



**PALEOZOIC INTRAPLATE MAGMATISM OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM:
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PRIPYAT-DNIEPER-DONETS RIFT ZONE
AND THE KOLA-ARKHANGELSK PROVINCE**

E.V. Yutkina ¹, A.V. Kargin ¹, A.A. Nosova¹, O.F. Kuzmenkova², L.V. Sazonova^{1,3}, I.A. Kondrashov ¹

¹ Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, 35 Staromonetny Ln, Moscow 119017, Russia

² NPC for Geology, 7 Akademika Kuprevicha St, 220084 Minsk, Belarus

³ Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia

ABSTRACT: This paper presents a comparative analysis of geochronological, geochemical, Sr-Nd isotopic data and geodynamic conditions for the Devonian magmatism of the East European Platform, using as an example the Pripyat-Dnieper-Donets rift zone in the south of the platform and the Kola alkaline province in the north.

The Late Paleozoic rifting in the south of the platform was accompanied by magmatism, which formed a wide range of rocks, from alkaline-ultramafic lamprophyres and orangeites, non-diamondiferous kimberlites and carbonatites to typical tholeiites, trachyandesites, and trachyrhyodacites. Activation of rifting processes in the north of the platform has also produced a compositional diversity of magmatic occurrences dominated by kimberlites, in particular diamondiferous (Arkhangelsk diamond-bearing province), which is the main distinctive feature of the place. The Pripyat-Dnieper-Donets rift zone is subject to reverse lateral geochemical zonality of the mantle sources – from those depleted in the axial zone of the Dnieper-Donets trough to more enriched in the marginal parts – trough shoulders (Azov region, Voronezh crystalline massif): along the southeast to northwest axis of the rift zone to the Zhlobin saddle (orangeites, alkaline picrites of the Zhlobin alkaline-ultramafic complex) and in the Pripyat trough (Pripyat alkaline and subalkaline mafic complex) as well as perpendicular to the axis from the central part of the Dnieper-Donets trough to the southwest towards the Eastern Azov region (non-diamondiferous kimberlites) and to the northeast towards the Voronezh crystalline massif.

Currently available petrological-mineralogical and isotopic-geochemical data on magmatites of both large magmatic structures suggest significant lithospheric heterogeneity, different types of sources of formation of rocks, and a significant influence exerted by the crustal component both in the southern and northern parts of the East European platform.

KEYWORDS: continental rifting; intraplate magmatism; kimberlite; plate tectonics; plume; metasomatised lithosphere

FUNDING: The research was carried out as part of the state assignment of the Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences (project 124022400143-9).



EDN: CLVRWD

RESEARCH ARTICLE

Correspondence: Evgeniya V. Yutkina, eyutkina@gmail.com

Received: July 4, 2024

Revised: July 29, 2024

Accepted: August 14, 2024

FOR CITATION: Yutkina E.V., Kargin A.V., Nosova A.A., Kuzmenkova O.F., Sazonova L.V., Kondrashov I.A., 2024. Paleozoic Intraplate Magmatism of the East European Platform: Comparative Analysis of the Pripyat-Dnieper-Donets Rift Zone and the Kola-Arkhangelsk Province. *Geodynamics & Tectonophysics* 15 (5), 0788. doi:10.5800/GT-2024-15-5-0788

ПАЛЕОЗОЙСКИЙ ВНУТРИПЛИТНЫЙ МАГМАТИЗМ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИПЯТСКО-ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ И КОЛА-АРХАНГЕЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Е.В. Юткина¹, А.В. Каргин¹, А.А. Носова¹, О.Ф. Кузьменкова², Л.В. Сазонова^{1,3}, И.А. Кондрашов¹

¹ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, 119017, Москва, пер. Старомонетный, 35, Россия

² НПЦ по геологии, 220084, Минск, ул. Академика Купревича, 7, Беларусь

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия

АННОТАЦИЯ. В статье приводится сравнение геохронологических, геохимических и Sr-Nd изотопных данных, а также анализ геодинамических условий проявления девонского магматизма Восточно-Европейской платформы на примере Припятско-Днепровско-Донецкой рифтовой зоны на юге платформы и Кола-Архангельской щелочной провинции на севере.

Позднепалеозойский рифтогенез юга платформы сопровождался магматизмом с образованием широкого спектра пород – от щелочно-ультраосновных лампрофиров и оранжеитов, неалмазоносных кимберлитов и карбонатитов до типичных толеитов, трахиандезитов и трахириодацитов. На севере платформы при активизации рифтов происходило формирование разнообразных по составу магматических проявлений с преобладанием кимберлитов, в том числе промышленно-алмазоносных (Архангельская алмазоносная провинция), что является основной отличительной особенностью этой провинции. Для Припятско-Днепровско-Донецкой рифтовой зоны была выявлена обратная латеральная геохимическая зональность источников – от деплетированной мантии в осевой зоне Днепровско-Донецкого прогиба к более обогащенной в краевых частях – плечах прогиба (Приазовье, Воронежский кристаллический массив): вдоль оси рифтовой зоны с юго-востока на северо-запад к Жлобинской седловине (оранжеиты, щелочные пикриты жлобинского щелочно-ультрамафитового комплекса) и в Припятском прогибе (припятский щелочной и субщелочной мафитовый комплекс), а также перпендикулярно оси от центральной части Днепровско-Донецкого прогиба на юго-запад к Восточному Приазовью (неалмазоносные кимберлиты) и на северо-восток к Воронежскому кристаллическому массиву.

Имеющиеся петролого-минералогические и изотопно-геохимические данные по магматитам обеих крупных магматических структур позволяют говорить о значительной степени гетерогенности литосферы, участии в формировании пород нескольких типов источников и о существенном влиянии коровой составляющей как в южной, так и в северной части Восточно-Европейской платформы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: континентальный рифтогенез; внутриплитный магматизм; кимберлиты; плейт-тектоника; плюм; метасоматизированная литосфера

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Исследования выполнены в рамках госзадания ИГЕМ РАН (проект № 124022400143-9).

1. ВВЕДЕНИЕ

В пределах Восточно-Европейской платформы (ВЕП) в позднепалеозойское время происходили активные процессы рифтогенеза. Наиболее крупными структурами являются рифты Беломорской системы Кола-Архангельской щелочной провинции (КАП) на севере и Припятско-Днепровско-Донецкой рифтовой зоны (ПДДР) на юге платформы (рис. 1).

Обе структуры характеризуются широким спектром магматических пород, сопровождавших их развитие. Среди них следует отметить присутствие глубинных щелочно-ультрамафитовых, в том числе и карбонат-содержащих, выплавок, таких как кимберлиты и близкие к ним щелочно-ультрамафические лампрофиры [Bykov, 1975; Korzun, Makhnach, 1977; Buturlinov, 1979; Kononova, 1978; Lyashkevich, 1987; Garetsky et al., 2001; Pervov et al., 2004; Veretennikov et al., 2006; Tsybmal et al., 2007; Shumlyansky et al., 2010, 2021; Yutkina et al., 2004, 2017a; Sazonova et al., 2019; Volkova et al., 2018;

Nosova et al., 2019, 2021, 2023; Kuzmenkova et al., 2020a, 2020b, 2023; Bogatkov, 1999; Beard et al., 1996, 1998; Kononova et al., 2000b; Arzamastsev et al., 2009; Lebedeva et al., 2020; Kargin et al., 2021].

Наличие в обеих рассматриваемых структурах проявлений кимберлитового магматизма, его объем и алмазоносность являются важным критерием для определения отличительных особенностей девонского континентального магматизма ВЕП в каждой из рифтовых структур. Кроме того, значимыми являются и пространственно-временные взаимоотношения между различными типами пород в пределах как самой ПДДР и КАП в целом, так и в отдельных их сегментах. Понимание таких взаимоотношений дает возможность оценить гетерогенность мантийных источников и эволюцию расплавов в этих сегментах.

Совокупность имеющихся на сегодняшний день данных по петрологии, геохронологии, геодинамике и глубинному строению ПДДР и КАП позволяет сравнить

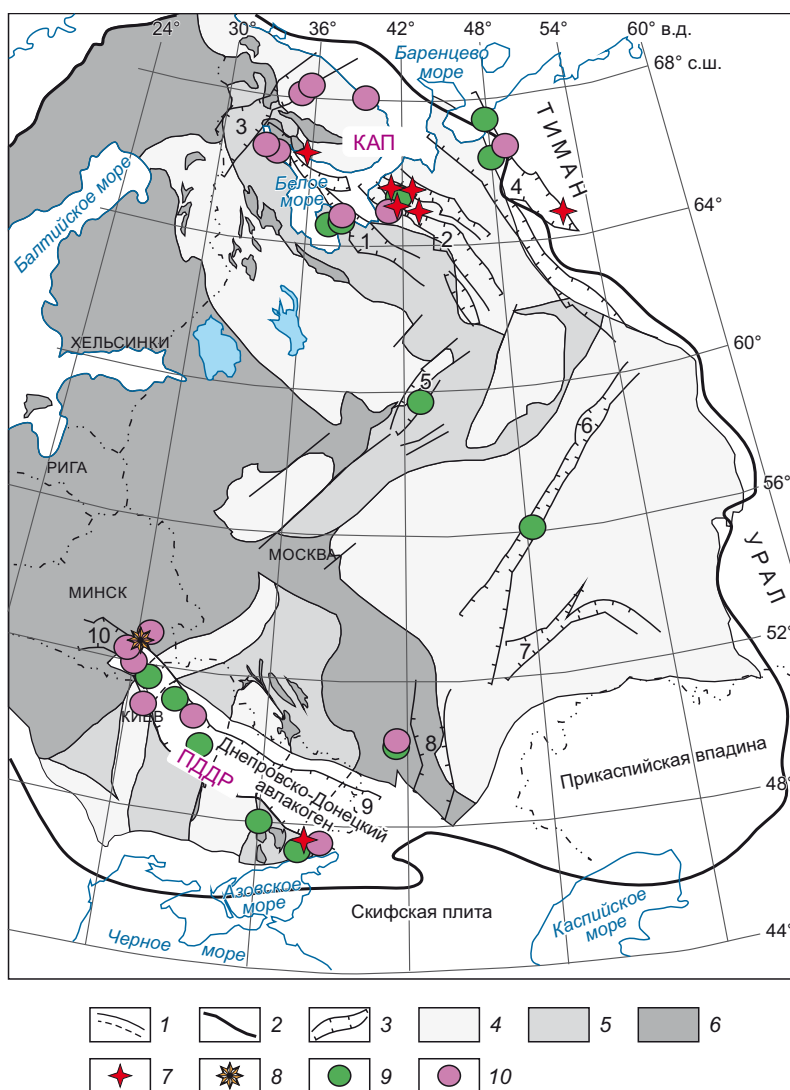


Рис. 1. Позиция палеозойских рифтовых структур на ВЕП (по [Bozhko et al., 2002; Baluev, 2013], с изменениями).

1 – докембрийские разломы; 2 – границы ВЕП; 3 – девонские рифтовые впадины и авлакогены; 4–6 – кора: 4 – сформированная в архее, 5 – сформированная в архее и переработанная в неоархее и палеопротерозое, 6 – сформированная в палеопротерозое; 7 – кимберлиты; 8 – оранжеиты жлобинского комплекса (Припятский прогиб); 9 – комплексы толеитовых базальтов; 10 – комплексы субщелочных и щелочных базальтов. Цифрами обозначены: 1–2 – Беломорская система рифтов: 1 – Онежско-Кандалакшский, 2 – Керетско-Пинежский; 3 – Хибино-Конттозерская тектоническая зона; 4 – Сафоновский грабен; 5 – Солигаличский авлакоген; 6 – Кировско-Саратовский прогиб; 7 – Серноводско-Абдулинский авлакоген; 8 – Дно-Медведицкий грабен; 9–10 – ПДДР: 9 – Днепровско-Донецкий прогиб, 10 – Припятский прогиб.

Fig. 1. Position of the Paleozoic rift structures on the East European platform (after [Bozhko et al., 2002; Baluev, 2013], modified).

1 – Precambrian faults; 2 – boundaries of the East European Platform; 3 – Devonian rift basins and aulacogens; 4–6 – crust: 4 – formed in the Archean, 5 – formed in the Archean and reworked in the Neoproterozoic and Paleoproterozoic, 6 – formed in the Paleoproterozoic; 7 – kimberlites; 8 – orangeites of the Zhlobin complex (Pripyat trough); 9 – complexes of tholeiitic basalts; 10 – complexes of subalkaline and alkaline basalts. The numbers indicate: 1–2 – Belomorian rift system: 1 – Onega-Kandalaksha, 2 – Keretsk-Pinega; 3 – Khibiny-Kontozero tectonic zone; 4 – Safonov graben; 5 – Soligalich aulacogen; 6 – Kirov-Saratov trough; 7 – Sernovodsk-Abdulino aulacogen; 8 – Don-Medveditsa graben; 9–10 – PDDR: 9 – Dnieper-Donets trough, 10 – Pripyat trough.

эти две структуры и выявить черты сходства и различия между ними – оценить специфику внутриплитного магматизма ВЕП и вариативность состава мантийного источника пород рассматриваемых структур.

В настоящей статье использованы литературные данные по геохронологии и составу пород, в том числе ранее опубликованные авторские данные, с привлечением новых данных по составу пород ПДДР.

2. МАГМАТИЗМ ПРИПЯТСКО-ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ

Припятско-Днепровско-Донецкая рифтовая зона (рис. 2) включает в себя Припятский прогиб и его обрамление (Северо-Припятское плечо, Жлобинскую седловину, Брагинско-Лоевскую седловину), Днепровско-Донецкий прогиб, зону сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом, Восточное Приазовье

и северо-восточную часть Воронежского кристаллического массива (ВКМ). Магматическая деятельность проявилась на всех этапах формирования ПДДР и практически на всем ее протяжении, причем как в осевой части рифта, так и на его бортах [Bykov, 1975; Kononova, 1978; Buturlinov, 1979; Wilson, Lyashkevich, 1996; Garetsky et al., 2001; Veretennikov et al., 2006; Mikhailov et al., 2011; Yutkina et al., 2017a, 2017b; Volkova et al., 2017, 2018; Sazonova et al., 2019; Nosova et al., 2019; Kuzmenkova et al., 2020a, 2020b, 2023].

В пределах Днепровско-Донецкой разломной зоны (ДДР) как в осевой его части, так и по периферии встречаются базальты и дациты, щелочные ультрамафиты и дайковые комплексы долеритов [Wilson, Lyashkevich, 1996] (рис. 2, поля 3₁, 3₂ и 4). В зоне сочленения

структур Донбасса и Приазовского кристаллического массива известны массивы щелочных ультрамафитов и нефелиновых сиенитов, щелочные пикриты, вулканы базальтового состава, дайки щелочных и щелочно-ультрамафических лампрофиров, включая дамтьерниты и камптониты [Sazonova et al., 2019], а также трубки и дайки кимберлитов Восточного Приазовья [Kononova, 1978; Yutkina et al., 2004; Shumlyanskyy et al., 2010, 2021] (рис. 2, приазовский сегмент, поле 5).

