English under the title Petrologiya uglei. Moscow: Mir (in Russian).
- Starostenko V.I., Gintov O.B., Kutas R.I. 2011. Geodynamic Development of the Lithosphere in Ukraine and Its Role in the Formation and Distribution of Mineral Deposits. *Geophysical Journal*, 33 (3): 3–22 (in Russian).
- Syabryai V.T. 1958. Genesis of Brown Coals in the Dnieper Basin. Kyiv: AN USSR Publishing House (in Russian).
- Syabryai V.T. 1959. The Dnieper Brown Coal Basin. Kyiv: AN UkrSSR Publishing House (in Ukrainian).
- Ustinovsky Yu.B. 1990. Cimmerian-Alpine Formation Complex. In: *The coal bearing formations and matter composition of coals of Dnieper-Donets depression*. Kyiv: Naukova Dumka, p. 60–75 (in Russian).
- Uziyuk V.I. 1994. Formation of coal and coal seams of the Middle Carboniferous in the South-Western Donbass: author's abstract dis. ... doc. geol.-min. sci. Lvov. (in Russian).
- Volkova I.B. 2006. Petrography of coals. In: *Petrological Atlas of Fossil Organic Matter of Russia*. St. Petersburg: VSEGEI, p. 121–149 (in Russian).
- Zaklinskaya E.D. 1963. Spores of angiosperms and their significance for substantiating the Upper Cretaceous and Paleogene stratigraphy. *Trudy GIN AN SSSR*. 74: 5–258 (in Russian).
- Zosimovich V.Yu., Ryabokon T.S., Tsyba N.N., Shevchenko T.V. 2015. To Paleogene deposits stratigraphy in the Kaniv Prydniprovia. *Geologichnij zhurnal*, 4 (353): 57–76 (in Russian).

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.323735>

УДК 56:551.7(016)

Ольга Костянтинівна Каптаренко-Черноусова та її роль у становленні мікропалеонтологічної школи в Інституті геологічних наук НАН України

E-mail: veklych.od@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-0017-8955>;
dorotyak78@gmail.com,
<http://orcid.org/0000-0002-0498-1892>;
tamararyabokon@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-6530-3684>

*Corresponding author /
Автор для кореспонденції:
O.D. Veklych, veklych.od@gmail.com

Received / Надійшла до редакції:
25.02.2025

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
15.04.2025

Accepted / Прийнята:
31.05.2025

Keywords: biography, bibliography,
scientific school, biostratigraphy,
foraminifera, Jurassic, Cretaceous,
Paleogene, Ukraine.

Ключові слова: біографія,
бібліографія, наукова школа,
біостратиграфія, форамініфери, юра,
крейда, палеоген, Україна.

О.Д. Веклич*, Ю.Б. Доротяк, Т.С. Рябоконь

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Olga Kostyantynivna Kaptarenko-Chernousova and her role in the formation of the micropaleontology school at the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine

O.D. Veklych*, Yu.B. Dorotiak, T.S. Ryabokon

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The article is dedicated to Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor Olga Kostyantynivna Kaptarenko-Chernousova – a talented student of Academician P.A. Tutkovsky, co-founder of the micropaleontological school at the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine. She studied microfauna, primarily foraminifera, from the Jurassic, Cretaceous, and Paleogene of platform Ukraine. The scientific achievements of O.K. Kaptarenko-Chernousova in micropaleontological, biostratigraphic and paleogeographic areas of research are characterized. The contribution of O.K. Kaptarenko-Chernousova to the creation of the micropaleontology school of the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine is highlighted. A complete bibliography of scientific works by O.K. Kaptarenko-Chernousova on micropaleontology, biostratigraphy, stratigraphy, and paleogeography of the Meso-Cenozoic of Ukraine is provided.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Цитування: Веклич О.Д., Доротяк Ю.Б., Рябоконь Т.С. Ольга Костянтинівна Каптаренко-Черноусова та її роль у становленні мікропалеонтологічної школи в Інституті геологічних наук НАН України. *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 71–87. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.323735>

Citation: Veklych O.D., Dorotiak Yu.B., Ryabokon T.S. 2025. Olga Kostyantynivna Kaptarenko-Chernousova and her role in the formation of the micropaleontology school at the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Geologichnyi zhurnal*, 2 (391): 71–87. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.323735>

Вступ

В історії української геології ХХ ст. є сторінки, пов'язані з іменами жінок-учених, які завдячуючи своїм здібностям, працелюбності та наполегливості у буремні роки першої половини цього століття – часи репресій, руйнації, війни і повоєнного відновлення – гідно слугували науці, дбайливо зберігаючи і виховуючи молоде покоління науковців. Тернистий шлях у науці цих жінок був тісно пов'язаний з історією України. Однією з них є Ольга Костянтинівна Каптаренко-Черноусова, талановита учениця академіка Павла Аполлоновича Тутковського, всесвітньо відомого вченого, піонера вітчизняної мікропалеонтології, засновника і першого директора Інституту геологічних наук (ІГН) НАН України. Вона успішно застосувала і розвинула цей мікропалеонтологічний метод у практиці геолого-стратиграфічних досліджень, створила в ІГН АН УРСР мікропалеонтологічну школу, в якій виховала плеяду відомих і авторитетних науковців, кандидатів і докторів наук.

21 травня 2024 р. виповнилось 125 років з дня народження відомої української вченої – стратиграфа-палеонтолога, доктора геолого-мінералогічних наук, професора Ольги Костянтинівни Каптаренко-Черноусової, однієї з перших учениць академіка П.А. Тутковського, засновниці мікропалеонтологічної школи в Україні, незмінної завідувачки відділу стратиграфії і палеонтології мезозойських відкладів ІГН АН України. Ця стаття є даниною пам'яті Ользі Костянтинівні Каптаренко-Черноусовій.

Матеріали

При написанні статті, крім наукових праць вченої, використані архівні матеріали ІГН НАН України, спогади сучасників про Ольгу Костянтинівну канд. геол.-мін. наук С.А. Люльєвої, д-ра геол.-мін. наук Д.Є. Макаренка та фото з особистої справи О.К. Каптаренко-Черноусової з архіву Д.Є. Макаренка. Стаття супроводжується переліком праць дослідниці по мікропалеонтології, біостратиграфії та палеогеографії у **додаткових матеріалах (supplementary materials)** за посиланням <http://geojournal.igs-nas.org.ua/article/view/323735/324259>.



Ольга Костянтинівна Каптаренко-Черноусова (21 травня 1899 р. – 24 липня 1984 р.)

Olga Kostyantynivna Kaptarenko-Chernousova (May 21, 1899 – July 24, 1984)

Життєвий і творчий шлях Ольги Костянтинівни Каптаренко-Черноусової

Ольга Костянтинівна Каптаренко-Черноусова народилася 21 (8) травня 1899 р. у багатодітній родині сільських учителів у с. Іванівка Білгород-Дністровського району Одеської області. Восени 1915 р. 16-річна Ольга закінчила середню школу (шість класів) і через тяжке матеріальне становище родини почала працювати. Вона влаштувалась на роботу вчителькою у гагаузьке село Джолтай, що на півдні Бессарабії, де пропрацювала чотири місяці. Через незнання гагаузької (однієї із тюркських) мови вимушена була переїхати в Україну, що призвело до розлуки з її рідними на довгі 43 роки.

Протягом чотирьох років (1916–1919 рр.) дівчина працювала вчителькою у школах Поділля. За цей час вона закінчила піврічні, а потім дворічні педагогічні курси та отримала звання вчительки вищої школи.

Восени 1919 р. Ольга Костянтинівна вступила у Кам'янець-Подільський університет (пізніше – Інститут народної освіти) на фізико-математичний факультет відділення природничих наук, який закінчила восени 1923 р. з оцінкою «дуже-добре». У студентські роки вона зустріла свого майбутнього чоловіка Михайла Афанасійовича Черноусова, який вплинув на формування її подальшого світогляду. По закінченні університету з осені 1923 по грудень 1924 р. працювала педагогом при будинку робочих підлітків у м. Біла Церква.

У 1924–1928 рр. О.К. Каптаренко-Черноусова навчалася в аспірантурі Української академії наук у видатного мікропалеонтолога, академіка П.А. Тутковського, якого по праву вважають піонером вивчення форамініфер платформної України. Ольга Костянтинівна гідно продовжила справу свого вчителя, присвятивши своє наукове життя заснуванню і розбудові мікропалеонтологічної школи України. У 1928 р. вона закінчила аспірантуру і захистила роботу по четвертинних відкладах і ґрунтах Вінницької області (Макаренко, 1989). У цьому ж році дослідницю зараховують науковим співробітником до відділу палеонтології та стратиграфії



Михайло Афанасійович Черноусов,
чоловік Ольги Костянтинівни
Mykhailo Afanasiyovych Chernousov,
husband of Olga Kostyantynivna



Ольга Костянтинівна з дочкою
Валентиною
Olga Kostyantynivna with her
daughter Valentyna

Українського науково-дослідного геологічного інституту (нині – ІГН НАН України). В інституті вона пропрацювала до вересня 1974 р., з переривом на один рік у зв'язку з народженням донечки Валентини у 1932 р.

З 1927 по 1931 р. Ольга Костянтинівна досліджувала четвертинні відклади та проводила зйомку ґрунтів Поділля. Як наслідок, з друку за її спів-авторства виходять три карти ґрунтів Поділля (колишніх Вінницької, Проскурівської та Тульчинської областей), а також нині призабута монографія О.К. Каптаренко «Ґрунти Вінниччини (районів колишньої Вінницької округи)» (Каптаренко, 1933).

З 1934 р. в Інституті геології (нині – ІГН НАН України) розпочались дослідження нафтоносності порід Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), які, з-поміж інших, потребували вирішення завдань по встановленню віку осадових порід, розчленуванню товщ на яруси та виявленню керівних груп фауни та флори.

До групи стратиграфів і палеонтологів інституту, які працювали над вирішенням цих завдань, була залучена і О.К. Каптаренко-Черноусова. Вона займалась стратиграфією палеогенових відкладів України за допомогою мікропалеонтологічного методу, який освоїла під час навчання в аспірантурі у академіка П.А. Тутковського, вивчаючи під його керівництвом неогенові форамініфери Волині. З 1934 р. Ольга Костянтинівна розпочала досліджувати мікрофауну. На початку цієї роботи в її розпорядженні були кілька праць по форамініферах юри,

крейди, палеогену і неогену Павла Аполлоновича і бібліотечне зібрання її вчителя по мікрофауні. А через 40 років вона залишила по собі наукову школу мікропалеонтології в ІГН АН УРСР.

У другій половині 1930-х років вчену було залучено до досліджень за такими проблемами (нині це наукові теми): «Генеза, стратиграфія та вік манганорудних родовищ і третинних покладів УРСР», «Нафтоносність на території України», «Геологія палеогенових відкладів УРСР» і «Стратиграфія осадових порід». За короткий період, до початку Другої Світової війни, вона опублікувала низку статей з описом форамініфер київського мергелю гори Півихи (Каптаренко-Черноусова, 1936 б) і неогену Нікопольського марганцеворудного району (Каптаренко-Черноусова, 1939 а), розчленування палеогенового розрізу свердловини с. Холодна Балка Одеського району (Каптаренко-Черноусова, 1936 а) і зведення по розподілу мікрофауни у полтавському, харківському, київському, буцацькому і канівському ярусах палеогенового розрізу ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, 1941). За матеріалами архіву ІГН АН УРСР було виявлено, що у той час дослідження Ольги Костянтинівни, крім іншого, були зосереджені також на монографічній обробці родин форамініфер київського мергелю. І вже у 1940 р. нею була підготовлена і Радою ІГН АН УРСР прийнята до друку монографія «Форамініфери київського мергелю», яка була опублікована, через Другу Світову війну, лише 16 років потому із дещо зміненою назвою «Форамініфери київського ярусу



Співробітники відділу мезо-кайнозою (ймовірно, 1948–1949 рр.). Перший ряд (зліва направо): Л.М. Голяк, О.К. Каптаренко-Черноусова, Т.А. Ткаченко, О.С. Липник; другий ряд – В.Я. Дідковський, І.М. Ямниченко

Staff members of the Meso-Cenozoic Department (probably 1948–1949). First line (from left to right): L.M. Holyak, O.K. Kaptarenko-Chernousova, T.A. Tkachenko, O.S. Lypnyk; second line – V.Ya. Didkovskiy, I.M. Yamnychenko

Дніпровсько-Донецької западини та північно-західних окраїн Донецького басейну» (Каптаренко-Черноусова, 1956 в).

Варто зазначити, що науковий ступінь кандидата наук було впроваджено постановою Ради народних комісарів Союзу Радянських Соціалістичних Республік, до якого тоді входила Україна, від 13 січня 1934 р. Свого часу Ольга Костянтинівна по закінченні аспірантури у 1928 р. захистила наукову роботу. Проте для здобуття наукового ступеня кандидата наук вона підготувала дисертацію за результатами власних мікропалеонтологічних досліджень «Форамініфери київського мергелю. Частина 1. Lagenidae», яку успішно захистила 15 квітня 1940 р. на Раді ІГН АН УРСР. Назву її кандидатської дисертації, про яку не згадували у пам'ятних статтях про дослідницю (Макаренко, 1989 а, б, 1999; Дикань, 2015), вдалося віднайти в архівах ІГН у рецензії на неї д-ра геол. наук Г.В. Закревської від 28 лютого 1940 р.

І знову ж таки, через Другу Світову війну, О.К. Каптаренко-Черноусова отримала диплом кандидата геолого-мінералогічних наук лише у березні 1946 р.

У роки війни Ольга Костянтинівна перебувала в евакуації (міста Уфа, Москва), де працювала у відділі загальної геології і палеонтології інституту. Крім виконання інших завдань, вона продовжила свої дослідження, розпочаті ще до війни, а саме поглиблене вивчення палеогенових відкладів України. Серед основних її наукових досягнень цього часу є встановлення фаціальних змін київського мергелю за особливостями комплексів форамініфер і виділення у

ньому п'яти біофацій за мікрофауною (Каптаренко-Черноусова, 1947 б), перевизначення віку мандриківських верств, а саме перенесення їх з олігоцену до еоцену (Каптаренко-Черноусова, 1945).

По поверненні до Києва з евакуації О.К. Каптаренко-Черноусова підготувала й успішно захистила 26 квітня 1947 р. на Раді Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка докторську дисертацію «Киевский ярус и элементы его палеогеографии» (рукопис дисертації російською мовою) і здобула науковий ступінь доктора геолого-мінералогічних наук.

Після захисту докторської дисертації, у травні 1947 р., учену призначають завідувачкою відділу мезозою, який вона очолювала до початку квітня 1970 р. (наказ № 56 директора ІГН АН УРСР від 8.05.1947 р., наказ № 22 директора ІГН АН УРСР від 19.03.1970 р.; архів ІГН НАН України). На самому початку до складу відділу входили молодші наукові співробітники В.Я. Дідковський, І.М. Ямниченко, О.Р. Конопліна, Р.Н. Ротман.

Через десять років, у січні 1957 р., Ольгу Костянтинівну затвердили у вченому званні професора геологічних наук по профілю «палеонтологія» (архів ІГН НАН України).

Після здобуття наукового ступеня доктора геолого-мінералогічних наук дослідниця ще деякий час продовжувала займатись біостратиграфією, палеогеографією і форамініферами палеогену платформної України. Однак з кінця 1940-х років вона зосередилась на вивченні форамініфер юри і крейди ДДЗ і окраїн Донбасу, питаннях стратиграфії і геології цих відкладів. І за кілька



Геологічна експедиція у м. Охтирка, Сумська область, 1967 р. Перший ряд (зліва направо): С.А. Люльєва, невідома, Є.Я. Краєва, О.К. Каптаренко-Черноусова, Р.Н. Ротман

Geological expedition to Okhtyrka, Sumy region, 1967. First line (from left to right): S.A. Lyulyeva, unidentified individual, Ye.Ya. Krayeva, O.K. Kaptarenko-Chernousova, R.N. Rotman



О.К. Каптаренко-Черноусова (вересень, 1959 р., м. Будапешт, Угорщина)

O.K. Kaptarenko-Chernousova (September, 1959, Budapest, Hungary)

років уже звітувала за науковими темами інституту «Стратиграфія верхньокрейдових відкладів північної частини Дніпровсько-Донецької западини за фауною форамініфер» (1951 р.), «Стратиграфія верхньокрейдових відкладів північно-західної окраїни Донецького басейну за фауною форамініфер» (1951 р.), «Форамініфери юрських відкладів Дніпровсько-Донецької западини» (1953, 1955 рр.). За її словами, це було викликано потребами життя та запитами виробництва, широким розгортанням робіт з пошуків нафти і газу. Її внесок у вивчення юрських форамініфер,

який знайшов відображення у численних наукових працях, залишається дотепер неоціненим (див. нижче).

До поважних років Ольга Костянтинівна залишалася чудовим польовим геологом і разом зі своїми учнями брала активну участь у польових (експедиційних) роботах.

Авторитет Ольги Костянтинівни був визнаний серед стратиграфів і мікропалеонтологів як України, так і колишнього СРСР. Вона була членом юрської (з 1961 р.) і крейдової (з 1962 р.) постійних комісій Міжвідомчого стратиграфічного комітету

колишнього СРСР. Дослідниця брала активну участь у діяльності Українського міжвідомчого стратиграфічного комітету з часу його заснування як заступник голови мезозойської секції та як голова крейдової підсекції. Як визнаний фахівець з форамініфер мезо-кайнозою вчена також була членом президії (з 1962 р.) мікропалеонтологічної координаційної комісії Відділення геолого-географічних наук при АН СРСР, членом підкомісії по форамініферах (з 1964 р.).

