

## МЕТАЛЛОГЕНИЯ НЕФЕЛИНОВЫХ СЕРИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

**А.Н. Донской, Н.А. Донской**

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеново НАН Украины  
03680, просп. Палладина, 34, г. Киев, Украина  
donick\_gg@mail.ru*

Описана металлогения нефелиновой протерозойской сиенитовой и девонской базит-ультрабазитовой серий юго-западной части Восточноевропейской платформы. Первая сформировалась при активизации консолидированных докембрийских структур этого региона, вторая развита в Днепровско-Донецкой впадине и зонах, тяготеющих к ее бортам. Эти магматические образования сопровождаются разнообразными метасоматитами с повышенной концентрацией глинозема, фосфора, редких металлов и редкоземельных элементов, а в девонских образованиях, возможно, и алмазов.

**Введение.** С нефелиновыми сериями связаны комплексные месторождения редких металлов, глиноземного сырья, щелочных продуктов и др. Отмечается связь этих серий с породами типа лампроитов, поэтому изучение их представляет не только научный, но и практический интерес.

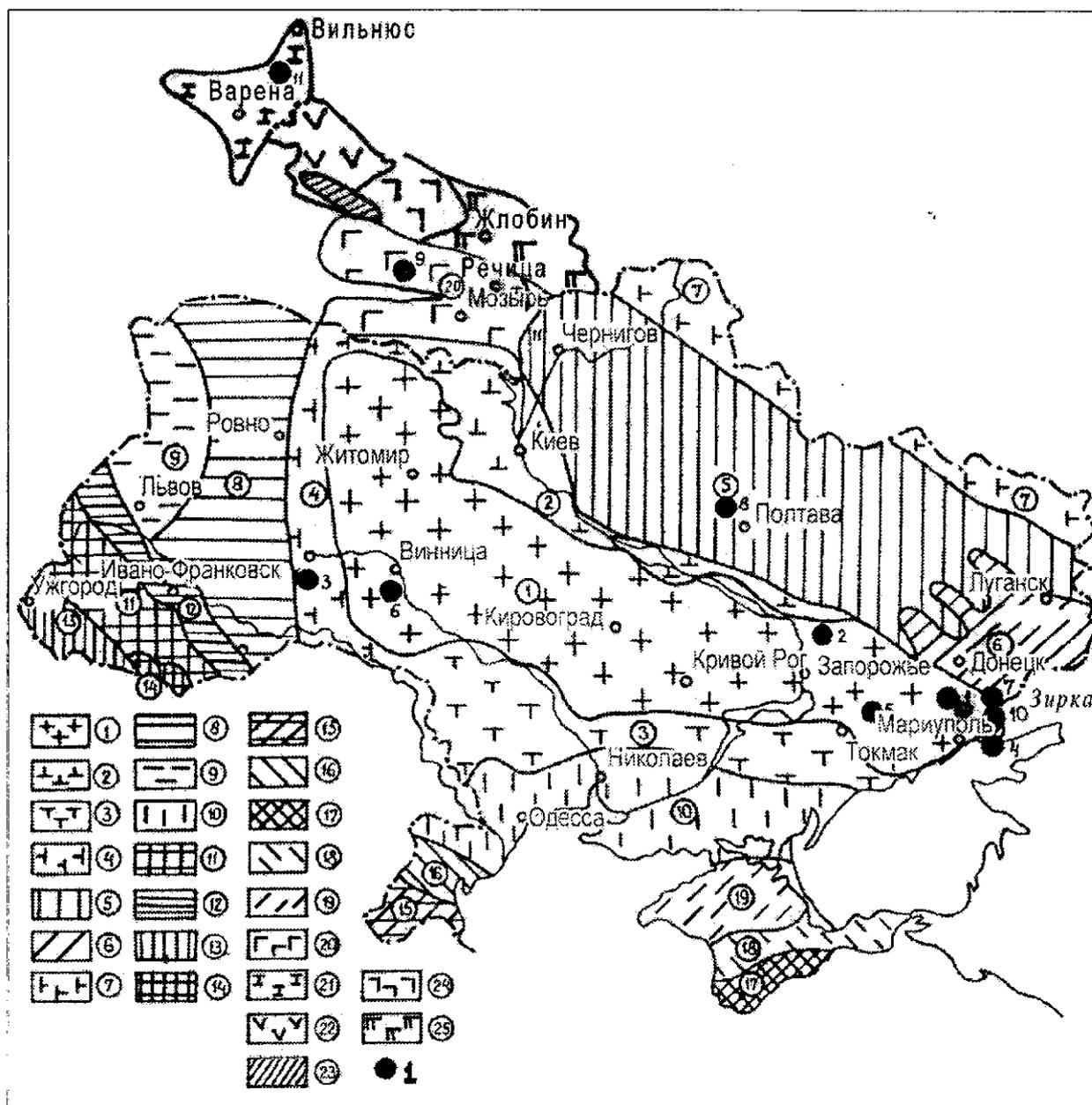
Все известные проявления нефелиновых пород объединены в две серии: протерозойскую сиенитовую и девонскую щелочных габброидов. Массивы щелочных пород сиенитовой серии обрамляют Украинский щит (УЩ) с юго-востока (Приазовский мегаблок) и запада (рисунок) [6]. Обнаружен также щелочной массив в Литве (Варенская площадь). Есть предпосылки для обнаружения подобных массивов в западной части Беларуси [5, 7]. Эти массивы имеют зональное строение и располагаются преимущественно в местах пересечения глубинных разломов. По возрасту они относятся большей частью к среднему протерозою. Выделены такие главные этапы формирования щелочных пород: 1) сиенитовый, преимущественно калиевый, породы этого этапа преобладают в массивах; 2) ультращелочной (нефелиновый), преимущественно натриевый, более локальный, в виде жилообразных тел; 3) альбититовый, натриевый, развивается по всем

породам массива за исключением ультрабазитов и базитов; 4) карбонатитовый, обычно мало распространен; 5) дайковый – завершает процесс формирования массивов в виде линейных жил. Одна из характерных особенностей пород этой серии – преобладание алюминия по отношению к сумме щелочей (миаскитовый тип).

Более молодая девонская серия нефелиновых и лейцитовых пород относится к заключительному – третьему – субкомплексу девонского вулканогенного комплекса. Представлены эти породы интрузивными гипабиссальными породами и их эффузивными аналогами. Коэффициент апаитности пород колеблется от 0,88 до 1,65.

Общей особенностью обеих серий служит то, что они завершают формирование определенных тектономагматических циклов. В них установлено накопление щелочей и редких металлов. Но генетически эти серии различны – в протерозойской серии щелочных сиенитов наблюдается тесное переплетение магматических и метасоматических процессов, между ними трудно провести определенную границу, в них отсутствуют эффузивные породы. В девонской же серии пород магматические и метасоматические процессы четко разграничены как во времени, так и в пространстве; наблюдается большое количество вулканогенного материала.

© А.Н. Донской, Н.А. Донской, 2011



Схематическая карта распространения пород нефелиновых серий юго-западной части Восточноевропейской платформы: 1 – Украинский щит; 2 – северо-восточный склон щита; 3 – южный склон щита; 4 – западный склон щита; 5 – Днепровско-Донецкая впадина; 6 – Донецкий кряж; 7 – юго-западный склон Воронежского щита; 8 – Волыно-Подольская плита; 9 – Львовско-Волинская впадина; 10 – Причерноморская впадина; 11 – складчатая область Карпат; 12 – Предкарпатский передовой прогиб; 13 – Закарпатская впадина; 14 – Раховский массив; 15 – склон Добруджи; 16 – Добруджинский прогиб; 17 – Крымский горы; 18 – Крымский передовой прогиб; 19 – эпигерцинская Скифская платформа; 20 – Припятская впадина; 21 – Прибалтийская моноклираль; 22 – Вороновское поднятие; 23 – Центрально-Белорусский массив; 24 – Белорусская антиклиз; 25 – Жлобинская седловина. Зачерненные кружки – проявления нефелиновых серий: протерозойские: 1 – Октябрьский массив; 2 – Малотерсянский массив; 3 – Проскуровский массив; 4 – Щербаковский массив; 5 – Черниговская зона; 6 – Лукашевская структура; девонские: 7 – Покрово-Киреевская структура; 8 – Белоцерковский выступ; 9 – Припятская впадина; 10 – Хомутовская аномалия; 11 – Варенская площадь

