

УДК 552.323.6:553.495:550.83

А. А. Калашник¹, д-р геол. наук, старш. научн. сотр.,
Ю. И. Федоришин², д-р геол. наук, старш. научн. сотр.,
А. В. Кузьмин³,
Н. Н. Кирьянов⁴

1 – Кировоградская летная академия Национального авиационного университета, г. Кропивницкий, Украина, e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru
 2 – Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина
 3 – Казенное предприятие „Кировгеология“, г. Киев, Украина
 4 – Геологоразведочная экспедиция № 37 Казенного предприятия „Кировгеология“, г. Кропивницкий, Украина

ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ И КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР НА УКРАИНСКОМ ШИТЕ

H. A. Kalashnyk¹, Dr. Sc. (Geol.), Senior Research Fellow,
Yu. I. Fedoryshyn², Dr. Sc. (Geol.), Senior Research Fellow,
A. V. Kuzmin³,
M. M. Kirianov⁴

1 – Kirovohrad Flight Academy Of National Aviation University, Professor of the Aeronavigation Department, Kirovohrad, Ukraine, e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru
 2 – National University of Water Industry and Nature Management, Rivne, Ukraine
 3 – “Kirovheolohiia” State enterprise, Senior Geologist, Kyiv, Ukraine
 4 – Exploration expedition № 37, “Kirovheolohiia” State enterprise, Chief Geologist, Kirovohrad, Ukraine

PRECONDITIONS OF FORMATION AND CRITERIA FOR PREDICTION OF DIAMONDIFEROUS STRUCTURES ON THE UKRAINIAN SHIELD

Цель. Выявление новых закономерностей пространственного размещения разноранговых таксонов продуктивного кимберлит-лампроитового магматизма на территории Украинского щита (УЩ) и их отражение в геолого-геофизических материалах. Обоснование новых критериев локализации разномаштабных алмазоносных структур на основе системного подхода.

Методика. Выполнен комплексный анализ большого объема геофизической, геологической, петрогеохимической информации по УЩ для изучения изменчивости параметров глубинной среды, которые определяют возможность возникновения алмазоносных кимберлит-лампроитовых расплавов в литосфере и подъем флюидо-магматических колонн на верхние структурные горизонты земной коры с формированием продуктивных алмазоносных структур.

Результаты. Установлены новые закономерности, отражающие специфику формирования продуктивного алмазоносного кимберлит-лампроитового магматизма на основе многоуровневой обобщенной многофакторной модели природного алмазообразования. Определены новые критерии прогнозирования разноранговых потенциально алмазоносных кимберлитовых, лампроитовых таксонов территории УЩ в геолого-геофизических материалах. Это дало возможность осуществить обоснованные прогнозные оценки потенциальной алмазопродуктивности проявлений кимберлит-лампроитового магматизма сегментов литосферы УЩ, значительно минимизировать площади для дальнейших поисковых работ.

Научная новизна. Определен новый комплекс критериев прогнозирования разноранговых таксонов проявления продуктивного кимберлит-лампроитового магматизма Украинского щита, который учитывает обобщенную многофакторную модель природного алмазообразования. Указанный комплекс критериев позволяет выполнять последовательную системную локализацию разноранговых потенциально алмазоносных структур на поверхности фундамента.

Практическая значимость. На основе использования геолого-геофизических и петрогеохимических материалов выполнен комплексный геологический анализ территории УЩ и оценены ее перспективы на коренную алмазоносность, выделены площади наиболее вероятной локализации продуктивных проявлений кимберлит-лампроитового вулканизма. Это позволяет существенно повысить эффективность прогнозно-поисковых работ и достоверность полученных результатов.

Ключевые слова: алмазоносные структуры, литосфера, прогнозно-поисковые критерии, Украинский щит

Общая постановка проблемы и связь с практическими заданиями. За всю историю эксплуатации кимберлитовых трубок и их россыпей (более 125 лет) традиционными объектами добычи алмазов являлись, главным образом, месторождения Африки, Индии, Бразилии, позднее – Якутии. Однако, хронологически весьма непродолжительный период, включающий в себя последние 25 лет XX века, был ознаменован выдающимися открытиями новых алмазоносных провинций мира: в конце 70-х годов – лампроитовой алмазоносной провинции северо-запада Австралии; в начале 80-х годов – Архангельской алмазоносной провинции; в начале 90-х годов – крупной алмазоносной провинции северо-запада Канады. Благодаря этому активизировались и интенсивно развивались поисковые работы на алмазы на Урале, Тимане, в Карелии, на Кольском полуострове, в Финляндии, в Белоруссии, в Украине. Результаты работ значительно расширили исследования происхождения алмазов и их источников. Пока однозначным фактом явилось то, что только кимберлитовые и лампроитовые породы содержат алмазы в значительно больших концентрациях, чем другие их источники. Тем не менее, даже в традиционных алмазоносных районах геологи часто сталкиваются с тем, что источниками алмазов являются не классические кимберлитовые трубки взрыва. Например, в Заире разрабатываются аллювиальные россыпи, не имеющие кимберлитовых коренных источников. Продолжает дискутироваться проблема источников алмазов в месторождениях Красновишерского района Пермской области, которые разрабатываются более пятидесяти лет и не имеют связи с кимберлитопоявлениями. Заслуживают упоминания алмазы в россыпях острова Тасмания, которые залегают в долинах рек, дренирующих мощный массив серпентинов. Продолжается длительная попутная добыча алмазов из платиноносных россыпей на Аляске, которые образовались за счет массива ультраосновных пород, достаточно хорошо изученного как источник платинометаллической минерализации.