О.К. Каптаренко-Черноусова неодноразово була учасником міжнародних конференцій, зокрема з мезозою (15–23 вересня 1959 р., м. Будапешт, Угорщина).

У 1976 р. О.К. Каптаренко-Черноусова стала лауреатом Державної премії УРСР у галузі науки і техніки за фундаментальні дослідження в царині стратиграфії України і за участь у виданні 11-томної серії «Стратиграфія УРСР» (1963–1975 рр.). Нагороджена орденом та медалями, а також численними грамотами (Макаренко, 1989 а, б).

Наукова спадщина О.К. Каптаренко-Черноусової

Наукова діяльність Ольги Костянтинівни була спрямована на вирішення фундаментальних і прикладних завдань геології, стратиграфії та палеонтології. Вона є автором і співавтором понад 130 наукових праць (Макаренко, 1989 а, б, 1999), з яких більшість по мікропалеонтології, біостратиграфії, стратиграфії і палеогеографії мезо-кайнозою України.

І все ж таки значний науковий доробок дослідниці залишається не переосмисленим і сьогодні. Відмінною рисою її наукових праць є поєднання майже у кожній з них різних аспектів мікропалеонтологічних і біостратиграфічних досліджень, як то опису мікрофосилій або визначення їх таксономічного складу з вирішенням конкретних стратиграфічних завдань і палеогеографічними реконструкціями.

Серед основних напрямів наукової діяльності Ольги Костянтинівни вирізняються мікропалеонтологічний, стратиграфічний (біостратиграфічний) і палеогеографічний.

Мікропалеонтологічний напрям об'єднує роботи О.К. Каптаренко-Черноусової як з визначення таксономічного складу форамініфер, так і з їхнього монографічного опису, а також з питань систематики, видоутворення й еволюції форамініфер мезо-кайнозою України.

Праці Ольги Костянтинівни з монографічного вивчення форамініфер юри, крейди, палеогену і неогену платформної України, які містять описи і зображення видів, є фундацією вітчизняної форамініферології мезо-кайнозою. Це насамперед такі монографії: «Киевский ярус и элементы его палеогеографии» (Каптаренко-Черноусова, 1951), «Форамініфери київського ярусу Дніпровсько-Донецької западини та північно-західних окраїн Донецького басейну» (Каптаренко-Черноусова, 1956 в), «Форамініфери юрських відкладів Дніпровсько-Донецької западини» (Каптаренко-Черноусова, 1959 в), «Юрські лягеніди північно-східної частини Української РСР» (Каптаренко-Черноусова, 1960 д), «Лентикуліни юрських відкладів Дніпровсько-Донецької западини та окраїн Донбасу» (Каптаренко-Черноусова, 1961 б), «Атлас характерных фораминифер юры, мела и палеогена платформенной части Украины» (Каптаренко-Черноусова и др., 1963), «Форамініфери нижньокрейдових відкладів Дніпровсько-Донецької западини» (Каптаренко-Черноусова, 1967), «Палеоценові нодозаріїди північно-східної України» (Каптаренко-Черноусова, 1971 а), «Фораминиферы мела Украины. Палеонтологический справочник» (Каптаренко-Черноусова и др., 1979). Сам перелік видів, описаних дослідницею, є вражаючим: 10 видів міоцену Нікопольського району (Каптаренко-Черноусова, 1939 а); 13 видів, серед яких один новий, горизонту піщаних форамініфер нижнього олігоцену південно-західного Приазов'я (Каптаренко-Черноусова, Липник, 1953); два види і чотири підвиди «мандриківської фації» верхнього еоцену ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, Голяк, 1951); 126 видів, серед яких чотири нові, форамініфер київського ярусу середнього-верхнього еоцену ДДЗ і північно-західних окраїн Донбасу (Каптаренко-Черноусова, 1956 в); 15 видів з палеоцену України (Каптаренко-Черноусова и др., 1963); 67 видів, серед яких шість нових, нижнього палеоцену ДДЗ і Українського щита – УЩ (Каптаренко-Черноусова, 1971 а); 14 видів, описаних у шліфах, нижнього сенону верхньої крейди Роменського підняття ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, 1939 б); п'ять видів готериву-барему нижньої крейди ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, 1959 б); з нижньої крейди ДДЗ 109 видів і варієтетів, серед яких 13 нових, у роботі (Каптаренко-Черноусова, 1967) і 97 видів у довіднику (Каптаренко-Черноусова и др., 1979); з юрських відкладів – описано 88 видів, з яких три роди, 34 види і два варієтети вперше з ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, 1959 в);



Найвагоміші праці О.К. Каптаренко-Черноусової
The most important works of O.K. Kaptarenko-Chernousova

92 види, з яких 12 нових з північно-східної частини Української РСР (Каптаренко-Черноусова, 1960 д); 105 видів, серед яких 27 видів і два варієтети нові з ДДЗ та окраїн Донбасу (Каптаренко-Черноусова, 1961 б).

Особливу увагу у своїх працях по опису форамініфер О.К. Каптаренко-Черноусова приділяла питанням, пов'язаним з трактуванням обсягу видів форамініфер (Каптаренко-Черноусова, 1951, 1956 в, 1960 в). Вона підкреслювала важливість врахування їх внутрішньовидової мінливості (циклового і вікового поліморфізму, екологічної і географічної мінливості), геологічної тривалості виду, сталості його видових ознак. На її думку, один тільки геохронологічний критерій не є достатнім для виділення нового виду. Дослідниця схарактеризувала етапи видоутворення у мезо-кайнозойських форамініфер України (Каптаренко-Черноусова, 1966): становлення, фіксування найбільш суттєвих (стійких) морфологічних ознак, збереження основних форм і вимирання другорядних, стійкість морфологічних ознак у зрілих форм. Вона

підкреслювала можливість в умовах оновлення середовища повторного спалаху видоутворення. Відмічала, що темпи формоутворення різних видів за однакових умов середовища не однакові. До прикладу, вона стверджувала, що темпи формоутворення мезо-кайнозойських форамініфер варіюють у широких межах. Так, Epistominidae, Ophthalminidae, Miliolidae, Globorotaliidae швидко змінюють форму черепашки, Polymorphinidae, Lagenidae мають різну стійкість морфологічної будови черепашки, глобigerиніди та піщані форамініфери повільно змінюють форму черепашки. Вчена довела залежність стратиграфічного значення родин форамініфер від темпів їх формоутворення (Каптаренко-Черноусова, 1966).

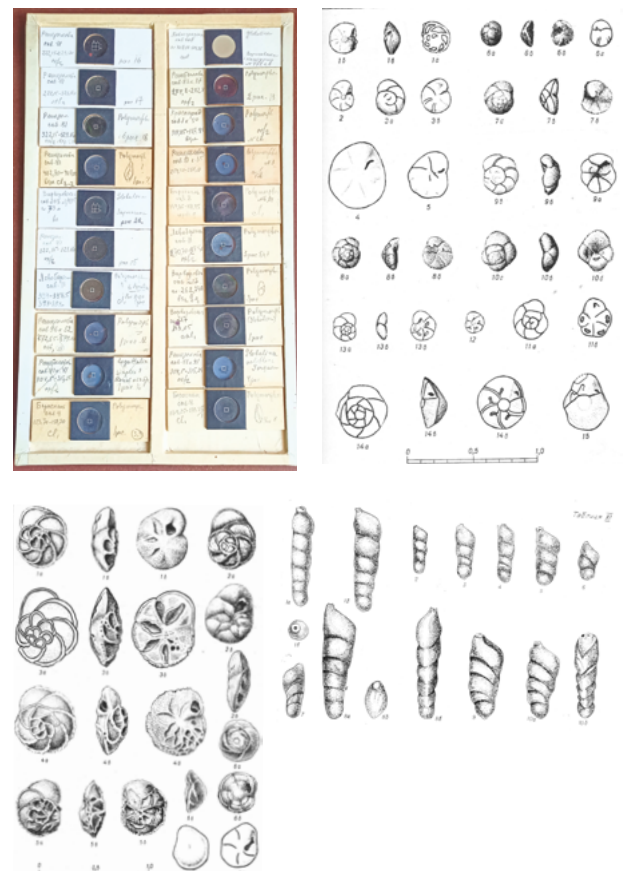
Найбільш ґрунтовно питання систематики й еволюції форамініфер опрацьовані дослідницею у роботах по форамініферах юри. Вона встановила послідовність розвитку юрських епістомінід, їх швидке еволюціонування, визначила ряд видів, пов'язаних між собою проміжними ланками, які утворюють філогенетичні ряди від аалену до

оксфорду; виділила нові роди, що характеризують певні етапи розвитку родини, а саме: аален як вік *Pseudolamarckina*, байос як вік *Lamarckella*, *Garantella* (Каптаренко-Черноусова, 1956 а). Відмітила швидку еволюцію для спіральні-згорнутих форм на прикладі роду *Trocholina* родина Spirillinidae, за поступовою зміною у будові черепашок протягом байосу-оксфорду (у розмірах черепашок, збільшенні кількості обертів спіралі, кількості бугорків на черевній стороні черепашки), що надає їм великого стратиграфічного значення (Каптаренко-Черноусова, 1961 а). Дослідниця підкреслювала систематичне переважання лагенід (за новою номенклатурою – нодозаріїд) у загальному комплексі форамініфер юри, їх мінливість, здатність пристосовуватися до середовища, швидко виробляти нові ознаки (Каптаренко-Черноусова, 1958 б). Саме на прикладі форамініфер юри Ольга Костянтинівна продемонструвала, що виділення нових таксонів і встановлення їх геологічної тривалості повинно бути тісно пов'язано з побудовою філогенетичних рядів з урахуванням основних критеріїв (Каптарен-

ко-Черноусова, 1960 в). Виходячи з послідовності розвитку мезозойських форамініфер для юри, з появи різних представників основних родин, вона стверджувала, що у комплексах форамініфер насамперед переважають лагеніди, потім епістомініди й офтальмідіди (Каптаренко-Черноусова, 1959 а).

Стратиграфічний напрям досліджень О.К. Каптаренко-Черноусової репрезентують її праці по датуванню порід і розчленуванню розрізів юри, крейди, палеогену і неогену за комплексами форамініфер, по розробці біостратиграфічних і зональних схем осадових товщ юри і палеогену платформної України за форамініферами.

Завдячуючи мікропалеонтологічному методу вчена схарактеризувала розподіл мікрофауни в харківському, київському, буцацькому і канівському «ярусах» палеогенового розрізу ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, 1941, 1949; Каптаренко-Черноусова и др., 1958); докладно описала і надала стратиграфічну характеристику комплексам форамініфер палеоцену ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, 1947 а, 1953 а, 1955, 1971 а; Каптаренко-Черноусова и др.,



О.К. Каптаренко-Черноусова під час роботи у лабораторії. Лоток з камерами відборів. Таблиці нових видів форамініфер, вперше встановлених нею

O.K. Kaptarenko-Chernousova working in the laboratory. A tray with foraminiferal chambers. Tables of new species of foraminifera, first established by her

1958) і київського ярусу еоцену ДДЗ, УЩ, окраїн Донбасу і Північного Причорномор'я (Каптаренко-Черноусова, 1936 б, 1941, 1947 б, 1951, 1953 б, 1956 в); датувала вапняки Роменського соляного куполу коньяком-сантоном за форамініферами, визначеними вперше в Україні у шліфах (Каптаренко-Черноусова, 1939 б); встановила за форамініферами утворення верхнього апту-нижнього альбу та альбу в Причорноморській западині (Каптаренко-Черноусова, 1956 б); виділила і характеризувала альбський комплекс форамініфер Середнього Придніпров'я (Каптаренко-Черноусова, 1957); віднесла до готериву-барему товщу сірих глин ДДЗ (Каптаренко-Черноусова, 1959 б); визначила систематичний склад форамініфер нижньої крейди платформної України (Каптаренко-Черноусова, 1954 а); зіставила альбський комплекс форамініфер ДДЗ з одновіковими асоціаціями колишнього СРСР і Західної Європи та встановила його значну подібність з такими Північного Кавказу і Західної Європи (Каптаренко-Черноусова, 1967); вперше здійснила детальну стратифікацію розрізів нижньої юри (Ямниченко и др., 1951), звела наявні дані про розподіл юрських форамініфер у розрізах мезозойських відкладів ДДЗ, північно-західної окраїни Донбасу та Причорноморської западини (Каптаренко-Черноусова, 1956 б); обґрунтувала кореляцію юрських відкладів ДДЗ та північно-західних окраїн Донбасу з Північно-Західним Кавказом і Кримом, Предобрудзьким прогином (Каптаренко-Черноусова та ін., 1957; Каптаренко-Черноусова, 1960 г); вперше виконала біостратиграфічне розчленування верхньоярських відкладів (оксфорд-титон), для кожного під'ярусу виділила характерні комплекси форамініфер (Каптаренко-Черноусова та ін., 1967; Воронова та ін., 1969).

Серед найвагоміших наукових розробок Ольги Костянтинівни з біостратиграфії палеогену платформної України є такі: розробка зонального розчленування київського ярусу ДДЗ, північно-західних окраїн Донбасу, УЩ за форамініферами і мікрофауною (Каптаренко-Черноусова, 1951, 1956 в, 1958 в); біостратиграфія палеогенових відкладів Північного Причорномор'я за форамініферами. Як наслідок, дослідниця першою запропонувала схему зонального поділу палеогенових відкладів України на основі розвитку форамініфер (Каптаренко-Черноусова, 1960 а). Для кожного з районів, а саме ДДЗ і північно-західної окраїни Донбасу, східної і західної частин Причорноморської западини, Східної Волині

та Подільського Придністров'я, УЩ, Східного Передкарпаття, вона у тексті та на схемі надала біостратиграфічну характеристику: горизонти, комплекси або верстви за форамініферами і за мікрофауною. Частина з виділених нею біостратиграфічних одиниць і досі використовуються у місцевих стратиграфічних схемах. Вона розробила біостратиграфію нижньокрейдових відкладів ДДЗ за форамініферами (Каптаренко-Черноусова, 1954 а, 1956 б, 1957, 1959 б, 1967).

Незаперечним науковим внеском Ольги Костянтинівни у біостратиграфію юри є палеонтологічне обґрунтування за мікрофауною стратиграфічної схеми юрських відкладів (плінсбахський-волзький яруси) ДДЗ та північно-західної окраїни Донбасу (Стратиграфическая..., 1970).

Результати біостратиграфічних досліджень О.К. Каптаренко-Черноусової були використані у стратиграфічних схемах мезозою (тріас, юра, крейда) України, які були розроблені під її керівництвом та при її безпосередній участі, зокрема ДДЗ, окраїн Донбасу, Причорноморської западини, Східноєвропейської платформи та ін. (Каптаренко-Черноусова, 1954 б, 1956 б, 1958 б, г, 1967; Каптаренко-Черноусова и др., 1969; Стратиграфическая..., 1970, 1971), які є одними з найважливіших праць для стратиграфії та підґрунтям сучасних стратиграфічних схем. У побудові стратиграфічних схем крейдових відкладів України (Каптаренко-Черноусова и др., 1969; Стратиграфическая..., 1971) та написанні пояснювальних записок до них співавторами були її учениці: по верхньокрейдових відкладах – О.С. Липник, по нижньокрейдових – Л.Ф. Плотнікова.

У відомій серії видань по стратиграфії України, а саме в томі «Стратиграфія УРСР. Крейда. Т. 8» (1971) О.К. Каптаренко-Черноусова була відповідальним редактором тому, а також автором – вступу, резюме, стратиграфії нижньої крейди окраїн Донецького басейну, ДДЗ, УЩ, співавтором – історії вивчення цих регіонів; фацій, палеогеографії та історії розвитку України за крейдового часу (рання крейда); кореляції крейдових відкладів УРСР (нижня крейда). Вона також є одним з авторів дев'ятого тому по стратиграфії палеогену (Каптаренко-Черноусова, Луцький, 1963).

Актуальними залишаються наукові напрацювання Ольги Костянтинівни по методиці біостратиграфічних досліджень. Спираючись на свій практичний досвід, вона акцентувала увагу на

важливих моментах обґрунтування стратиграфічних підрозділів за мікрофауною (Каптаренко-Черноусова, 1975), а саме: на зв'язку мікрофауністичних досліджень з макрофауністичними; на виділенні керівних видів (індекс-видів) за ознаками їх еволюційного розвитку; на формуванні характерних комплексів для ярусів і зон за видами «вузького геологічного часового діапазону»; на врахуванні впливу умов осадконакопичення на морфологічну мінливість видів; на врахуванні відмінності комплексів глибоководних від мілкоководних; на повторі близьких (схожих) комплексів видів у відкладах різного віку.