Особенности металлогении щелочных комплексов юго-восточной части восточноевропейской платформы. Щелочные комплексы протерозойской сиенитовой серии довольно широко распространены в юго-восточной части Восточноевропейской платформы, особенно в ее приазовской части. Из этих массивов наиболее изучен

Октябрьский. В геологическом строении этого массива выделены следующие группы пород: основные и ультраосновные, ощелоченные граниты, граносиениты, щелочные сиениты, комплекс нефелиновых пород, альбититы, карбонаты и дайковые породы. Наиболее древние среди них, вероятно, основные и ультраосновные поро-

ды, обнаруженные в виде останцев и ксенолитов. Основное тело массива сложено щелочными сиенитами, его окаймляют ошелоченные граниты и граносиениты. Наибольший практический интерес как комплексные руды на глинозем и редкие металлы, представляют нефелиновые породы. Выделяются основные типы пород, соответствующие комплексным рудам: нефелинизированные сиениты (пуласкиты), фойяиты, мариуполиты и щелочные пегматиты. Нефелиновые породы образуют залежи жильной формы.

Большое практическое значение имеют альбититы, не образующие самостоятельных крупных тел и развивающиеся по щелочным породам, либо по гранитам. Выделяются три типа редкометалльных альбититов: 1) циркон-пирохлоровые, развиваются по нефелиновым породам; 2) пиро-

хлоровые по сиенитам; 3) циркониевые по гранитам. Завершающим этапом метасоматоза служит образование карбонатитов. Они мало распространены в массиве и не имеют рудной нагрузки. Завершают процесс формирования массива дайковые породы, которые делятся на две серии: щелочную и лампрофировую. Октябрьский массив возник на пересечении зон глубинных разломов северо-западного и северо-восточного простирания. Образование рудных тел связано с коническими нарушениями, зафиксированными на разных участках массива.

Щелочные серии сопровождают ценные руды различных видов минерального сырья, обычно это комплексные месторождения. Большинство месторождений таких редких металлов как цирконий, ниобий, тантал ассоциирует со

Таблица 1. Химический состав основных типов пород Октябрьского массива

Номер п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MnO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	F	ZrO <sub>2</sub>
1	32.86	10.56	8.2	5.68	15.37	13.02	0.2	9.05	1.26	0.7	0.008	-	-	-	-
2	42.3	5.1	10.81	3.81	9.15	13.79	0.21	10.58	2.15	0.32	H/o	-	-	-	-
3	45.1	1.25	2.79	4.56	5.37	13.7	0.07	22.02	0.3	0.06	-	0.03	-	0.05	-
4	45.9	1.71	5.81	1.86	8.42	17.11	0.17	16.09	0.7	0.1	0.03	-	-	-	-
5	64.34	0.22	17.09	3.44	0.94	0.57	0.18	0.57	7.6	4	0.14	-	-	-	-
6	53.24	1.54	15.97	2.67	6.04	5.98	0.28	3.89	4.54	4.86	0.58	0.23	0.05	-	0.005
7	58.66	0.34	18.86	1.98	1.55	1.98	-	0.82	7	5.33	-	-	0.03	0.1	-
8	56.09	Сл.	18.03	3.92	1.58	0.85	0.48	1.45	8.39	7.06	0.06	0.21	0.23	-	-
9	56.1	0.18	21.44	1.45	3.82	1.6	0.22	0.35	5.3	9.92	-	-	-	-	-
10	41.22	0.05	28.4	1.05	2.21	4.81	0.2	3.37	1.03	7.46	0.06	0.22	0.07	-	0.01
11	55.9	0.33	19.36	2.49	5.06	2.69	0.2	0.25	7.04	5.1	0.07	-	-	-	-
12	51.5	0.11	22.19	6.6	1.44	1.54	0.31	0.49	10.85	9.22	0.12	0.15	0.06	0.15	-
13	57.53	0.14	23.12	1.02	2.42	0.42	0.08	0.19	9.81	3.42	0.05	0.2	0.01	-	-
14	58.95	0.33	20.47	2.9	1.72	0.77	0.68	0.7	11.31	1.67	0.06	0.17	0.13	0.2	-
15	57.08	0.14	22.73	1.95	0.65	1.08	-	0.78	8.5	7.41	0.01	-	0.01	0.09	0.11
16	47.8	0.17	23.14	1.26	2.59	4.3	0.13	0.1	12	2.59	0.03	-	-	-	-
17	66.4	Сл.	19.89	0.93	0.44	0.98	0.2	0.34	9.24	0.91	0.06	0.25	0.05	0.02	-
18	64.03	0.38	15.34	5.04	0.79	1.03	0.22	0.2	7.28	4.22	0.08	-	-	-	-
19	35.85	1.9	13.15	27.28	-	0.78	-	8.54	0.36	9.65	-	-	-	-	-
20	18.01	3.6	5.9	3.7	9.77	25.44	0.63	4.84	1.71	2.26	0.27	Сл.	-	-	-
21	41.96	3.36	12.26	11.36	5	9.05	0.23	8.06	2.93	1	0.69	0.35	-	-	-

Примечание. Породы: 1 – габбро, 2 – пироксенит, 3 – перидотит, 4 – габбро-пироксенит, 5 – альбитизированный гранит, 6 – щелочной сиенит биотито-амфиболовый, 7 – щелочной сиенит-пегматит, 8 – фойяит биотито-амфиболовый, 9 – фойяит лейкократовый, 10 – фойяит пегматоидный, 11 – микрофойяит, 12 – мариуполит пегматоидный эгириновый, 13 – мариуполит биотитовый, 14 – мариуполит м/з меланократовый, 15 – микроклино-нефелиновый пегматит альбитизированный, 16 – существенно нефелиновый щелочной пегматит, 17 – альбитит, 18 – зона альбитизации, 19 – полевошпато-слюдистая порода, 20 – зона карбонатизации, 21 – лампрофир (диабазовый порфирит с вкрапленниками полевого шпата и миндалинами белого кварцита). Источник: 1, 2, 4, 5, 11, 16, 18, 20 – лаборатория ИГФМ АН УССР;

щелочными метасоматитами древних докембрийских щитов. При изучении изменения содержания ниобия, циркония и тантала отмечается повышение их количества в 100 раз по отношению к кларковому во вмещающих породах до пород ультращелочного и альбититового этапов. В породах щелочной серии отмечается постоянное преобладание ниобия над танталом. Главными минералами-концентраторами тантало-ниобатов служат пирохлор, ферсмит, колумбит, ильменорутит. Эти минералы концентрируют 95 % ниобия и тантала породы. Основной минерал-концентратор циркония – циркон (свыше 90 % циркония). Отмечены повышенные значения содержания редкоземельных элементов цериевой подгруппы (до 0,4 %). Главные их концентраторы – бритоцит, пирохлор, циркон, ринкит, редкоземельный апа-

тит и монацит. Таким образом, комплексными рудами на алюминий, щелочные продукты и редкие металлы служат нефелиновые породы, а редкие металлы концентрируются также в альбититах. Этапы образования этих пород следует считать основными рудоносными стадиями щелочного метасоматоза. Участки развития пород этих этапов и представляют собой месторождения комплексных руд. В массиве выделены три таких месторождения – Мазурова Балка, Калинино-Шевченковское и Вали-Тарама.

**Месторождение Мазурова Балка** располагается в северо-восточной части массива. Оно сложено полого залегающими жильными телами нефелиновых пород (в настоящее время их установлено 7), разделенными безрудными блоками базит-ультрабазитового состава. Месторождение разведано с помощью большой сети горных выработок. По минеральному составу выделены такие типы руд: 1. Обогащенные глиноземом и щелочами – мариуполиты и щелочные пегматиты – составляют 90 % запасов месторождения, они сложены нефелином, альбитом и микроклином в разном соотношении, в подчиненном количестве – эгирин и биотит; 2 – с пониженным содержанием алюминия и повышенным – кремния и железа: сиенит-пегматиты, альбититы и слюдиты – состоят преимущественно из альбита, микроклина, иногда биотита, нефелин содержится в небольшом количестве. Эти руды обычно содержат редкие металлы. Запасы их не превышают 10 %.