На восточном обрамлении ПДДР на Воронежском кристаллическом массиве (рис. 2, воронежский сегмент, поле 6) известны обширные поля лавовых потоков базальтового, андезибазальтового и трахиандезитового состава [Buturlinov, 1979; Bykov, 1975; Yutkina et al., 2017b].

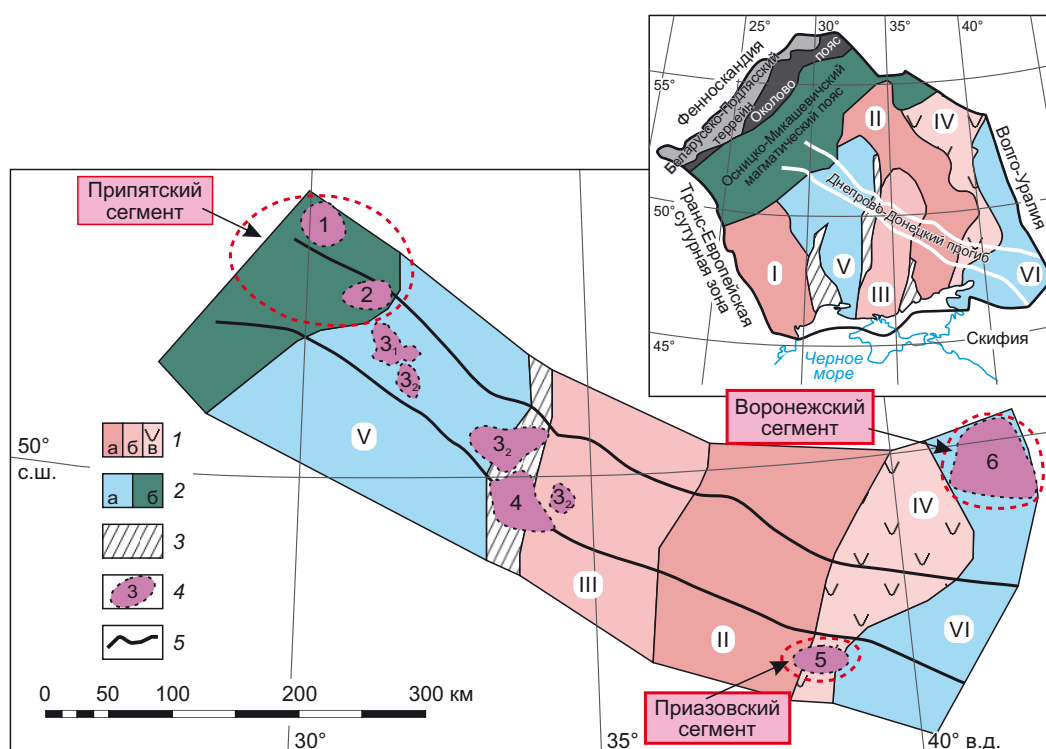


Рис. 2. Тектоническая схема ПДДР и ареалы распространения девонских магматических пород.

На врезке – тектоническая схема палеократона Сарматия (по [Bogdanova et al., 2016], с изменениями и дополнениями). 1 – архейская кора с возрастом: а – 3.8–2.7 млрд лет, б – 3.2–2.7 млрд лет, в – переработанная около 2.1–2.0 млрд лет в пределах Восточно-Воронежского аккреционного орогена; 2 – палеопротерозойская континентальная кора: а – с возрастом: 2.3–2.1 млрд лет, б – 2.00–1.95 млрд лет; 3 – коллизионные шовные зоны 2.05–2.00 млрд лет; 4 – области распространения девонских магматических пород: 1 – Жлобинской седловины, 2 – Припятской впадины, 3 – долеритов Днепровско-Донецкого прогиба, по [Wilson, Lyashkevich, 1996], 4 – ультрамафитов и субщелочных базальтов Днепровско-Донецкого прогиба, 5 – кимберлитов, щелочно-мафических и ультрамафических пород Восточного Приазовья, 6 – Воронежского кристаллического массива; 5 – границы ПДДР. Римскими цифрами обозначены структуры: I – Подольский блок, II – Азовско-Курский блок, III – Сумско-Среднеприднепровский блок, IV – Восточно-Сарматский ороген, V – Ингульско-Севский блок, VI – Волго-Донской ороген.

Fig. 2. Tectonic scheme of the PDDR and Devonian igneous rock distribution areas.

The inset shows a tectonic scheme of the Sarmatia paleocraton, (after [Bogdanova et al., 2016], modified and supplemented). 1 – Archean crust with an age of: а – 3.8–2.7 Ga, б – 3.2–2.7 Ga, в – reworked at ~2.1–2.0 Ga ago within the East Voronezh accretionary orogen; 2 – Paleoproterozoic continental crust with an age of: а – 2.3–2.1 Ga, б – 2.00–1.95 Ga; 3 – 2.05–2.00 Ga collisional suture zones; 4 – Devonian igneous rock distribution areas: 1 – Zhlobin saddle, 2 – Pripyat basin, 3 – dolerites of the Dnieper-Donets trough (after [Wilson, Lyashkevich, 1996]), 4 – ultramafic rocks and subalkaline basalts of the Dnieper-Donets trough, 5 – kimberlites, alkaline-mafic and ultramafic rocks of the East Azov region, 6 – Voronezh crystalline massif; 5 – PDDR border. Roman numerals indicate the following structures: I – Podolsk block, II – Azov-Kursk block, III – Sumy-Middle Dnieper block, IV – East Sarmatian orogen, V – Ingul-Sevsk block, VI – Volga-Don orogen.

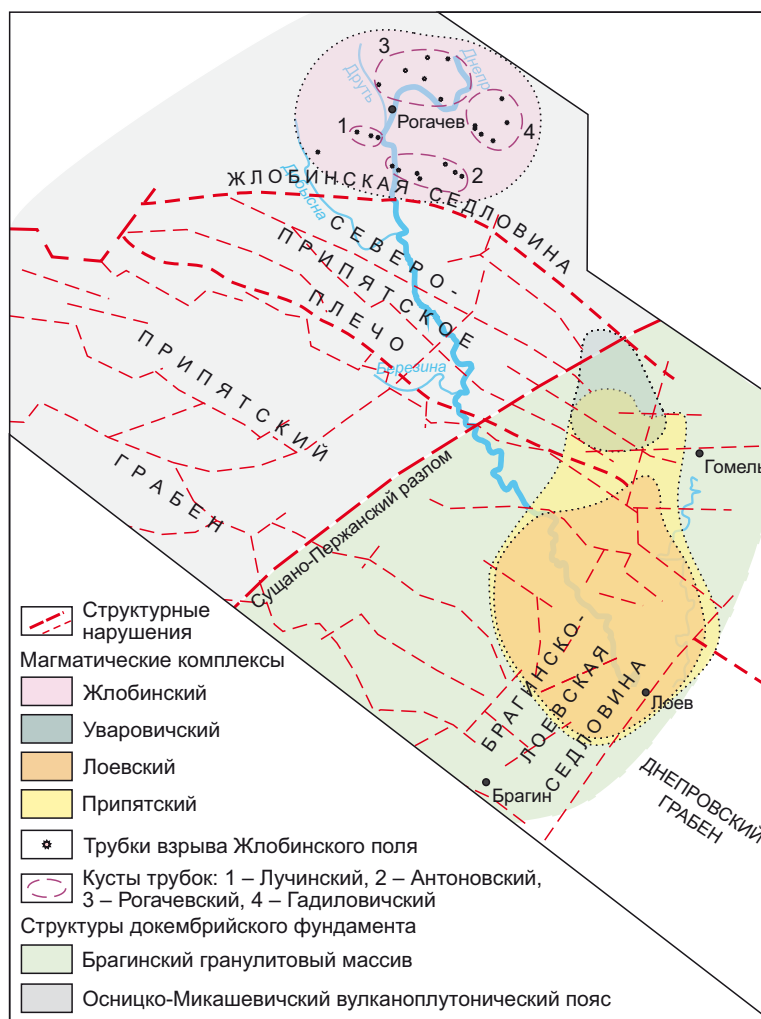


Рис. 3. Схема припятского сегмента ПДДР (по [Tolstosheev et al., 2017; Starostenko et al., 2018; Aizberg, 2019; Kuzmenkova et al., 2020b; Volkova et al., 2022], с изменениями).

Fig. 3. Scheme of the Pripyat segment of the PDDR (after [Tolstosheev et al., 2017; Starostenko et al., 2018; Aizberg, 2019; Kuzmenkova et al., 2020b; Volkova et al., 2022], modified).

В припятском сегменте ПДДР (рис. 2, поле 1, 2; рис. 3) магматизм проявился в четыре импульса, каждому из которых соответствует магматический комплекс. Породы жлобинского комплекса (начало позднефранского века) включают оранжеиты, щелочные пикриты, карбонатиты, они распространены в пределах Жлобинской седловины. Породы уваровичского комплекса (середина позднефранского века) – это преимущественно умеренно щелочные базальты, распространенные главным образом на Северо-Припятском плече. К припятскому комплексу, формировавшемуся в конце позднефранского века, отнесены фонолиты, трахиандезиты и сиениты, распространенные на Жлобинской седловине, Гомельской структурной перемычке, в Брагинско-Лоевской седловине, Припятской и Днепро-Донецкой впадинах. Наиболее поздние проявления раннефаменского века, представленные меланефелитами и щелочными базальтами, распространены от Северо-Припятского плеча до осевой части Припятского рифта и Брагинско-Лоевской седловины, отне-

сены к лоевскому комплексу [Kuzmenkova et al., 2020a, 2020b].

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Содержание главных элементов пород измерено методом рентгенофлуоресцентного анализа (XRF) на спектрометре PW-2400 производства компании Philips Analytical B.V, в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН. Подготовка препаратов для определения порообразующих элементов выполнена путем плавления 0.3 г порошка с 3 г тетробората лития в индукционной печи. Точность анализа составляла 1–5 отн. % для элементов с концентрациями выше 0.5 мас. % и до 12 отн. % – ниже 0.5 мас. %.

Концентрации малых и редких элементов определены методом индукционно связанной плазмы с масс-спектрометрическим окончанием анализа (ICP-MS) в Институте проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук (ИПТМ РАН) (г. Черноголовка). Разложение образцов

пород проводилось путем кислотного вскрытия в автоклаве. Контроль химического выхода при проведении процедуры разложения образцов осуществлялся добавлением 161Du. Пределы обнаружения (ПО) для REE, Hf, Ta, Th, U составляли 0.02–0.03 г/т, для Nb, Be, Co – 0.03–0.05 г/т, для Li, Ni, Ga, Y – 0.1 г/т, для Zr – 0.2 г/т, для Rb, Sr, Ba – 0.3 г/т, для Cu, Zn, V, Cr – 1–2 г/т. Правильность анализа контролировали путем измерения стандартных образцов GSP-2, BM, СГД-1А, СТ-1. Относительное стандартное отклонение для всех образцов не превышало 0.3 при измерении содержания этих элементов до 5×ПО и 0.15 при измерении содержания >5×ПО.

4. ГЕОХИМИЯ ПОРОД ПРИПЯТСКОГО РИФТА

Магматические породы припятского сегмента ПДДР можно разделить на несколько геохимических групп (Прил. 1, табл. 1.1).

Породы жлобинского комплекса [Kuzmenkova et al., 2020b, 2023] представлены щелочными ультрамафитами с содержанием $\text{SiO}_2=37\text{--}46$ мас. % и $\text{MgO}=9\text{--}31$ мас. %. Концентрации элементов-примесей в этих породах демонстрируют их геохимически обогащенный характер (рис. 4, а). Для них характерна небольшая отрицательная аномалия Zr и Hf, слабо выраженные аномалии Ti, Pb, K. Степень фракционирования редкоземельных элементов (рис. 5), определенная как отношения $(\text{La/Yb})_n$ и $(\text{Gd/Yb})_n$, составляет 50–60 и 4.7–5.5 соответственно.

Для остальных вулканитов северо-запада ПДДР можно выделить две группы пород – с трендами в сторону натрового и калиевого типа. В первый тип, натровый, попадают вулканиты уваровичского и частично лоевского комплекса, к К-типу относятся субщелочные и щелочные вулканиты жлобинского и лоевского комплексов. В щелочных лампрофирах уваровичского

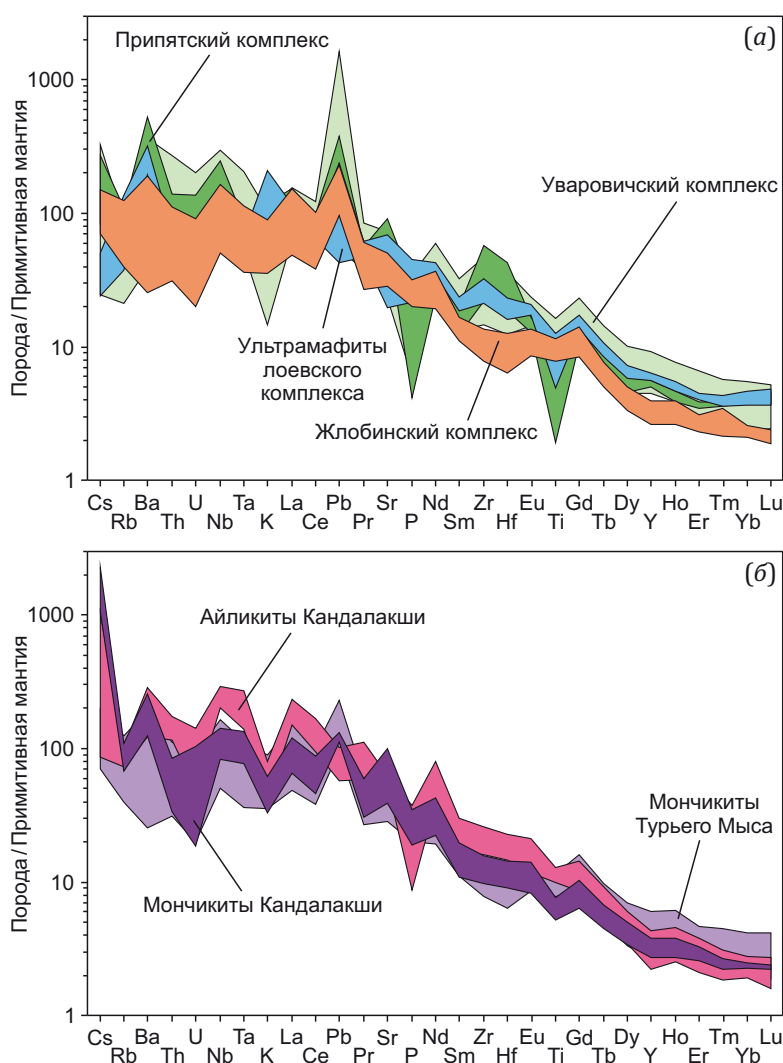


Рис. 4. Мультиэлементная диаграмма для магматических пород: (а) – припятского сегмента ПДДР (авторские данные), (б) – Кольской щелочной провинции (авторские данные). Концентрации элементов нормированы на примитивную мантию по [Sun, McDonough, 1989].