До прикладу, корелюючи юрські відклади ДДЗ та північно-західних окраїн Донбасу з Північно-Західним Кавказом і Кримом, дослідниця враховує поширення форамініфер по розрізу, час появи видів, їх збереженість, виділяє найбільш ефективні родини для кореляції *Epistominidae*, *Ophthalminidae*, *Lagenidae* (Каптаренко-Черноусова, 1957). Юрські форамініфери вона розділила за фаціальним і стратиграфічним значенням і за складом стінки черепашки на три основні групи: піщані форамініфери, поширені здебільшого у безкарбонатних відкладах і майже не придатні для стратиграфічних цілей; форамініфери, приурочені до сильно вапнистих порід, які ще мало вивчені; форамініфери із слабо карбонатних порід – найбільш вивчені та широко використовувані у стратиграфії (Каптаренко-Черноусова, 1960 в). При зіставленні юрських комплексів форамініфер України з іншими регіонами колишнього СРСР та Європи вчена відмітила певні складнощі, а саме: різне розуміння об'єму виду; численні синоніми й омоніми; різне розуміння авторами тривалості існування виду; стратиграфічну нестійкість виду; існування на ряду зі «стратиграфічними» також «фаціальними» комплексів, різко мінливих в одновікових, але різнофаціальних відкладах. Повторне зіставлення з Північним Кавказом і Переддобрудзьким прогином надає можливість встановити комплекси видів з широким поширенням, більш вузьким обмеженням одним з районів. На її думку, найбільш корелятивними є верхньобайоські та середньокеловейські відклади.

Особливого значення сьогодні набувають наукові напрацювання О.К. Каптаренко-Черноусової з вивчення послідовності змін асоціацій мікрофауни шельфів епіконтинентальних палеобасейнів юри, крейди, палеоцену й еоцену України за тричленної будови товщ морських

осадів (Каптаренко-Черноусова, 1977, 1984). Дослідниця виділила п'ять палеоценозів за мікрофауною, схарактеризувала їх розвиток, поширення і співвідношення на кожному з етапів еволюції палеобасейну.

Ще одним, не менш важливим ніж інші, напрямом досліджень О.К. Каптаренко-Черноусової є **палеогеографічний**. У майже всіх своїх ґрунтовних роботах вона торкалась питань фізико-географічних умов та еволюції морських палеобасейнів, їх відтворення за комплексами мікрофауни й особливостями їх розподілу у просторі та часі.

Однією з найбільш відомих робіт Ольги Костянтинівни з цього напрямку є її публікації по палеогеографії «київського ярусу» України (Каптаренко-Черноусова, 1950, 1951), нині це середній–пізній еоцен.

Учена була однією з укладачів «Атласу палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР» та записок до них (Атлас..., 1960; Бондарчук и др., 1960), а саме карт неоком-аптського й альбського часу ранньої крейди, данського віку пізньої крейди. В «Атласі літолого-палеогеографічних карт Руської платформи» (Атлас..., 1961) Ольга Костянтинівна презентувала матеріали по території України і Молдови для карт готеривського і баремського віків, аптського й альбського віків ранньої крейди, а також для палеотектонічної карти.

Варто зазначити, що у Палеонтологічному музеї Національного науково-природничого музею (ННПМ) НАН України зберігаються дві колекції форамініфер д-ра геол.-мін. наук, проф. О.К. Каптаренко-Черноусової (Анфимова, Руденко, 2011), а у рідному їй відділі стратиграфії і палеонтології мезозойських відкладів, а також у відділі кайнозойських відкладів ІГН НАН України знаходяться зібрання мікрофауни (зокрема, форамініфер) різного віку зі свердловин і відслонень території України.

Наукова мікропалеонтологічна школа

Невтомна праця, невичерпна енергія та творчий пошук О.К. Каптаренко-Черноусової сприяли створенню і розвитку школи мікропалеонтології у нашій країні, якій своїми здобутками значною мірою завдячує сучасна стратиграфія осадових відкладів території України.

З 1947 р., після захисту докторської дисертації та очолення відділу мезозою, Ольга Костянтинівна, продовжуючи справу свого вчителя академіка П.А. Тутковського, розпочала створювати школу



О.К. Каптаренко-Черноусова з ученицями О.Р. Конопліною, Л.М. Голяк

O.K. Kaptarenko-Chernousova with her students O.R. Konoplina and L.M. Holyak

мікропалеонтології при ІГН АН УРСР. За майже 30 років вона виховала плеяду фахівців-мікропалеонтологів, здатних вирішувати проблемні питання стратиграфії, палеогеографії та палеонтології мезо-кайнозою, більшість з яких були співробітниками відділу стратиграфії і палеонтології мезозойських відкладів.

За спогадами, Ольга Костянтинівна була вимогливим, але справедливим керівником і вчителем, яка у своїх учнях цінувала не лише схильність до наукової діяльності, але і працьовитість, відповідальність та цілеспрямованість. Лише зараз стає зрозумілим, що вона була щедрим наставником, який віддавав своїм учням перспективні й актуальні напрями досліджень. З праць вченої випливає, що з більшістю наукових завдань, над якими працювали її учні, вона стикалась у своїй роботі. Нижче, поряд з прізвищами її вихованців у дужках наведені теми їх дисертацій. Своїми учнями вона вважала д-ра геол.-мін. наук В.Я. Дідковського («Біостратиграфія неогенових відкладів півдня Руської платформи за фауною форамініфер», 1964 р.), кандидатів геол.-мін. наук Є.Я. Краєву («Форамініфери верхньоєоценових і олігоценівих відкладів Причорноморської западини», 1954 р.), Л.Ф. Плотнікову («Форамініфери і стратиграфія верхньокрейдових відкладів Конксько-Ялинської западини і північно-східного Причорномор'я», 1964 р.), О.С. Липник («Форамініфери і стратиграфія верхньокрейдових відкладів Дніпровсько-Донецької западини», 1966 р.), С.А. Люльєву («Коколіти і споріднені вапняні нанофосилії верхньої крейди Дніпровсько-Донецької западини та їх стратиграфічне значення», 1967 р.), В.С. Горбунова («Радіоларії середнього і пізнього

еоцену Дніпровсько-Донецької западини та їх стратиграфічне значення», 1971 р.), М.М. Данич («Форамініфери юрських відкладів Дністровсько-Прутського межиріччя та їх стратиграфічне значення», 1972 р.), С.В. Розумейко («Фаціальний розподіл верхньокрейдових форамініфер Волино-Подільської плити», 1973 р.), Д.М. П'яtkову («Форамініфери кімериджського і волзького ярусів Дніпровсько-Донецької западини та їх значення для стратиграфії», 1974 р.), М.М. Пермякову («Середньоюрські остракоди Дніпровсько-Донецької западини та північно-західних окраїн Донбасу та їх стратиграфічне значення», 1975 р.) (з автобіографії О.К. Каптаренко-Черноусової, березень 1976 р., архів ІГН НАН України).

За ініціативи та участі Ольги Костянтинівни вийшли друком наукові праці, в яких, з-поміж інших, її вихованці представили свої наукові результати. Так, у збірці «Успехи в изучении микроорганизмов мезо-кайнозои Украины» (1971), серед авторів якої є її учні Д.М. П'яtkова, Л.Ф. Плотнікова, О.С. Липник, Є.Я. Краєва, В.С. Горбунов, М.М. Пермякова, С.А. Люльєва, відображені досягнення мікропалеонтологів у вивченні решток викопних організмів (зокрема, форамініфер, радіоларій, остракод, спікул губок, голотурій) мезо-кайнозойських відкладів України. У роботі «Обоснование стратиграфических подразделений мезо-кайнозойских отложений Украины по микрофауне» (1975) учнями Ольги Костянтинівни – Д.М. П'яtkовою, М.М. Пермяковою, Л.Ф. Плотніковою, О.С. Липник, Є.Я. Краєвою, В.С. Горбуновим, В.Я. Дідковським – розглянуті питання стратифікації за мікрофауною мезо-кайнозойських відкладів України (без Карпат); уточнені та наведені керівні, а також характерні комплекси

форамініфер, радіолярій та остракод, відмічені особливості їх складу; подано зіставлення з одновіковими комплексами фауни суміжних і віддалених регіонів і зарубіжних країн. Дослідниця та її вихованці В.Я. Дідковський, Є.Я. Краєва, Л.М. Голяк, О.С. Липник, Л.Ф. Плотнікова, Д.М. П'яткова свої біостратиграфічні напрацювання з мікропалеонтологічної характеристики осадових товщ представили у серійному виданні «Стратиграфія УРСР» (Каптаренко-Черноусова, Луцький, 1963; Стратиграфія..., 1971). Результати монографічного вивчення форамініфер вона разом зі своїми ученицями Є.Я. Краєвою, Л.М. Голяк, О.С. Липник і Л.Ф. Плотніковою репрезентувала у палеонтологічних виданнях «Атлас форамініфер юри, мела и палеогена платформенной части Украины» (Каптаренко-Черноусова и др., 1963) і «Форамініфери мела Украины: Палеонтологический справочник» (Каптаренко-Черноусова и др., 1979). Напрацювання з біостратиграфії крей-

дових відкладів дослідниці та її учениць О.С. Липник, Л.Ф. Плотнікової відображені у «Стратиграфическая схема меловых отложений Украины» (Каптаренко-Черноусова и др., 1969).

Ольга Костянтинівна була гідним прикладом для наслідування своїм учням, демонструючи пам'ять і шанобливе ставлення до свого вчителя. Перу вченої належать ряд праць історіографічного спрямування, присвячені відомим вченим – П.А. Тутковському (Каптаренко-Черноусова, 1958 а, 1965, 1971 б), В.П. Амаліцькому (Каптаренко-Черноусова, 1960 б), альма-матер ІГН АН УРСР (Порфирьев и др., 1967).

Учні О.К. Каптаренко-Черноусової продовжили розвивати мікропалеонтологічну школу ІГН НАН України, виховавши наступне гідне покоління фахівців у різних сферах мікропалеонтології – А.Б. Соколов, Т.С. Рябоконь, Ю.В. Вернигорова, А.В. Шумник, О.Д. Веклич, Ю.Б. Доротяк, Ю.В. Клименко, І.С. Супрун та ін.



Співробітники відділу мезозою (червень 1968 р.). Перший ряд (зліва направо): Л.Г. Белая, О.В. Іванніков, О.К. Каптаренко-Черноусова, Л.М. Голяк, І.М. Ямниченко; другий ряд – І.І. Нікітін, О.С. Липник, Т.В. Астахова, О.В. Паришев, Д.М. П'яткова, Л.Ф. Плотнікова; третій ряд – М.М. Пермькова, В.С. Горбунов, З.К. Ільїнська, Т.І. Немировська

The staff of the Mesozoic Department (June 1968). First line (from left to right): L.G. Belaya, O.V. Ivannikov, O.K. Kaptarenko-Chernousova, L.M. Holyak, I.M. Yamnichenko; second line – I.I. Nikitin, O.S. Lypnyk, T.V. Astakhova, O.V. Paryshev, D.M. Pyatkova, L.F. Plotnikova; third line – M.M. Permiakova, V.S. Horbunov, Z.K. Ilyinska, T.I. Nemyrovska

Висновки

Ця стаття є даниною пам'яті Ользі Костянтинівні Каптаренко-Черноусовій, вшануванням видатної науковиці України, яка працювала в ІГН НАН України.

Важко уявити сучасну мікропалеонтологію і біостратиграфію мезо-кайнозою України без фундаментальних праць вченої, учениці видатного мікропалеонтолога, академіка П.А. Тутковського.

Наукові напрацювання О.К. Каптаренко-Черноусової стали одним із «каменів фундаменту» сучасної стратиграфії, біостратиграфії і палеогеографії юри, крейди і палеогену платформної України. Уважне перечитування її праць та аналіз накопиченої інформації з позиції сучасних стратиграфічних уявлень відкриває нам її розробки, що випередили свій час, дозволяє зрозуміти її стратиграфічні побудови й уявлення.

О.К. Каптаренко-Черноусова та її послідовники створили і розвинули школу мікропалеонтології у нашій країні, якій значною мірою сучасна стратиграфія осадових відкладів території України завдячує своїми здобутками.

Робота виконана в рамках фундаментальних досліджень ІГН НАН України за бюджетними темами «Біостратиграфія мезо-кайнозойських відкладів нафтогазоносних регіонів України як фундаментальна базова основа системного забезпечення геологічних робіт» (ДР № 0122U001604), «Розробка та апробація стратиграфічної моделі осадових басейнів палеогену, неогену та квартеру України» (ДР № 0122U001698).

Стаття присвячена доктору геолого-мінералогічних наук, професору Ользі Костянтинівні Каптаренко-Черноусовій – талановитій учениці академіка П.А. Тутковського, співзасновниці мікропалеонтологічної школи в Інституті геологічних наук НАН України. Дослідниця вивчала мікрофауну насамперед форамініфер юри, крейди і палеогену платформної України. Схарактеризовано наукові здобутки О.К. Каптаренко-Черноусової за мікропалеонтологічним, біостратиграфічним і палеогеографічним напрямками досліджень. Висвітлено внесок ученої у створення мікропалеонтологічної школи Інституту геологічних наук НАН України. Наведено повну бібліографію наукових праць О.К. Каптаренко-Черноусової з мікропалеонтології, біостратиграфії, стратиграфії, палеогеографії мезо-кайнозою України.

Список літератури

- Анфимова Г.В., Руденко К.В. К анализу палеонтологического собрания Геологического музея. *Вісн. Нац. наук.-природ. музею*. 2011. № 9. С. 57–68.
- Атлас палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР (з елементами літофації). Масштаб 1:2 500 000: Бондарчук В.Г. (відп. ред.). Київ: Вид-во АН УРСР, 1960.
- Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы. Ч. 2. Мезозой и кайнозой. Масштаб 1:5 000 000: Виноградов А.П. (глав. ред.). Москва-Ленинград: Госгеолтехиздат, 1961.
- Бондарчук В.Г., Каптаренко-Черноусова О.К., Молявко Г.И., Шульга П.Л. Палеогеография Украинской и Молдавской ССР. *Международный геологический конгресс. Докл. сов. геологов. Пробл. 12. Региональная палеогеография*. Москва: Госгеолтехиздат, 1960. С. 41–62.
- Воронова М.А., Каптаренко-Черноусова О.К., Супрунук К.С., Шайкін Й.М., Ямниченко І.М. Волзький ярус і межа юри та крейди у Дніпровсько-Донецькій западині й Донбасі. *Геол. журн.* 1969. Т. 29, вип. 4 (127). С. 133–139.
- Дикань К.В. До 115-річчя О.К. Каптаренко-Черноусової, 105-річчя І.М. Ямниченка, 90-річчя Д.Є. Макаренка та 65-річчя відділу стратиграфії і палеонтології мезозойських відкладів Інституту геологічних наук НАН України. *Геол. журн.* 2015. № 1 (350). С. 123–126. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2015.1.139342>
- Каптаренко О.К. Грунти Вінниччини (районів колишньої Вінницької округи). Київ: Вид-во Укр. наук.-досл. ін-ту агрогрунтознавства та хімізації, 1933. 164 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Мікрофауна форамініферових шарів околиць с. Холодна Балка Одеського району. *Геол. журн.* 1936 а. Т. 3, вип. 2 (7). С. 97–126.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Форамініфери київського мергелю гори Півихи. *Геол. журн.* 1936 б. Т. 3, вип. 2 (7). С. 75–95.
- Каптаренко-Черноусова О.К. До питання про мікрофауну неогену Нікопольського марганцеворудного району. *Геол. журн.* 1939 а. Т. 6, вип. 1–2 (13). С. 199–213.
- Каптаренко-Черноусова О.К. О возрасте известняка Роменского соляного купола. *Тр. нефт. конф. 1938 года: Порфирьев В.Б. (ред.)*. Киев: Изд-во АН УССР, 1939 б. С. 269–286.
- Каптаренко-Черноусова О.К. О распространении микрофауны в палеогене западной и центральной частей Днепровско-Донецкой впадины. *Материалы по нефтеносности Днепровско-Донецкой впадины*. Киев: Изд-во АН УССР, 1941. Вып. 1. С. 121–138.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про вік так званих олігоценових покладів УРСР (за форамініферами). *Доп. АН УРСР*. 1945. № 3–4. С. 57–61.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Знахідка форамініфер в палеоценових відкладах околиць м. Сум. *Геол. журн.* 1947 а. Т. 8, вип. 4 (22). С. 26–30.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про фаціальні зміни київського мергелю. *Геол. журн.* 1947 б. Т. 8, вип. 4 (22). С. 228–258.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Новые данные по геологии палеогена УССР. *Тр. Науч.-геол. совещ. по нефти, озокериту и горючим газам Украинской ССР*. Киев: Изд-во АН УССР, 1949. С. 194–200.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про коливання дна Київського моря. *Геол. журн.* 1950. Т. 10, вип. 2 (27). С. 75–89.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Киевский ярус и элементы его палеогеографии. *Тр. Ин-та геол. наук. Сер. стратиграфии и палеонтологии*. Киев: Изд-во АН УССР, 1951. Вып. 3. 191 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. До питання про генетичний зв'язок крейди й палеогену північної частини Української РСР. *Геол. журн.* 1953 а. Т. 13, вип. 2 (39). С. 69–75.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Стратиграфія палеогенових відкладів Причорноморської западини (за фауною форамініфер). *Геол. журн.* 1953 б. Т. 13, вип. 3 (40). С. 15–23.