По физическому состоянию руды разделяются на крепкие и смешанные. К смешанным относятся треть руд первой (верхней) залежи. Остальные руды крепкие, то есть не подверженные процессам выветривания. Смешанные руды – это первая зона коры выветривания руд, зона дезинтеграции. По своему минералогическому составу они приблизительно соответствуют крепким рудам, но переизмельчение первичных минералов и наличие небольшого количества глинистых отрицательно влияет на извлечение редкометалльных минералов.

**Калинино-Шевченковское месторождение** располагается в южной части Октябрьского массива. Вмещающими породами служат щелочные сиениты. Рудное тело представлено системой параллельных жил зонального строения. Выход его на поверхность имеет жилообразную форму северо-восточного направления протяженностью около 1 км при ширине не более 0,5 км. Оно прослеживается в глубину на более чем 300 м, в централь-

Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	S	H <sub>2</sub> O <sub>гипр</sub>	П. п. п.	Сумма
-	-	-	1.4	0.39	0.06	1.06	99.818
-	-	-	-	0.1	0.31	1.56	100.23
-	-	-	-	-	-	-	100.31
-	-	-	0.44	0.23	0.28	0.86	99.71
-	-	-	0.5	Сл.	0.1	0.31	99.67
-	-	-	-	-	0.34	1.64	100.17
0.14	0.008	0.04	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	1.24	100.38
-	-	-	-	-	-	0.95	-
0.001	-	-	4.25	-	-	1.66	100.46
-	-	-	0.14	Сл.	Сл.	1.08	99.71
-	-	-	0.57	-	0.12	1.35	100.54
-	-	-	-	-	-	1.34	99.84
-	-	-	0.11	-	0.05	0.29	100.51
0.052	0.004	0.02	-	-	-	-	-
-	-	-	1.2	0.3	0.16	4.43	100.2
-	-	-	0.42	-	0.15	0.2	100.47
-	-	-	0.17	Сл.	0.14	1.08	100
0.03	0.003	0.02	-	-	-	-	-
-	-	-	20.65	1.42	0.05	2.07	100.32
-	-	-	-	-	0.2	3.29	99.37

3 – (Айнберг, 1933); 6, 8, 14, 17 – лаборатория ИГН АН УССР; 7, 9, 10, 12, 13, 15, 19 – Одесская лаборатория ИОНХ АН УССР; 21 – (Елисеев и др., 1965.). В ячейках таблиц указаны оригинальные значения, приведенные в публикациях или ведомостях химических анализов лабораторий; знак «-» соответствует «не обнаружено» или «не определялось».

ной части разделено полосой безрудных сиенитов мощностью 100х200 м. Крепкие руды перекрыты рыхлыми и кайнозойскими отложениями мощностью около 40 м.

Основные типы комплексных руд – мариуполиты, фойяиты и нефелинизированные сиениты (пуласкиты). Состав мариуполитов приблизительно соответствует мариуполитам месторождения Мазурова Балка. Фойяиты состоят из микроклина (свыше 50%), нефелина, а также альбита, эгирина, биотита и амфибола. Наименее ценный тип руд – нефелинизированные сиениты (пуласкиты). Они содержат свыше 60 % полевых шпатов, около 20 % темноцветных минералов, до 10 % нефелина.

К западу от Калинино-Шевченковского месторождения располагается участок **Вали-Тарама**, сложенный фойяитами, щелочными сиенитами и мариуполитами. Отдельные крутопадающие жилы нефелиновых руд непосредственно выходят на поверхность. Участок слабо разведан, но на нем возможен прирост запасов руд.

Образование щелочного комплекса пород Октябрьского щелочного массива произошло в результате ошелачивания вмещающей гнейсо-мигматитовой толщи, а также нормальных гранитов, которые играли роль рамы. Этапов формирования щелочных пород было не менее четырех. Наиболее ранний (преимущественно калиевый) привел к образованию основного (сиенитового) тела массива. Следующий (преимущественно натриевый) – ультращелочной нефелиновый был локальным. Эти этапы были смешанными – метасоматическими и магматическими, но метасоматические процессы преобладали. Последующие два этапа – альбититовый и карбонатитовый – чисто метасоматические. Они связаны с понижением температуры и изменением химического состава растворов. Поступление высокотемпературных флюидов проходило по глубинным разломам, на пересечении которых располагается Октябрьский щелочной массив (табл. 1) [4].

Второй щелочной массив сиенитовой формации – Малотерсянский – находится в северной части Орехово-Павлоградской шовной зоны. Вмещающими породами здесь служат граниты и мигматиты. Сам щелочной массив образует овальное тело вытянутой формы площадью около 40 км<sup>2</sup>, разделенное шовной тектонической зоной на две неравные части со смещением. Кристаллические породы перекрыты осадочным чехлом мощностью 15–120 м. Наиболее древние породы

базит-ультрабазитового состава, габбро и пироксениты, встречены в небольшом количестве на юго-западном фланге массива. Сиениты и граносиениты преобладают в основном теле и слагают весь северный блок. ореол фенитизированных пород, сложенных граносиенитами и кварцевыми сиенитами, относительно невелик. Нефелиновые породы образуют жильные тела и представлены преимущественно фойяитами. Альбититы в пределах массива распространены ограниченно. Для них характерна редкометалльная минерализация, в основном с цирконом и пироксеном. В этих породах отмечено самое высокое содержание ниобия среди щелочных пород Украины (2,5 %). Карбонатиты распространены значительно шире, чем на Октябрьском массиве, но их рудная специализация слабо изучена. Все кристаллические породы секут дайки лампрофиров. По строению и составу пород Малотерсянский напоминает Октябрьский массив, что отмечено рядом исследователей [2]. А нефелиновые породы его, наряду с Октябрьским массивом, могут быть использованы для добычи нефелиновых руд.

На западном фланге УЩ встречено несколько проявлений нефелиновых пород [8, 9, 12]. Из них наиболее изучен Проскуровский щелочной массив, открытый геологом П.Ф. Брацлавским при проведении геологической съемки 1 : 50 000. Площадь его около 15 км<sup>2</sup>. Структурно массив располагается на пересечении глубинных разломов – Зиньковского и Подольской зоны. Вмещающими для массива служат граниты чудно-бердичевского комплекса. Выделяются такие этапы формирования щелочных пород: сиенитовый, ультращелочной (нефелиновый), пегматоидные выделения и наложенные карбонатитовые образования, связанные с брекчированием. Наиболее распространены породы сиенитового этапа, среди которых преобладают щелочные сиениты. Щелочные граниты и кварцевые сиениты образуют внешнюю кайму массива. Породы нефелинового этапа представляют собой вытянутые тела жиллообразной формы мощностью от единиц до сотен метров. Среди них выделяются нефелинсодержащие пироксениты, ийолиты, мельтейгиты, малиньит-ювиты и нефелиновые сиениты. Из нефелиновых пород наиболее перспективны в качестве комплексных руд нефелиновые сиениты с содержанием глинозема 22–23 % и малиньиты (21–22 %). Для них также характерно высокое содержание суммы щелочей (преимущественно натрия) – около 11 %. Породы относятся к миас-

китовому типу. Щелочные породы этого массива содержат значительно меньшее количество редких металлов и редкоземельных элементов, но повышенное (по сравнению с Октябрьским массивом) содержание фосфора (табл. 2).

Октябрьский и Проскуровский щелочные массивы образовались, вероятно, по одной генетической схеме. Оба массива частично эродированы и дифференцированы, но Проскуровский в меньшей степени.

Своеобразный комплекс нефелиновых пород встречен в районе Лукашевской структуры, возле г. Винница, где они образовались в результате воздействия щелочных растворов на приконтактовую часть карбонатных и силикатных тел. Нефелиновые породы в данном случае – образования типа скарнов [15].

Из других проявлений нефелиновой протерозойской серии необходимо отметить Новополтав-

ский массив (Черниговская зона). Выделяются три группы слагающих его пород. Наиболее древние вмещающие породы представлены гнейсо-мигматитами. Вторая группа, собственно щелочная, состоит из ошелоченных гранитов, граносиенитов (нордмаркитов), щелочных сиенитов (твейтозитов) и мариуполитов (канадитов). Преобладают щелочные сиениты. Наиболее молодая группа представлена карбонатитами. Комплекс пород Черниговской зоны отличается от Октябрьского массива линейным характером и большим объемом карбонатитов, которые к тому же несут определенную рудную нагрузку [3, 10, 13].