Fig. 4. Multi-element diagram for igneous rocks: (а) – Pripjat segment of the PDDR (author data), (б) – Kola alkaline province (author data). Element concentrations are normalized to the primitive mantle (after [Sun, McDonough, 1989]).

и меланефелинитах лоевского комплекса величина отношений $(La/Yb)_n$ и $(Gd/Yb)_n$ составляет 44–55 и 6.7–11.0 соответственно.

На мультиэлементной диаграмме (см. рис. 4, а) породы припятского комплекса имеют сильные минимумы K, R, Ti, незначительную отрицательную аномалию Rb, высокие концентрации Pb и положительную Zr-Hf аномалию. По уровню фракционирования редкоземельных элементов меланефелиниты лоевского комплекса сходны с щелочными пикритами жлобинского комплекса. Вместе с тем для щелочных базальтов уваровичского комплекса, а также меланефелинитов лоевского комплекса в Припятском грабене $(La/Yb)_n = 10–36$ и $(Gd/Yb)_n = 2.0–5.6$.

Мончикиты и айликиты Кольской щелочной провинции (КЩП) также обогащены редкими элементами, в том числе LREE (см. рис. 4, б), для них характерны положительные аномалии Nb, Ta, Sr. В целом, отметим близкий характер распределения элементов-примесей в магматитах КЩП и породах припятского сегмента ПДДР. При этом степень фракционирования редкоземельных элементов в щелочных лампрофирах Кандалакши и Турьего Мыса КЩП более высокая, чем в породах припятского сегмента ПДДР, а в кимберлитах трубки Ермаковская-7 (Терский Берег) $(La/Yb)_n$ составляет 62–79 (рис. 5), сюда же попадают и кимберлиты Восточного Приазовья (приазовский сегмент ПДДР) с величиной отношения $(La/Yb)_n$ от 67 до 83.

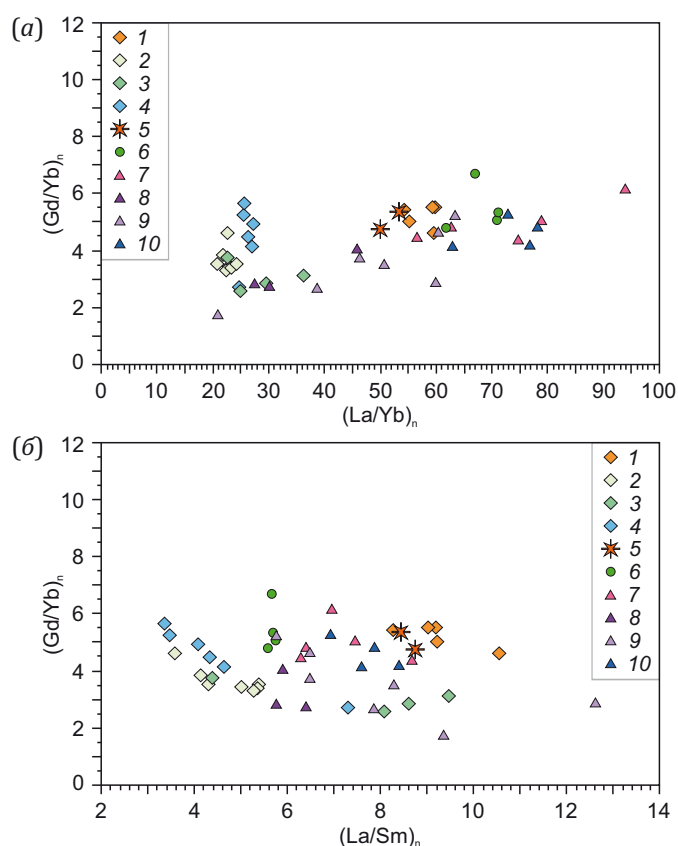


Рис. 5. Диаграммы: (а) – $(Gd/Yb)_n$ – $(La/Yb)_n$ и (б) – $(Gd/Yb)_n$ – $(La/Sm)_n$. Концентрации элементов нормированы на состав хондрита C1 по [Sun, McDonough, 1989].

Для ПДДР показаны точки составов: 1–5 – припятский сегмент: 1 – магматитов жлобинского комплекса (Жлобинская седловина), 2 – щелочных вулканитов уваровичского комплекса (Северо-Припятское плечо), 3 – трахитов и сиенитов припятского комплекса (Гомельская структурная перемычка), 4 – меланефелинитов лоевского комплекса (Припятский грабен), 5 – оранжееитов жлобинского комплекса; 6 – приазовский сегмент – кимберлитов Восточного Приазовья [Yutkina et al., 2004]. Для КЩП показаны точки составов: 7 – айликитов Кандалакши [Nosova et al., 2021], 8 – мончикитов Кандалакши [Nosova et al., 2021], 9 – мончикитов Турьего Мыса [Nosova et al., 2021], 10 – кимберлитов тр. Ермаковская-7, Терский Берег [Kargin et al., 2021].

Fig. 5. Diagrams: (a) – $(Gd/Yb)_n$ – $(La/Yb)_n$ and (b) – $(Gd/Yb)_n$ – $(La/Sm)_n$. Element concentrations are normalized to C1 chondrite composition (after [Sun, McDonough, 1989]).

Composition points shown for the PDDR: 1–5 – Pripyat segment: 1 – magmatites of the Zhlobin complex (Zhlobin saddle), 2 – alkaline volcanics of the Uvarovichi complex (North Pripyat shoulder), 3 – trachytes and syenites of the Pripyat complex (Gomel structural bridge), 4 – melanephelinites of the Loev complex (Pripyat graben), 5 – orangeites of the Zhlobin complex; 6 – Azov segment – kimberlites of the East Azov [Yutkina et al., 2004]. Composition points shown for the Kola alkaline province: 7 – Kandalaksha aillikites [Nosova et al., 2021], 8 – Kandalaksha monchikites [Nosova et al., 2021], 9 – monchikites of the Turiy massif [Nosova et al., 2021], 10 – kimberlites of the Ermakovskaya-7 pipe, Tersky Coast [Kargin et al., 2021].

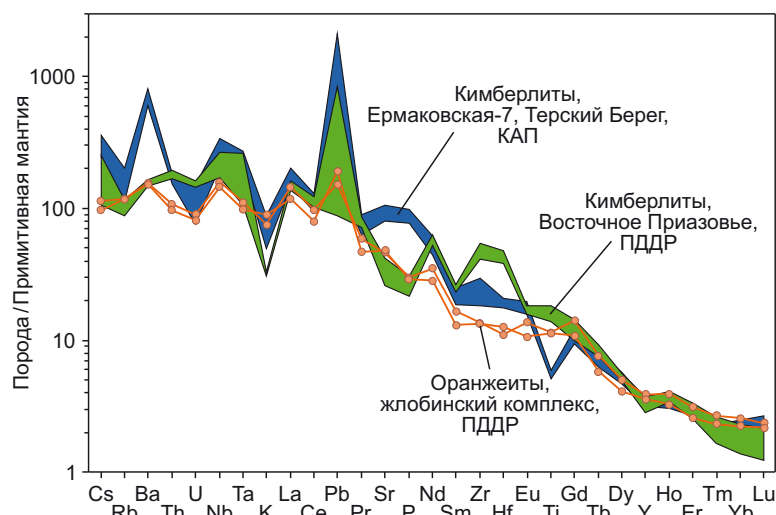


Рис. 6. Распределение элементов-примесей в оранжеитах жлобинского комплекса (припятский сегмент ПДДР) в сравнении с кимберлитами Восточного Приазовья (приазовский сегмент ПДДР [Yutkina et al., 2004]) и трубки Ермаковская-7 (КЩП, Терский Берег [Kargin et al., 2021]).

Fig. 6. Trace element distribution in orangeites of the Zhlobin complex (Pripjat segment of the PDDR) in comparison with kimberlites of the East Azov (Azov segment of the PDDR [Yutkina et al., 2004]) and the Ermakovskaya-7 pipe (Kola alkaline province, Tersky Coast [Kargin et al., 2021]).

Оранжеиты жлобинского комплекса (рис. 6), кимберлиты Восточного Приазовья (трубки Новоласпинская и Надежда) и Терского Берега (трубка Ермаковская-7) показывают довольно близкие спектры распределения элементов-примесей (рис. 6). Для них характерны повышенные и высокие концентрации Pb, положительная Nb-Ta аномалия, при этом максимальных значений концентрации этих элементов достигают в кимберлитах Терского Берега. Вместе с тем отличием восточно-приазовских высокотитанистых (до 4 мас. % TiO_2) кимберлитов от других пород ПДДР является Zr-Hf положительная аномалия. Высокие концентрации Zr вообще являются отличительной особенностью магматических пород приазовского сегмента ПДДР [Yutkina et al., 2004, и ссылки в этой работе]. Напротив, для умеренно титанистых (1.0–1.2 мас. % TiO_2) кимберлитов Терского Берега, как и для жлобинских оранжеитов, в распределении Zr и Hf нет явно выраженных особенностей. Отметим и низкие концентрации Sr, Ba и P в оранжеитах жлобинского комплекса и восточно-приазовских кимберлитах, в то время как в кимберлитах тр. Ермаковская-7 концентрации этих элементов повышенные.

5. ГЕОХРОНОЛОГИЯ: ДАННЫЕ СТРАТИГРАФИИ И ИЗОТОПНЫЕ ДАТИРОВКИ

Стратиграфические данные и данные изотопной геохронологии указывают на то, что временной интервал образования щелочно-ультраосновных комплексов и проявлений в пределах ПДДР сопоставим с интервалом формирования аналогичных пород в пределах КАП (рис. 7).

Так, для магматических проявлений ПДДР время их образования, определяемое в основном стратигра-

фическими соотношениями [Wilson, Lyashkevich, 1996; Garetsky et al., 2001; McCann et al., 2003, и ссылки в данных работах], оценивается несколькими интервалами: для базальтов Донбасса и Приазовья – эйфелем – ранним живетом [McCann et al., 2003]; для вулканических и вулканогенно-осадочных – двумя фазами вулканической активности в позднем фране и позднем фамене толщ ДДР [Wilson, Lyashkevich, 1996, и ссылки в данной работе]. В пределах Воронежского кристаллического массива (северо-восточное обрамление ПДДР) позднефранский этап характеризуется базальтовым магматизмом.

Вместе с тем изотопные геохронологические данные для пород ПДДР достаточно скудны (рис. 7). K-Ar возраст магматических пород юга ДДР (Донбасс) составляет 388 ± 12 млн лет [Shatalov, 1986]. По данным Rb-Sr датирования [Yutkina et al., 2004] кимберлиты Восточного Приазовья формировались около 383 ± 4 млн лет назад (трубка Новоласпинская) и 385 ± 4 млн лет назад (трубка Южная). Возрастной интервал для этих же кимберлитов, указанный в работе [Tsybmal et al., 2007], составляет от 380 до 391 млн лет. U-Pb датирование циркона из приазовских кимберлитов [Shumlyanskyy et al., 2010, 2021] дало два пика возрастов: около 385 млн лет, что соответствует данным Rb-Sr изотопного датирования, и около 410 млн лет. Первый пик интерпретирован как возраст образования собственно кимберлитов, а второй пик, вероятно, указывает на более ранний магматический импульс.

Для пород припятского сегмента ПДДР изотопная $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировка в 381 ± 2 млн лет была получена по метасоматизированному ксенолиту гранулит [Downes et al., 2001] из щелочно-ультраосновных лампрофиров трубки взрыва Красницкой (Жлобинское поле).

Наличие раннефранских (семилюкский горизонт) известняковых ксенолитов в туфах ультрамафитов Жлобинской седловины (тот же припятский сегмент) свидетельствует о том, что они были сформированы не раньше раннефранского этапа [Kruchek, Obukhovskaya, 1998].

U-Pb датировки циркона и монацита из прослоев тефры в осадочных породах юга Польши, источником которой наиболее вероятно был магматизм ПДДР, составляют, соответственно, 363.0 ± 3.5 – 365.6 ± 2.9 млн лет [Pisarzowska et al., 2022]. Предположение о том, что магматизм, сопровождавший рифтогенез ПДДР, является источником вулканического материала, найденного в осадках в областях, которые находятся западнее Припятского рифта и на удалении от него, подтверждается также и недавно полученной U-Pb датировкой в 364 ± 1 млн лет по магматическому титаниту из трахиандезитов параметрической скважины Прибор, находящейся на стыке Припятского прогиба и Гомельской структурной перемычки [Kuzmenkova et al., 2023]. Трахиандезиты, слагающие разрез скважины, в интервале 590.0–654.0 м, по данным [Kuzmenkova et al., 2023], широко представлены в Припятском прогибе и относятся к припятскому комплексу щелочных и субщелочных вулканитов.

Таким образом, имеющиеся данные датирования для магматических, в том числе и щелочно-ультраосновных, пород ПДДР указывают на формирование их в интервале с конца среднего девона до позднего девона включительно.

Ближние возрастны оценки на сегодняшний день представлены и для магматизма КАП. Так, возраст внедрения кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции (ААП) оценивается в пределах от 380 ± 2 до 375 ± 2 млн лет (Rb-Sr изохрона по флогопиту [Larionova et al., 2016]). По результатам геохронологического изучения пород КЩП в работе [Arzamastsev, Wu, 2014] показано, что магматизм здесь продолжался около 30 млн лет, с 390 млн лет (толеиты и субщелочные магматиты) до 360 млн лет. Возраст проявлений щелочно-ультрамафитового магматизма в этой провинции установлен в 387 ± 7 млн лет для кальдер Хибины и Ловозеро, 379 ± 7 млн лет – для карбонатитов Ковдора, комплекса Африканда и др.

Полученная недавно оценка возраста граната (U-Pb изотопия, метод ID-TIMS) из айликитов Кольской щелочной провинции в 374 ± 3 млн лет позволяет считать, что они сформировались на основном этапе щелочного магматизма КЩП в интервале 373–377 млн лет [Stifeeva et al., 2023].