Нарастающее количество противоречивых фактов в истолковании источников алмазов в россыпях также привело к расширению исследований по этой проблеме. Крупномасштабные работы, проводившиеся в разных странах, увенчались открытием новых генетических типов коренных месторождений этого минерала. В настоящее время в общий список могут быть включены следующие коренные источники алмазов: кимберлитовые трубки взрыва, лампроиты, кимберлитовые дайки, ультрабазиты, метаморфиты, импактиты, алмазоносные конгломераты, флюидиты, ультраосновные коматииты.

Дискуссионным также является и вопрос о причинах, по которым не все кимберлитовые поля и трубки являются алмазоносными. В Якутской алмазоносной провинции только 13 трубок

из выявленных 800 являются алмазоносными [1]. В Канадской провинции Слейв из 150 кимберлитовых трубок только 50 содержит алмазы [1]. Из 22 кимберлитовых полей Канадского щита только 6 характеризуются высокими и средними содержаниями алмазов в трубках и 5 – низкими содержаниями алмазов [1].

Вышеприведенный фрагментарный обзор основных коренных источников алмазоносности, их разнообразие дает основание разносторонне подходить к оценке перспектив конкретных регионов, что само по себе затрудняет выбор оптимальных технологий поисков и разведки территорий. До сих пор отсутствует в практике универсальная технология оконтуривания рудных (кимберлитовых) полей для всех регионов, хотя в этом плане имеются достаточно значительные наработки. В этом кроется практически главная причина длительных неудач проведения поисковых работ на коренную алмазоносность в пределах Украинского щита и его склонов.

Анализ последних исследований и публикаций, выделение нерешенных частей проблемы. Украинский щит рассматривается как потенциально алмазоносная субпровинция. На территории Украинского щита и его склонов выявлены кимберлитовые трубки, лампроитовые трубки, кимберлитопоявления дайковой фации, проявления алмазов кимберлитового, метаморфогенного и лампроитового типов, россыпи мелких алмазов в отложениях чехла [2] (рис. 1). Однако месторождений алмазов пока в Украине нет. Для решения алмазной проблемы Украины в 70-е годы начали использовать минералогический способ поисков индикаторных минералов кимберлитов (ИМК), проверенный практикой и традиционный для Якутской алмазоносной провинции путь поисков алмазных месторождений кимберлитового типа. Однако, в условиях Украины, такой способ геологических поисков оказался не информативным.

Использование на территории УЩ в качестве главного аргумента перспективности территории такого минералогического признака как наличие „в разновозрастных породах алмазов различных (всех известных) генетических типов“ [3], который работает в Якутской алмазоносной провинции, на наш взгляд, явилось неправомерным. Результаты выполненных на территории Украины работ по изучению перспектив коренной алмазоносности [4] показали, что это, скорее всего, свидетельство повсеместной зараженности неогеновых и четвертичных отложений осадочного чехла россыпными переотложенными алмазами. Выявленное при этом нахождение в разновозрастных кластических образованиях широко распространенных в них алмаза и пиропы позволяют сделать заключение о множественности их первоисточников и существовании нескольких эпох кимберлитового магматизма и россыпеобразования.

Анализ современных представлений о тектонических условиях формирования алмазоносных