В конце 1970-х г. геологом Черновым М.К. во время геологической съемки масштаба 1 : 50 000 был открыт новый щелочной массив протерозойского возраста на границе Донецкой и Ростовской областей (в районе с. Щербаковка), где на глубине 500х800 м под кровлей осадочных пород с

Таблица 2. Химический состав щелочных пород Проскуровского массива (по данным Брацлавского П.Ф.), %

Номер п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	П. п. п.	H <sub>2</sub> O	Сумма
1	44.96	1.04	13.2	5.57	6.81	0.17	5.26	12.78	5.22	1.74	0.505	0.71	1.98	0.01	99.54
2	45.32	0.95	14.3	5.23	6.44	0.163	5.01	11.3	5.8	2	0.46	0.58	2.32	0.02	99.54
3	53.5	0.37	19.86	3.28	3.23	0.084	2.66	5	5.64	3.09	0.46	0.2	2.25	0.27	99.52
4	53.84	0.5	21.56	2.72	3.79	0.05	1.42	3.04	6.26	3.59	0.177	0.19	2.47	0.13	99.61
5	54.37	0.41	23.05	1.46	3.12	0.038	1.11	1.24	9.04	4.06	0.064	0.27	1.45	0.13	99.58
6	49.96	0.69	21.4	2.52	4.35	0.081	2.85	4.28	8.62	3.03	0.432	0.27	1.11	0.03	99.59
7	47.36	0.76	16.45	4.48	5.21	0.14	4.79	8.68	7.15	2.77	0.364	0.64	1.16	0.09	99.58
8	57.62	0.68	21.61	1.78	4.65	0.061	2.18	2.47	8.49	3.58	0.302	0.24	1.9	1.12	99.56
9	57.39	0.65	21.75	1.71	4.54	0.065	2.31	2.78	8.49	3.42	0.282	0.24	1.88	0.08	99.51
10	53.69	0.47	22.9	0.93	3.98	0.042	1.28	1.51	8.63	4.15	0.248	0.05	1.73	0.07	99.61
11	53.25	0.47	22.47	1.73	3.98	0.062	1.32	2.23	8.76	3.45	0.354	0.07	1.4	0.03	99.54
12	55.28	1.22	17.45	4.69	5.58	0.12	2.32	1.96	6.27	4.38	0.093	0.03	1.04	0.01	99.53
13	46.09	0.82	16.41	3.59	6.25	0.147	4.79	8.79	6.75	2.67	0.568	0.54	2.57	Не обн.	99.68
14	46.3	0.77	16.55	3.34	6.25	0.14	5.3	9.35	6.63	2.64	0.398	0.54	1.57	0.07	99.53
15	48.11	0.5	20.27	2.59	4.54	0.084	3.39	6.54	8.75	2.83	0.415	0.15	1.38	Не обн.	99.54
16	60.52	0.24	15.76	1.01	4.07	0.133	1.69	4.89	5.61	3.38	0.45	0.23	1.4	0.08	99.58
17	62.5	0.32	17.32	1.34	2.74	0.072	1.06	2.58	6.64	4.16	0.314	0.22	0.69	0.13	99.95
18	53.66	0.36	7.15	2.43	9.29	0.224	6.2	13.4	3.14	1.54	0.51	0.31	1.3	0.07	99.57
19	45.84	0.84	16.31	3.98	5.83	0.15	4.84	9.42	6.93	2.6	0.73	0.43	1.88	0.06	99.66
20	49.62	0.61	21.11	2.77	4.47	0.07	2.82	4.53	0.22	3.09	0.38	–	1.46	0.04	99.55
21	59.39	0.49	17.74	2.34	3.32	0.09	1.33	2.72	6.9	3.77	0.25	0.16	1.14	0.05	99.67
22	69.43	0.53	13.63	1.39	2.77	0.076	2	1.01	5.04	2.67	0.09	0.023	1.05	0.01	99.66
23	55.32	0.5	22.75	1.35	3.66	0.05	1.49	1.94	8.71	3.84	0.21	–	–	–	97.82

Примечание. Породы: 1, 2 – ийолиты, скв. 2012, гл. 145,0 и 161,5 м; 3–5 – сиениты биотитовые, скв. 2003, гл. 112,6, 117,5 и 122,5 м; 6, 8, 9 – сиениты нефелиновые, скв. 2002, гл. 104,5, 122,8 и 124,0 м; 7 – ийолит, скв. 2002, гл. 117,6 м; 10–12 – сиениты нефелиновые, скв. 2009, гл. 98,4 м, 106,4 и 122,0 м; 13,14 – ийолиты, скв. 2003, гл. 86,0 и 91,4 м; 15 – сиенит нефелиновый, скв. 2001, гл. 155,5 м; 16, 17 – сиениты, скв. 2010, гл. 133,0 и 143,0 м; 18 – габбро-сиенит, скв. 2010, гл. 145,8 м; 19 – мельтейгиты (среднее по 4 анализам); 20 – ийолит-малиньиты (среднее по 3 анализам); 21 – щелочные сиениты (среднее по 8 анализам); 22 – кварцевые сиениты (среднее по 2 анализам); 23 – нефелиновые сиениты (среднее по 6 анализам).

помощью редкой сети скважин обнаружены щелочные породы. Площадь массива не менее 10 км<sup>2</sup> и сложен он преимущественно щелочными сиенитами. Среди последних встречены фойяитовые тела. В настоящее время на УЩ установлено более 10 массивов протерозойской нефелиновой серии. Выделяются следующие комплексы: 1 – фойяит-мариуполитовый (Октябрьский, Малотерсянский и, вероятно, Щербаковский), геохимическая специализация их связана с повышенным содержанием циркония и ниобия; 2 – нефелиновых сиенитов и ийолитов западного склона УЩ, для которого характерна дифференциация до образования ийолитов и мельтейгитов, а также карбонатитов с апатитом, фон содержания редких металлов низкий; 3 – нефелиновый карбонатитовый с апатитом, ниобием и редкоземельными элементами (Новополтавский), нефелиновые породы мало распространены; 4 – нефелиновых метасоматитов на контакте силикатных и карбонатных формаций (Лукашевская структура).

Общие особенности этих массивов таковы. Нет четкого различия между магматическими и метасоматическими образованиями по внешним признакам. Обычно это расслоенные комплексы пород, образованные наклонными и горизонтальными дифференцированными слоями. Отсутствуют эффузивные и экструзивные породы. Метасоматические процессы преимущественно натриевой и натриево-калиевой ветви. Повышение содержания редких металлов увязывается с натриевым метасоматозом, а алюминия – с повышением суммы щелочей. Одновременно в этих комплексах отмечено повышенное содержание калия, титана, элементов группы железа. Данные об абсолютном возрасте свидетельствуют о длительности процесса формирования щелочных комплексов и несинхронности их образования. Для всех комплексов (за исключением нефелиновых пород Лукашевской структуры) характерны четыре этапа образования щелочных пород: сиенитовый, нефелиновый, альбититовый и карбонатитовый, но интенсивность их проявления различна. Мариуполито-фойяитовый комплекс перспективен на поиски нефелиновых руд как сырья на глинозем, редкие металлы и щелочные продукты, а отдельные типы щелочных метасоматитов – на редкие металлы, комплекс нефелиновых сиенитов и ийолитов – на нефелиновые руды как сырье на глинозем, щелочные продукты и фосфор, а нефелин-карбонатитовый – на фосфор и редкие металлы.

Вторая серия нефелиновых пород базит-ультрабазитовая, нефелин-лейцитовая более распространена в Днепровско-Донецком авлакогене. В настоящее время наиболее изучена зона сочленения Днепровско-Донецкой впадины. Магматический комплекс девонского возраста прослеживается в виде узкой полосы широтного простирания 80 км длиной и около 10 км шириной. В строении этой зоны принимают участие четыре структурных яруса: архейский метаморфогенный, протерозойский интрузивный, палеозойский осадочно-вулканогенный и мезокайнозойский – терригенных и магматических пород.