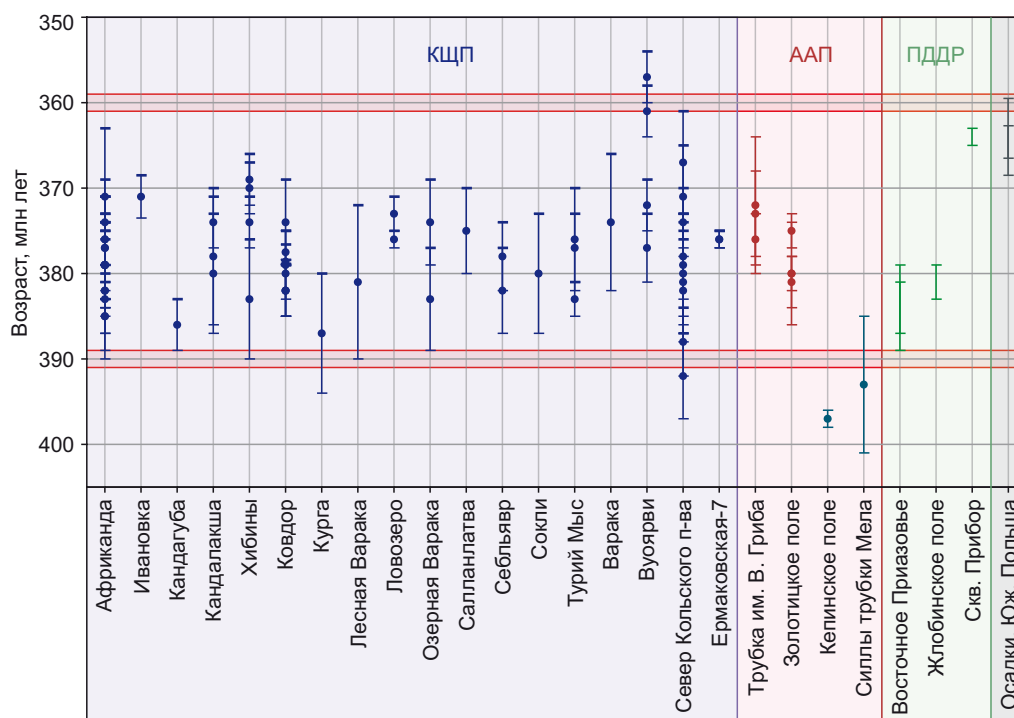


Рис. 7. Данные геохронологии (изотопный возраст) для пород ПДДР и осадочных пород юга Польши, в сравнении с КАП. Датировки даны по [Downes et al., 2001; Amelin, Zaitsev, 2002; Yutkina et al., 2004; Zaitsev et al., 2004; Pervov et al., 2005; Rukhlov, Bell, 2010; Wu et al., 2010, 2013; Rodionov et al., 2012; Arzamastsev, Wu, 2014; Arzamastsev et al., 2017; Larionova et al., 2016; Kargin et al., 2021; Pisarzowska et al., 2022; Kuzmenkova et al., 2023; Stifeeva et al., 2023].

Fig. 7. Geochronological data (isotope ages) for the PDDR rocks and sedimentary rocks of the southern Poland as compared with the KAP.

The ages are given according to [Downes et al., 2001; Amelin, Zaitsev, 2002; Yutkina et al., 2004; Zaitsev et al., 2004; Pervov et al., 2005; Rukhlov, Bell, 2010; Wu et al., 2010, 2013; Rodionov et al., 2012; Arzamastsev, Wu, 2014; Arzamastsev et al., 2017; Larionova et al., 2016; Kargin et al., 2021; Pisarzowska et al., 2022; Kuzmenkova et al., 2023; Stifeeva et al., 2023].

6. ОБСУЖДЕНИЕ

6.1. Геодинамическая природа внутриплитного магматизма ВЕП

Геодинамические модели возникновения и эволюции девонского магматизма в целом на территории ВЕП до сих пор остаются дискуссионными. Ряд исследователей отдает предпочтение в этом вопросе плюмовым моделям [Wilson, Lyashkevich, 1996; Kogarko, Veselovsky, 2019]. При этом рассматривается вариант взаимосвязи девонского рифтогенного магматизма ВЕП сразу с несколькими плюмами, то есть для каждой из рассматриваемых магматических областей существовал отдельный плюм [Wilson, Lyashkevich, 1996; и др.]]. Другие модели предполагают прохождение ВЕП над стационарным африканским суперплюмом или расположение таких магматических областей в девоне над центральными или периферийными частями крупных провинций с низкой скоростью сдвига (LLSVP) в самой нижней мантии [Tolstikhin et al., 2002; Torsvik et al., 2010; Kogarko, Veselovsky, 2019]. Данные сейсмической томографии показывают одновременное существование во всем объеме мантии (как верхней, так и нижней) «холодных» высокоскоростных и «горячих» низкоскоростных областей, которые отождествляются с погружающимися слэбами и восходящими плюмами соответственно [Dobretsov et al., 2001; Trubitsyn, 2000, 2010; Bobrov, Baranov, 2016; Trubitsyn, Evseev, 2018; Schubert et al., 2001].

Вместе с тем девонский рифтогенез ВЕП происходил одновременно с развитием крупной задуговой рифтовой системы в Западной и Центральной Европе [Ziegler, 1990; Sorokhtin O.G., Sorokhtin N.O., 2006; Sheremet et al., 2014; Lyngsie et al., 2007] или мог соотноситься с каледонской коллизией в Северной Европе (например [Kukharensky et al., 1971; Kargin et al., 2021]). Так, в работе [Puchkov, 2009] указывается на возможную корреляцию девонского рифтогенеза ВЕП с началом позднедевонских коллизионных событий в Уральском орогене.

Подобные выводы позволяют говорить о том, что позднепалеозойский магматизм рифтовых структур ВЕП непосредственно соотносится с субдукционными и коллизионными процессами в подвижных поясах вдоль краевых частей платформы.

Такие предположения подтверждают гипотезу о главенствующей роли плейт-тектоники (движение плит и вращение платформы) как в механизме образования самих рифтовых структур ВЕП, так и в инициации связанной с этим рифтогенезом значительной магматической деятельности, источники которой непосредственно связаны с литосферной мантией, метасоматизированной астеносферным материалом [Chalot-Prat et al., 2007].

Непосредственно для северной части ВЕП еще в работах [Bogatikov et al., 1999; Kononova et al., 2000a; Mahotkin et al., 2000] была высказана идея о возможном участии субдукционных и/или коллизионных процессов в метасоматической проработке источников калиевых магм, когда поднимающийся мантийный плюм

воздействовал на реликты древнего субдукционного клина. Кроме того, удалось показать, что подобное плюм-литосферное взаимодействие как раз и ответственно за разнообразие пород Кола-Архангельской провинции, а также объясняет латеральную смену составов щелочных ультрамафитов севера ВЕП, когда влияние древнего метасоматизированного литосферного материала на их источники с удалением от субдукционной палеозоны постепенно уменьшается и приводит к появлению кимберлитов (Кепинское поле) и родственных им пород [Kargin et al., 2021; Nosova et al., 2023].

На юге ВЕП магматизм в ПДДР также был связан с крупномасштабными сдвигами в литосфере в ответ на относительное движение плит и вращение самой платформы, то есть этот магматизм инициирован не только расширением из-за подъема плюма, но и сжатием, связанным с процессами субдукции или коллизии вдоль краев кратонов [Yutkina et al., 2017b; Volkova et al., 2018; Nosova et al., 2019].

6.2. Позиция кимберлитов и щелочных ультрамафитов в рифтовых системах

Широкий спектр девонских магматитов ПДДР свидетельствует о том, что в генерацию расплавов были вовлечены различные по составу и глубине залегания мантийные источники – от низов мощных литосферных корней, участвовавших в образовании кимберлитов Восточного Приазовья [Yutkina et al., 2004], до малоглубинных астеносферных, продуцировавших долериты ДДР [Wilson, Lyashkevich, 1996]. При этом наиболее глубинный источник [Yutkina et al., 2017a] располагался в областях наложения рифтовой системы на террейны с палеопротерозойской корой (щелочные ультрамафиты Жлобинской седловины, локализованные в Осницко-Микашевическом поясе) либо с архейской корой, переработанной в палеопротерозое (кимберлиты Приазовья, приуроченные к Восточно-Воронежскому орогену). Такая выборочная приуроченность щелочно-ультрамафитового, в том числе кимберлитового, магматизма ПДДР отличается от аналогичных пород и закономерностей их размещения на севере платформы в пределах КАП, где основные кимберлитовые проявления (ААП) сосредоточены в одной, южной, части провинции (например [Bogatikov, 1999; Vaganov, 2000]). И это одно из отличий девонского магматизма ПДДР от КАП. Вторая отличительная черта девонского магматизма ПДДР – присутствие здесь лав риолитового состава, не характерных для КАП. Кроме того, отметим, что видимые объемы выплавов наиболее глубинных щелочно-ультрамафитовых расплавов в пределах ПДДР значительно уступают таковым в КАП.

Ранее для разных сегментов ПДДР авторами были предложены модели рифтогенеза и сопровождающего его магматизма [Yutkina et al., 2017a, 2017b; Volkova et al., 2017; Sazonova et al., 2019] и показана приуроченность наиболее глубинного магматизма к юго-западному

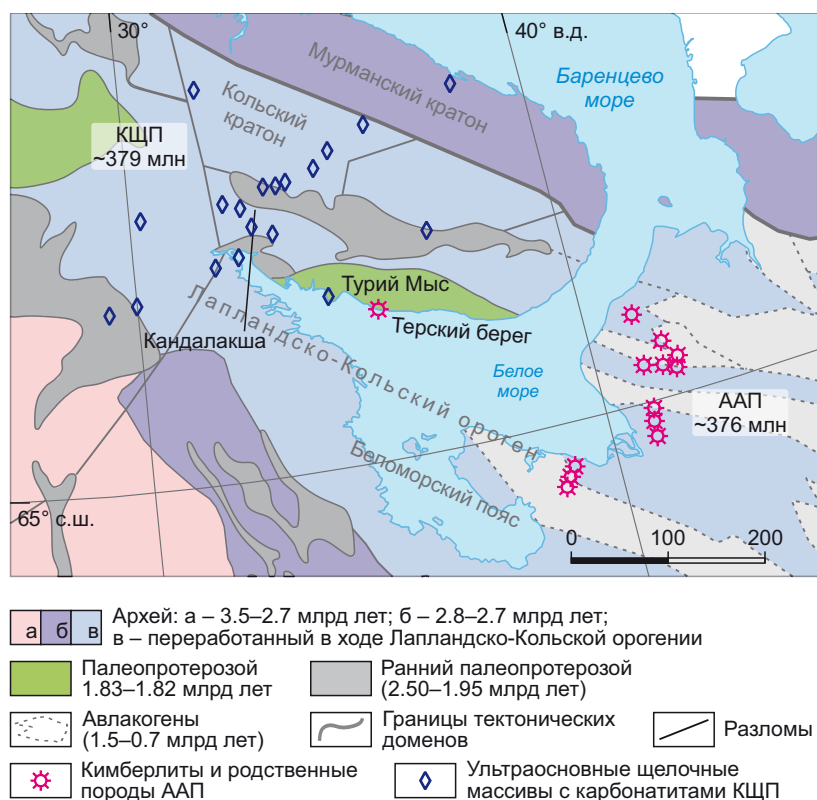


Рис. 8. Проявления щелочно-ультраосновного магматизма КАП. Структуры фундамента по [Bogdanova et al., 2016]. Возраст магматизма указан по [Arzamastsev, Wu, 2014] и [Larionova et al., 2016].

Fig. 8. Alkaline-ultramafic magmatism manifestation in the KAP. Basement structures according to [Bogdanova et al., 2016]. The ages of magmatism are after [Arzamastsev, Wu, 2014] and [Larionova et al., 2016].

(Приазовье) и северо-восточному (Жлобинское поле) плечу рифта, что придает их распределению некоторую симметричность. Для КАП характерна асимметричная позиция кимберлитового магматизма: его проявления сосредоточены в юго-восточной части провинции, тогда как щелочно-ультраосновные массивы и дайковые рои распространены по всей ее площади, а сиениты занимают центральную часть (рис. 8).

6.3. Гетерогенность литосферных источников магматизма

В работе [Nosova et al., 2021] показано, что формирование пород КЩП, в том числе и кимберлитов Терского Берега, происходило при участии четырех локальных геохимических резервуаров: обедненной мантии, метасоматизированной литосферной мантии, нижней коры и фенитизированной древней коры. Участие метасоматизированной мантии в качестве источника в кимберлите трубки им. В. Гриба в ААП указывает на взаимосвязь между кимберлитовыми и другими карбонатсодержащими щелочными расплавами [Lebedeva et al., 2020].

Геохимические характеристики щелочно-ультрамафических пород ПДДР, включая оранженты жлобинского комплекса (см. рис. 6) и кимберлиты Восточного Приазовья, показывают близость к составу кимберлитов Терского Берега (трубка Ермаковская-7) – они

обладают схожими спектрами распределения редких элементов, нормированных к примитивной мантии, а также фракционированным характером распределения редкоземельных элементов, что указывает на геохимическое сходство мантийных источников пород рассматриваемых зон. Вместе с тем щелочно-ультрамафический магматизм каждой зоны все же имеет свою специфику – Sr-P максимумы в кимберлитах Терского Берега, с одной стороны, и обогащение высокозарядными элементами кимберлитов Восточного Приазовья, с другой, определяют вариативность метасоматического преобразования мантийного источника этих пород.

Об очень локальном пространственном контроле генерации расплава свидетельствует Sr-Nd систематика, геохимия и минералогия пород КАП. В целом, почти половина всех пород КАП демонстрирует изотопные признаки Sr-Nd коровой контаминации, что указывает на роль как рециклированного корового вещества в ходе метасоматических процессов в литосферной мантии, так и процессов ассимиляции в ходе прохождения расплава через континентальную кору.

На диаграмме изотопных составов Sr и Nd в кимберлитах Восточного Приазовья и магматитах припятского сегмента ПДДР (рис. 9), составленной по литературным данным, для сравнения показаны поля составов щелочных пород КАП, в том числе кимберлитов ААП и

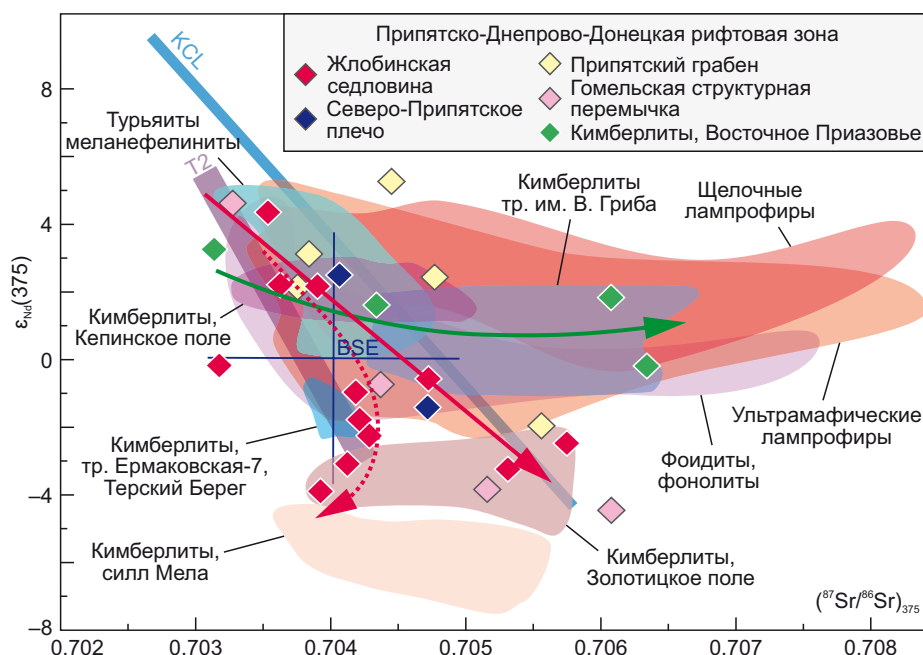


Рис. 9. Изотопный состав Sr и Nd в магматитах ПДДР (приазовский и припятский сегменты).