- Каптаренко-Черноусова О.К. Меловые отложения Днепровско-Донецкой впадины и северо-западной окраины Донбасса. *Нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донецкого бассейна*. Киев: Изд-во АН УССР, 1954 а. С. 262–281.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Стратиграфическая схема мезозойских отложений Днепровско-Донецкой впадины, северо-западных окраин Донбасса и Причерноморской впадины. *Всесоюз. совещ. по разработке унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы*: Труды. Ленинград, 1954 б. С. 83–86.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про вік карбонатних палеоценових відкладів північно-східної частини Української РСР. *Геол. журн.* 1955. Т. 15, вип. 3 (48). С. 69–72.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про нові роди форамініфер з родини епістомінід. *Доп. АН УРСР*. 1956 а. № 2. С. 157–161.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Стратиграфическая схема мезозойских отложений Днепровско-Донецкой впадины, северо-западных окраин Донецкого бассейна и Причерноморской впадины. *Всесоюз. совещ. по разработке унифицированной схемы стратиграфии мезозойских отложений Русской платформы*. Ленинград: Госгеолтехиздат, 1956 б. С. 83–86.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Форамініфери київського ярусу Дніпровсько-Донецької западини та північно-західних окраїн Донецького басейну. Київ: Вид-во АН УРСР, 1956 в. 190 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про мікрофауну альбських відкладів Середнього Придніпров'я. *Доп. АН УРСР*. 1957. № 5. С. 508–511.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Академік Павло Аполлонович Тутковський (До сторіччя з дня народження). *Геол. журн.* 1958 а. Т. 18, вип. 1 (58). С. 100–101.
- Каптаренко-Черноусова О.К. До систематики юрських лягенід. *Доп. АН УРСР*. 1958 б. № 10. С. 1110–1113.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Зональне розчленування відкладів київського ярусу. *Доп. АН УРСР*. 1958 в. № 7. С. 772–775.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Меловые отложения Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донбасса. *Геология СССР. Т. 5. Ч. 1. Украинская ССР и Молдавская ССР*. Москва: Госгеолтехиздат, 1958 г. С. 599–613.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Последовательность развития мезозойских фораминифер в Днепровско-Донецкой впадине и на северо-западной окраине Донбасса. *Геологическое строение и нефтегазоносность восточных областей Украины*. Тр. науч.-производ. совещ. по проблеме нефтегазоносности Украины (27 февраля–3 марта 1956 г.). Киев: Изд-во АН УССР, 1959 а. С. 221–233.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про морський неокон Дніпровсько-Донецької западини. *Геол. журн.* 1959 б. Т. 19, вип. 1 (64). С. 37–46.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Форамініфери юрських відкладів Дніпровсько-Донецької западини. *Тр. Ін-ту геол. наук. Сер. Стратиграфія і палеонтологія*. Київ, 1959 в. Вип. 15. 121 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Зональная стратиграфия палеогеновых отложений Украины на основе развития фораминифер. *Палеогеновые отложения юга Европейской части СССР*. Москва: Изд-во АН СССР, 1960 а. С. 126–135.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Людина невомних шукань. (До сторіччя з дня народження геолога і палеонтолога В.П. Амаліцького). *Наука і життя*. 1960 б. № 7. С. 26–27.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Про трактування нових видів та геологічну тривалість мезозойських форамініфер. *Доп. АН УРСР*. 1960 в. № 7. С. 944–949.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Стратиграфія юрських і нижньокрейдових відкладів платформної частини УРСР (за фауною форамініфер). *Геол. журн.* 1960 г. Т. 20, вип. 2 (71). С. 5–15.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Юрські лягеніди північно-східної частини Української РСР. *Тр. Ін-ту геол. наук. Сер. Стратиграфія і палеонтологія*. Київ, 1960 д. Вип. 22. 103 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. До питання еволюції юрських трохолін. *Доп. АН УРСР*. 1961 а. № 6. С. 806–811.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Лентикіліни юрських відкладів Дніпровсько-Донецької западини та окраїн Донбасу. *Тр. Ін-ту геол. наук. Сер. Стратиграфія і палеонтологія*. Київ, 1961 б. Вип. 36. 103 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Академік АН УРСР Павло Аполлонович Тутковський. *Павло Аполлонович Тутковський*. Київ: Наукова думка, 1965. С. 3–13.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Темпы формообразования и их значение для мезозойских и кайнозойских фораминифер. *Палеонтологические критерии объема и ранга стратиграфических подразделений*: Тр. VIII сес. Всесоюз. палеонтол. о-ва. Москва: Недра, 1966. С. 63–68.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Форамініфери нижньокрейдових відкладів Дніпровсько-Донецької западини. Київ: Наукова думка, 1967. 126 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Палеоценові нодозаріїди північно-східної України. Київ: Наукова думка, 1971 а. 148 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Пионер отечественной микропалеонтологии академик АН Украинской ССР Павел Аполлонович Тутковский. *Успехи в изучении микроорганизмов мезо-кайнозоя Украины*. Киев: Наукова думка, 1971 б. С. 5–17.
- Каптаренко-Черноусова О.К. К обоснованию стратиграфических подразделений мезо-кайнозоя УССР. *Обоснование стратиграфических подразделений мезо-кайнозоя Украины по микрофауне*. Киев: Наукова думка, 1975. С. 3–7.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Последовательность расселения микроорганизмов в шельфовой зоне древних эпиконтинентальных бассейнов (на примере мезозоя и кайнозоя Украины). *Принципы и методы биостратиграфических микропалеонтологических исследований. Ч. 1*: Тез. докл. на VII Всесоюз. микропалеонтол. совещ. (г. Сыктывкар, 5–8 сентября 1977 г.). Москва, 1977. С. 75–76.
- Каптаренко-Черноусова О.К. Последовательность расселения микроорганизмов борельной провинции шельфа древних эпиконтинентальных бассейнов (на примере мезозоя и палеогена платформенной Украины). *Палеонтология и стратиграфия фанерозоя Украины*. Киев: Наукова думка, 1984. С. 63–68.
- Каптаренко-Черноусова О.К., Антонова З.А., Голубнича Л.М., Калугіна О.М. Спроба співставлення юрських відкладів УРСР та Північного Кавказу за фауною форамініфер. *Геол. журн.* 1957. Т. 17, вип. 3 (56). С. 88–90.
- Каптаренко-Черноусова О.К., Бараш П.Е., Чернявская А.А. К стратиграфии палеогеновых отложений северо-восточной части Украинской ССР. *Сов. геология*. 1958. № 11. С. 26–39.
- Каптаренко-Черноусова О.К., Воронова М.А., Супрунюк К.С., Шайкін Й.М., Ямниченко І.М. До стратиграфії верхньої юри–нижньої крейди південно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини. *Геол. журн.* 1967. Т. 27, вип. 2 (113). С. 62–70.
- Каптаренко-Черноусова О.К., Голяк Л.М. Про мінливість *Rotalia calcar* (d'Orbigny) – *Rotalia lithothamnica* Uhlig. *Геол. журн.* 1951. Т. 11, вип. 1 (30). С. 23–37.
- Каптаренко-Черноусова О.К., Голяк Л.М., Зернецкий Б.Ф., Краева Е.Я., Липник Е.С. Атлас характерных фораминифер юры, мела и палеогена платформенной части Украины. *Тр. Ін-та геол. наук. Сер. стратиграфії і палеонтології*. Киев: Изд-во АН УССР, 1963. Вип. 45. 200 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К., Іванников А.В., Пермяков В.В., Липник Е.С., Плотнокова Л.Ф., Воронова М.А. Стратиграфическая схема меловых отложений Украины: (объяснительная записка). ИГН АН УССР. Укр. межведомств. стратигр. ком. Постоянная комиссия по меловой системе. Киев: Наукова думка, 1969. 25 с.
- Каптаренко-Черноусова О.К., Липник О.С. Про нижньоолігоценовий горизонт піщаних форамініфер Причорноморської западини. *Геол. журн.* 1953. Т. 13, вип. 1 (38). С. 51–62.

Каптаренко-Черноусова О.К., Луцький П.І. Окраїни Донецького басейну. *Стратиграфія УРСР. Т. 9. Палеоген*. Київ: Вид-во АН УРСР, 1963. С. 122–177.

Каптаренко-Черноусова О.К., Плотникова Л.Ф., Липник Е.С. Фораминиферы мела Украины. Палеонтологический справочник. Киев: Наукова думка, 1979. 260 с.

Макаренко Д.Е. Жизнь и научная деятельность Ольги Константиновны Каптаренко-Черноусовой. *Ежегодник Всесоюз. палеонтол. о-ва*. Ленинград: Наука, Ленинград. отд-ние, 1989 а. Т. 32. С. 265–269.

Макаренко Д.Е. К 90-летию со дня рождения О.К. Каптаренко-Черноусовой. *Геол. журн.* 1989 б. № 3 (246). С. 135–137.

Макаренко Д.Е. Учениця академіка П.А. Тутковського. До 100-річчя від дня народження О.К. Каптаренко-Черноусової. *Наука та наукознавство*. 1999. № 3. С. 109–112.

Обоснование стратиграфических подразделений мезо-кайнозоя Украины по микрофауне: Каптаренко-Черноусова О.К. (отв. ред.). Киев: Наукова думка, 1975. 231 с.

Порфирьев В.Б., Каптаренко-Черноусова О.К., Кондрачук В.Ю., Личак И.Л., Новик Е.О. Институт геологических наук АН УССР – старейший научный центр в области геологии на Украине. *Геол. журн.* 1967. Т. 27, вып. 1 (112). С. 3–43.

Стратиграфическая схема юрских отложений Украины. Принята на совещании по стратиграфии юрских отложений Украины в 1964 г. Киев: Наукова думка, 1970. 28 с.

Стратиграфическая схема меловых отложений Украины и объяснительная записка: Каптаренко-Черноусова О.К. (отв. ред.). ИГН АН УССР. Укр. межведомств. стратигр. ком. Постоянная комиссия по меловой системе. 2-е изд., перераб. Киев: Наукова думка, 1971. 89 с.

Стратиграфія УРСР. Т. 8. Крейда: д-р геол.-мін. наук Каптаренко-Черноусова О.К. (відп. ред.). Київ: Наукова думка, 1971. 320 с.

Успехи в изучении микроорганизмов мезо-кайнозоя Украины: д-р геол.-мін. наук Каптаренко-Черноусова О.К. (отв. ред.). Киев: Наукова думка, 1971. 238 с.

Ямниченко І.М., Каптаренко-Черноусова О.К., Ткаченко Т.А. Нижньоюрські відклади верхів'я р. Самари. *Геол. журн.* 1951. Т. 11, вип. 2 (31). С. 14–20.

References

Advances in the study of microorganisms of the Mezo-Canozoic of Ukraine. (Ed. Dr. Geol.-Min. Sci. O.K. Kaptarenko-Chernousova). Kyiv: Naukova Dumka, 1971. 238 p. (in Russian).

Anfimova G.V., Rudenko K.V. 2011. On the analysis of the paleontological collection of the Geological Museum. *Bulletin of the National Natural Science Museum*, 9: 57–68 (in Russian).

Atlas of paleogeographic maps of the Ukrainian and Moldavian SSR (with lithofacial elements). Scale 1:2,500,000. (Cor. ed. V.G. Bondarchuk). Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR, 1960 (in Ukrainian).

Atlas of lithological and paleogeographic maps of the Russian Platform. Part 2. Mesozoic and Cenozoic. Scale 1:5,000,000. (Chief ed. A.P. Vinogradov). Moscow-Leningrad: Gosgeoltekhizdat, 1961 (in Russian).

Bondarchuk V.G., Kaptarenko-Chernousova O.K., Molyavko G.I., Shulga P.L. 1960. Paleogeography of the Ukrainian and Moldavian SSR. *International Geological Congress. Reports of Soviet Geologists. Problem 12. Regional Paleogeography*. Moscow: Gosgeoltekhizdat, p. 41–62 (in Russian).

Dykan K.V. 2015. To the 115th anniversary of O.K. Kaptarenko-Chornousova, 105th anniversary of I.M. Yamnychenko, 90th anniversary of D.E. Makarenko and 65th anniversary of the Department of Stratigraphy and Paleontology of Mesozoic Deposits of the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Geologichnij žurnal*, 1 (350): 123–126. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2015.1139342> (in Ukrainian).

Justification of stratigraphic subdivisions of the Meso-Cenozoic of Ukraine by microfauna. 1975. Collection of articles.

(Ed. O.K. Kaptarenko-Chernousova). Kyiv: Naukova Dumka. 231 p. (in Russian).

Kaptarenko O.K. Soils of Vinnytsia (districts of the former Vinnytsia district). Kyiv: Publishing House of the Ukrainian Scientific-Research Institute of Agrosil Science and Chemistry. 1933. 164 p. (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1936 a. Microfauna of foraminiferal layers in the vicinity of the village of Kholodna Balka, Odesa district. *Geologichnij žurnal*, 3, 2 (7): 97–126 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chornousova O.K. 1936 b. Foraminifera of the Kiev marl of the Pivkha mountain. *Geologichnij žurnal*, 3, 2 (7): 75–95 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1939 a. On the question of the Neogene microfauna of the Nikopol manganese ore region. *Geologichnij žurnal*, 6, 1–2 (13): 199–213 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1939 b. On the age of the limestone of the Romny Salt Dome. *Proceedings of the oil conference of 1938*. (Ed. V.B. Porfiryev). Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR, p. 269–286 (in Russian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1941. On the distribution of microfauna in the Paleogene of the western and central parts of the Dnieper-Donets Depression. *Materials on the oil potential of the Dnieper-Donets Depression*. Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR. Iss. 1, p. 121–138 (in Russian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1945. About the age of the so-called Oligocene deposits of the Ukrainian SSR (by foraminifera). *Reports of AS of UkrSSR*, 3–4: 57–61 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1947 a. Discovery of foraminifera in Paleocene sediments in the vicinity of Sumy. *Geologichnij žurnal*, 8, 4 (22): 26–30 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1947 b. On the facies changes of the Kyiv marl. *Geologichnij žurnal*, 8, 4 (22): 228–258 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1949. New data on the geology of the Paleogene of the Ukrainian SSR. *Proceedings of the Scientific-Geological Conference on oil, ozokerite and combustible gases of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR, p. 194–200 (in Russian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1950. On the oscillations of the bottom of the Kiev Sea. *Geologichnij žurnal*, 10, 2 (27): 75–89 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1951. Kiev stage and elements of its paleogeography. *Proceedings of the Institute of Geological Sciences. Series of Stratigraphy and Paleontology*. Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR. Iss. 3. 191 p. (in Russian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1953 a. On the question of the genetic relationship of the Cretaceous and Paleogene of the northern part of the Ukrainian SSR. *Geologichnij žurnal*, 13, 2 (39): 69–75 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1953 b. Stratigraphy of Paleogene deposits of the Near-Black Sea Depression (by the foraminiferal fauna). *Geologichnij žurnal*, 13, 3 (40): 15–23 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1954 a. Cretaceous deposits of the Dnieper-Donets Depression and the northwestern outskirts of the Donbass. *Oil and gas potential of the Dnieper-Donets Depression and the northwestern outskirts of the Donets Basin*. Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR, p. 262–281 (in Russian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1954 b. Stratigraphic scheme of Mesozoic sediments of the Dnieper-Donets Basin, northwestern margins of the Donetsk Basin and the Black Sea Basin. *All-Union meeting on the development of a unified scheme of stratigraphy of Mesozoic sediments of the Russian Platform: Proceedings*. Leningrad, p. 83–86 (in Russian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1955. On the age of carbonate Paleocene deposits of the north-eastern part of the Ukrainian SSR. *Geologichnij žurnal*, 15, 3 (48): 69–72 (in Ukrainian).

Kaptarenko-Chernousova O.K. 1956 a. About new genera of foraminifera from the family Epistominidae. *Reports of AS of UkrSSR*, 2: 157–161 (in Ukrainian).

- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1956 6. Stratigraphic Scheme of Mesozoic deposits of the Dnieper-Donets Depression, north-western outskirts of the Donets basin and the Near-Black Sea Depression. *All-Union conference on the development of a unified Stratigraphic Scheme of Mesozoic deposits of the Russian platform*. Leningrad: Gosgeoltekhizdat, p. 83–86 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1956 в. Foraminifera of the Kyiv Stage of the Dnieper-Donets Depression and the North-western Margins of the Donets Basin. Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR. 190 p. (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1957. On the microfauna of Albian deposits of the Middle Dnieper region. *Reports of AS of UkrSSR*, 5: 508–511 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1958 а. Academician Pavlo Apollonovich Tutkovsky (100th birthday anniversary). *Geologichnij žurnal*, 28, 1 (58): 100–101 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1958 6. To the systematics of Jurassic Lagenida. *Reports of AS of UkrSSR*, 10: 1110–1113 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1958 в. Zonal division of the Kyiv stage deposits. *Reports of AS of UkrSSR*, 7: 772–775 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1958 г. Cretaceous deposits of the Dnieper-Donets Depression and the northwestern outskirts of Donbass. *Geology of the USSR. Vol. 5. Part 1. Ukrainian SSR and Moldavian SSR*. Moscow: Gosgeoltekhizdat, p. 599–613 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1959 а. Development sequence of Mesozoic foraminifera in the Dnieper-Donets Depression and the northwestern outskirts of Donbass. *Geological structure and oil and gas potential of the eastern regions of Ukraine*. Proceedings of the scientific and production meeting on the problem of oil and gas potential of Ukraine (February 27–March 3, 1956). Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR, p. 221–233 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1959 6. About the marine Neocomian of the Dnieper-Donets Depression. *Geologichnij žurnal*, 19, 1 (64): 37–46 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1959 в. Foraminifera of the Jurassic deposits of the Dnipro-Donets Depression. (Ed. V.G. Bondarchuk). *Proceedings of the Institute of Geological Sciences. Series Stratigraphy and Paleontology*. Kyiv. Iss. 15. 121 p. (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1960 а. Zonal stratigraphy of Paleogene deposits of Ukraine based on the foraminifera development. *Paleogene deposits of the south of the European part of the USSR*. Moscow: Publishing House of AS of USSR, p. 126–135 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1960 6. A Man of Tireless Searches. (100th birthday anniversary of the Geologist and Paleontologist V.P. Amalytsky). *Science and Life*, 7: 26–27 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1960 в. On the interpretation of new species and geological duration of Mesozoic foraminifera. *Reports of AS of UkrSSR*, 7: 944–949 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1960 г. Stratigraphy of Jurassic and Cretaceous deposits of the platform part of the Ukrainian SSR (by foraminiferal fauna). *Geologichnij žurnal*, 20, 2 (71): 5–15 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1960 д. Jurassic lagenids of the north-eastern part of the Ukrainian SSR. *Proceedings of the Institute of Geological Sciences. Series Stratigraphy and Paleontology*. Kyiv. Iss. 22. 103 p. (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1961 а. On the evolution of Jurassic trocholines. *Reports of AS of UkrSSR*, 6: 806–811 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1961 6. Lenticulines of Jurassic deposits of the Dnipro-Donets Depression and the margins of Donbas. (Ed. V.G. Bondarchuk). *Proceedings of the Institute of Geological Sciences. Series Stratigraphy and Paleontology*. Kyiv. Iss. 36. 103 p. (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1965. Academician of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR Pavlo Apollonovich Tutkovsky. *Pavlo Apollonovich Tutkovsky*. Kyiv: Naukova Dumka, p. 3–13 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1966. Rates of morphogenesis and their significance for Mesozoic and Cenozoic foraminifera. *Paleontological criteria for the volume and rank of stratigraphic units*: Proceedings of the VIII session of the All-Union Paleontological Society. Moscow: Nedra, p. 63–68 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1967. Foraminifera of the Lower Cretaceous of the Dnieper-Donets Depression. Kyiv: Naukova Dumka. 126 p. (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1971 а. Paleocene nodosarids of northeastern Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka. 148 p. (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1971 6. Pioneer of domestic micropaleontology, academician of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR Pavel Apollonovich Tutkovsky. *Achievements in the study of microorganisms of the Meso-Cenozoic of Ukraine*. Kyiv: Naukova Dumka, p. 5–17 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1975. To the substantiation of stratigraphic subdivisions of the Meso-Cenozoic of the UkrSSR. *Substantiation of stratigraphic subdivisions of the Meso-Cenozoic of Ukraine based on microfauna*. Kyiv: Naukova Dumka, p. 3–7 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1977. Sequence of microorganisms settlement in the shelf zone of ancient epicontinental basins (using the Mesozoic and Cenozoic of Ukraine as an example). *Principles and methods of biostratigraphic micropaleontological studies. Part 1: Abstracts of reports at the VII All-Union Micropaleontological Conference (Syktyvkar, September 5–8, 1977)*. Moscow, p. 75–76 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K. 1984. Sequence of microorganism's settlement in the boreal province of the shelf of ancient epicontinental basins (based on the example of the Mesozoic and Paleogene of platform Ukraine). *Paleontology and stratigraphy of the Phanerozoic of Ukraine*. Kyiv: Naukova Dumka, p. 63–68 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Antonova Z.A., Golubnicha L.M., Kalugina O.M. 1957. An attempt to compare the Jurassic sediments of the UkrSSR and the North Caucasus by the fauna of foraminifera. *Geologichnij žurnal*, 17, 3 (56): 88–90 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Barash P.E., Chernyavskaya A.A. 1958. On the stratigraphy of Paleogene deposits in the north-eastern part of the Ukrainian SSR. *Soviet geology*, 11: 26–39 (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Golyak L.M. 1951. On the variability of *Rotalia calcar* (d'Orbigny) – *Rotalia lithothamnica* Uhlig. *Geologichnij žurnal*, 11, 1 (30): 23–37 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Golyak L.M., Zernetsky B.F., Kraeva E.Ya., Lipnik E.S. 1963. Atlas of characteristic foraminifera of the Jurassic, Cretaceous and Paleogene of the platform part of Ukraine. *Proceedings of the Institute of Geological Sciences. Series Stratigraphy and Paleontology*. Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR. Iss. 45. 200 p. (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Ivannikov A.V., Permyakov V.V., Lipnik E.S., Plotnikova L.F., Voronova M.A. 1969. Stratigraphic Scheme of Cretaceous deposits of Ukraine: (explanatory note). IGS AN UkrSSR. Ukrainian Interdepartmental Stratigraphic Committee. Permanent Commission on the Cretaceous System. Kyiv: Naukova Dumka. 25 p. (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Lutsky P.I. 1963. The outskirts of the Donets basin. *Stratigraphy of the UkrSSR. Vol. 9. Paleogene*. Kyiv: Publishing House of AS of UkrSSR, p. 122–177 (in Ukrainian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Lypnyk O.S. 1953. On the Lower Oligocene horizon of arenaceous foraminifera of the Near-Black Sea Depression. *Geologichnij žurnal*, 13, 1 (38): 51–62 (in Ukrainian).

- Kaptarenko-Chernousova O.K., Plotnikova L.F., Lipnik E.S. 1979. Foraminifera of the Cretaceous of Ukraine. Paleontological Handbook. Kyiv: Naukova Dumka. 260 p. (in Russian).
- Kaptarenko-Chernousova O.K., Voronova M.A., Supruniuk K.S., Shaykin Y.M., Yamnychenko I.M. 1967. On the stratigraphy of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous of the southwestern part of the Dnipro-Donetsk Depression. *Geologichnij žurnal*, 27, 2 (113): 62–70 (in Ukrainian).
- Makarenko D.E. 1989 a. Life and scientific activity of Olga Konstantinovna Kaptarenko-Chernousova. *Yearbook of the All-Union Paleontological Society*. Leningrad: Nauka, Leningrad branch. Vol. 32, p. 265–269 (in Russian).
- Makarenko D.E. 1989 b. To the 90th anniversary of O.K. Kaptarenko-Chernousova. *Geologichnij žurnal*, 3 (247): 135–137 (in Russian).
- Makarenko D.E. 1999. Student of academician P.A. Tutkovsky. To the 100th anniversary of the birth of O.K. Kaptarenko-Chernousova. *Science and science studies*, 3: 109–112 (in Ukrainian).
- Porfiryev V.B., Kaptarenko-Chernousova O.K., Kondrachuk V.Yu., Lichak I.L., Novik E.O. 1967. Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR – the oldest scientific center in the geology in Ukraine. *Geologichnij žurnal*, 27, 1 (112): 3–43 (in Russian).
- Stratigraphic scheme of the Cretaceous deposits of Ukraine and explanatory note. (Ed. O.K. Kaptarenko-Chernousova). 1971. IGS of AS of UkrSSR. Ukrainian Interdepartmental Stratigraphic Committee. Permanent Commission on the Cretaceous System. 2-nd revised ed. Kyiv: Naukova Dumka. 89 p. (in Russian).
- Stratigraphic scheme of the Jurassic sediments of Ukraine. 1970. Adopted at the meeting on stratigraphy of Jurassic sediments of Ukraine in 1964. Kyiv: Naukova Dumka, 28 p. (in Russian).
- Stratigraphy of the Ukrainian SSR. Vol. 8. Cretaceous. (Ed. Dr. Geol.-Min. Sci. O.K. Kaptarenko-Chernousova). Kyiv: Naukova Dumka, 1971. 320 p. (in Ukrainian).
- Voronova M.A., Kaptarenko-Chernousova O.K., Supruniuk K.S., Shaikin Y.M., Yamnychenko I.M. 1969. Volga Stage and the Jurassic-Cretaceous boundary in the Dnipro-Donetsk Depression and Donbas. *Geologichnij žurnal*, 29, 4 (127): 133–139 (in Ukrainian).
- Yamnychenko I.M., Kaptarenko-Chernousova O.K., Tkachenko T.A. 1951. Lower Jurassic deposits of the upper Samara River. *Geologichnij žurnal*, 11, 2 (31): 14–20 (in Ukrainian).

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.326423>

УДК 55(092)

E-mail: mykola.pavlun@lnu.edu.ua,
<http://orcid.org/0000-0002-8634-6576>;
larysa.heneralova@lnu.edu.ua,
<https://orcid.org/0000-0002-6033-6556>

*Corresponding author /
Автор для кореспонденції:
L.V. Heneralova,
larysa.heneralova@lnu.edu.ua

Received / Надійшла до редакції:
08.04.2025

Received in revised form /
Надійшла у ревізованій формі:
19.05.2025

Accepted / Прийнята:
31.05.2025

Keywords: Adolf Vitaliiiovych Alieksieienko, surveyor geologist, tectonist, teacher, deep faults, Geological Faculty of Ivan Franko National University of Lviv, Central Asia, Ukraine.

Ключові слова: Адольф Віталійович Алексєєнко, геолог-зйомник, тектоніст, педагог, глибинні розломи, геологічний факультет Львівського національного університету ім. Івана Франка, Центральна Азія, Україна.

Адольф Віталійович Алексєєнко – видатний тектоніст і педагог (до 90-річчя від дня народження)

М.М. Павлунь, Л.В. Генералова*

Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна

Adolf Vitaliiiovych Alieksieienko – outstanding tectonist and teacher (to the 90th anniversary of his birth)

М.М. Pavlun, L.V. Heneralova*

Ivan Franko Lviv National University, Lviv, Ukraine

Adolf Vitaliiiovych Alieksieienko – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of General Geology of the Geological Faculty of Ivan Franko Lviv State University, permanent head, for a long time, of the Central Asian expedition of the research sector of the university, a tectonist known in geological circles on geology of Ukraine and Central Asia. For more than two decades, Adolf Vitaliiiovych conducted field research on the Southern Tien Shan in a group of geologists under the scientific supervision of a great connoisseur of the region, Professor D.P. Rezvoy. For the first time in the framework of structural and formation work in the region, A.V. Alieksieienko studied, described in detail the material and tectonic structure of the zone of the South Ferghana deep fault, emphasized its metallogenic significance and considered its Paleozoic geological history as one of the key lineaments of the Tien Shan. Further studies of Turkestan-Alai allowed A.V. Alieksieienko and his colleagues to compile the first structural and formational map of the territory on a scale of 1:200,000, for which criteria for tectonic zoning, the legend of formations were developed and the wide development of deep faults was shown. Further work was related to the study of the concentric (ovoid) type of structures that were found in the southwestern wing of the Talas-Ferghana fault. Studies took place synchronously with the development of ideas that the deep faults of the Southern Tien Shan make up the links of the global Trans-Eurasian lineament. Ovoid structures are initiated by intersections of deep faults of sublatitudinal extension with systems of diagonal Anti-Tianshan disjunctiva. The teaching activity of A.V. Alieksieienko is closely connected with scientific work. Simultaneously with the teaching of theoretical material, he conducts practical, laboratory and seminar classes, training practice for first-year students, carries out preparatory mentoring of senior students before industrial practices, develops training and work programs, writes methodological instructions, prepares applications for new sets of educational geological and regional maps, aero- and space photographs. The rector of the university repeatedly awards associate professor A.V. Alieksieienko with thanks for significant achievements in scientific and pedagogical activity. The Faculty of Geology remembers Adolf Vitaliiiovych Alieksieienko as a talented tectonist, teacher, mentor, true citizen, and extraordinary person who actively contributed to the establishment and formation of the widely known Lviv Geological School.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Цитування: Павлунь М.М., Генералова Л.В. Адольф Віталійович Алексєєнко – видатний тектоніст і педагог (до 90-річчя від дня народження). *Геологічний журнал*. 2025. № 2 (391). С. 88–100. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.326423>

Citation: Pavlun M.M., Heneralova L.V. 2025. Adolf Vitaliiiovych Alieksieienko – outstanding tectonist and teacher (to the 90th anniversary of his birth). *Geologičnij žurnal*, 2 (391): 88–100. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2025.2.326423>

Адо́льф Віта́лійович Алексе́нко – багаторічний начальник Середньоазійської експедиції Науково-дослідного сектору Львівського університету ім. Івана Франка, кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент кафедри загальної геології, відомий в геологічних колах тектоніст України та Центральної Азії.

Народився Адо́льф Віта́лійович 22 грудня 1934 р. у м. Златоуст Челябінської області в сім'ї військовослужбовця. У 1937 р. його батько, Віта́лій Петро́вич, загинув. Воєнне лихоліття змушує родину раз за разом переїжджати. У 1942 р.

Адо́льф пішов до школи у м. Гео́ргієвськ Ставро́польського краю. З 1945 р. продовжив навчання в Львівській чоловічій середній школі № 35, яку закінчив у 1952 р. Цього ж року вступив на геологічний факультет Львівського державного університету. В цей період наш факультет уже мав добру славу інституції, котра випускає фахівців високого рівня підготовки, які відомі далеко за межами України. На факультеті викладали такі визначні вчені і спеціалісти, як Є.К. Лазаренко, М.П. Єрмаков, О.С. Вялов, В.С. Соболев, В.М. Козеренко, Д.П. Резвой, Є.М. Лазько, Д.Й. Горжевський та ін. Студент Адо́льф Алексе́нко, поєднуючи теоретичне навчання з практиками, скористався нагодою й отримав фундаментальні базові знання геолога-зйомника. У 1957 р. він закінчив університет з дипломом про присвоєння йому кваліфікації інженера-геолога за спеціальністю «геологічна зйомка та пошуки корисних копалин».



A.B. Алексе́нко (22.12.1934 – 06.12.1987)

A.V. Aliksieienko (22.12.1934 – 06.12.1987)

Після завершення навчання в університеті молодий спеціаліст Алексе́нко був спрямований на виробництво до Центрального Казахстану, де до 1963 р. працював геологом, старшим геологом, начальником пошуково-визначальної партії в Агадирській геологорозвідувальній експедиції Центрально-Казахстанського геологічного управління. Тут за його редакції складено ретельно виконану геологічну карту масштабу 1:200 000 Балхаш-Нуринського району.

У 1964 р. А.В. Алексе́нко отримав запрошення на посаду старшого інженера Науково-до-

слідного сектору Львівського держуніверситету і переїхав до Львова. Роботу він поєднував із навчанням. З 12 жовтня 1965 р. Адо́льф Віта́лійович – аспірант кафедри загальної геології за спеціальністю «геотектоніка». Його науковим керівником був завідувач кафедри проф. Дмитро Петро́вич Резвой. У 1971 р. він закінчив роботу над дисертацією «Геологическое строение и история развития Южноферганского глубинного разлома в палеозое», яку блискуче захистив на вченій раді геологічного факультету 29 грудня того ж року. 29 березня 1972 р. отримав диплом про звання кандидата геолого-мінералогічних наук, затверджений ВАКом.

З вересня 1968 р. Адо́льф Віта́лійович обіймає посаду старшого наукового співробітника та успішно здійснює велику наукову, організаційну й адміністративну діяльність начальника Середньоазійської експедиції, що діяла в Науково-дослідному секторі при геологічному факультеті Львівського університету.

У вересні 1976 р. вчений переходить на викладацьку роботу, стає доцентом кафедри загальної геології Львівського держуніверситету ім. Івана Франка, але не полишає польових досліджень у Середній Азії.

Понад два десятиліття Адо́льф Віта́лійович проводить польові дослідження на Південному Тянь-Шані у групі геологів під науковим керівництвом великого знавця регіону проф. Д.П. Резвого.

Нагадаємо, що Південний Тянь-Шань – геолого-географічний район, який охоплює низку гірських систем: Нуратинські хребти,



A.B. Алексе́нко в студентські роки

A.V. Aliksieienko in his student years

Туркестано-Алай, Зеравшано-Гісар, Фергано-Атойнакський хребет, Атбаши-Кокшаальську систему. Туркестано-Алайська гірська система належить до західних сегментів Південного Тянь-Шаню (Резвой, 1959). Максимальні відмітки рельєфу цього регіону сягають 5000–6000 м, а подекуди і більше. Гірська споруда у сучасному вигляді оформилась починаючи з пізнього олігоцену в результаті загального підняття Центральної Азії, спричиненого закриттям Тетису і взаємодії Азії й Індостану. Крупна палеозойська структурна одиниця Південного Тянь-Шаню з півночі обмежується Південноферганською структурною лінією (глибинним розломом, офіолітовим швом, сутурою). Лінія проходить вздовж підніжжя Північного

Нуратау, за південними і східними окраїнами Фергани, а після правостороннього зміщення Таласо-Ферганським розломом простежується у північному підніжжі Атбашинського хребта.

Поняття про глибинні розломи оформилось завдяки роботам О.В. Пейве у 1945–1956 рр. Олександр Вальдемарович не лише підкреслив первинність та глибинність природи найважливішої структурної лінії Тянь-Шаню (лінії Ніколаєва), але висловив передбачення щодо іншого крупного диз'юнктиву. Ця структурна лінія з півдня відділяє сталу до підняття у нижньому-середньому палеозої Сирдар'їнсько-Ферганську геоантиклінальну «брилу» від «брили» Південного Тянь-Шаню (Пейве, 1945, 1947). Зоною цього диз'юнктиву виявився Південноферганський глибинний розлом.