Девонский ярус залегает с угловым несогласием на эродированной поверхности докембрия. Выделены четыре свиты девона – три преимущественно осадочные и одна вулканогенная. Непосредственно на докембрийских отложениях залегают породы николаевской свиты (белый девон), представленные терригенно-карбонатными образованиями с редкими прослоями туфов и лав, которые относятся к живетскому ярусу. На николаевской свите несогласно залегает вулканогенная антон-тарамская свита, сложенная в основном базальтоидами. Базальный горизонт D<sub>3</sub> – долгинская свита (бурый девон), образовавшаяся главным образом за счет разрушения пород антон-тарамской свиты, а также пород фундамента. Палеонтологически она относится к франскому ярусу. В гравелитах этой свиты встречен почти весь набор минералов, характерных для кимберлитов. На отложениях долгинской свиты без стратиграфического перерыва залегают отложения раздольненской свиты (серый девон), которые представлены песчаниками, алевролитами и конгломератами, а в верхней части – туфами и лавами. Возраст пород этой свиты фаменский. Магматические и осадочные образования девона перекрыты осадочными мезокайнозойскими отложениями.

В составе магматических пород девона выделены три субкомплекса: 1 – базит-ультрабазитовый, наиболее древний, образует три штока, сложен габбро и пироксенитами, их сопровождает жильная серия пород; 2 – базальтоидный, самый распространенный, представлен лавами и туфами базальтоидного состава, породы этого субкомплекса слагают антон-тарамскую свиту; 3 – щелочной с выделением двух ветвей – лейцитовый и нефелиновый, породы этого субкомплекса обычны для восточной части зоны – Покрово-Киреевской структуры, представлены интрузивными гипабис-

сальными породами – ювитами, малиньитами, лейцитовыми сиенитами и их эффузивными аналогами – туфами, лавобрекчиями.

Особняком стоит вопрос об экструзивных образованиях девона, с которыми ряд исследователей связывают возникновение алмазов. Выделены два их типа – в первом, более древнем, содержатся обломки докембрийских пород и коренных пород первого субкомплекса, во втором – обломки пород всех субкомплексов девона. Среди них встречены экструзивные породы с псевдолейцитовым цементом типа лампроитов.

Описываемая зона характеризуется блоковой тектоникой, установлены крупные разломы северо-западного, субмеридионального и субширотного простирания. Сочетание различных разломов образует мозаичную горсто-грабенную систему. Сформировались два структурных этажа: докембрийский, который по субширотным ступеням уходит под отложения девона, и фанерозойский, выходящий на поверхность. Время возникновения разломов от докембрия до мезозоя. Уже в протерозое были заложены мощные разломы субмеридионального и субширотного простирания. Главные фазы тектогенеза связаны с герцинским орогенезом. В бретонскую фазу произошло обновление древних разломов. Спряжение субширотных и субмеридиональных разломов определило интенсивность проявлений девонского вулканизма. Общей геохимической особенностью девонского магматического комплекса служит повышенное содержание титана, меди, циркония, фтора, редкоземельных элементов цериевой подгруппы. Для пород первого субкомплекса характерно повышение содержания  $TiO_2$ , слабое повышение  $Fe_2O_3$ , понижение  $Al_2O_3$  и  $SiO_2$ . Породы второго субкомплекса близки по составу к среднему типу базальтоидов, но с некоторым превышением содержания  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , щелочей, титана и понижением – окислов двухвалентных элементов. Для щелочного субкомплекса характерно повышенное содержание  $K_2O$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  и пониженное  $SiO_2$  и  $Na_2O$ . Эффузивные породы содержат больше  $CaO$  и щелочей, и меньше  $MgO$ , чем их интрузивные аналоги (табл. 3). Проявления девонского магматизма, особенно щелочного, сопровождаются активным метасоматозом. Выделяется несколько фаз щелочного метасоматоза – фенитизация, ранняя карбонатизация, калишпатизация, альбитизация и поздняя карбонатизация. Наиболее интенсивны процессы калишпатизации, которым сопутствуют берил-

лиевая, ниобиевая и редкоземельная минерализации. Установлена определенная связь фаз девонского магматизма с фазами складчатости.

Нефелиновые породы девонского магматизма встречены на одном участке зоны сочленения – в Покрово-Киреевской структуре. Практический интерес представляют два типа нефелиновых руд – малиньиты и ювиты (нефелиновые сиениты). Они образуют кольцеобразное тело размером приблизительно 4 км в поперечнике. Содержание нефелина в них достигает 35–40 %, но породы довольно сильно обогащены также темноцветными минералами. При удалении темноцветных минералов с помощью метода магнитной сепарации содержание нефелина увеличивается и руды по качеству приближаются к составу кольцевых нефелиновых руд. На этом же участке располагается месторождение плавленого шпата, проявления калиевого метасоматоза с повышенным содержанием ниобия, бериллия и редкоземельных элементов, а также кимберлитовые тела, что дает возможность комплексной эксплуатации этого участка. Перспективные запасы нефелиновых руд значительны (больше 1 млрд т).

Юго-восточнее зоны сочленения (граница Ростовской обл. России и Донецкой обл. Украины) при поисково-съёмочных работах в 1976–1978 гг. на глубине около 300 м на пересечении Хомутовско-Ростовской и Грузско-Еланчикской тектонических зон встречены штокообразные тела. Размеры этих тел до 700 м в поперечнике, они представлены породами девонского магматического комплекса всех трех субкомплексов, причем породы первого субкомплекса преобладают. Из пород третьего субкомплекса установлены продукты щелочного метасоматоза, преимущественно ортоклазиты. Наблюдаются также породы второго субкомплекса – базальтоиды. Практического значения эти проявления девонского магматизма не имеют, но свидетельствуют об их широком распространении [11].

В конце 1980-х годов во время проведения поисково-съёмочных работ геологом Приазовской ГРЭ В.Ф. Раздорожным были обнаружены геологические образования, которые получили наименование геологический объект Зирка. Он располагается восточнее протерозойского Володарского интрузива. На пересечении Малоянисольской тектонической зоны северо-западного простирания с глубинными разломами Кременевским и Старокрымским северо-восточного простирания были установлены два штока интрузивных пород