Составы магматитов припятского сегмента даны: Жлобинской седловины по [Wilson, Lyashkevich, 1996; Downes et al., 2001; Pervov et al., 2004; Mikhailov et al., 2011], Северо-Припятского плеча по [Mikhailov et al., 2011], Гомельской структурной переемычки и Припятского грабена по [Wilson, Lyashkevich, 1996; Mikhailov et al., 2011]. Составы кимберлитов Восточного Приазовья даны по [Yutkina et al., 2004]. Цветом показаны поля составов кимберлитов, щелочных и ультрамафических лампрофиров, турьяитов и меланефелинитов, фойдитов и фонолитов КАП (по [Nosova et al., 2021, и ссылки в этой работе]). Линия KCL (Kola carbonatite line) – линия карбонатитов КЩП по [Kramm et al., 1993]). BSE по [DePaolo и Wasserburg, 1976], пересчитана на 375 млн лет. Линия тренда T2 указывает на участие нижней коры в источнике пород КАП [Nosova et al., 2021]. Цветными стрелками показаны тренды изменения составов магматитов ПДДР (описание трендов см. в тексте).

Fig. 9. Sr and Nd isotope composition in PDDR magmatites (Pripyat and Azov segments).

The compositions of magmatites of the Pripyat segment are: Zhlobin saddle – after [Wilson, Lyashkevich, 1996; Downes et al., 2001; Pervov et al., 2004; Mikhailov et al., 2011], North Pripyat shoulder – after [Mikhailov et al., 2011], Gomel structural bridge and Pripyat graben – after [Wilson, Lyashkevich, 1996; Mikhailov et al., 2011]. The compositions of the East Azov kimberlites are after [Yutkina et al., 2004]. The color shows the composition fields of kimberlites, alkaline and ultramafic lamprophyres, turyaites and melanephelinites, foidites and phonolites of the KAP (after [Nosova et al., 2021, and references therein]). The KCL (Kola carbonatite line) is the carbonatite line of the Kola alkaline province after [Kramm et al., 1993]). The BSE after [DePaolo, Wasserburg, 1976] is recalculated to 375 Ma. The T2 trend line indicates the participation of the lower crust in the source of the rocks of the KAP [Nosova et al., 2021]. Colored arrows show trends in compositional changes of the PDDR magmatites (see text for description of trends).

Терского Берега. Очевидно, что большая часть составов пород ПДДР (оранжеитов, щелочных пикритов и оливиновых мелилититов из трубок взрыва юго-западной части Жлобинской седловины, щелочных базальтов, щелочных пикритов и нефелинитов переходной и осевой зон припятского сегмента, кимберлитов Восточного Приазовья) тяготеют к линии KCL. Это указывает на то, что генезис этих пород связан с влиянием метасоматизированного литосферного источника (красная сплошная стрелка). Следует также отметить, что точки составов пород Жлобинской седловины образуют еще и второй тренд (красная пунктирная стрелка), куда попали меланефелиниты и мелалейцититы трубок взрыва северо-восточной части Жлобинского поля. Подобное поведение Nd и Sr изотопных характеристик можно объяснить участием нижнекорового материала в ходе эволюции материнских расплавов этих типов пород. Для приазовских кимберлитов авторы выделяют еще один тренд (зеленая стрелка), возникновение ко-

торого может иметь разные причины. Одна из вероятных – это плюм-литосферное взаимодействие [Kononova et al., 2006; Arzamastsev, Glaznev, 2008; Arzamastsev, Mitrofanov, 2009], что отражается на изотопном составе пород, когда за счет метасоматоза древнего литосферного клина (субдуцированная океаническая кора, сохранившаяся под ВЕП с протерозоя), обогащенного некогерентными элементами, при незначительных вариациях величины ϵ_{Nd} (от -0.2 до +3.2) происходит увеличение отношения $(^{87}Sr/^{86}Sr)_{375}$ от 0.703114 до 0.706317. С другой стороны, объяснить подобный «скачок» радиогенного Sr в кимберлитах Приазовья вполне возможно ассимиляцией верхнекорового вещества стремительно внедряющимся карбонатно-силикатным расплавом.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рифтогенез в южной части ВЕП (зона ПДДР) сопровождался интенсивной магматической деятельностью,

которая привела к многочисленным проявлениям широкого спектра пород – от щелочно-ультраосновных лампрофиров и оранжеитов, а также неалмазоносных кимберлитов и карбонатитов, щелочных и субщелочных пород среднего и кислого состава до типичных толеитов, трахиандезитов и трахириодацитов. В то же самое время на севере ВЕП девонский магматизм сопровождал процессы рифтогенеза в системе активизирующихся рифтов КАП. Здесь спектр магматических проявлений также очень широк, но, в отличие от южной части ВЕП, на севере имеет место значительно более широкое распространение кимберлитового магматизма, в том числе и промышленно алмазоносного, что является одной из основных отличительных особенностей КАП.

В пределах Припятского рифта (западная часть ПДДР) можно выделить этапы, по параметрам магматических проявлений и их временной последовательности подобные этапам и объему магматизма на территории КЩП (северо-запад КАП), на основании чего продолжительность магматической активности рифтовой структуры ПДДР предполагается по меньшей мере от 383.3 ± 3.8 млн лет (кимберлиты Приазовья [Yutkina et al., 2004]) до 364 ± 1 млн лет, то есть около 20 млн лет [Kuzmenkova et al., 2023].

Для ПДДР ранее [Yutkina et al., 2017a] выявлена обратная латеральная геохимическая зональность – от деплетированной мантии в осевой зоне ДДП к более обогащенной в краевых частях и на так называемых «плечах» прогиба (Приазовье, ВКМ): вдоль оси ПДДР с юго-востока на северо-запад к Жлобинской седловине (оранжеиты, щелочные пикриты жлобинского щелочно-ультрамафитового комплекса [Kuzmenkova et al., 2020b, 2023] и в Припятском прогибе (припятский щелочной и субщелочной мафитовый комплекс [Kuzmenkova et al., 2020b, 2023], а также перпендикулярно оси от центральной части ДДП на юго-запад к Восточному Приазовью (неалмазоносные кимберлиты) и на северо-восток к ВКМ.

Геохимические характеристики щелочно-ультрамафических пород ПДДР показывают близость к составу кимберлитов Терского Берега КАП, что указывает на геохимическое сходство мантийных источников пород рассматриваемых зон. Однако щелочно-ультрамафический магматизм каждой зоны имел свою геохимическую специфику, что наряду с изотопно-геохимическими данными может говорить о значительной степени гетерогенности литосферы, участии в формировании большинства магматических комплексов и серий пород сразу нескольких типов источников и о существенном влиянии коровой составляющей как в южной, так и в северной части ВЕП.

8. БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят А.И. Якушева и В.К. Карандашева за помощь в проведении аналитических работ, а также рецензентов за полезные конструктивные отзывы на статью.

9. ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку рукописи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

All authors made an equivalent contribution to this article, read and approved the final manuscript.

10. РАСКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ / DISCLOSURE

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанного с этой рукописью.

The authors declare that they have no conflicts of interest relevant to this manuscript.

11. ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Aizberg R.Ye., 2019. Pripyat Area of the Late-Devonian Magmatism and Its Association with the Plume Tectonics of the Dnieper Lithosphere Segment. *Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus* 63 (5), 597–607 (in Russian) [Айзберг Р.Е. Припятский ареал позднедевонского магматизма и его связь с плюм-тектоникой днепровского сегмента литосферы // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2019. Т. 63. № 5. С. 597–607]. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2019-63-5-597-607>.

Amelin Y., Zaitsev A.N., 2002. Precise Geochronology of Phoscorites and Carbonatites: The Critical Role of U-Series Disequilibrium in Age Interpretations. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66 (13), 2399–2419. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(02\)00831-1](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(02)00831-1).

Arzamastsev A.A., Fedotov Zh.A., Arzamastseva L.V., 2009. Dike Magmatism in the Northwest of the Baltic Shield. *Nauka, Saint-Petersburg*, 383 p. (in Russian) [Арзамасцев А.А., Федотов Ж.А., Арзамасцева Л.В. Дайковый магматизм северо-восточной части Балтийского щита. СПб.: Наука, 2009. 383 с.].

Arzamastsev A.A., Glaznev V.N., 2008. Plume-Lithosphere Interaction in the Presence of an Ancient Sublithospheric Mantle Keel: An Example from the Kola Alkaline Province. *Doklady Earth Sciences* 419, 384–387. <https://doi.org/10.1134/S1028334X08030069>.

Arzamastsev A.A., Mitrofanov F.P., 2009. Paleozoic Plume-Lithospheric Processes in Northeastern Fennoscandia: Evaluation of the Composition of the Parental Mantle Melts and Magma Generation Conditions. *Petrology* 17, 300–313. <https://doi.org/10.1134/S0869591109030060>.

Arzamastsev A.A., Vesolovskiy R.V., Travin A.V., Yudin D.S., Belyatsky B.V., 2017. Paleozoic Tholeiitic Magmatism of the Kola Province: Spatial Distribution, Age, and Relation to Alkaline Magmatism. *Petrology* 25, 42–65. <https://doi.org/10.1134/S0869591116060023>.

Arzamastsev A.A., Wu F.-Y., 2014. U-Pb Geochronology and Sr-Nd Isotopic Systematics of Minerals from the Ultrabasic-Alkaline Massifs of the Kola Province. *Petrology* 22, 462–479. <https://doi.org/10.1134/S0869591114050026>.

Baluev A.S., 2013. Neogeicum Continental Rifting in the North of the East European Platform: Geology, History of

Development, Comparative Analysis. PhD Thesis (Doctor of Geology and Mineralogy). Moscow, 320 p. (in Russian) [Балуев А.С. Континентальный рифтогенез севера Восточно-Европейской платформы в неогее: геология, история развития, сравнительный анализ: Дис. ... докт. геол.-мин. наук. М., 2013. 320 с.].

Beard A.D., Downes H., Hegner E., Sablukov S.M., Vertin V.R., Balogh K., 1998. Mineralogy and Geochemistry of Devonian Ultramafic Minor Intrusions of the Southern Kola Peninsula, Russia: Implications for the Petrogenesis of Kimberlites and Melilitites. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 130, 288–303. <https://doi.org/10.1007/s004100050366>.

Beard A.D., Downes H., Vetrin V., Kempton P.D., Maluski H., 1996. Petrogenesis of Devonian Lamprophyre and Carbonatite Minor Intrusions, Kandalaksha Gulf (Kola Peninsula, Russia). *Lithos* 39 (1–2), 93–119. [https://doi.org/10.1016/s0024-4937\(96\)00020-5](https://doi.org/10.1016/s0024-4937(96)00020-5).

Bobrov A.M., Baranov A.A., 2016. The Mantle Convection Model with Non-Newtonian Rheology and Phase Transitions: The Flow Structure and Stress Fields. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 52, 129–143. <https://doi.org/10.1134/S1069351316010031>.

Bogatikov O.A. (Ed.), 1999. Arkhangelsk Diamondiferous Province (Geology, Petrography, Geochemistry, and Mineralogy). Publishing House of Moscow State University, Moscow, 524 p. (in Russian) [Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия, минералогия) / Ред. О.А. Богатиков. М.: Изд-во МГУ, 1999. 524 с.].

Bogatikov O.A., Kononova V.A., Pervov V.A., Parsadanyan K.S., Karpukhina E.V., 1999. Ultramafic Diamondiferous Rocks, Russian Platform, and Geodynamics. In: C.J. Stanley et al. (Eds), *Mineral Deposits: Processes to Processing. Proceedings of the Fifth Biennial SGA Meeting and the Tenth Quadrennial IAGOD Symposium (August 22–25, 1999, London). Vol 2. Rotterdam, Balkema*, p. 1301–1304.

Bogdanova S.V., Gorbatshev R., Garetsky R.G., 2016. In: R.C. Selley, L.R.M. Cocks, I.P. Plimer (Eds), *East European Craton. Encyclopedia of Geology. Elsevier*, p. 34–49. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10020-X>.

Bozhko N.A., Postnikov A.V., Shchipanskii A.A., 2002. Formation of the East European Platform Basement: A Geodynamic Model. *Doklady Earth Sciences* 387 (8), 875–878.

Buturlinov N.V., 1979. Phanerozoic Magmatism of Graben-Shaped Troughs in the South of the East European Platform. PhD Thesis (Doctor of Geology and Mineralogy). Donetsk, 52 p. (in Russian) [Бутурлинов Н.В. Магматизм грабенообразных прогибов юга Восточно-Европейской платформы в фанерозое: Дис. ... докт. геол.-мин. наук. Донецк, 1979. 52 с.].

Bykov I.N., 1975. Upper Devonian Basalts in the Southeast of the Voronezh Anticline. Publishing House of the Voronezh State University, Voronezh, 134 p. (in Russian) [Быков И.Н. Верхнедевонские базальты юго-восточной части Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. 134 с.].

Chalot-Prat F., Tikhomirov P., Saintot A., 2007. Late Devonian and Triassic Basalts from the Southern Continental

Margin of the East European Platform, Tracers of Single Heterogeneous Lithospheric Mantle Source. *Journal of Earth System Science* 116, 469–495. <https://doi.org/10.1007/s12040-007-0045-z>.

DePaolo D.J., Wasserburg G.J., 1976. Nd Isotopic Variations and Petrogenetic Models. *Geophysical Research Letters* 3 (5), 249–252. <https://doi.org/10.1029/GL003i005p00249>.

Dobretsov N.L., Kirdeyashkin A.G., Kirdeyashkin A.A., 2001. Deep Geodynamics. GEO, Novosibirsk, 409 p. (in Russian) [Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Гео, 2001. 409 с.].

Downes H., Markwick A.J.W., Kempton P.D., Thirlwall M.F., 2001. The Lower Crust beneath Cratonic North-East Europe: Isotopic Constraints from Garnet Granulite Xenoliths. *Terra Nova* 13 (6), 395–400. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3121.2001.00358.x>.