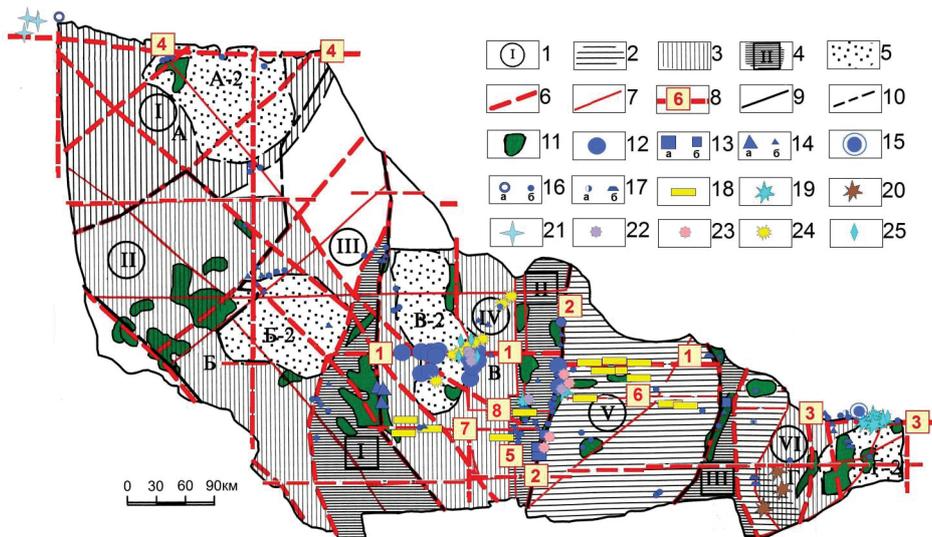


Рис. 1. Схема расположения проявлений кимберлитового и лампроитового магматизма, месторождений и рудопроявлений урана, размещения потенциально ториеворудных районов, зон и узлов, минерагенических зон с установленным пространственным и временным сопряжением кимберлитопоявлений и урановорудных объектов на территории Украинского щита:

1 – мегаблоки УЩ: I – Волынский, II – Днестровско-Бугский, III – Росинско-Тикичский, IV – Ингульский, V – Среднеприднепровский, VI – Приазовский; 2 – протоплатформенный массив мезоархейского заложения; 3 – протоплатформенные массивы палеопротерозойского заложения: А – Волынский, Б – Подольский, В – Кировоградский, Г – Приазовский; 4 – шовные зоны: I – Голованевская, II – Западно-Ингулецкая, III – Орехово-Павлоградская; 5 – мезопротерозойская фаза развития мантийных диапиров: А-2 – Коростенский вулканоплутонический комплекс, Б-2 – Гайсинская криптоинтрузия, В-2 – Корсунь-Новомиргородский плутон, Г-2 – Восточно-Приазовский плутон; 6 – осевые линии глубинных разломов I порядка; 7 – осевые линии разломов II порядка; 8 – осевые линии минерагенических разломных зон с региональным контролем уранового оруденения различного генезиса: 1 – Субботско-Мошоринская, 2 – Криворожско-Кременчугская, 3 – Южнодонецкая, 4 – Полесская (Припятская), 5 – Западно-Ингулецкая; 6 – Девладовская; 7 – Братская; 8 – Софиевско-Криничеватская; 9 – граница Украинского щита; 10 – границы мегаблоков; 11 – потенциально ториеворудные районы, зоны и узлы; 12–17 – эндогенные урановорудные объекты различных генетических типов: 12 – месторождения гидротермально-метасоматического типа в среднетемпературных карбонатно-натриевых метасоматитах, 13 – осадочно-метаморфогенные в конгломератах и песчаниках кристаллического фундамента: а – месторождения, б – рудопроявления; 14 – гидротермально-метасоматические в калиевых метасоматитах и пегматоидных гранитах: а – месторождения, б – рудопроявления; 15 – Николаевское месторождение гидротермального типа в минерализованных зонах; 16 – рудопроявления: а – типа „несогласия“, б – гидротермального типа в минерализованных зонах дробления пород кристаллического фундамента; 17 – рудопроявления: а – гидротермальные уранбитумные в зонах дробления пород кристаллического фундамента и складчатых областей, б – магматические в интрузивных массивах щелочных сиенитов, лейкократовых гранитов и карбонатитов; 18 – инфильтрационные месторождения („песчаникового“ типа), 19 – кимберлитовые трубки, 20 – взрывные лампроитопоявления (трубки); 21 – участки с находками обломков кимберлитовых пород; 22 – кимберлитопоявления дайковой фации; 23 – лампроитопоявления в виде жил и даек; 24 – алмазоперспективные взрывные структуры; 25 – находки коренных алмазов

пород [5, 6] позволил выделить наиболее популярные гипотезы: 1) наличие архейского литосферного корня (киля) под древними кратонами, проникающего вглубь мантии до 400 км; 2) корреляция между типом мантии, фрагменты пород которой выносятся кимберлитами, и временем формирования древней коры; 3) РТ-условия, необходимые для генерации кимберлитовых пород и алмазов (глубина более 150 км, давление более 40 кбар, температура 900–1200 °С).

По данным С. И. Хаггерти [7], кимберлитовый расплав, который образуется вследствие подплавления наиболее глубоко погруженной алмазоносной части литосферы под действием газонасы-

щенного флюида, проникает в хрупкую среду истощенной (деплетированной) литосферы, достигая, таким образом, поверхности Земли. Толчком к развитию этого процесса являются мантийные плюмы, которые зарождаются в зоне перехода от верхней к нижней мантии (400–650 км) или глубже [7].