Рис. 1. Обговорення ключових структур. Алайський хребет. 1973 р. Зліва направо: А.В. Алексєєнко, І.О. Марушкін, Д.П. Резвой

Fig. 1. Discussion of key structures. Alai Ridge. 1973. From left to right: A.V. Alekseyenko, I.O. Marushkin, D.P. Rezvoy



Рис. 2. Нарада з проблем наукової середньоазійської тематики кафедри загальної геології. Киргизька група. Львів. Зліва направо: доц. А.В. Алексєєнко, зав. кафедри проф. Д.П. Резвой, доц. І. О. Марушкін

Fig. 2. Meeting on the problems of scientific Central Asian topics of the Department of General Geology. Kyrgyz group. Lviv. From left to right: Associate Professor A.V. Alekseyenko, Head of the Department Professor D.P. Rezvoy, Associate Professor I.O. Marushkin

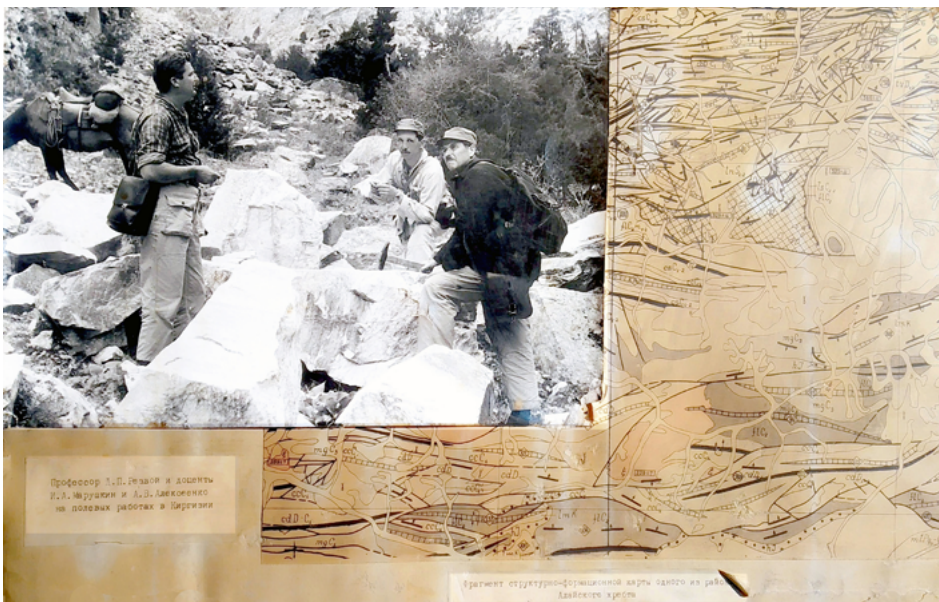


Рис. 3. Професор Д.П. Резвой, доц. А.В. Алексєєнко, доц. І.О. Марушкін (справа наліво). Польові дослідження. Складання структурно-формаційної карти Туркестано-Алайської гірської системи масштабу 1:200 000. Алайський хребет, 1973 р.

Fig. 3. Professor D.P. Rezvoy, Associate Professor A.V. Alekseyenko, Associate Professor I.O. Marushkin (from right to left). Field research. Compilation of a structural and formational map of the Turkestan-Alai mountain system scale 1:200,000. Alai Range, 1973

В якості методичного підходу до виявлення глибинних розломів О.В. Пейве використав аналіз про сусідство так званих «гетеротипічних фацій» (тих, які не трапляються в латеральному седиментологічному ряді за правилом Вальтера-Головкінського). Такий підхід сприяв розповсюдженню поняття про «переривчастість» складчастої структури орогену, зумовленої «переривчастістю» суміжних фацій (краще – «формацій», Резвой, 1973, с. 16), і, як наслідок, розвитку уявлень про глибинні розломи (Резвой, 1973).

А.В. Алексеєнко вивчив і детально описав речовинно-структурну будову зони Південноферганського глибинного розлому та його металогенічну значущість. Він підтримував атестацію цієї структури як «найважливішої структурної лінії Тянь-Шаню» (Алексеев и др., 1966, 1969, 1971; Алексеев, Портнягин, 1966; Алексеев, 1968, 1969, 1971; Резвой, 1972; Резвой и др., 1973). Роботами Адо́льфа Віта́лійовича та львівської групи дослідників під керівництвом Д.П. Резвого доведено, що Південноферганський глибинний розлом є важливим геотектонічним і палеогеографічним рубежем від початку палеозойської ери до антропогену.

З 1971 р. дослідник проводить науково-виробничу роботу з виконання багаторічної державної теми «Структурно-формационная карта Туркестано-Алая масштаба 1:200 000 как основа для прогнозирования на ртуть и сурьму» (рис. 1–3). В процесі виконання дослідницьких тем він разом з Дмитром Резвим і Галиною Білічевою розробляє критерії тектонічного районування, легенду формацій (рис. 4, 5), які об'єднують усю різноманітність стратиграфічних підрозділів регіону, структури Туркестано-Алая та його металогенічну специфіку (Резвой и др., 1974). При цьому автори диференціюють історію розвитку Південного Тянь-Шаню за етапами: пароплатформний (PR?), етап загального занурення геосинкліналі ($S-D_1$), латеральної тектонічної диференціації (D_2-C_2), орогенний (C_3-P_1), парабо або квазіплатформний (P_1-P_2) і новий орогенний (епіплатформний) (P_3-Q) (див. рис. 4). Варто підкреслити, що в розробленні критеріїв тектонічного районування Адо́льф Віта́лійович разом із колегами використовує принцип виділення різних типів одновікових розрізів за ознаками стратиграфічної повноти, речовинного складу і потужності, які введені у дослідження регіону лєнінградським проф. Г.С. Поршняковим.

Робота проходить у кілька етапів. Вона включає камеральну обробку польових матеріалів попередніх років досліджень та інформаційний аналіз оригінальних геокартувальних матеріалів польових робіт, які були виконані у високогірських районах Південного Тянь-Шаню. В результаті кропіткої дослідницької діяльності складено структурно-формаційні карти спочатку межиріччя Сох-Акбура, межиріччя Сох-Аксу (зах.) (1970–1973, 1973–1975) (Структурно-формационная..., 1973, 1975), а пізніше – Східного Алаю (1975–1976) (Структурно-формационная..., 1976; Солошенко, 1984). Складання карт дозволило дослідникам підкреслити, що особливу групу структур у будові регіону представляють регіональні глибинні розломи. Розломи маркуються породними асоціаціями утворень, які мають дрібно-уламкову будову (тобто складаються з підзон, кожна з яких характеризується індивідуальним типом розрізу), що в цілому виражається у «надзвичайній формаційній строкатості» на тлі широтних лінійних складок і вузьких монокліналей (які розшифровуються локально). У Південному Тянь-Шані розломи простежуються у широтному напрямку від Туранської молодії платформи на заході до Таримського платформного масиву на сході і далі в Центральній Азії.

В цей період А.В. Алексеєнко активно працює над монографією «Проблемы тектоники и магматизма глубинных разломов», яка вийшла за редакцією Д.П. Резвого. У 1973 р. надруковано перший том «Глубинные разломы Южного Тянь-Шаня», співавтором якого є Адо́льф Віта́лійович (Резвой и др., 1973). Вивчення глибинних розломів урядом УРСР було внесено у план за державною темою «Комплексне вивчення глибинних структур і процесів земної кори». Згадана публікація була піонерським дослідженням, за яким з'явилися роботи про глибинні розломи Закарпаття (Мерлич, Спитковская, 1974) та Забайкалля (Пришилкінська зона Монголо-Охотського розлому) (Мисник, Шевчук, 1975). Центральна частина Південного Тянь-Шаню була обрана як об'єкт дослідження глибинних розломів не випадково. Ця територія Середньої Азії здавна привертала увагу дослідників-геологів, що сприяло добрій вивченості регіону. Розгалужена мережа автомобільних шляхів уздовж великих річкових артерій забезпечувала її доступність. Значна кількість діючих гірничорудних підприємств і промислових родовищ становила практичний інтерес. У зазначеній монографічній праці

автори на прикладі Південного Тянь-Шаню і, зокрема, Туркестано-Алаю показали, що глибинні розломи широко розвинені у палеозойських геосинклінальних системах Урало-Монгольського складчастого поясу. В роботі, відштовхуючись від детально дослідженого А.В. Алексєєнком Південноферганського лінеаменту та виділених його колегами Зеравшанського, Туркестанського (Марушкин, 1963), Південногісарського (Вахшського), Північногісарського диз'юнктивів, обґрунтоване положення про те, що глибинні розломи являють собою довгоживучі тектонічні зони шириною в десятки кілометрів. Вони характеризуються як строкатістю осадових і магматичних формацій, так і специфічними неповторними породними

тілами (формаціями «відносного підняття та відносного опускання»), які локалізуються в їх зонах розвитку. Деформаційні структури зон розломів містять блоково-моноклінальні та складчасті елементи. Розломи відіграли велику роль у формуванні осадових родовищ кам'яного вугілля та гідротермальних родовищ кіноварі, сурми, поліметалів тощо. В монографії підкреслено, що глибинні розломи вплинули на геологічну будову, деформаційні процеси, магматизм і в цілому на розвиток Південного Тянь-Шаню.

Новий етап досліджень А.В. Алексєєнка починається наприкінці 1970-х – на початку 1980-х років. Нагромаджений матеріал по територіях Туркестано-Алау дав змогу дослідникам регіону

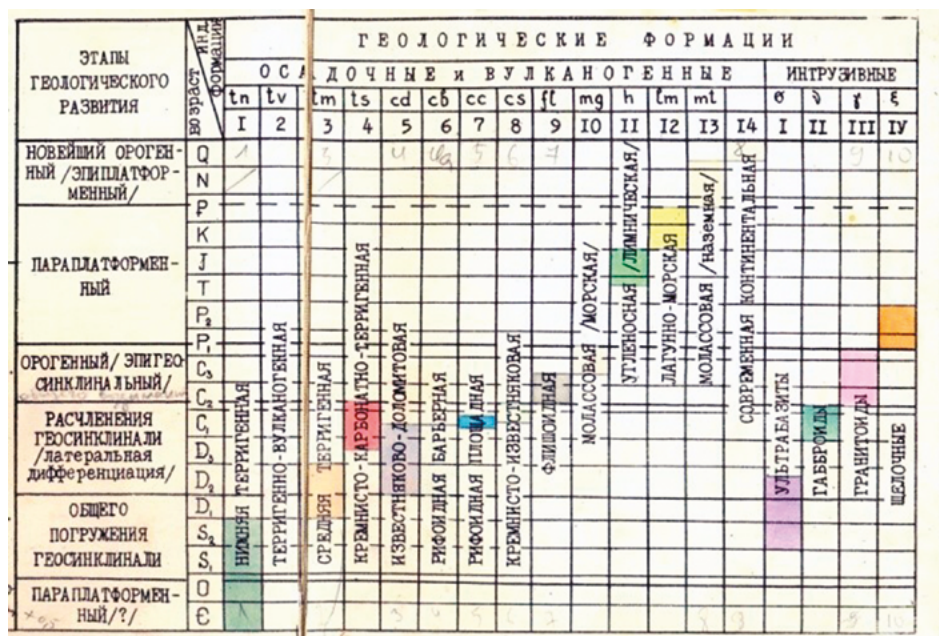


Рис. 4. Схема геологічних формацій та етапів геологічного розвитку для структурно-формаційної карти Туркестано-Алайської гірської системи, 1971 р.

Fig. 4. Scheme of geological formations and stages of geological development for the structural-formational map of the Turkestan-Alai mountain system, 1971



Рис. 5. Схема тектонічного районування Туркестано-Алайської гірської системи для палеозою, 1971 р.

Fig. 5. Scheme of tectonic zoning of the Turkestan-Alai mountain system for the Paleozoic, 1971

звернути увагу на новий концентричний (овоїдний) тип структур, що локалізувались у місцях перетину глибинних розломів субширотного простягання із системами діагональних антитяньшанських диз'юнктивів (Резвой и др., 1978, 1984).

Цей етап проходив синхронно з розвитком уявлень про те, що глибинні розломи Південного Тянь-Шаню складають ланки глобального Транс'євроазійського лінеаменту (Резвой, 1986), який простежується із заходу (лінія Карпінського) на схід Азійського континенту. Транс'євроазійський лінеамент об'єднує різні за характером і рангом геоструктурні елементи, які розмежовані зонами поперечних (антитяньшанських) глибинних розломів (лінеаментів). У місцях перетину різноорієнтованих розривів спостерігається поєднання структурних форм різної геометрії та походження, а саме лінійних і концентричних структурних елементів. Детальні роботи в південно-західному крилі Таласо-Ферганського розлому (Таласо-Фергансько-Куньлунський тектонічний лінеамент), який оконтурює Казахстан-Тяньшанську овоїдну складчасту систему, дали змогу Адольфу Віталійовичу з групою колег виявити і детально вивчити будову низки концентричних та овоїдних структур. На думку дослідників, їхня морфологія та глибинний механізм утворення необхідно пов'язувати з глибинним підняттям («вспливанням») астеносферного типу (астенолітів) (Резвой и др., 1988).

Матеріали робіт з вивчення овоїдних структурних форм розглянуті в монографії «Концентричні структури Південного Тянь-Шаню» (1988) за авторського колективу геологів-зйомників Управління геології Киргизької республіки та співробітників Львівського університету. У монографії підкреслюється зв'язок розташування концентричних структур палеозойського складчастого облямування східної частини Ферганської міжгірської западини з поперечним Таласо-Ферганським розломом. В праці зазначається, що закономірності, розкриті для овоїдів Таласо-Ферганського розлому, сприяли виявленню подібних структур на території всієї Східної Фергани та суміжних регіонів (в Алайському, Східно-Алайському хребтах, на північному та південно-східному закінченнях Ферганського хребта). Порівняльний аналіз виявлених концентричних структур дозволив показати, що центри мають специфічний набір формацій. У центральній частині вони складені докембрійськими метаморфічними утвореннями,

в той час як до периферії в розрізах структур спостерігаються нижньо-середньопалеозойські (девонські!) карбонатні і вулканогенні формації, що зім'яті в обволікаючі складки «комірцевого» типу. На палеозойському тектонічному поверсі залягають мезозойські, палеогенові та новітні утворення, які формують структури, що успадковують структурний план палеозою. В новітній час успадкованість багаторазово підсилюється.

Вивчення структурних і речовинних рис регіону, в будові якого розвинуті концентричні структури й лінеаменти, дало підстави авторам монографії підкреслити їх значущість для прогностичних металогенічних побудов.

Підбиваючи науковий доробок Адольфа Алексєнка, варто зазначити, що він є автором близько 100 праць. Серед них статті у наукових журналах, збірниках наукових праць, матеріали та тези конференцій, нарад (у Ташкенті (1976, 1977), Фрунзе (1978), Ленінграді (1979), Москві (1977–1986)), пояснювальні записки до оглядових, регіональних дрібно- та середньомасштабних геологічних карт. Остаточні звіти по темах досліджень та спеціальні карти з тектонічних досліджень Південної Фергани захищались Адольфом Віталійовичем на науково-технічній раді Управління геології Киргизької республіки, перш ніж їх здавали у фонди Управління та ВГФ. Дослідник щороку виступав з доповідями, які презентували найновіші результати власних польових геологічних та аналітичних досліджень, на низці всеукраїнських і міжнародних конференцій та семінарів в Україні.

За його участі виконані наукові звіти за держбюджетними науково-дослідними темами фундаментального спрямування (зокрема проектами Тектонічного комітету АН СРСР, комісії програми «Паміро-Гімалайський проект» (Памир-Гімалаї..., 1982) та прикладні роботи за договорами на замовлення виробничих організацій.

А.В. Алексєнко в складі групи геологів, яку очолював проф. Д.П. Резвой, брав участь в польових роботах, під час яких здійснювали геологічну зйомку для низки регіональних дрібномасштабних геологічних і тектонічних карт Південного Тянь-Шаню. Д.П. Резвой та А.В. Алексєнко були зачислені до авторських колективів, які готували до видання такі карти: «Тектоническая карта юга СССР» (Тектоническая карта..., 1975), «Тектоническая карта Евразии» (Тектоническая карта..., 1966), «Карта тектонического районирования юга СССР» (Карта тектонического..., 1975),

«Карта основных тектонических элементов Средней Азии» (Карта основных..., 1968), «Тектоническая карта Киргизской ССР» (в атласе «Киргизская ССР», 1975).

Отримані картографічні матеріали знайшли використання не лише у теоретичних узагальненнях, але й у навчальному процесі в курсах таких дисциплін: «Геотектоніка», «Регіональна геологія», «Аерометоди в геології», «Структурна геологія та геологічне картування», «Геоморфологія», «Корисні копалини», «Структури рудних полів», «Основи наукових досліджень». Кам'яний матеріал, відібраний в полі, поповнював навчальні та музейні колекції геологічного факультету Львівського університету. У Середньо-азійській експедиції у киргизській групі проходили виробничі практики студенти геологічного факультету університету. Молоді колеги-геологи, з якими працював доц. А.В. Алексеєнко, поступали на заочну форму навчання геологічного факультету Львівського держуніверситету, щоб здобути вищу освіту. В подальшому вони ефективно працювали в геологічній галузі.