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Номер п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
1	37.52	3.66	5.09	10.25	8.74	0.15	17.52	11.35	0.23	0.11	1.16	0.04
2	38.79	3.53	4.05	10.86	7.83	0.13	18.35	11.57	0.27	0.08	0.8	0.03
3	40.85	4.44	8.47	5.88	6.03	0.09	7.43	9.65	1.72	2.13	0.67	Не обн.
4	43.84	4.14	7.73	3.99	5.82	0.1	7.95	9.2	1.69	1.6	0.67	Не обн.
5	37.75	4.22	6.23	8.1	6.4	0.14	13.08	11.46	1.33	2.13	0.88	Не обн.
6	41.41	4.86	2.88	7.96	9.36	0.21	13.14	17.22	1.1	0.22	0.03	-
7	38.33	6.33	3.44	10.04	11.08	0.17	11.76	15.05	1.15	0.36	0.27	-
8	46.13	1.61	4.4	4.67	6.58	0.15	16.23	15.26	1.15	0.34	0.12	-
9	41.27	3.31	4.46	7.62	7.72	0.17	18.16	11.75	0.62	0.54	0.25	-
10	42.06	7.27	5.24	5.14	11.72	0.21	10.26	13.93	1.7	0.76	0.22	-
11	41.97	5.35	11.35	3.01	9.51	0.15	10.37	13.65	2.19	0.36	Не обн.	-
12	44.95	6.54	8.25	3.06	11.15	0.03	8.96	11.58	2.05	1.24	0.12	0.08
13	46.82	4.61	13.73	4.24	7.62	0.04	5.92	8.82	3.06	1.65	0.22	-
14	40.25	3.05	4.44	7.69	6.57	0.08	23.07	5.84	0.4	0.85	0.35	0.13
15	40.94	2.6	1.25	12.42	5.17	0.13	24.37	4.59	0.36	0.88	0.35	-
16	46.36	5.6	13.29	3.13	7.91	0.03	6.4	8.9	2.84	2.3	-	0.16
17	38.72	4.9	9.08	8.48	7.4	0.17	10.67	12.12	2.57	0.71	0.79	0.56
18	35.95	4.54	9.21	9.4	6.3	0.19	11.12	12.44	2.63	1.87	0.92	0.86
19	37.88	5.66	9.94	10.22	7.4	0.81	9.14	10.41	1.22	1.97	3.46	1
20	43.02	4.04	10.4	5.56	6.92	0.22	9.29	10.77	2.41	1.15	0.71	-
21	43.69	3.66	10.65	7.22	7.33	0.1	9.47	10.69	2.2	0.74	0.65	-
22	41.85	5.18	9.61	7	7.09	0.1	11.42	10.84	1.72	0.69	-	-
23	37.92	3.18	9.88	7.26	8.25	0.2	11.66	10.8	0.9	1.31	0.3	
24	40	4.24	8.29	6.15	9.46	0.13	15.56	7.55	0.58	0.89	0.37	
25	48.6	4.45	14.63	9.43	3.46	0.16	4.5	5.13	3.48	2.21		
26	49.79	3.85	15.89	9.1	2.97	0.11	3.36	4.08	3.23	4.32		
27	61.43	0.38	18.34	2.5	1.48	0.1	0.94	1.65	5.48	5.22	0.06	
28	39.4	5.5	9.24	8.85	5.33	0.17	8.6	10.9	3.35	1.25	0.7	
29	40.55	6.36	10.77	6.79	7.63	0.36	5.52	12.7	3.5	1.6	1.76	
30	41.61	4.9	9.33	7.69	7.85	0.2	9.2	11	1.96	3.64	0.15	
31	41.94	5.06	8.78	6.36	8.71	0.25	8.89	11.49	2.3	3.4	1.05	
32	47.17	2.49	17.04	4.72	3.92	0.37	3.45	5.74	7.02	6.34	0.39	
33	47.1	2.48	17.44	4.15	3.84	0.37	3.4	5.7	4.18	5.74	0.34	
34	46.71	1.60	19.19	3.78	3.76	0.27	3.27	5.83	7.23	6.49		
35	49.69	1.51	19.92	2.19	3.81	0.16	1.6	2.69	4.39	6.19	0.09	Не обн.
36	52.68	1.31	19.67	4.8	1.19	0.21	0.64	2.08	7.46	8.49	Не опр.	
37	48.98	1.35	19.06	5.23	2.47	0.21	0.81	4.95	7.42	6.67	0.09	
38	49.16	0.79	19.67	2.19	4.57	0.32	0.28	3.83	7.62	8.21	0.11	
39	48.94	3.4	15.89	8.47	3.16	0.1	0.76	0.81	1.24	8.89	0.28	0.78
40	48.06	2.26	18.71	2.88	3.23	0.18	2.3	3.66	2.46	7.62	0.25	0.178
41	48.9	2.26	16.85	3.65	4.02	0.22	2.44	5.13	2.86	6.83	0.25	0.07

14	15	16	17	18	19
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	П. п. п.	CO <sub>2</sub>	S	Сумма
-	-	4.38	-	0.32	100.38
-	-	4.26	-	0.29	99.96
0.28	-	2.51	9.94	0.455	100.61
0.35	-	2.14	11.15	0.14	100.57
1.69	-	4.99	-	1.104	99.57
0.18	-	1.05	-	0.23	99.88
0.14	-	1.35	-	0.62	100.13
0.47	-	2.57	-	0.18	99.81
-	-	3.58	-	-	99.45
0.15	-	1.13	-	0.12	99.93
0.34	-	1.77	-	0.06	100.1
-	-	9.5	-	-	99.52
-	-	2.53	-	-	99.26
-	-	7.1	-	-	99.92
6.34	0.66	Не опр.	0.1	-	100.16
-	-	2.13	-	-	99.72
18	-	3.45	-	-	99.64
6	-	4.18	-	-	99.63
-	-	-	-	-	98.61
3.63	0.64	-	0.82	-	100.18
-	1.79	1.77	0.4	-	100.36
-	-	4.41	-	-	99.91
Не опр.	Не опр.	8.3	Не опр.	-	99.96
" "	" "	6.17	" "	-	99.39
-	-	4.07	-	-	100.08
-	-	3.26	-	-	99.96
0.72	-	-	1.25	-	99.55
-	0.57	3.09	2.6	0.08	99.63
-	0.05	2.02	-	Не обн.	99.61
-	0.12	1.44	0.41	0.04	99.54
-	Не обн.	1.83	-	0.03	100.09
-	-	1.59	-	-	100.31
-	-	5.07	-	-	99.81
0.18	-	1.42	-	-	99.73
0.49	-	4.44	2.31	0.3	99.63
Не опр.	0.09	1.07	Не опр.	-	99.69
Не опр.	Не опр.	Не опр.	2.4	-	99.64
" "	0.39	" "	1.98	-	99.12
0.62	-	3.32	-	5.95	102.68
0.18	-	1	6.62	-	99.61
0.25	-	2.3	3.49	-	99.54

Таблица 3. Химический состав магматических пород девонского вулканогенного комплекса, %

Примечание. Порода: 1, 2 – перидотит; 3–5 – пироксенит; 6 – рудный пироксенит (косьвит); 7 – брекчированный пироксенит; 8, 9 – оливниновый пироксенит; 10–12 – габбро-пироксенит; 13, 16 – габбро; 14, 15 – слюдяной пикрит; 17, 18 – авгитит; 19–21 – лимбургит; 22–24 – пикрит-базальт; 25 – андезито-базальт; 26 – трахиандезитобазальт; 27 – трахит (ортофир); 28–30 – базальт; 31 – базальт скрытокристаллический; 32–34 – малиньит; 35–38 – ювит (нефелиновый сиенит); 39 – фонолит; 40, 41 – тингуаит; 42, 43 – малиньит мелкозернистый; 44, 46 – кимберлитоподобные породы I этапа; 47–49 – кимберлитоподобные породы II этапа; 50–57 – экструзивная брекчия с цементом щелочного состава.

девонского возраста размером 300х600 м в диаметре, прорывающие породы протерозойского фундамента. Штоки сложены преимущественно породами первого субкомплекса (пироксенитами, габбро-сиенитами, эссекситами, шонкинитами и др.).

Петрологически выделены такие группы пород трех субкомплексов: первый – базит-ультрабазитовый – наиболее распространенный на этом объекте – пироксениты, эссекситы и микро-эссекситы, пикриты, авгититы, анамезиты, габбро. Сравнительно слабо представлены магматические породы второго субкомплекса. Это породы трахит-латитового ряда (латиты, трахиты, трахиандезиты, трахиандезито-базальты). Породы третьего субкомплекса образуют небольшие жильные тела. Они состоят из якупирангитов, твейтозитов, сиенит-порфиоров, бостонитов, нефелиновых сиенитов. Нефелин встречен в якупирангитах, нефелиновых сиенитах в количестве до 5%. Завершается магматический комплекс образованием лампрофировых даек, секущих все магматические породы объекта Зирка.