Garetsky R.G., Matveev A.V., Makhnach A.S. (Eds), 2001. *Geology of Belarus. Institute of Geological Sciences of the NAS of Belarus, Minsk*, 815 p. (in Russian) [Геология Беларуси / Ред. Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев, А.С. Махнач. Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.].

Kargin A.V., Nosova A.A., Sazonova L.V., Tretyachenko V.V., Larionova Y.O., Kovalchuk E.V., 2021. Ultramafic Alkaline Rocks of Kepino Cluster, Arkhangelsk, Russia: Different Evolution of Kimberlite Melts in Sills and Pipes. *Minerals* 11 (5), 540. <https://doi.org/10.3390/min11050540>.

Kogarko L.N., Veselovsky R.V., 2019. Geodynamic Regimes of Carbonatite Formation According to the Paleo-Reconstruction Method. *Doklady Earth Sciences* 484, 25–27. <https://doi.org/10.1134/S1028334X19010112>.

Kononova V.A. (Ed.), 1978. Kimberlites in the Azov Region. Nauka, Moscow, 320 p. (in Russian) [Кимберлитовые породы Приазовья / Ред. В.А. Кононова. М.: Наука, 1978. 320 с.].

Kononova V.A., Bogatikov O.A., Pervov V.A., Karpukhina E.V., 2000a. Potassium Magmatism of the North of the Russian Plate: Magmatic Sources and Geodynamic Setting. In: *Petrography on the Boundary of the XXI Century. Proceedings of the Second All-Russia Petrographic Meeting (June 27–30, 2000). Vol. IV. Geoprint, Syktyvkar*, p. 268–270 (in Russian) [Кононова В.А., Богатиков О.А., Первов В.А., Карпухина Е.В. Калиевый магматизм севера Русской плиты: магматические источники и геодинамическая обстановка // Петрография на рубеже XXI века: Материалы Второго всероссийского петрографического совещания (27–30 июня 2000 г.). Сыктывкар: Геопринт, 2000. Т. IV. С. 268–270].

Kononova V.A., Nosova A.A., Pervov V.A., Kondrashov I.A., 2006. Compositional Variations in Kimberlites of the East European Platform as a Manifestation of Sublithospheric Geodynamic Processes. *Doklady Earth Sciences* 409, 952–957. <https://doi.org/10.1134/S1028334X06060274>.

Kononova V.A., Pervov V.A., Ilupin I.P., 2000b. Geochemical and Mineralogical Correlation of Kimberlites of Timan and Zimnii Bereg. *Doklady Earth Sciences* 372 (4), 724–727 (in Russian) [Кононова В.А., Первов В.А., Илупин И.П.

Геохимико-минералогическая корреляция кимберлитов Тимана и Зимнего Берега // Доклады АН. 2000. Т. 372. № 3. С. 364–368].

Korzun V.P., Makhnach A.S., 1977. Upper Devonian Alkaline Volcanogenic Formation of the Pripyat Basin. *Nauka i Tekhnika*, Minsk, 164 p. (in Russian) [Корзун В.П., Махнач А.С. Верхнедевонская щелочная вулканогенная формация Припятской впадины. Минск: Наука и техника, 1977. 164 с.].

Kramm U., Kogarko L.N., Kononova V.A., Vartiainen H., 1993. The Kola Alkaline Province of the Cis and Finland: Precise Rb-Sr Ages Define 380–360 Ma Age Range for All Magmatism. *Lithos* 30 (1), 33–44. [https://doi.org/10.1016/0024-4937\(93\)90004-V](https://doi.org/10.1016/0024-4937(93)90004-V).

Kruchek S.A., Obukhovskaya T.G., 1998. The Age of the Devonian Diatreme Volcanics of Belarus from the Biostratigraphic Data. In: *Problems of Sedimentary Geology*. VSEGEI Publishing House, Saint-Petersburg, p. 102–104 (in Russian) [Кручек С.А., Обуховская Т.Г. О возрасте вулканитов девонских диатрем территории Беларуси по био-стратиграфическим данным // Проблемы осадочной геологии. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. С. 102–104].

Kukhareno A.A., Bulakh A.G., Ilyinsky G.A., Shinkarev N.F., Orlova M.P., 1971. Metallogenic Features of Alkaline Formations in the East of the Baltic Shield. *Nedra*, Leningrad, 280 p. (in Russian) [Кухаренко А.А., Булах А.Г., Ильинский Г.А., Шинкарев Н.Ф., Орлова М.П. Металлогенические особенности щелочных формаций восточной части Балтийского щита. Л.: Недра, 1971. 280 с.].

Kuzmenkova O.F., Laptsevich A.G., Aizberg R.E., Nosova A.A., Volkova G.D., Mankevich S.S., Yutkina E.V., 2020a. Lateral-Time Sequence of Late Frasnian – Early Famennian Rock Complexes of the Pripyat–Dnieper Region of Magmatism. *Litasfera* 1 (52), 3–20 (in Russian) [Кузьменкова О.Ф., Лапцевич А.Г., Айзберг Р.Е., Носова А.А., Волкова Г.Д., Манкевич С.С., Юткина Е.В. Латерально-временной ряд породных комплексов позднефранско-раннефаменской Припятско-Днепровской области магматизма // Литасфера. 2020. Т. 1 (52). С. 3–20].

Kuzmenkova O.F., Laptsevich A.G., Nosova A.A., 2020b. Upper Devonian Magmatic Complexes of the Southeastern Belarus. *Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus* 64 (5), 599–608 (in Russian) [Кузьменкова О.Ф., Лапцевич А.Г., Носова А.А. Верхнедевонские магматические комплексы Юго-Восточной Беларуси // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2020. Т. 64. № 5. С. 599–608]. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-5-599-608>.

Kuzmenkova O.F., Laptsevich A.G., Stifeeva M.V., Nosova A.A., Streltsova G.D., Volkova G.D., Plax D.P., Pospelov A.V., 2023. Early Famennian Trachyandesite Magmatism of the Pripyat Paleorift, East European Platform: U-Pb Age and Petrology. *Stratigraphy and Geological Correlation* 31, 551–570. <https://doi.org/10.1134/S0869593823060059>.

Larionova Yu.O., Sazonova L.V., Lebedeva N.M., Nosova A.A., Tretyachenko V.V., Travin A.V., Kargin A.V., Yudin D.S., 2016. Kimberlite Age in the Arkhangelsk Province, Russia: Isotopic Geochronologic Rb-Sr and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Miner-

alogical Data on Phlogopite. *Petrology* 24, 562–593. <https://doi.org/10.1134/S0869593116040020>.

Lebedeva N.M., Nosova A.A., Kargin A.V., Larionova Yu.O., Sazonova L.V., Tikhomirova Y.S., 2020. Sr-Nd-O Isotopic Evidence of Variable Sources of Mantle Metasomatism in the Subcratonic Lithospheric Mantle beneath the Grib Kimberlite, Northwestern Russia. *Lithos* 376–377, 105779. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105779>.

Lyashkevich Z.M., 1987. Magmatism of the Pripyat–Dnieper–Donetsk Aulacogen. *Naukova Dumka*, Kiev, 176 p. (in Russian) [Ляшкевич З.М. Магматизм Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена. Киев: Наукова думка, 1987. 176 с.].

Lyngsie S.B., Thybo H., Lang R., 2007. Rifting and Lower Crustal Reflectivity: A Case Study of the Intracratonic Dniepr–Donets Rift Zone, Ukraine. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 112 (B12), B12402. <https://doi.org/10.1029/2006JB004795>.

Mahotkin I.L., Gibson S.A., Thompson R.N., Zhuravlev D.Z., Zherdev P.U., 2000. Late Devonian Diamondiferous Kimberlite and Alkaline Picrite (Proto-Kimberlite?) Magmatism in the Arkhangelsk Region, NW Russia. *Journal of Petrology* 41 (2), 201–227. <https://doi.org/10.1093/petrology/41.2.201>.

McCann T., Saintot A., Chalot-Prat F., Kitchka A., Fokin R., Alekseev A., 2003. Evolution of the Southern Margin of the Donbas (Ukraine) from Devonian to Early Carboniferous Times. In: T. McCann, A. Saintot (Eds), *Tracing Tectonic Deformation Using the Sedimentary Record*. Geological Society of London Special Publications 208 (1), 117–135. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.208.01.06>.

Mikhailov N.D., Laptsevich A.G., Vladykin N.V., 2011. Sr and Nd Isotopic Composition of Devonian Alkali Igneous Rocks of Belarus. *Litasfera* 2 (35), 113–122 (in Russian) [Михайлов Н.Д., Лапцевич А.Г., Владыкин Н.В. Изотопный состав Sr и Nd щелочных магматических пород девона Беларуси // Литасфера. 2011. № 2 (35). С. 113–122].

Nosova A.A., Kopylova M.G., Lebedeva N.M., Larionova Yu.O., Kargin A.V., Sazonova L.V., Vozniak A.A., Kovach V.P., 2023. Melt Sources for Alkaline Carbonate-Bearing Rocks of the Terskiy Coast (Kola Alkaline Carbonatitic Province). *Chemical Geology* 617, 121267. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2022.121267>.

Nosova A.A., Kopylova M.G., Sazonova L.V., Vozniak A.A., Kargin A.V., Lebedeva N.M., Volkova G.D., Peresetskaya E.V., 2021. Petrology of Lamprophyre Dykes in the Kola Alkaline Carbonatite Province (N Europe). *Lithos* 398–399, 106277. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2021.106277>.

Nosova A.A., Kuz'menkova O.F., Kargin A.V., Yutkina E.V., Sazonova L.V., Laptsevich A.G., 2019. Alkaline Magmatism of the Devonian Rift Systems of the East European Platform: Age, Geochemistry, Tectonic Setting of the Dnieper–Donets–Pripyat–Rift and the Arkhangelsk–Kola Province Comparison. *Magmatism of the Earth and Related Strategic Metal Deposits* 36, 208–212.

Pervov V.A., Bogomolov E.S., Levskii L.K., Sergeev S.A., Larchenko V.A., Minchenko G.V., Stepanov V.P., Sablukov S.M., 2005. Rb-Sr Age of Kimberlites of the Pionerskaya Pipe,

Arkhangel'sk Diamondiferous Province. *Doklady Earth Sciences* 400 (1), 67–71.

Pervov V.A., Nikitin E.A., Levskii L.K., 2004. Ultramafic Alkaline Volcanic Rocks of the Zhlobin Field (Belarus): Sources and Evolution of Magmas. *Petrology* 12 (4), 312–329.

Pisarszowska A., Paszkowski M., Kołtonik K., Budzyń B., Szczerba M., Rakociński M., Sláma J., Zagórska A., Łaptaś A., 2022. Geotectonic Settings of Variscan Explosive Volcanism in the Light of Famennian Tuffites Provenance from Southern Poland. *Earth-Science Reviews* 234, 104218. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104218>.

Puchkov V.N., 2009. The Diachronous (Step-Wise) Arc-Continent Collision in the Urals. *Tectonophysics* 479 (1–2), 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.01.014>.

Rodionov N.V., Belyatsky B.V., Antonov A.V., Kapitonov I.N., Sergeev S.A., 2012. Comparative In-Situ U-Th-Pb Geochronology and Trace Element Composition of Baddeleyite and Low-U Zircon from Carbonatites of the Palaeozoic Kovdor Alkaline-Ultramafic Complex, Kola Peninsula, Russia. *Gondwana Research* 21 (4), 728–744. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.10.005>.

Rukhlov A.S., Bell K., 2010. Geochronology of Carbonatites from the Canadian and Baltic Shields, and the Canadian Cordillera: Clues to Mantle Evolution. *Mineralogy and Petrology* 98, 11–54. <https://doi.org/10.1007/s00710-009-0054-5>.

Sazonova L.V., Nosova A.A., Yutkina E.V., Kondrashov I.A., Shumlyanskyy L.V., 2019. Genesis and Evolution of Mantle Melts of the Devonian Mafic-Ultramafic Rocks from the Eastern Azov Region (Dnieper-Donets Rift, Ukraine): Evidence from Clinopyroxene Geochemistry. *Petrology* 27, 633–654. <https://doi.org/10.1134/s0869591119060055>.

Schubert G., Turcotte D.L., Olson P., 2001. Mantle Convection in the Earth and Planets. Cambridge University Press, 940 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511612879>.

Shatalov N.N., 1986. Dikes of the Azov Region. *Naukova Dumka, Kiev*, 192 p. (in Russian) [Шаталов Н.Н. Дайки Приазовья. Киев: Наукова думка, 1986. 192 с.].

Sheremet E.M., Kozar N.A., Strekozov S.N., Chashka A.I., Bondarenko V.A., Fedorishin Yu.I., Pigulevsky P.I., 2014. Diamond Exploration in the Azov Block of the Ukraine Shield. In: A.V. Antsiferov (Ed.). *Knowledge, Donetsk*, 367 p. (in Russian) [Шеремет Е.М., Козарь Н.А., Стрекозов С.Н., Чашка А.И., Бондаренко В.А., Федоришин Ю.И., Пигулевский П.И. Поиски алмазов в Приазовском блоке Украинского щита / Ред. А.В. Анциферов. Донецк: Ноулидж, 2014. 367 с.].

Shumlyanskyy L.V., Billström K., Tsymbal S.N., Bogdanova S.V., 2010. On the Nature of the Kimberlites of the Eastern Azov Area, Ukraine: Isotopic (U-Pb, Hf Zircon and Sr, Nd, Pb Rock Data) Evidence for a Depleted Mantle Origin and Subsequent Crustal Contamination. In: *Geochemistry of Magmatic Rocks-2010. Abstracts of XXVII International Conference School "Geochemistry of Alkaline Rocks" (September 9–16, 2010, Moscow–Koktebel)*. Moscow, p. 172–174.

Shumlyanskyy L.V., Kamenetsky V., Borodynya B.V., 2021. Age and Composition of Zircons from the Devonian

Petrivske Kimberlite Pipe of the Azov Domain, the Ukrainian Shield. *Mineralogical Journal* 43 (4), 50–55. DOI:10.15407/mineraljournal.43.04.050.

Sorokhtin O.G., Sorokhtin N.O., 2006. Subduction Origin for Diamonds. *Geology and Mineral Resources of World Ocean* 1 (3), 5–36 (in Russian) [Сорохтин О.Г., Сорохтин Н.О. Субдукционный механизм происхождения алмазов // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2006. № 1 (3). С. 5–36].

Starostenko V., Janik T., Yegorova T., Czuba W., Środa P., Lysynchuk D., Aizberg R., Garetsky R. et al., 2018. Lithospheric Structure along Wide-Angle Seismic Profile GEORIFT 2013 in Pripyat–Dnieper–Donets Basin (Belarus and Ukraine). *Geophysical Journal International* 212 (3), 1932–1962. <https://doi.org/10.1093/gji/ggx509>.