Таким образом, на первый план при изучении перспектив формирования алмазоносных структур, на наш взгляд, выступает анализ глубинного строения литосферы. Основной отправной точкой при определении перспектив алмазоносности различных территорий не могут служить все чаще встречающиеся варианты правила Клиф-

форда, которое гласит, что „области древней стабилизации, по крайней мере, от 1500 млн лет и древнее, являются источниками большей части африканского золота, хрома, платины, асбеста, алмазов“ [8]. В последнее время открытие районов с алмазоносными трубками взрыва закономерно возрастает в пределах протерозойских подвижных поясов, спаивающих архейские блоки. Классическими примерами таких районов являются поля Эллендейл и Аргайл, где внедрение лампроитов приурочено к подвижным зонам Кинг-Леопольд и Холс-Крик на границе с блоком Кимберли (северо-западная Австралия) [9]. Здесь количество трубок превышает 50 (возраст от 20 до 1200 млн лет).

Аналогичная обстановка наблюдается в провинции Центральный Саскачеван (Канада), где кратоны Сьюпериор и Херн спаяны подвижной зоной протерозойского возраста [10]. Район Глены (количество трубок 70, возраст трубок – меловой). Район Северное Колорадо, включающий трубку Слоан (Канада) [10] и др., расположен на краю протерозойского кратона Центральных Равнин на границе архейского блока Вайоминг, где надвиговой пояс Чейенн образует орогенный шов.

Результаты ранее проведенных исследований алмазоносности территории Украины [4] и современных представлений об условиях формирования алмазоносных пород позволяют сделать вывод, что важнейшими типами объектов, которые могут иметь практический интерес, на УЩ являются месторождения алмазов в коренных кимберлитовых и лампроитовых породах.

Поэтому, на наш взгляд, очень важным является анализ связи выявленных проявлений ко-

рренной алмазоносности, а также кимберлитового и лампроитового магматизма в тесной связи с особенностями глубинного строения литосферы Украинского щита независимо от возраста стабилизации его мегаблоков. Определенный интерес имеют и нетрадиционные источники алмазов, прежде всего, флюидизиты, на чем неоднократно акцентировал внимание Г. М. Яценко [2].

Тенденции размещения проявлений кимберлитового и лампроитового магматизма, предпосылки формирования алмазоносных трубок. Высокая степень зрелости литосферы, мощностью более 150 км, является главным фактором возможности создания петрологических условий для обеспечения в подошве сегмента литосферы условий для стабильного существования графита и алмаза [7].

Канадская кимберлитовая провинция Слейв, в пределах которой выявлено максимальное количество трубок на Канадском щите (150), по данным сейсмотомографии, характеризуется мощностью современной литосферы 250 км [10]. Наряду с этим, данные термобарометрии ультраосновных ксенолитов из среднеюрских алмазоносных трубок указывают на глубину их образования в этом регионе, составляющую 190 км [10]. Представительные сейсмические исследования [10] свидетельствуют о неравномерно слоистой структуре литосферы Канадского щита и об отсутствии глубоко погруженного литосферного корня под продуктивным контуром, включающим алмазоносные трубки кратона Слейв.

Современная мощность литосферы центральной Сибирской платформы, включающей районы Далдынского, Алакитского и Малоботуобинского кимберлитовых полей, указывают на современную мощность литосферы, которая колеблется от 200 до 230 км. В ксенолитах кимберлитовых трубок Сибирской платформы, в частности „Удачная“, „Мир“, „Обнаженная“, совмещаются породы „разноглубинных“ парагенезисов (от 40 до 225 км по оценке РТ-условий литостатической нагрузки) [11]. При этом гранатовые перидотиты и эклогиты этих трубок, по данным термобарометрии, образовались в интервале глубин 200–225 км [11].

Изучение пространственного размещения кимберлитовых трубок в различных алмазоносных провинциях указывает на их приуроченность к определенным линейным зонам в земной коре – глубинным разломам транслитосферного проникновения, способным достигать гипсометрического уровня астеносферных областей масштабной генерации кимберлитовых магм. И это является определяющим структурным фактором для реализации процесса формирования промышленных месторождений алмазов в аномальных сегментах литосферы высокой степени зрелости. Прямая связь кимберлитов с глубинными разломами подтверждается линейно ориентированным расположением кимберлитовых трубок в