Одержані А.В. Алексеєнком вагомі результати ґрунтового і комплексного дослідження регіону полягають у тому, що виконані ним та його співавторами роботи сприяли тому, що структурно-формаційна карта Туркестано-Алайської гірської системи (регіону) увійшла до складу формування загальнотеоретичної основи поглядів на геологічну історію Південного Тянь-Шаню. Роботи вченого сприяли дослідженням, які виявили принципові структурно-речовинні відмінності просторово пов'язаних і близьких за віком стратифікованих та інтрузивних утворень. Дослідження посилили інтерес до раннього (доверхньопалеозойського) магматизму регіону, його петро- та геохімічних характеристик. Зокрема, аналізуючи магматичні асоціації Південно-ферганського глибинного розлому, А.В. Алексеєнко сприяв його переоцінці як офіолітового комплексу, що при подальших дослідженнях дозволило виявити магматити з типовими океанічними характеристиками СОХ та островних дуг (Абакумова, Шинкарев, 1994). В тектонічних і геодинамічних побудовах зона Південноферганського розлому почала розглядатися регіональними геологами як головна сутура західної гілки Урало-Монгольського (Туркестанського) океану, що закрився на початку пермського періоду. В формаційному вивченні глибинних розломів Південного Тянь-Шаню були знайдені

породні асоціації, які за певними структурно-речовинними зовнішніми ознаками відповідають офіолітовому та серпентинітовому меланжу. Згодом на цій території були виявлені інші типи гравітаційних і тектонічних мікститів (Геологическое картирование..., 1992). Структурний аналіз мікститів дозволив розглядати їх як індикатори тектонічних переміщень. Роботи науковця по вивченню Південного Тянь-Шаню сприяли вирішенню низки дискусійних питань щодо розвитку регіону і складанню геолого-структурної основи для вирішення питань регіональної геології і практичних стратиграфічних, седиментологічних, петрологічних, геологознімальних і прогнозно-пошукових завдань.

Викладацька діяльність А.В. Алексеєнка тісно пов'язана з науковою роботою, що безперервно поповнюється матеріалами польових досліджень (рис. 6). В різні роки Адольф Віталійович викладає для студентів очного та заочного навчання такі дисципліни, як «Структурна геологія та геологічне картування», «Загальна геологія», «Структурно-геологічне дешифрування», «Основи аерометодів», «Основи польових досліджень». Одночасно з викладанням теоретичного матеріалу він проводить практичні, лабораторні та семінарські заняття з дисциплін «Геологічне картування», «Науковий семінар», «Карпатський семінар», «Аерофотометоди». До курсів дисциплін доц. А.В. Алексеєнко розробляв навчальні та робочі програми, а під час викладання використовував демонстраційний матеріал.

А.В. Алексеєнко консультує написання дипломних робіт студентів V та VI курсів (заочників), які незмінно мають високу якість, а також консультує виконання курсових робіт студентами III та IV курсів денної форми навчання. Він здійснює керівництво виробничими практиками; організовує та проводить першу навчальну практику студентів першого курсу геологічного факультету, яка охоплювала території Поділля, Карпат, Закарпаття та частково розрізи Українського щита.

А.В. Алексеєнко разом із завідувачем кафедри загальної геології проф. Д.П. Резвим започаткував та проводив для студентів старших курсів заняття із верхової їзди на львівському іподромі як наставництво в межах підготовчого етапу до виробничих практик, що проходили в різних кліматичних і ландшафтних зонах Євразії. Крім активної роботи Кінної школи, в цей час діє науково-дослідна група «Шельф», група «Карст» у складі міжміського клубу «Циклоп».



Рис. 6. Засідання кафедри загальної геології. 1975 р. Зліва направо: асист. І.О. Ковальчук, зав. лабораторії В.І. Павлов, зав. кафедри проф. Д.П. Резвой, доц. О.Ф. Мисник, асист. Б.І. Олексів, доц. А.В. Алексеєнко

Fig. 6. Meeting of the Department of Foreign Geology. 1975. From left to right: Assistant I.O. Kovalchuk, Head of the Laboratory V.I. Pavlov, Head of the Department Professor D.P. Rezvoy, Associate Professor O.F. Mysnyk, Assistant B.I. Oleksiv, Associate Professor A.V. Aliexsieienko

У комплексі праць навчально-методичного забезпечення відомі навчальні посібники Адольфа Віталійовича, які він написав у співавторстві з колегами кафедри (Алексеєнко и др., 1979, 2-е вид., 1982), оригінальні конспекти і тексти лекцій, тестові завдання.

Серед організаційно-методичних заходів, у яких брав участь науковець, варто згадати про його великий внесок у формування фондів міжкафедральної лабораторії геологічної карти й аерометодів. Разом із завідувачем міжкафедральної лабораторії геологічної карти та аерометодів В.І. Павловим та асист. кафедри І.О. Ковальчуком Адольф Віталійович технічно обладнав кабінет для демонстрації студентам аерофотознімків і слайдів, зроблених з них. За спеціальними методиками в кабінеті був змонтований демонстраційний екран, на якому очевидним ставав стереоефект, що в разі підвищувало якість викладання матеріалу з дисциплін по дистанційних методах досліджень Землі. Зусиллями А.В. Алексеєнка та працівників кафедри була сформована бібліотека (репозитарій) слайдів, стереопар аерофотознімків і демонстраційних комплектів космознімків. Нові комплекти навчальних геологічних карт і нові дрібно- і середньомасштабні регіональні геологічні та спеціальні карти Світу, Євразії та регіонів, а також аерокосмознімків регулярно поповнювали фонди лабораторії і кафедри.

Доцент А.В. Алексеєнко викладав геологічні дисципліни, які вимагають у студентів доброї просторової стереометричної уяви, тому його лекції були ілюстровані рисунками й об'ємними моделями. За рецензією доц. В.М. Куземка, теоретичний матеріал подавався Адольфом

Віталійовичем у строгій логічній послідовності, головні поняття мали чіткі дефініції (визначення), короткі висновки з пройденої теми, посилання на конкретні геологічні об'єкти, приклади відслонень, які студенти спостерігали під час першої навчальної практики, що забезпечувало наступність нового матеріалу з тим, який викладався попередньо. Успіху лекцій сприяли численні рисунки на дошці та плакатах і об'ємні моделі за темами лекцій, які, за висловлюванням Богдана Івановича Олексіва, «віртуозно міняли психологію сприйняття студентами геологічних об'єктів з площинного на об'ємне». Дуже вдалим методичним прийомом А.В. Алексеєнка було неодноразове звернення до представлених на стінах аудиторії геологічних карт. Лектор вміло залучав здобувачів освіти до спільного обговорення теми лекції, звертався до них із запитаннями та відповідав на їхні, що забезпечувало живий діловий контакт між лектором і слухачами. Безперечною перевагою доц. Алексеєнка було його виразне мовлення, хороша дикція, а головне – захопленість предметом лекції, що дозволяло подавати лекційний матеріал невимушено, зацікавлюючи студентів і заражаючи їх своїм ентузіазмом.

Талант оратора Адольфа Віталійовича був помітним і оціненим у просвітницькій діяльності як учасника роботи загальноуніверситетського філософського семінару.

Наукова, науково-організаційна і педагогічна праця А.В. Алексеєнка поєднувалась з громадською діяльністю. В різні роки він був профгрупоргом кафедри, членом профспілки геологічного факультету, керівником добровільної народної дружини.

У повсякденні Адольф Віталійович був людиною товариською, енергійною й оптимістичною. У відстоюванні наукової істини відкритим і чесним.

В польовому побуті дослідник проявляв ту організованість і відповідальність, які були притаманні його адміністративній і науковій роботі. Він не цурався повсякденної польової діяльності, якої завжди багато: швидко розбити намети, засідлати або нав'ючити коней, організувати караван і відвести його на нове місце стоянки табору, підкувати коней, після маршруту приготувати смачну вечерю (рис. 7–13). Майстровий водій А.В. Алексєєнко неодноразово ремонтував ЛуАЗ-969М «Волинянка» або ГАЗ-69, які були головним експедиційним транспортним засобом до польових таборів, звідки маршрути потребували або вимагали тільки гужового або пішого пересування. Не зайвим буде згадати про транс'євразійське «ралі» Адольфа Віталійовича зі Львова до Таджикиської та Киргизької республік, яке було здійснено на «Волинянці».

Любов до природи і мандрів Адольф Віталійович реалізовував у поїздках з родиною по просторах країною. Він цікавився історією, архітектурою та побутом краю перебування, багато фотографував і по приїзді ділився на слайд-шоу

з друзями і колегами своїми спостереженнями. Для студентів А.В. Алексєєнко організовував тематичні покази слайдів з метою розширення їх світогляду на засіданнях слайд-клубу, якій діяв під патронатом доц. І.О. Марушкіна за ініціативи кафедри загальної геології.

Адольф Алексєєнко – добрий і уважний сім'янин, разом з дружиною Людмилою Іванівною виростив двох достойних дітей – доньку Олену та сина Олексія.

Ректорат університету неодноразово нагороджував доц. А.В. Алексєєнка подяками за вагомі здобутки у науково-педагогічній діяльності.

Інформація про А.В. Алексєєнка включена до довідкового видання (1992–2010 рр.), яке об'єднує провідних фахівців університетської ланки науки Академії наук вищої школи України (Білоніжка та ін., 2008, 2010). Статтю про нього можна знайти у першому томі «Encyclopedia» «Львівський національний університет імені Івана Франка» (Encyclopedia, 2011).

А.В. Алексєєнко виконував дослідження, які сприяли розвитку методичних основ геодинамічного аналізу. Він разом з науковцями НДС Львівського університету розвивав вчення



Рис. 7. Таджикиська республіка. Гірсько-Бадахшанська Автономна область. Памір. Вид на Заалайський хребет та оз. Каракуль. 1971 р. На передньому плані співробітники НДС Львівського держуніверситету (зліва направо): А.В. Алексєєнко, Г.І. Білічева, Б.І. Скачков, Д.П. Резвой

Fig. 7. Tajik Republic. Gorno-Badakhshan Autonomous Region. Pamir. View of the Trans-Alai Range and Lake Karakul. 1971. In the foreground, employees of the research sector of Lviv State University (from left to right): A.V. Aliexsieienko, G.I. Bilicheva, B.I. Skachkov, D.P. Rezvoy



Рис. 8. А.В. Алексєєнко на чолі кінного каравану. Алайський хребет, перевал Джиптик, 1971 р.

Fig. 8. A.V. Aliexsieienko at the head of a horse caravan. Alai Range, Dzhyptyk mountain pass, 1971



Рис. 9. Маршрут А.В. Алексєєнка в осьовій частині Алайського хребта, 1971 р.

Fig. 9. A.V. Aliksieienko's route in the axial part of the Alai Range, 1971



Рис. 12. Караван – головний маршрутний транспорт. Алайський хребет. 1972 р. Зліва направо: співробітники НДС Львівського держуніверситету Г.І. Білічева, А.В. Алексєєнко, І.Д. Рєзвой

Fig. 12. Caravan – the main route transport. Alai Range. 1972. From left to right: employees of the research sector of Lviv State University G.I. Bilicheva, A.V. Aliksieienko, I.D. Rezvoy



Рис. 10. А.В. Алексєєнко – керівник в'ючного переїзду на новий табір. Високогір'я, 4500–5300 м. Алайський хребет, 1971 р.

Fig. 10. A.V. Aliksieienko – head of the pack movement to the new camp. High mountains, 4500–5300 m. Alai Range, 1971

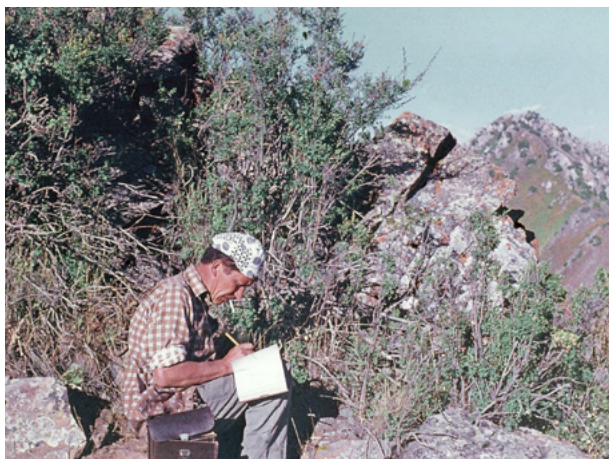


Рис. 13. А.В. Алексєєнко фіксує маршрутні спостереження у польовому щоденнику. Східно-Алайський хребет, 1975 р..

Fig. 13. A.V. Aliksieienko records route observations in a field diary. East Alai Range, 1975



Рис. 11. А.В. Алексєєнко за приготуванням вечері. Алайський хребет, верхів'я р. Акбура, 1971 р.

Fig. 11. A.V. Aliksieienko preparing dinner. Alai Range, upper reaches of the Akbur River, 1971

про глибинні розломи та структурно-формаційний аналіз на території Туркестано-Алаю. Ці роботи включали виокремлення геологічних тіл, визначення геотектонічних умов формування, історію геологічного розвитку і, як наслідок, вивчення латеральних і вертикальних рядів формацій та обстановок їх становлення. Дослідження вченого були проведені в рамках вчення про геосинкліналі, проте інноваційні підходи дослідження регіону дозволили виділити типи осадових і магматичних формацій, визначити закономірності формування та геотектонічну циклічність розвитку складчастої споруди Туркестано-Алаю (і Південного Тянь-Шаню), розробити основи металогенічної спеціалізації структурно-формаційних комплексів.

А.В. Алексєєнко працював у часи розквіту вітчизняної геології. Його розробки й ідеї детально викладені у працях, написаних разом з однодумцями, у доповідях і дискусіях, мали резонанс щодо геолого-госпідарських робіт в інших регіонах. До прикладу, в Українських Карпатах в результаті дослідження зони Скель корифеями геологічного факультету професорами Д.П. Рєзвим та Є.М. Лазьком виявлено Закарпатський глибинний розлом (Лазько, Рєзвой, 1962). Подальші детальні геологічні дослідження, які керувались нововстановленим структурним елементом, мали значну ефективність у вирішенні суперечливих питань геології Карпат.

Багато доброго і корисного зробив дослідник за досить короткий час, проте не всім планам і задумам судилося збутися.

На початку грудня 1986 р. серце Адольфа Віталійовича Алексєєнка зупинилось.

Талановитий тектоніст, педагог, наставник, справжній громадянин, непересічна людина, яка активно сприяла становленню і формуванню широковідомої Львівської геологічної школи.

Таким ми пам'ятаємо Адольфа Віталійовича Алексєєнка.

Адольф Віталійович Алексєєнко – кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент кафедри загальної геології геологічного факультету Львівського державного університету ім. Івана Франка, протягом тривалого часу незмінний начальник Середньоазійської експедиції Науково-дослідного сектору університету, відомий в геологічних колах тектоніст з питань геології України та Центральної Азії.

Понад два десятиліття Адольф Віталійович проводив польові дослідження на Південному Тянь-Шані у групі геологів під науковим керівництвом великого знавця регіону проф. Д.П. Рєзвого. Вперше у межах структурно-формаційних робіт у регіоні А.В. Алексєєнко вивчив, детально описав речовинну та тектонічну будову зони Південноферганського глибинного розлому, підкреслив його металогенічну значущість та розглянув його палеозойську геологічну історію як одного з ключових лінементів Тянь-Шаню. Подальші вивчення Туркестано-Алаю дозволили досліднику разом з колегами скласти першу структурно-формаційну карту території масштабу 1:200 000, для якої були розроблені критерії тектонічного районування, легенда формацій та показаний широкий розвиток глибинних розломів. Надалі роботи були пов'язані з вивченням концентричного (овоїдного) типу структур, які виявлені в південно-західному крилі Таласо-Ферганського розлому. Дослідження проходили синхронно з розвитком уявлень про те, що глибинні розломи Південного Тянь-Шаню складають ланки глобального Транс'євроазійського лінеаменту. Овоїдні структури ініційовані місцями перетину глибинних розломів субширотного простягання із системами діагональних анти Тяньшанських диз'юнктивів.

Викладацька діяльність А.В. Алексєєнка тісно пов'язана з науковою роботою. Одночасно з викладанням теоретичного матеріалу він проводить практичні, лабораторні та семінарські заняття, навчальну практику для студентів першого курсу, здійснює підготовче наставництво студентів старших курсів перед виробничими практиками, розробляє навчальні та робочі програми, пише методичні вказівки, готує заявки на нові комплекти навчальних геологічних і регіональних карт, аеро- та космознімків.

Ректорат університету неодноразово нагороджує доц. А.В. Алексєєнка подяками за вагомі здобутки у науково-педагогічній діяльності.

Талановитий тектоніст, педагог, наставник, справжній громадянин, непересічна людина, яка активно сприяла становленню і формуванню широковідомої Львівської геологічної школи, – таким пам'ятає геологічний факультет Адольфа Віталійовича Алексєєнка.