Stifeeva M.V., Salnikova E.B., Nosova A.A., Kotov A.B., Voznyak A.A., Dimitrova D.A., 2023. U-Pb (ID-TIMS) Age of Garnet from Aillikites of the Kola Alkali Province. *Doklady Earth Sciences* 508, 81–84. <https://doi.org/10.1134/S1028334X22601997>.

Sun S.-S., McDonough W.F., 1989. Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. *Geological Society of London Special Publications* 42 (1), 313–345. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19>.

Tolstikhin I.N., Kamensky I.L., Marty B., Nivin V.A., Verin V.R., Balaganskaya E.G., Ikorsky S.V., Gannibal M.A., Weiss D., Verhulst A., Demaiffe D., 2002. Rare Gas Isotopes and Parent Trace Elements in Ultrabasic-Alkaline Carbonatite Complexes, Kola Peninsula: Identification of Lower Mantle Plume Component. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66 (5), 881–901. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(01\)00807-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(01)00807-9).

Tolstosheev V.I., Kruchek S.A., Levyi M.G., Sakharuk P.O., 2017. Geological Structure of the Luchin Graben of the Zhlobin Saddle and Its Adjacent Structures. *Litasfera* 1 (46), 77–97 (in Russian) [Толстошеев В.И., Кручек С.А., Левый М.Г., Сахарук П.О. Геологическое строение Лучинского грабена Жлобинской седловины и сопредельных структур. Литасфера. 2017. № 1 (46). С. 77–97].

Torsvik T.H., Steinberger B., Gurnise M., Gainab G., 2010. Plate Tectonic and Net Lithosphere Rotation over the Past 150 My. *Earth and Planetary Science Letters* 291 (1–4), 106–112. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2009.12.055>.

Trubitsyn V.P., 2000. Principles of the Tectonics of Floating Continents. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 36 (9), 708–741.

Trubitsyn V.P., 2010. Displacements of Ridges and Subduction Zones in the Models of Mantle Convection with Lithospheric Plates. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 46, 807–816. <https://doi.org/10.1134/S1069351310100022>.

Trubitsyn V.P., Evseev M.N., 2018. Plume Mode of Thermal Convection in the Earth's Mantle. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 54, 838–848. <https://doi.org/10.1134/S1069351318060125>.

Tsymbal S.N., Kremenetsky A.A., Strekozov S.N., Bondarenko V.A., 2007. Age of Kimberlites of the Azov Block of the Ukrainian Shield Accordingly to Geological and Isotopic

Data. In: Alkaline Magmatism of the Earth and Its Ore-Bearing. Proceedings of the International Meeting (September 10–16, 2007, Donetsk). P. 248–250.

Vaganov V.I., 2000. Diamond Deposits in Russia and in the World (Forecasting Basics). Geoinformmark, Moscow, 371 p. (in Russian) [Варганов В.И. Алмазные месторождения России и мира (основы прогнозирования). М.: Геоинформмарк, 2000. 371 с.].

Veretennikov N.V., Laptsevich A.G., Rass I.T., 2006. The Association of Carbonatites with Alkaline-Ultramafic Rocks from Volcanic Pipes of the Zhlobin Field (Belarus). In: Geology, Petrology, Mineralogy and Genesis of the Alkaline Rocks. Proceedings of the All-Russian Meeting on Alkaline Rocks. SUSC MEG UB RAS, Miass, 767 (in Russian) [Веретенников Н.В., Лапцевич А.Г., Расс И.Т. Ассоциация карбонатитов и щелочно-ультраосновных вулканических пород трубок взрыва Жлобинского поля (Беларусь) // Геология, петрология, минералогия и генезис щелочных пород: Материалы всероссийского совещания по щелочным породам. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2006. 767].

Volkova G.D., Nosova A.A., Voznyak A.A., Sazonova L.V., Yutkina E.V., Anosova M.O., Tikhomirova Y.S., Kuzmenkova O.F., Laptsevich A.G., 2022. Amphibole-Rich Xenoliths from Devonian Igneous Rocks of the Pripyat Rift, Southeastern Belarus: A Window into Cratonic Lower-Crust–Upper-Mantle Boundary. Mineralogy and Petrology 116, 15–46. <https://doi.org/10.1007/s00710-021-00765-9>.

Volkova G., Yutkina E., Nosova A., Sazonova L., Lebedeva N., 2018. Geochemistry and Some Genetic Aspects of Devonian Alkaline Igneous Rocks from the Pripyat Rift (Southwestern Part of the East European Craton). In: Abstracts of the 20th EGU General Assembly (4–13 April, 2018, Vienna, Austria). EGU, p. 207. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17749.06886>.

Volkova G.D., Yutkina E.V., Sazonova L.V., Kondrashov I.A., 2017. Petrogeochemical Features of the Devonian Volcanites in the Northwest of the Pripyat-Dnieper-Donetsk Rift Zone (Belarus): Typification and Genesis of Rocks. In: New Understanding of the Ore-Formation Processes. Proceedings of the VII All-Russian Youth Scientific and Practical School-Conference (November 13–17, 2017). IGEM RAS, Moscow, p. 78–81 (in Russian) [Волкова Г.Д., Юткина Е.В., Сазонова Л.В., Кондрашов И.А. Петрогеохимические особенности девонских вулканитов северо-западной части Припятско-Днепровско-Донецкой рифтовой зоны (Беларусь): типич-

зация пород и вопросы их генезиса // Новое в познании процессов рудообразования: Материалы VII Российской молодежной научно-практической школы (13–17 ноября 2017 г.). М.: ИГЕМ РАН, 2017. С. 78–81].

Wilson M., Lyashkevich, Z.M., 1996. Magmatism and the Geodynamics of Rifting of the Pripyat-Dnieper-Donets Rift, East European Platform. Tectonophysics 268 (1–4), 65–81. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(96\)00234-X](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(96)00234-X).

Wu F.-Y., Arzamastsev A.A., Mitchell R.H., Li Q.-L., Sun J., Yang Y.-H., Wang R.-Ch., 2013. Emplacement Age and Sr-Nd Isotopic Compositions of the Afrikanda Alkaline Ultramafic Complex, Kola Peninsula, Russia. Chemical Geology 353, 210–229. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2012.09.027>.

Wu F.-Y., Yang Y.-H., Marks M.A.W., Liu Z.-C., Zhou Q., Ge W.-C., Yang J.-S., Zhao Z.-F., Mitchell R.H., Markl G., 2010. In situ U-Pb, Sr, Nd, and Hf Isotopic Analysis of Eudialyte by LA-(MC)-ICP-MS. Chemical Geology 273 (1–2), 8–34. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2010.02.007>.

Yutkina E.V., Kononova V.A., Bogatkov O.A., Knyaz'kov A.P., Kozar' N.A., Ovchinnikova G.V., Levskii L.K., 2004. Kimberlites of Eastern Priazov'e (Ukraine) and Geochemical Characteristics of Their Sources. Petrology 12 (2), 134–148.

Yutkina E.V., Nosova A.A., Sazonova L.V., Laptsevich A.G., Kuzmenkova O.F., Volkova G.D., Sysoev I.V., 2017a. Sources and Geochemical Zoning of the Devonian Magmatism in the Pripyat-Dnieper-Donets Rift Zone. In: V.A. Zaitsev, V.N. Ermolaeva (Eds), Magmatism of the Earth and Related Strategic Metal Deposits. Proceedings of XXXIV International Conference (August 4–9, 2017, Miass). GEOKHI RAS, Moscow, p. 310–313.

Yutkina E.V., Nosova A.A., Sazonova L.V., Larionova Yu.O., Kondrashov I.A., Shumlyanskyy L.V., Albekov A.Yu., Savko K.A., 2017b. Devonian Volcanics in the Voronezh Crystalline Massif, East European Platform: Evolution of the Melts and Characteristics of Crustal Contamination. Petrology 25, 241–271. <https://doi.org/10.1134/S0869591117020060>.

Zaitsev A.N., Sitnikova M.A., Subbotin V.V., Fernandes-Suarez J., Jeffries T.E., 2004. Sallanlatvi Complex – A Rare Example of Magnesite and Siderite Carbonatites. In: F. Wall, A.N. Zaitsev (Eds), Phoscorites and Carbonatites from Mantle to Mine: the Key Example of the Kola Alkaline Province. The Mineralogical Society of Great Britain & Ireland, London, p. 201–246. <https://doi.org/10.1180/MSS.10.07>.

Ziegler P.A., 1990. Geological Atlas of Western and Central Europe. 2nd Edition, Shell Internationale Petroleum Mij. B.V. and Geological Society of London, 239 p.

Таблица 1.1. Состав магматических пород припятского сегмента ПДДР
Table 1.1. Composition of magmatic rocks of the Pripyat segment of the PDDR

Структура	Жлобинское поле						Северо-Припятское плечо							
Номер образца	15Bl-761/231	15Bl-761/240	15Bl-615/261	15Bl-615/297	15Bl-712/434	15Bl-654/411	15Bl-87/294	15Bl-162/447	15Bl-162/490	15Bl-58-2/299	15Bl-148/360	15Bl-148/397	15Bl-148/365	15Bl-149/367
SiO ₂	37.84	33.08	35.84	37.72	40.82	40.82	44.28	47.02	47.10	42.52	53.87	54.38	55.34	43.01
TiO ₂	2.42	2.44	2.44	2.40	1.69	2.02	2.74	1.92	2.07	4.24	1.06	1.16	1.20	3.50
Al ₂ O ₃	4.77	4.28	4.39	4.87	9.07	13.10	13.83	14.67	12.88	11.74	15.90	16.74	16.72	11.71
Fe ₂ O ₃	16.82	15.42	15.90	15.72	13.33	13.36	13.07	11.89	11.88	14.28	7.26	7.85	7.40	12.71
MnO	0.20	0.25	0.24	0.23	0.19	0.22	0.13	0.08	0.08	0.26	0.08	0.10	0.08	0.23
MgO	23.94	22.68	27.62	24.57	12.77	12.27	7.90	8.51	11.10	6.51	3.54	2.09	3.06	8.54
CaO	1.80	8.08	1.57	2.91	12.27	5.93	6.43	3.35	2.12	9.90	2.69	5.35	3.09	8.38
Na ₂ O	0.49	0.29	0.24	0.40	1.45	1.74	3.38	2.54	1.52	1.89	3.82	5.91	4.78	1.20
K ₂ O	2.25	2.43	2.58	2.44	1.07	1.87	2.04	4.52	5.27	2.95	6.24	3.11	5.23	2.95
P ₂ O ₅	0.48	0.50	0.49	0.66	0.44	0.75	0.98	0.68	0.74	1.38	0.47	0.50	0.48	0.94
ППП	8.20	9.65	7.70	7.29	6.31	7.29	4.72	4.36	4.84	3.73	4.44	2.20	2.11	6.25
S	0.09	0.14	0.09	0.07	0.20	0.15	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Сумма	99.30	99.24	99.10	99.28	99.61	99.52	99.50	99.54	99.60	99.44	99.37	99.39	99.49	99.42
mg# (%)	73.8	74.4	77.5	75.6	65.5	64.5	54.5	58.6	64.9	47.5	49.1	34.5	45.0	57.1
Cr	825	897	856	856	458	95	48	28	25	<10	14	15	<10	14
V	208	258	178	268	216	254	269	217	201	318	106	110	107	284
Co	87	67	113	92	53	40	44	30	40	36	13	10	12	31
Ni	392	417	406	428	214	56	54	42	43	15	14	14	13	40
Cu	569	460	632	576	326	254	183	130	124	196	40	41	49	101
Zn	124	96	101	144	122	131	101	113	133	130	118	84	140	133
Rb	55	57	65	64	29	30	24	48	49	66	73	61	75	60
Sr	692	936	866	974	668	932	1032	771	512	1348	358	1274	770	1360
Y	20	17	16	21	18	31	30	26	28	43	28	30	28	37
Zr	126	96	100	120	84	141	196	213	210	325	302	277	309	339
Nb	38	33	37	40	19	34	29	29	27	68	38	39	42	92
Ba	925	853	929	902	174	931	1026	1193	968	1041	1247	1682	1546	1023
Li	165.95	183.21	178.07	425.43	220.60	413.07	181.58	178.86	222.93	295.83	57.48	7.67	33.47	301.02
Sc	30.7	28.6	27.7	31.4	23.2	19.8	24.8	20.2	20.3	21.0	8.8	9.1	9.5	21.2
Ti	14166	13516	13638	14990	7844	11364	15173	11542	11234	30878	6574	6433	7025	20903
V	314	365	267	386	246	334	356	271	263	527	118	118	118	342
Cr	935	1016	974	1086	450	97	67	36	37	5	15	15	15	31
Mn	1776	2268	2158	2218	1463	2015	1239	756	707	3235	754	973	741	2219

Таблица 1.1 (продолжение)

Table 1.1 (continued)