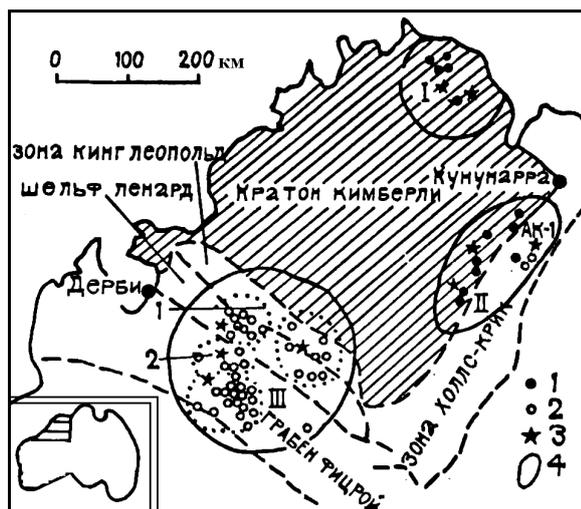


Рис. 2. Лампроитопоявления, кимберлитопоявления и алмазопоявления района кратона Кимберли Западной Австралии (по А. Джейку и др. [9]):

1 – кимберлитопоявления; 2 – лампроитопоявления; 3 – алмазопоявления; 4 – районы: I – Северный Кимберли, II – Восточный Кимберли, III – Западный Кимберли

виде цепочек и целых серий даек, секущих кристаллическое основание. Необходимым условием является (в сочетании с тектоническими факторами) развитие в особых зонах сверхвысоких давлений, которые способствуют образованию в кимберлитах алмаза и его спутников. Присутствие таких давлений в кимберлите является главным условием образования промышленных концентраций алмаза [5]. При этом скорость подъема магматической колонны прямо пропорциональна давлениям, существующим в кимберлитовом очаге. При относительно меньших давлениях движение расплава к земной поверхности замедляется, при этом изначально кимберлитовый расплав может быть самопроизвольно раскислен, алмазы графитизируются еще на глубине в промежуточных очагах.

Возникает необходимость научно обоснованного анализа реальных перспектив промышленной алмазоносности отдельных регионов УЩ, который бы учитывал петрологические предпосылки формирования алмаза и особенности глубинного строения литосферы и земной коры.

Закономерности размещения коренных кимберлитов- и лампроитопоявлений на УЩ

в связи с глубинным строением. На сегодняшний день, на УЩ участки развития коренных кимберлитовых и лампроитовых пород выявлены только в пределах Ингульского и Приазовского мегаблоков (рис. 1).

Вопрос о мощности литосферы УЩ является дискуссионным. В основу анализа изучения глубинного строения литосферы УЩ нами были положены материалы интерпретации данных глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) [12] и сейсмомографии [13]. Для объективного анализа алмазопродуктивности литосферных сегментов УЩ были использованы данные мощности литосферы по ГСЗ (рис. 3), скорректированной по результатам петрологических исследований глубинных ксенолитов и минералов-спутников алмаза районов проявления мантийных пород (рис. 4).

Для Ингульского мегаблока характерна максимальная в пределах УЩ мощность литосферы, достигающая по данным ГСЗ 250 и более километров. Мощность коры в пределах мегаблока изменяется от 35 до 45 км с валообразным поднятием в Ингуло-Ингулецкой шовной зоне. Поверхность Мохо (М), по сравнению с соседними мегаблока-