При поисках нефти и газа в 1960–1980-х г. в пределах Припятской впадины был установлен новый район распространения девонского вулканогенного комплекса [1]. Изучение вещественного состава этих пород и их стратиграфического положения позволило определить большое сходство с девонским магматизмом зоны сочленения ДДВ с приазовской частью УЩ. Эти породы относятся к одному типу вулканизма. Среди них встречены редкие породы – нефелиновые и лейцитовые. Общая их особенность – обедненность кремнекислотой, повышенное содержание таких малых элементов как цирконий, ниобий, РЗЭ, распространение вторичных процессов калишпатизации, карбонатизации и др. По тектоническому положению Припятскую впадину можно счи-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
42	52.11	1.34	17.53	6.32	1.29	0.55	1.31	2.72	7.3	6.8	0.14	
43	51.55	1.14	17.12	5.83	1.58	0.5	1.5	3.08	9.28	5.8	0.12	
44	34.07	2.36	3.86	4.23	5.67	0.44	10.81	19.23	0.48	1.85	0.43	
45	35.35	0.35	1.26	4.1	6.98	0.22	19.8	10.6	0.25	0.07	0.11	
46	34.4	1.35	2.65	10.37	5.85	0.2	28.97	3.3	0.1	0.13	0.09	
47	40.37	2.85	6.21	5.58	7.4	0.18	18.75	7.68	1.55	3.85	0.36	
48	41.58	2.22	4.26	6.57	6.36	0.14	21.34	6.68	1.71	2.37	0.41	
49	36.78	2.01	2.83	6.67	7.28	0.19	22.62	5.7	0.72	0.4	0.36	
50	53.27	2.85	11.98	4.78	5.37	0.14	5.05	6.49	4.88	2.65	0.46	
51	59.6	1.44	13.34	3.06	3.88	0.1	3.92	2.8	5.85	3.18	0.25	
52	47.23	3.53	8.2	5.4	6.33	0.18	10.9	9.09	4.68	2.14	0.48	-
53	43.94	3.56	11.97	5.75	6.55	0.48	6.34	7.76	5.84	4.54	0.69	-
54	46.78	2.57	14.82	5.97	3.77	0.35	3.17	7.41	6.16	3.88	0.35	-
55	48.34	2.38	17.18	5.92	3.21	0.3	2.15	5.68	5.4	5.28	0.27	-
56	39.15	1.81	21.89	3.67	1.8	0.2	1.46	8.11	10	0.6	0.27	0.34
57	46.22	3.85	13.5	6.65	4.54	0.36	3.5	9.29	4.14	5.16	0.46	-

тать зоной сочленения ДДВ с Белорусской частью щита, а по стратиграфическому положению (от верхнефранских евлановско-ливенских до дайково-лебединских отложений) ее образования охватывают меньший отрезок времени. Выделяется только один субкомплекс вулканогенных пород – щелочной. Хотя геологи выделили три стратиграфические вулканогенные толщи, следует отметить, что по петрографическому составу эти толщи мало отличаются одна от другой. Вулканогенный субкомплекс представлен преимущественно туфами, реже покровами, глубинные магматические породы здесь практически отсутствуют. Наблюдается постепенный переход между лейцитовыми и нефелиновыми породами. Нефелиновые породы Припятской впадины очень сильно изменены, содержат большую долю осадочного материала и не могут быть рекомендованы в качестве сырья для получения глинозема. Вероятно, что более близкие к малиньтам и ювитами породы будут встречены в наиболее глубоких горизонтах, а наличие трубок взрыва (в настоящее время их найдено больше ста) открывает возможность для поисков коренных источников алмазов. В центральной части ДДВ в девонских отложениях наблюдаются вулканогенные породы щелочного субкомплекса (район Белоцерковского выступа). Суммарная мощность эффузивов и туфов щелочного субкомплекса составляет приблизительно 260 м. Площадь распространения этих эффузивов ориентировочно 600 км<sup>2</sup>. Возраст их фаунистически характеризуется как семилук-

ский (верхи нижнефранского яруса) и, следовательно, они служат аналогом нижней вулканогенной свиты девона Припятской впадины. Вулканиды образуют покровы эффузивных пород, поля распространения туфов, а интрузивные породы встречены только в виде обломков. Выделены три пачки вулканогенных пород, вероятно, соответствующие стадиям вулканической деятельности. Щелочные породы зафиксированы также в виде обломков во второй пачке (в конгломератах) и в маломощных покровах третьей пачки. Среди щелочных пород преобладают нефелиновые, реже встречаются лейцитовые.

Вулканогенные породы Белоцерковского выступа обогащены редкоземельными элементами, особенно в породах с повышенным содержанием калия и кальция. Для пород калий-натриевого ряда характерно обогащение ураном и торием. Отмечено также повышенное содержание титана, ванадия, ниобия, циркония, меди и свинца. По петро- и геохимическим критериям щелочные породы Белоцерковского выступа сходны со щелочными комплексами зоны сочленения ДДВ с приазовской частью УЩ, Хомутовской аномалии и Припятской впадины. Наличие щелочных пород в этом регионе свидетельствует о широком развитии щелочного девонского магматизма в ДДВ [14].

Массивы нефелиновых комплексов сиенитовой серии приурочены к древним сформировавшимся уже в протерозойское время платформам, таким как Украинский и Балтийский щиты, юж-

14	15	16	17	18	19
	0.08	2.69		–	100.18
	Сл.	1.92	0.63	0.06	100.11
2.39	0.61	–	13.18	–	99.81
4.07	1.55	–	14.25	–	99.35
9.2	1.35	–	1.75	–	100.01
2.4	0.56	–	1.61	–	99.53
2.43	0.65		1.45		100.35
7.49	2.79		3.64		99.75
	Сл.	1.45	0.28	0.06	99.71
	Сл.	1.48	0.65	0.087	99.63
–	0.14	1.76		0.16	100.22
–	0.05	0.09	2.01	0.09	99.66
–	0.09	3.82	0.38	0.17	99.69
–	0.03	3.46	0.62	0.13	100.35
–	0.35	8.03	1.8	0.6	100.08
–	0.06	2.01	0.31	0.21	100.26

ная часть Африки и Канадская платформа. Появление нефелиновых серий приурочено к крупным эпохам тектономагматической деятельности, которые соответствуют периодам глобальной перестройки земной коры, на платформах с ними сопряжены мощные разломы с поступлением глубинных флюидов. Одновременно образовались Сахарйокский и Елетьозерский массивы, а также Гремяха-Вырмес (Балтийский щит), Иеллоунайф, Каминак, Халибертон-Бенкрофт, Блю-Маунтин (Канадская платформа), Палабора, Шпицкоп и др. (ЮАР). Судя по соотношению разновозрастных щелочных массивов район юго-западной части Восточноевропейской платформы – это один из наиболее древних докембрийских щитов.

Для среднепалеозойской геологической эпохи характерно расширение районов распространения щелочных пород. Щелочной магматизм чаще связан с образованием грабенообразных прогибов рифтовых зон в пределах более древних складчатых структур. Наблюдается оживление глубинных разломов фундамента с развитием по ним пород щелочно-габброидной и ийолит-уртит-фойяитовой серий. Так, среди уральских герцинид сформировались массивы миаскитов. На Балтийском щите к зоне палеорифта приурочены Ловозерский и Хибинский плутоны. Со среднепалеозойским рифтообразованием ассоциируются щелочные массивы Днепровско-Донецкого авлакогена. Широко распространены серии этих пород в Казахстане, центральной Азии, Алтае-Саянском регионе, Северной Монголии, Забайкалье и

Северном Прибайкалье. С девонскими щелочными комплексами связаны крупнейшие нефелиновые месторождения мира. Для щелочных серий протерозоя и палеозоя характерны черты сходства и различия вещественного состава и геологического строения слагающих их массивов. Они приурочены к зонам активного тектогенеза, завершают формирование определенных тектоно-магматических циклов, для них характерно широкое развитие разнообразных метасоматических процессов. Их сопровождает редкометалльная и редкоземельная минерализации с повышенными фоновыми значениями содержания ниобия и редкоземельных элементов. Из петрогенных элементов в них наблюдается повышенное содержание алюминия и щелочей, пониженное – кремния, но есть и определенные различия. В щелочных породах сиенитовой протерозойской серии нет четкого разделения между магматическими и метасоматическими процессами. В них отсутствуют эффузивные и экструзивные породы. Отмечается широкое развитие процессов пегматитообразования, преимущественно формировались породы натриевого и натрий-калиевого рядов. Повышенное содержание редких металлов (ниобия, циркония) увязывается с увеличением содержания натрия, а алюминия – с суммой щелочей. Часто встречаются карбонатиты, иногда это целые массивы (Новополтавский, Сиилиньярве, Альмунге). Преобладает постепенный переход между вмещающими породами и породами собственно щелочными. Среди щелочных пород превалируют породы сиенитового этапа. В щелочных девонских массивах метасоматиты обычно распространены значительно, чем магматические породы. Широко развиты эффузивные и экструзивные породы, с последними в ряде регионов связано образование алмазов. В щелочных породах палеозоя, по сравнению с протерозойскими, устанавливается более высокое содержание калия, титана, фтора, бария и железа. В метасоматитах отмечено повышенное содержание ниобия, бериллия и незначительное количество циркония и тантала. В целом же комплексы протерозойской и палеозойской щелочных серий – основной источник формирования месторождений нефелиновых руд, редкометалльных и редкоземельных метасоматитов.