Список літератури

- Абакумова Л.Н., Шинкарев Н.Ф. Офиолиты Алая – индикаторы геодинамического режима. *Вестн. СПбУ. Сер. 7.* 1994. Вып. 2, № 14. С. 10–20.
- Алексєєнко А.В. Геологическое строение и история развития Южно-Ферганского глубинного разлома в палеозое: автореф. ... канд. геол.-мин. наук. Львов: Львов. ун-т, 1971.
- Алексєєнко А.В. Магматизм зоны Южноферганского глубинного разлома. *Геол. сб. Львов. геол. о-ва*, № 12. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1969. С. 82–90.
- Алексєєнко А.В. О ранних моментах развития зоны Южноферганского глубинного разлома. *Геол. сб. Львов. геол. о-ва*, № 11. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1968. С. 169–174.
- Алексєєнко А.В., Биличева Г.И., Портнягин Е.А. Новые данные о возрасте вулканогенных пород Мадыгенского участка (Южноферганский глубинный разлом). *Геол. сб. Львов. геол. о-ва*, № 10. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1966. С. 220–221.
- Алексєєнко А.В., Костенко А.И., Павлов В.И. К характеристике магматических пород зоны Южноферганского глубинного разлома. *Геол. сб. Львов. геол. о-ва*, № 13. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1971. С. 104–111.
- Алексєєнко А.В., Костенко А.И., Цюнь О.В., Чеджемов Г.Х. Об абсолютном возрасте некоторых пород Канского массива. *Геол. сб. Львов. геол. о-ва*, № 12. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1969. С. 140–142.

Алексєєнко А.В., Портнягин Е.А. Некоторые особенности строения Канского массива ультраосновных пород (Южноферганский глубинный разлом). *Геол. сб. Львов. геол. о-ва*, № 10. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1966. С. 178–181.

Алексєєнко А.В., Ковальчук И.А., Марушкин И.А., Мисник Ю.Ф., Олексив Б.И., Павлов В.И., Рєзвой Д.П., Шевчук В.В. Элементы горной и геологической практики при построении и чтении геологических карт: учебное пособие. Рєзвой Д.П. (ред.). Львов: Вища школа. Изд-во при Львов ун-те, 1979. 92 с.

Алексєєнко А.В., Ковальчук И.А., Марушкин И.А., Мисник Ю.Ф., Олексив Б.И., Павлов В.И., Рєзвой Д.П., Шевчук В.В. Элементы горной и геологической геометрии при построении и чтении геологических карт: учебное пособие. 2-е изд. Рєзвой Д.П. (ред.). Львов: Редакционно-издательская группа ЛГУ, 1982. 71 с.

Білоніжка П., Матковський О., Павлунь М., Сливко Є. Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (19452005): Довідк.-інформ. вид. Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. 375 с.

Білоніжка П., Матковський О., Павлунь М., Сливко Є. Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (19452010): Довідк.-інформ. вид.; 2е вид., перероб. і допов. Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. 520 с.

Геологическое картирование хаотических комплексов: Межеловский Н.В. (ред.). Москва: Геокарт, 1992.

Карта основных тектонических элементов Средней Азии: Дикенштейн Г.Х. (ред.). Москва: Недра, 1968.

Карта тектонического районирования юга СССР масштаба 1:2 500 000: Дикенштейн Г.Х. (ред.). Москва: Недра, 1975.

Лазько Е.М., Резвой Д.П. О тектонической природе зоны Карпатских утесов. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол.* 1962. № 1. С. 62–65.

Марушкин И.А. Основные черты палеозойских отложений южных склонов и осевой части Алайского хребта: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Львов: Львов. ун-т, 1963.

Мерлич Б.В., Спитковская С.М. Глубинные разломы, неогеновый магматизм и оруденение Закарпатья. *Проблемы тектоники и магматизма глубинных разломов*: Резвой Д.П. (ред.). Львов: Вища школа, 1974. Т. 2.

Мисник Ю.Ф., Шевчук В.В. Пришилкинская зона Монголо-Охотского глубинного разлома. *Проблемы тектоники и магматизма глубинных разломов*: Резвой Д.П. (ред.). Львов: Вища школа, 1975. Т. 3.

Памир-Гималаи: Глубинное строение земной коры: Белоусов В.В. (ред.). Москва: Наука, 1982.

Пейве А.В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1945. № 5. С. 23–46.

Пейве А.В. Асимметрия глубинных тектонических структур Урало-Тянь-Шаньского орогена и происхождение его виргации. *Бюлл. МОИП. Отд. геол.* 1947. Т. 22 (5). С. 23–39.

Резвой Д.П. К проблеме глубинных разломов Южного Тянь-Шаня. *Бюлл. МОИП. Отд. геол.* 1972. Т. 47, № 1. С. 23–41.

Резвой Д.П. Мангышлак-Тянь-Шань-Тарим – звенья Великого Трансзиатского тектонического линеамента. *Геология и геохимия горючих ископаемых*. 1986. № 67. С. 3–12.

Резвой Д.П. Тектоника восточной части Туркестано-Алайской горной системы. Т. 1: Вопросы геологии Тянь-Шаня. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1959.

Резвой Д.П., Алексеєнко А.В., Биличева Г.И. Тектоника и формирования юга Киргизской ССР. *Тр. Упр. геологии КиргССР*. Фрунзе: Кыргызстан, 1974. Сб. 3. С. 18–29.

Резвой Д.П., Алексеєнко А.В., Биличева Г.И., Гнутенко Н.А., Дьяченко Ю.Я., Ковальчук И.А., Куземко В.Н., Марушкин И.А., Павлов В.И., Ткаченко В.В. Глубинные разломы Южного Тянь-Шаня. *Проблемы тектоники и магматизма глубинных разломов*: Резвой Д.П. (ред.). Львов: Вища школа, 1973. Т. 1.

Резвой Д.П., Алексеєнко А.В., Ждан А.В., Кириченко Г.И., Марушкин И.А., Резвой П.Д., Солошенко И.И. Концентрические структуры Южного Тянь-Шаня. Москва: Наука, 1988.

Резвой Д.П., Алексеєнко А.В., Марушкин И.А. Концентрические структуры Ферганского хребта. *Северная часть сейсмического профиля Тянь-Шань-Гималаи. Земная кора и верхняя мантия Памира, Гималаев и Южного Тянь-Шаня*. Москва: Наука, 1984. С. 148–155.

Резвой Д.П., Алексеєнко А.В., Резвой П.Д., Солошенко И.И. Кольцевые структуры Южного Тянь-Шаня. *Докл. АН СССР*. 1978. Т. 241, № 4. С. 906–908.

Солошенко И.И. Тектонические структуры и формирования Восточного Алая: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Львов: Львов. ун-т, 1984.

Структурно-формационная карта Туркестано-Алайской горной системы в масштабе 1:200 000 (Сох-Акбура): Резвой Д.П. (ред.). Москва: Фонды ВГФ, 1973.

Структурно-формационная карта Туркестано-Алайской горной системы в масштабе 1:200 000 (Аксу-Сох): Резвой Д.П. (ред.). Москва: Фонды ВГФ, 1975.

Структурно-формационная карта Туркестано-Алайской горной системы в масштабе 1:200 000 (Восточный Алай): Резвой Д.П. (ред.). Москва: Фонды ВГФ, 1976.

Тектоническая карта Евразии масштаба 1:5 000 000: Яншин А.Л. (ред.). Москва: Недра, 1966.

Тектоническая карта Юга СССР масштаба 1:2 500 000: Дикенштейн Г.Х. (ред.). Москва: Недра, 1975.

Encyclopedia. Львівський національний університет імені Івана Франка: Довідк. вид.: в 2 т. Т. 1: А–Л.: Вакарчук І.О. (ред.). Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2011.

References

- Abakumova L.N., Shinkarev N.F. 1994. Ophiolites of the Alai Range as indicators of the Geodynamic regime. *Vestnik SPb-GU. Ser. 7, 2* (14): 10–20 (in Russian).
- Aliexsieienko A.V. 1971. Geological structure and development history of the Yuzhno-Ferhan deep fault in the Paleozoic: Extended abstract of PhD. thesis. Lvov: Lvov. University (in Russian).
- Aliexsieienko A.V. 1969. Magmatism of the Yuzhnoferhansky deep fault zone. *Geol. Collection of Lviv. Geol. collection of Lvov. Geol. Society*, No. 12. Lvov: Lvov Publishing House University, p. 82–90 (in Russian).
- Aliexsieienko A.V. 1968. On the early moments of the development of the Yuzhnoferhansky deep fault zone. *Geol. collection of Lvov. Geol. Society*, No. 11. Lvov: Lvov Publishing House University, p. 169–184 (in Russian).
- Aliexsieienko A.V., Bylycheva G.I., Portniakhin Ye.A. 1966. New data on the age of volcanic rocks of the Madygen area (Yuzhnoferhansky deep fault). *Geol. collection of Lvov. Geol. Society*, No. 10. Lvov: Lvov Publishing House University, p. 220–221 (in Russian).
- Aliexsieienko A.V., Kostenko A.Y., Pavlov V.Y. 1971. To characterize the igneous rocks of the Yuzhnoferhansky deep fault zone. *Geol. collection of Lvov. Geol. Society*, No. 13. Lvov: Lvov Publishing House University, p. 104–111 (in Russian).
- Aliexsieienko A.V., Kostenko A.Y., Tson O.V., Chedzhemov H.Kh. 1969. About the absolute age of some rocks of the Kan massif. *Geol. collection of Lvov. Geol. Society*, No. 12. Lvov: Lvov Publishing House University, p. 140–142 (in Russian).
- Aliexsieienko A.V., Portniakhin Ye.A. 1966. Some features of the structure of the Kan massif of ultramafic rocks (Yuzhnoferhansky deep fault). *Geol. collection of Lvov. Geol. Society*, No. 10. Lvov: Lvov Publishing House University, p. 178–181 (in Russian).
- Aliexsieienko A.V., Kovalchuk Y.A., Marushkin Y.A., Mysnyk Yu.F., Oleksy B.Y., Pavlov V.Y., Rezvoy D.P., Shevchuk V.V. 1979. Elements of mining and geological geometry in constructing and reading geological maps: a tutorial. Rezvoy D.P. (ed.). Lviv: Higher School. Publishing House at Lviv University (in Russian).
- Aliexsieienko A.V., Kovalchuk Y.A., Marushkin Y.A., Mysnyk Yu.F., Oleksy B.Y., Pavlov V.Y., Rezvoy D.P., Shevchuk V.V. 1982. Elements of mining and geological geometry in constructing and reading geological maps: a tutorial. 2nd ed. Rezvoy D.P. (ed.). Lviv: Editorial and publishing group of Lviv University (in Russian).
- Belousov V.V. (Ed.). 1982. Pamir-Himalayas: Deep structure of the earth's crust. Moscow: Nauka (in Russian).
- Bilonizhka P., Matkoyskyi O., Pavlun M., Slyvko Ye. 2008. Geology Department of Ivan Franko National University of Lviv (1945–2005): Reference-informative edition. Lviv: Publishing Center Ivan Franko National University of Lviv (in Ukrainian).
- Bilonizhka P., Matkoyskyi O., Pavlun M., Slyvko Ye. 2010. Geology Department of Ivan Franko National University of Lviv (1945–2010): Reference-informative edition: The second edition, revised and supplemented. Lviv: Publishing Center Ivan Franko National University of Lviv (in Ukrainian).
- Encyclopedia. 2011. Lviv National University named after Ivan Franko: Reference edition: in 2 volumes. I: A–L. (Ed. I.O. Vakarchuk). Lviv: Ivan Franko Lviv National University Educational Center (in Ukrainian).
- Lazko E.M., Rezvoy D.P. 1962. On the tectonic nature of the Carpathian cliffs zone. *Bulletin of Lvov University. Ser. geol.*, 1: 62–65 (in Russian).
- Map of the main tectonic elements of Central Asia. (Ed. G.Kh. Dikenshteyn). 1968. Moscow: Nedra (in Russian).

- Map of tectonic zoning of the south of the USSR. (Ed. G.H. Dickenson). 1975. Moscow: Nedra (in Russian).
- Marushkin Y.A. 1963. The main features of the Paleozoic sediments of the southern slopes and the axial part of the Alai Ridge: Extended abstract of PhD. thesis. Lvov: Lvov. University (in Russian).
- Merlych B.V., Spytkovskaia S.M. 1975. Deep faults, Neogene magmatism and mineralization of Transcarpathia. *Problems of tectonics and magmatism of deep faults*. (Ed. D.P. Rezvoy). Lvov: Vyscha shkola. 3 (in Russian).
- Mezhelovsky N.V. (Ed.). 1992. Geological mapping of chaotic complexes. Moscow: Geokart (in Russian).
- Mysnyk Yu.F., Shevchuk V.V. 1974. Pryshylkin zone of the Mongolian-Okhotsk deep fault. *Problems of tectonics and magmatism of deep faults*. (Ed. D.P. Rezvoy). Lvov: Vyscha shkola. 2 (in Russian).
- Peive A.V. 1945. Deep faults in geosynclinal areas. *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. Ser. Geol.*, 5: 23–46 (in Russian).
- Peive A.V. 1947. Asymmetry of deep tectonic structures of the Ural-Tien Shan orogen and the origin of its virgation. *Bull. Soc. Nat. Moscou. Geol.*, 22 (1): 23–39 (in Russian).
- Rezvoy D.P. 1986. Mangyshlak–Tian Shan–Tarim are links of the Great Trans-Asian tectonic lineament. *Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*, 67: 3–12 (in Russian).
- Rezvoy D.P. 1959. Tectonics of the eastern part of the Turkestan-Alai mountain system. 1. Questions of geology of Tien Shan. Lvov: Lvov Publishing House University (in Russian).
- Rezvoy D.P. 1972. To the problem of deep faults of the Southern Tien Shan. *Bull. Soc. Nat. Moscou. Geol.*, 47 (1): 23–41 (in Russian).
- Rezvoy D.P., Alekseenko A.V., Bylycheva G.I. 1974. Tectonics and formations of the south of the Kyrgyz SSR. *Proceedings of the Department of Geology of the Kyrgyz SSR*. Frunze: Kyrgyzstan. Coll. 3, p. 18–29 (in Russian).
- Rezvoy D.P., Alekseenko A.V., Bylycheva H.Y., Hnutenko N. A., Diachenko Yu.Ia., Kovalchuk Y.A., Kuzemko V.N., Marushkyn Y.A., Pavlov V.Y., Tkachenko V.V. 1973. Deep faults of the Southern Tien Shan. *Problems of tectonics and magmatism of deep faults*. (Ed. D.P. Rezvoy). Lvov: Vyscha shkola. 1 (in Russian).
- Rezvoy D.P., Alekseenko A.V., Marushkyn Y.A. 1984. The concentric structures of the Fergana range. *Northern part of the Tien Shan–Himalaya seismic profile. Earth's crust and upper mantle of the Pamirs, Himalayas and Southern Tien Shan*. Moscow: Nauka, p. 148–155 (in Russian).
- Rezvoy D.P., Alekseenko A.V., Rezvoy P.D., Soloshenko Y.Y. 1978. The ring structures of the Southern Tien Shan. *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 241 (4): 906–908 (in Russian).
- Rezvoy D.P., Alekseenko A.V., Zhdan A.V., Kyrychenko H.Y., Marushkyn Y.A., Rezvoi P.D., Soloshenko Y.Y. 1988. The concentric structures of the Southern Tien Shan. Moscow: Nauka (in Russian).
- Soloshenko Y.Y. 1984. Tectonic structures and formations of the Eastern Alai: Extended abstract of PhD. thesis. Lvov: Lvov. University (in Russian).
- Structural-formational map of the Turkestan-Alai mountain system at a scale of 1:200,000 (Sokh-Akbura). (Ed. D.P. Rezvoy). 1973. Moscow: VGF funds (in Russian).
- Structural-formational map of the Turkestan-Alai mountain system at a scale of 1:200,000 (Aksu-Sokh). (Ed. D.P. Rezvoy). 1975. Moscow: VGF funds (in Russian).
- Structural-formational map of the Turkestan-Alai mountain system at a scale of 1:200,000 (Eastern Alai). (Ed. D.P. Rezvoy). 1976. Moscow: VGF funds (in Russian).
- Tectonic map of Eurasia at a scale of 1:5,000,000. (Ed. A.L. Yanshin). 1966. Moscow: Nedra (in Russian).
- Tectonic map of the South of the USSR, scale 1:2,500,000. (Ed. G.Kh. Dikenshteyn). 1975. Moscow: Nedra (in Russian).

GEOLOGIČNIJ ŽURNAL

The Journal covers the entire range of disciplines of geological science and practice and aims to publish high-quality scientific works including original research, reviews, short scientific communications, news of scientific life, biographical materials, and more. The focus is on geological studies relevant to Ukraine and other Eastern European regions, but studies of other regions of the world are also encouraged if they are of international scientific interest.

The Journal is aimed to a wide range of scholars of geological disciplines, practitioners, lecturers, engineers, and graduate students.

The Journal provides open access to the articles and does not charge any article processing fee.

→ Founders:

- Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine;
- National Academy of Sciences of Ukraine.

→ Issued quarterly.

→ Languages: Ukrainian, English.

→ The journal is indexed / abstracted:

ELSEVIER Scopus; CrossRef; OpenAIRE; Index Copernicus; Google Scholar; WorldCat; Vernadsky National Library of Ukraine; Scientific electronic library of periodicals of the National Academy of Sciences of Ukraine; BASE.

→ The journal is listed as a scientific professional edition of Ukraine (category “B”), specialties 04 – “Geological Sciences” and 103 – “Earth Sciences” (Ministry of Education and Science of Ukraine 02.07.2020 No. 886).



9 786177 228560