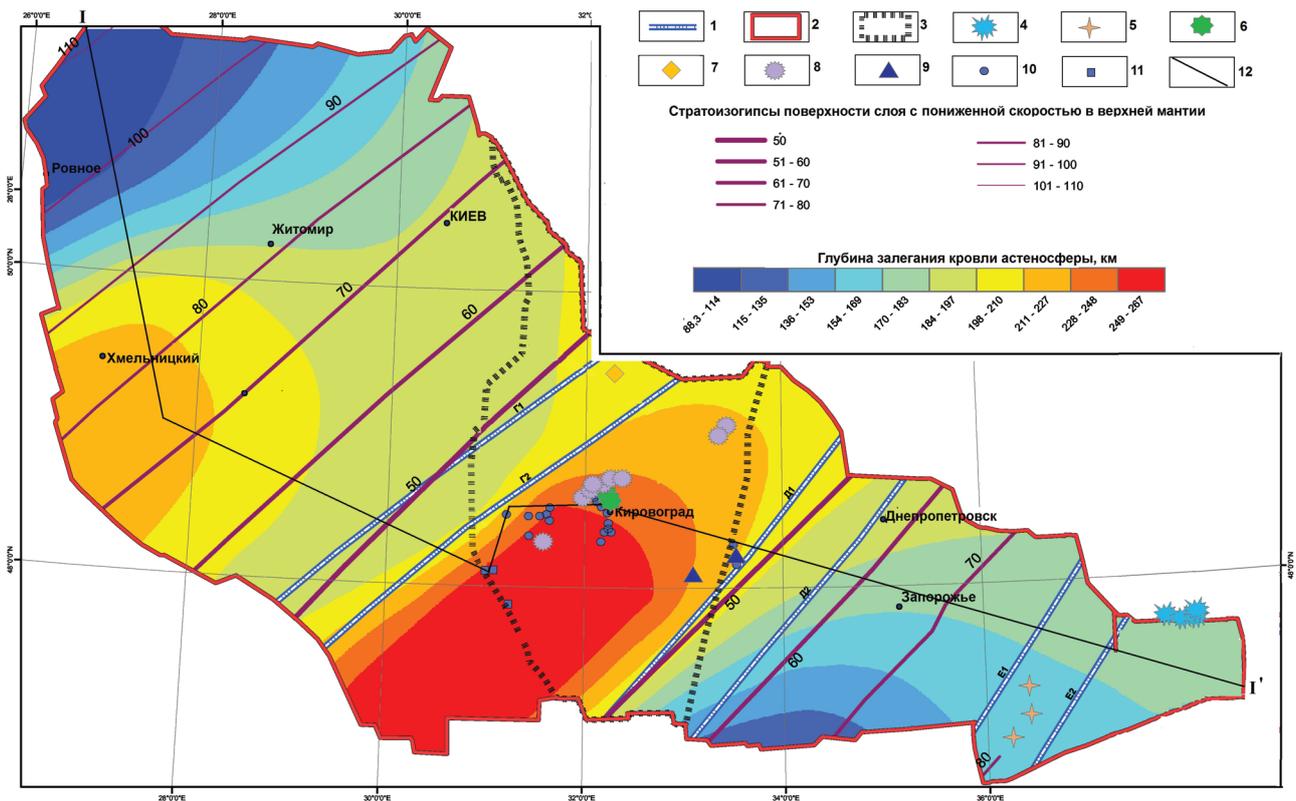


Рис. 3. Схема поверхности астеносферы в пределах Украинского щита (по Соллогубу В. Б. [12]) с данными по кимберлитовым и лампроитопоявлениям, промышленному урановому оруденению:

- 1 – трансрегиональные мантийные линейменты северо-восточного простирания; 2 – контур УЩ; 3 – контур Ингульского мегаблока; 4 – кимберлитовые трубки; 5 – взрывные лампроитопоявления (трубки); 6 – кимберлитопоявления дайковой фации; 7 – лампроитопоявления в виде жил и даек; 8 – алмазоперспективные взрывные структуры; 9 – кимберлитоподобные породы; месторождения урана: 10 – в среднетемпературных карбонатно-натриевых метасоматитах; 11 – калий-урановой формации; 12 – линия разреза I-I'

ми, образует поднятие, своеобразный приподнятый блок, в пределах которого в желобообразной впадине в поверхности М, совпадающей с Субботско-Мошоринской разломной зоной по данным ГСЗ, зафиксированы контрастно выраженные вертикальные расслоения коры (профиль XXIV), которые также отмечены и в зоне Кировоградского разлома (геотраверс IV) (рис. 4).

В пределах Ингульского мегаблока выделяют мантийный диапир (рис.1), который находится в основании Новоукраинского гранитного массива и Корсунь-Новомиргородского плутона габбро-анортозит-рапакиви. Кировоградский мантийный диапир коррелирует с Корсунь-Новомиргородской трансформовой акустической аномалией и Кировоградско-Новоукраинским гравитационным минимумом [13]. На глубине 200–400 км в этом районе выделяется большая зона пониженных скоростей сейсмических волн, связанная с резервуаром частично расплавленных пород (рис. 5). В восточной части Корсунь-Новоукраинского двухфазного плутона выявлена Кировоградская аномалия теплового потока и электропроводности, которая имеет тепловую природу [14]. Корреляция аномалии теплового потока, зоны электропроводности, пониженных скоростей сейсмических волн и наличие плотностной аномалии в едином сегменте Ингульского литосферного мегаблока позволяет рассматривать этот район как область длительной активизации мантии. Кировоградский мантийный диапир имел длительное прерывисто-пульсационное развитие, что свидетельствует о стабильности глубинного энергетического теплового источника, обусловившего его образование.

Проникновение мантийного диапира сопровождалось мощным гранитообразованием чарнокит-гранитовой стадии с формированием Новоукраинского массива в период от 2025 ± 48 до 2039 ± 6 млн лет [15]. Со вторым этапом развития мантийного диапира связано появление наиболее древних дайковых поясов, которые вмещают кимберлиты с изотопным возрастом 1800 и 1770 ± 9 млн лет [16] (рис. 6), образование анортозит-рапакиви-гранитной формации с модалным изотопным возрастом от 1725 ± 11 до 1754 ± 4 млн лет (U–Pb метод) [15], проявленность интенсивной флюидизатно-эксплозивной деятельности в разломных структурах с формированием тектоно-метасоматических зон, вмещающих масштабное урановое оруденение в натриевых метасоматитах с изотопным возрастом 1800–1750 млн лет [17].