Структура	Жлобинское поле						Северо-Припятское плечо							
Номер образца	15Bl- 761/231	15Bl- 761/240	15Bl- 615/261	15Bl- 615/297	15Bl- 712/434	15Bl- 654/411	15Bl- 87/294	15Bl- 162/447	15Bl- 162/490	15Bl-58- 2/299	15Bl- 148/360	15Bl- 148/397	15Bl- 148/365	15Bl- 149/367
Co	80	77	101	84	54	46	50	34	37	58	15	16	14	43
Ni	395	430	420	442	167	61	57	45	42	15	11	12	13	40
Cu	489.2	486.1	642.2	535.4	252.2	257.6	191.3	137.7	125.5	234.3	47.7	63.6	55.5	100.9
Zn	127.0	124.4	104.2	174.3	122.8	283.9	240.0	150.1	185.7	218.7	170.7	106.2	231.1	188.6
Rb	63.6	68.4	79.0	76.5	25.0	33.0	23.9	52.9	58.1	88.3	85.4	65.9	86.5	69.7
Sr	719.4	1069.3	965.4	1038.9	600.8	1051.3	1145.0	842.8	568.1	1688.6	415.0	1444.4	890.0	1477.2
Y	14.9	14.6	11.9	18.0	13.4	27.7	26.8	25.6	26.1	52.7	28.3	27.5	28.9	38.7
Zr	138.8	129.5	115.8	151.7	87.1	173.8	253.5	254.2	238.6	537.4	332.2	298.9	362.8	470.0
Nb	109.3	103.2	109.1	113.6	36.1	90.7	59.1	56.1	57.9	151.4	61.8	62.8	66.6	164.9
Mo	0.11	0.23	0.71	0.29	0.62	1.14	0.83	1.40	1.51	1.81	1.49	1.75	2.14	0.13
Cs	0.55	0.62	0.72	1.18	1.07	1.57	0.40	0.35	0.25	0.85	0.21	0.19	0.20	0.59
Ba	1152	1183	1333	1090	178	1246	1350	1430	1355	1531	1738	2079	2049	1351
La	84.84	90.93	93.51	105.20	33.38	81.45	60.37	57.01	60.14	192.81	71.66	75.46	73.76	157.51
Ce	133.50	157.23	155.55	179.76	67.31	155.07	132.42	113.07	124.63	406.67	147.35	147.41	146.78	306.34
Pr	12.31	14.46	14.43	16.66	7.43	16.18	15.91	12.95	13.76	46.49	15.75	16.13	16.05	35.35
Nd	38.24	43.09	43.00	49.48	26.36	54.42	57.58	46.06	49.66	168.18	51.79	54.78	53.29	118.43
Sm	5.75	6.30	5.53	7.16	4.91	9.28	10.52	8.28	9.06	28.89	8.93	8.95	8.60	19.25
Eu	1.87	1.99	1.62	2.18	1.44	2.93	3.50	2.89	2.92	7.81	3.12	3.20	3.05	5.68
Gd	6.51	7.01	6.09	8.25	5.02	9.57	10.32	8.13	8.92	27.78	9.01	9.34	8.96	19.55
Tb	0.63	0.67	0.55	0.78	0.54	1.05	1.15	0.90	0.96	2.62	0.96	0.96	0.94	1.87
Dy	2.94	3.08	2.48	3.59	2.78	5.14	5.34	4.29	4.62	10.85	4.59	4.76	4.49	7.90
Ho	0.49	0.51	0.43	0.58	0.43	1.00	0.90	0.76	0.82	1.72	0.81	0.81	0.82	1.21
Er	1.17	1.21	1.11	1.43	1.13	2.22	2.09	1.92	1.99	3.92	2.16	2.08	2.17	2.96
Tm	0.26	0.16	0.16	0.19	0.16	0.33	0.29	0.28	0.27	0.47	0.31	0.31	0.31	0.34
Yb	1.05	1.03	1.06	1.21	1.04	2.07	1.82	1.87	1.88	2.97	2.14	2.28	2.14	2.18
Lu	0.15	0.14	0.14	0.18	0.16	0.31	0.27	0.28	0.29	0.44	0.34	0.36	0.33	0.33
Hf	3.21	3.06	3.09	3.64	1.96	4.15	5.44	4.94	5.26	11.97	6.65	5.87	7.12	10.29
Ta	4.64	4.19	4.44	4.50	1.49	3.64	2.48	2.30	2.37	8.43	2.62	2.51	2.71	7.97
W	0.24	0.42	0.21	1.13	н/о	0.64	н/о	0.37	1.00	н/о	0.31	0.46	0.78	н/о
Pb	7.56	15.84	6.82	10.20	14.01	11.65	6.43	3.56	3.06	3.87	8.57	16.10	8.80	2.97
Th	8.96	8.35	9.56	9.10	2.65	7.00	4.31	4.35	4.53	18.05	5.81	5.63	6.04	21.24
U	1.77	1.54	1.88	1.90	0.42	1.64	0.78	0.95	1.03	2.77	1.29	1.21	1.38	1.76

Таблица 1.1 (продолжение)

Table 1.1 (continued)

Структура	Северо-Припятское плечо		Гомельская перемычка						Припятский грабен							
Номер образца	15Bl-805/395	15Bl-65/348	15Bl-69-3/306	15Bl-63д-3/250	15Bl-101/264	15Bl-2ц/424	15Bl-784/423	15Bl-784/424	15Bl-Dn1/3564	15Bl-Ya3/1207	15Bl-Ya3/976	15Bl-Mh3/2366	15Bl-Vs1/1791	15Bl-Ar3/4314	15Bl-Ar3/4514	15Bl-Brs3/2921
SiO ₂	33.79	55.08	47.29	44.12	54.05	44.67	52.57	41.92	44.13	42.50	41.13	57.52	38.96	38.71	38.30	36.68
TiO ₂	6.27	1.19	1.62	3.39	0.42	2.18	0.51	3.13	2.84	3.10	2.43	0.62	2.72	2.12	3.56	2.15
Al ₂ O ₃	4.35	16.61	13.53	13.01	21.73	14.95	21.09	15.52	10.33	13.18	13.64	18.58	5.72	7.81	9.72	7.65
Fe ₂ O ₃	19.41	7.30	9.73	13.72	4.24	11.37	4.37	17.52	13.92	12.87	12.81	4.38	15.47	10.88	16.93	14.17
MnO	0.28	0.12	0.16	0.12	0.16	0.37	0.15	0.12	0.11	0.19	0.33	0.09	0.21	0.12	0.13	0.16
MgO	13.45	2.14	8.43	4.81	0.32	1.95	1.01	3.54	12.78	7.33	8.40	1.36	18.21	13.86	9.08	14.61
CaO	16.10	4.24	6.54	9.06	3.45	7.31	3.55	1.93	3.32	7.87	4.92	3.20	11.94	11.99	11.26	13.14
Na ₂ O	0.69	5.46	3.52	3.48	8.01	7.65	8.59	2.29	0.90	4.07	2.68	6.50	1.68	0.39	0.88	0.71
K ₂ O	0.24	4.18	3.61	2.46	3.22	1.37	2.94	1.08	3.10	1.19	2.42	2.79	0.70	2.49	3.09	0.44
P ₂ O ₅	2.01	0.51	0.67	0.81	0.09	0.35	0.13	0.33	0.69	0.59	0.50	0.13	0.54	0.45	0.76	0.56
ППП	2.90	2.59	4.38	4.37	3.44	6.87	4.40	12.07	7.15	6.55	9.29	4.20	3.13	10.14	5.64	8.99
S	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	0.22	<0.02	0.04	0.07	0.03	0.12	<0.02	<0.02	0.24	0.15	0.11
Сумма	99.49	99.42	99.48	99.35	99.18	99.26	99.31	99.49	99.34	99.47	98.67	99.37	99.28	99.20	99.50	99.37
mg# (%)	57.9	36.7	63.2	41.0	13.0	25.4	31.4	28.6	64.5	53.0	56.5	38.1	70.0	71.6	51.5	67.1
Cr	160	13	23	<10	<10	<10	<10	<10	244	72	12	<10	839	813	48	684
V	418	117	174	270	52	521	47	130	283	253	305	49	203	220	347	231
Co	75	15	28	30	<10	15	<10	<10	49	26	43	<10	91	61	55	51
Ni	137	12	39	29	<10	<10	<10	<10	109	49	38	<10	754	644	70	459
Cu	773	45	144	263	<10	36	<10	31	478	252	568	<10	283	222	334	261
Zn	109	92	83	159	91	184	94	558	68	546	239	22	117	58	113	285
Rb	12	66	56	37	66	46	54	31	51	52	68	42	31	35	49	17
Sr	459	1014	1193	1711	1561	1508	1679	484	763	688	886	1269	1190	437	958	475
Y	53	31	24	28	25	26	25	45	28	41	57	23	24	18	25	20
Zr	183	288	190	334	332	532	292	622	196	458	711	333	170	141	150	118
Nb	60	41	33	80	53	81	71	67	32	118	86	57	43	29	28	17
Ba	604	1685	1314	1165	3152	1799	2176	1170	1594	247	693	2049	725	1850	816	553
Li	230.63	13.77	66.19	110.69	36.24	58.20	76.08	138.15	178.70	193.26	200.80	8.07	70.01	243.92	60.17	200.41
Sc	57.7	8.7	16.4	21.5	1.4	3.4	1.2	7.8	33.2	18.1	8.8	2.2	31.1	25.7	36.9	36.1
Ti	39645	6387	9885	20139	2535	12680	3159	17769	15107	18265	13153	3235	17514	12896	20099	14432
V	642	118	237	382	37	680	38	174	312	298	368	46	307	296	486	362

Таблица 1.1 (продолжение)

Table 1.1 (continued)

Структура	Северо-Припятское плечо		Гомельская перемычка						Припятский грабен							
Номер образца	15Bl-805/395	15Bl-65/348	15Bl-69-3/306	15Bl-63д-3/250	15Bl-101/264	15Bl-2ц/424	15Bl-784/423	15Bl-784/424	15Bl-Dn1/3564	15Bl-Ya3/1207	15Bl-Ya3/976	15Bl-Mh3/2366	15Bl-Vs1/1791	15Bl-Ar3/4314	15Bl-Ar3/4514	15Bl-Brs3/2921
Cr	223	15	29	20	5	3	4	1	231	85	23	4	1084	1023	69	888
Mn	3001	1044	1596	1204	1443	3580	1309	1142	837	1690	2849	830	2165	1204	1214	1811
Co	79	15	34	37	3	17	4	18	46	35	43	3	105	85	61	81
Ni	150	11	37	30	3	3	3	3	112	53	38	5	770	689	74	476
Cu	713.6	50.6	153.5	254.1	10.2	46.6	10.0	28.4	476.7	252.6	573.1	12.3	272.9	242.6	343.7	276.9
Zn	150.1	115.5	130.0	203.4	118.0	209.5	121.0	594.9	362.8	767.8	272.1	35.0	135.5	72.3	185.1	413.7
Rb	8.5	76.8	61.0	42.2	69.4	52.3	58.6	31.6	54.4	55.8	80.0	44.9	34.7	38.0	51.8	13.5
Sr	476.7	1169.6	1319.9	1878.7	1815.8	1757.5	1918.6	491.3	795.8	745.1	960.4	1551.8	1318.5	493.6	1001.5	529.2
Y	57.9	27.5	25.2	30.0	22.9	25.5	22.7	38.3	24.5	41.8	42.8	22.0	24.0	20.6	25.0	21.9
Zr	270.1	299.8	247.5	486.9	392.2	647.8	344.0	614.6	230.9	529.1	825.3	379.2	254.2	195.1	212.7	162.8
Nb	131.0	61.6	70.0	168.3	71.5	177.1	92.8	156.6	58.5	212.6	194.8	77.8	136.0	67.8	61.1	50.9
Mo	0.01	2.06	2.05	0.70	1.90	0.50	3.99	4.23	0.92	0.50	н/о	1.94	0.30	0.37	1.09	1.15
Cs	0.19	0.21	1.23	0.73	0.65	2.14	0.80	0.30	0.44	2.57	1.33	0.19	0.98	0.45	0.55	0.62
Ba	764	2218	1685	1528	3662	2364	2494	1401	1891	271	911	2549	924	2524	992	654
La	188.46	79.52	62.31	136.95	87.47	71.01	104.12	151.06	61.18	107.26	57.13	69.72	105.67	52.92	60.93	44.16
Ce	479.06	155.89	124.65	280.80	150.81	107.43	175.12	308.14	114.02	216.17	105.93	118.73	215.73	104.30	124.64	97.87
Pr	61.58	17.12	13.90	32.47	14.20	10.27	15.69	35.44	14.45	23.16	11.61	11.80	23.19	11.76	15.42	11.54
Nd	228.26	57.53	51.39	107.99	44.34	31.92	46.80	119.24	51.81	81.25	40.73	36.04	79.71	41.33	56.72	41.98
Sm	41.68	9.21	8.86	18.38	6.35	5.50	6.87	19.02	9.37	14.47	8.83	5.97	13.20	7.64	10.96	8.22
Eu	11.01	3.23	2.79	5.16	2.77	2.17	2.68	5.30	3.12	3.95	2.89	2.40	3.77	2.77	3.32	2.57
Gd	36.40	9.76	8.62	17.66	7.09	6.22	7.52	18.68	9.37	13.81	8.89	6.37	13.38	7.57	10.51	8.21
Tb	3.71	0.97	0.94	1.71	0.69	0.68	0.74	1.83	1.01	1.55	1.15	0.67	1.25	0.82	1.14	0.85
Dy	15.15	4.77	4.47	6.58	3.35	3.82	3.56	7.52	4.59	7.47	7.02	3.34	5.25	3.90	5.25	3.94
Ho	2.16	0.84	0.76	0.99	0.63	0.65	0.64	1.23	0.77	1.27	1.33	0.64	0.80	0.66	0.86	0.64
Er	4.74	2.16	1.87	2.51	1.74	1.78	1.67	3.04	1.86	3.16	3.60	1.65	1.92	1.48	1.89	1.46
Tm	0.47	0.32	0.27	0.30	0.27	0.29	0.28	0.36	0.24	0.42	0.59	0.26	0.21	0.21	0.25	0.18
Yb	2.65	2.24	1.87	1.89	2.00	1.94	1.95	2.24	1.53	2.70	3.78	1.91	1.31	1.36	1.62	1.17
Lu	0.36	0.34	0.28	0.30	0.34	0.31	0.29	0.32	0.23	0.39	0.54	0.29	0.19	0.19	0.23	0.18
Hf	8.36	6.58	5.76	10.38	7.67	13.18	6.40	13.89	4.97	11.19	14.94	6.10	5.71	4.43	5.35	3.85

Таблица 1.1 (продолжение)

Table 1.1 (continued)

Структура	Северо-Припятское плечо		Гомельская перемычка						Припятский грабен							
Номер образца	15Bl-805/395	15Bl-65/348	15Bl-69-3/306	15Bl-63д-3/250	15Bl-101/264	15Bl-2ц/424	15Bl-784/423	15Bl-784/424	15Bl-Dn1/3564	15Bl-Ya3/1207	15Bl-Ya3/976	15Bl-Mh3/2366	15Bl-Vs1/1791	15Bl-Ar3/4314	15Bl-Ar3/4514	15Bl-Brs3/2921
Ta	11.34	2.81	2.79	7.53	2.21	3.64	3.15	7.71	2.67	8.49	4.05	2.73	6.70	2.91	2.63	2.11
W	н/о	н/о	1.78	н/о	1.12	н/о	1.13	1.71	н/о	1.12	н/о	1.02	1.42	н/о	н/о	0.23
Pb	3.18	16.90	3.87	20.88	26.71	16.49	23.38	44.77	3.91	6.92	8.38	6.89	2.57	4.30	4.10	114.47
Th	26.04	5.88	6.16	22.62	8.78	4.36	11.91	21.28	5.62	23.13	8.63	8.54	10.22	5.56	5.27	2.92
U	2.81	1.25	1.40	2.93	2.24	2.47	2.86	3.41	1.03	4.22	4.40	1.57	2.02	1.21	1.09	0.62

Примечание. mg#=100·(MgO/40.3044/(MgO/40.3044+0.89981·Fe₂O₃/71.8464)). Породообразующие окислы и Cr, V, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba определены методом РФА в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН. Курсивом выделены концентрации редких и малых элементов, определенных методом ICP-MS в ИПТМ РАН (г. Черногловка).

Note. mg#=100·(MgO/40.3044/(MgO/40.3044+0.89981·Fe₂O₃/71.8464)). The rock-forming oxides and Cr, V, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba have been determined by the XRF method at the Mineral Substance Analysis Laboratory of the IGEM RAS. Rare and trace element concentrations in italics are those determined by the ICP-MS method at the IMT RAS (Chernogolovka).