Месторождения нефелиновых руд могут быть использованы для получения глинозема, редкометалльных и редкоземельных концентратов. Эти руды подразделяются на комплексные (глинозем-редкометалльные), редкометалльные и глинозем-

ные. Попутно будут извлечены щелочные продукты и сырье для цемента. Совместно с нефелиновыми рудами по технологической гидрохимической схеме должны использоваться известняки. В идеале по этой схеме мы получаем полностью безотходную технологию. Она позволяет извлечь гидроксид алюминия, как и при способе Байера, очень высокого качества (по сравнению со способом спекания). Этот метод прошел опытно-заводскую проверку на опытном заводе Всесоюзного алюминиево-магниевого института (ВАМИ). Предварительные экономические расчеты показали, что стоимость глинозема из мариуполитов по этой схеме в два раза ниже, чем по методу спекания и ниже стоимости глинозема из импортных бокситов. Есть возможность удешевить это производство за счет новых аппаратных разработок и использования вторичного тепла атомных электростанций.

Для получения глинозема из нефелиновых руд по комплексному гидрохимическому методу установлены следующие кондиции ВАМИ (по аналогии с Тежарским и Ужурским месторождениями, % :  $Al_2O_3$  не менее 21;  $SiO_2$  не более 57; сумма щелочей – 11;  $Fe_2O_3 + FeO$  не более 5. Согласно этим кондициям, запасы по двум верхним залежам месторождения Мазурова Балка составляют 30,5 млн т, а общие по пяти залежам – 451 млн т. Запасы Калинино-Шевченковского месторождения – 331 млн т. Возможно значительное увеличение запасов на участке Вали-Тарама. В целом, запасы нефелиновых руд по Октябрьскому массиву составят порядка 1 млрд т. Аналогичные руды установлены на Малотерсянском щелочном массиве. Вероятным источником нефелиновых руд могут быть также щелочные породы Проскуровского массива и Покрово-Киреевской структуры. Технологию комплексного метода получения глинозема отрабатывали на рудах Октябрьского массива.

**Выводы.** В результате изучения щелочных комплексов описываемого региона было установлено:

1. Все они подразделяются на две разновозрастные серии – протерозойскую сиенитовую и

девонскую базит-ультрабазитовую. Каждая из них характеризуется определенной геологической обстановкой формирования, своеобразным набором слагающих комплексы пород и различным генезисом.

2. Установлены такие нефелиновые комплексы: а) фойяит-мариуполитовый (с цирконием, ниобием и танталом); б) нефелиновых сиенитов и ийолитов (с фосфором); в) нефелин-карбонатитовый (с ниобием, фосфором, стронцием и редкоземельными элементами); г) нефелиновых метасоматитов в карбонатных формациях; д) гипабиссальный и приповерхностный нефелинлейцитовый с калиевыми метасоматитами (с ниобием и бериллием).

3. Уникальный и единственный в мире расслоенный комплекс нефелиновых сиенитов представлен на Октябрьском и Малотерсянском массивах. С ними связаны крупные запасы нефелиновых руд.

4. Комплекс нефелиновых сиенитов и ийолитов, мельгейтитов Проскуровского и Антоновского массивов характеризуется высокой степенью дифференциации, вплоть до образования ийолитов с карбонатитами и апатитом.

5. Нефелиновый карбонатитовый комплекс (Новополтавский массив) имеет специализацию на апатит, ниобий и редкоземельные элементы.

6. Крупные запасы нефелиновых руд установлены в Покрово-Киреевской структуре. Здесь же установлены калиевые метасоматиты с ниобиевой и бериллиевой минерализацией.

7. Изучение металлогении нефелиновых серий юго-восточной части Восточноевропейской платформы позволило разработать новые представления о генезисе, типах расслоенных структур, фазах минерализации и геохимической специализации нефелиновых комплексов докембрийского и фанерозойского возраста, что имеет большое значение для расширения сырьевой базы Украины на глинозем и редкие металлы.

Поступила 18.01.2011.

1. Геология Беларуси / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев и др. / Ин-т геол. наук. – Минск, 2001. – 815 с.
2. Главнейшие провинции и формации щелочных пород / под ред. Л.С. Бородин. – М.: Наука, 1974. – 376 с.
3. Глевацкий Е.Б., Кривдик С.Г. Докембрийский карбонатитовый комплекс Приазовья. – К.: Наук. думка, 1981. – 228 с.
4. Донской А.Н. Нефелиновый комплекс Октябрьского щелочного массива. – К.: Наук. думка, 1982. – 150 с.
5. Донской А.Н. Специализация щелочных массивов протерозойского возраста // Геохімія та екологія: зб. наук. пр. ІГНС НАН та МНС України. – 2008. – Вип. 16. – С. 98-109.
6. Донської О.М., Жвікас А.Б., Марфін С.С., Скрипкіна Т.С. Про знахідку нефелінових порід у західній частині Східно-Європейської платформи (Варенська площа, Литва) // Доп. АН УРСР. – Сер. Б. – 1990. – № 9. – С. 5–8.

7. Донской А.Н., Кулиш Е.А., Донской Н.А. Нефелиновые породы Украины – комплексные алюминий-глиноземные и редкометалльные руды. – К. : Логос, 2004. – 222 с.
8. Дубина О.В. Особливості лужного магматизму Дністрово-Бузького району // Геохімія та рудоутворення. – 2006. – Вип. 24. – С. 10–20.
9. Дубина О.В., Кривдик С.Г., Лукаш В.В., Безвинний В.П. Антонівський масив лужних порід (Побужжя): формаційна приналежність та деякі петрогенетичні аспекти // Там само. – 2004. – № 22. – С. 60–67.
10. Капустин Ю.Л., Ланицкий Э.М., Погребной В.Т. и др. Карбонатитовая зона Украинского щита // Сов. геология. – 1977. – № 9. – С. 80–92.
11. Кравченко Г.Л., Донской А.Н. Хомутовский субщелочной массив (Восточное Приазовье): минеральный состав, петрогенезис // Минерал. журн. – 1999. – 21, 5/6. – С. 76–85.
12. Кривдик С.Г., Брацлавский П.Ф. Нефелиновые породы Проскуровского массива и их формационная принадлежность // Геол. журн. – 1987. – № 1. – С. 105–116.
13. Пожарицкая Л.К., Вилькович Р.В. Особенности состава силикатных пород Черниговской зоны (Приазовье) // Геохимия. 1983. – № 7. – С. 1013–1023.
14. Радзивилл А.Я., Куделя Ю.А., Палий А.М. и др. Тектонические, тектоно-магматические и структурно-геоморфологические критерии поисков крупных нефтяных и газовых месторождений в Днепровско-Донецком грабене (геосинклинали). – Киев, 1979. – 52 с. – (Препр. / АН УССР. Ин-т геологических наук; 79 31).
15. Царовский И.Д., Гейко В.Д. Нефелинизация пород докембрийского фундамента в районе г. Винницы (Верхнее Побужье) // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1982. – № 11. – С. 23–26.

**Донської О.М., Донський М.О. Металогенія нефелінових серій південно-західної частини Східноєвропейської платформи.** Описана металогенія нефелінової протерозойської сієнітової та девонської базит-ультрабазитової серій південно-західної частини Східноєвропейської платформи. Перша сформувалась під час активізації консолідованих докембрійських структур цього регіону, друга розвинута в Дніпровсько-Донецькій западині та у зонах, що тягнуть до її бортів. Ці магматичні утворення супроводжені різноманітними метасоматитами з підвищеною концентрацією глинозему, фосфору, рідкісних металів та рідкісноземельних елементів, а у девонських утвореннях, можливо, й алмазів.

**Donskoy A.N., Donskoy N.A. Metallogeny of nepheline series in South Western part of the East European platform.** Metallogeny of nepheline Proterozoic syenite series and Devonian basic-ultrabasic series in South Western part of the East European Platform is set out in writing. Proterozoic syenite series were formed during activation of consolidated Precambrian structure. Devonian basic-ultrabasic series have developed on the Dnieper Donets Depression in zones which gravitate to its sides. These magmatic bodies are accompanied with different metasomatic rocks of increased concentrations of alumina, phosphorus, rare metals and rare earth metals, Devonian ones maybe accompanied with diamonds.