Знаменско-Устиновское дайковое поле включает серию даек лампрофиров и кимберлитоподобных пород с изотопным возрастом 1600–1200 млн лет [2]. Боковянское поле (Западно-Ингулецкая минерагеническая зона) включает эксплозивные структуры и дайки кимберлитоподобных пород. Родионовское поле включает трубки взрыва, дайки. Дальнейший этап активизации в

Ингульском мегаблоке проявился развитием даек, в том числе лампроитовых, на северном фланге Корсунь-Новомиргородского плутона с изотопным возрастом 1370–1330 млн лет [16]. Герцинская эпоха диасторофизма в пределах региона выразилась образованием Ровенской эруптивной структуры с изотопным возрастом 350–275 млн лет [2], а в узле пересечения Криворожско-Кременчугского и Девладовского разломов образовалась группа вулкано-тектонических структур, среди которых самой крупной является Терновская с изотопным возрастом 250 млн лет [2]. В этот период активизации в Кировоградской зоне разломов образовалось жильное урановое оруденение возраста 380–350 млн лет. К альпийскому периоду тектонических движений относится образование райгородской и смелянской толщ, ряда эксплозивных структур в северной и северо-восточной частях Ингульского мегаблока (рис. 6). Основными магмо- и флюидопроводящими каналами в Ингульском мегаблоке были зоны глубинных разломов, активизация которых, в различной мере, возобновлялась во все основные эпохи диасторофизма.

Кимберлитовые дайки протерозойского этапа тектонической активизации (1800 и 1770 ± 9 млн лет) [16] в Ингульском мегаблоке впервые были выявлены при проведении разведки Щорсовского и Лелековского месторождений урана. Они установлены на участке Лелековского разлома в тектонических узлах, образованных нарушениями северо-западного, широтного и северо-восточного простирания (рис. 6). Дайки кимберлитов расположены по периферии локальной гравитационной аномалии трубчатого типа интенсивностью 0,5 мГал размером 600×500 –400 м.

Для изучения параметров кимберлитопроявления и отбора технологической пробы с целью определения их алмазоносности на Лелековском участке был пробурен куст буровых скважин из 31 скважинного пересечения (скв. 4095-31). Всего было получено 41 пересечение кимберлитов. Средняя стволовая мощность по всем пересечениям составляет 3,1 м и колеблется от 0,1 до 7,8 м. Вертикальный размах тел кимберлитов 91,6 м. Дайки встречены в пределах абсолютных отметок –159,5 – –251,1 м (абсолютная отметка устья скважины 4095 составляет +147,4 м). По простиранию кимберлитопроявление прослежено на 29 м и не оконтурено. Простирание кимберлитовых даек 315 и 45° . Падение тел субвертикальное. Вмещающими породами являются лелековские мелко-среднезернистые биотитовые граниты кировоградского комплекса. Порода даек представлена брекчированными слюдистыми и интенсивно измененными кимберлитами с порфириковой структурой, которая обусловлена фенокристами оливина и флогопита. Зерна оливина полностью серпентинизированы, флогопита также часто полностью замещены хлорит-рудным агрегатом с тонкой оторочкой карбонатных выделений по пери-

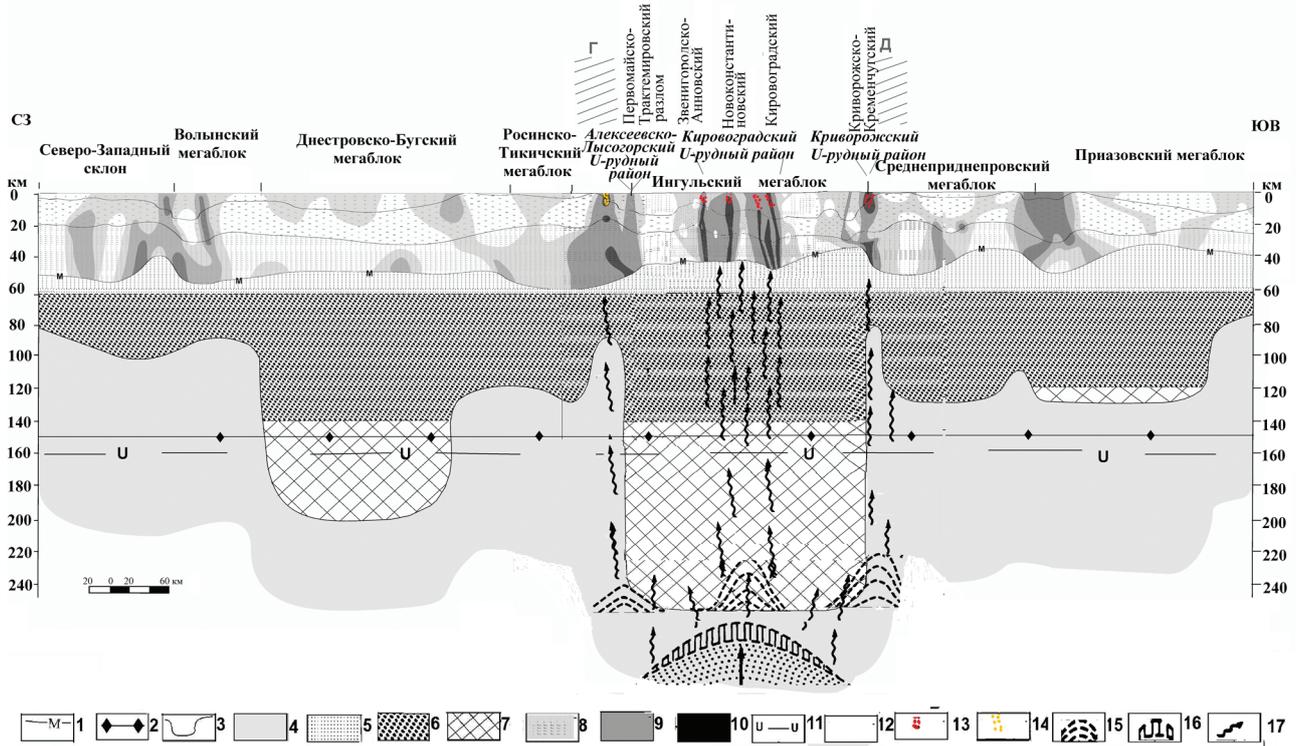


Рис. 4. Разрез литосферы в пределах Украинского щита по профилю I-I:

1 – граница Мохо; 2 – граница стабильности графит-алмаз; 3 – граница литосфера-астеносфера; 4 – астеносфера; 5 – железистые ультрабазиты (железистые дуниты, ильменит-флогопит-гранат-оливиновые породы); 6 – амфиболовые и пироксеновые глиммериты, шпинель-гранатовые, гранатовые лерцолиты; 7 – хромшпинелевые гарцбургит-лерцолитовая и дунит-перидотитовая серии с реликтами деформированных структур, гранатовые лерцолиты с реликтами деформированных структур; зоны дислокаций с различной степенью проницаемости: 8 – низкой, 9 – средней, 10 – высокой; 11 – уровень формирования очаговых потоков ураноносных трансмагматических флюидов; 12 – проекция положения литосферных линейментов (по В. Б. Соллогубу [12]); 13 – месторождения урана в альбититах; 14 – месторождения урана калий-урановой формации; 15 – локальные астеносферные ловушки на границе литосфера-астеносфера; 16 – термобарогradientный фронт глобальной астеносферной ловушки, сформированный вследствие импульсной дегазации ядра и мантии; 17 – астеносферные флюидопотоки

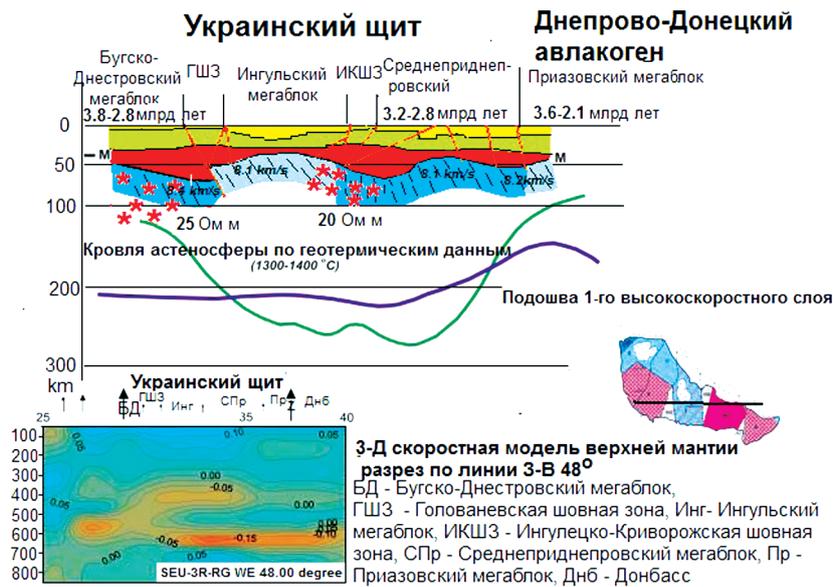


Рис. 5. Структура верхней литосферы Украинского щита и мантийные неоднородности по данным сейсмической томографии вдоль широтного геотраверса IV (по Богдановой и др. [14])

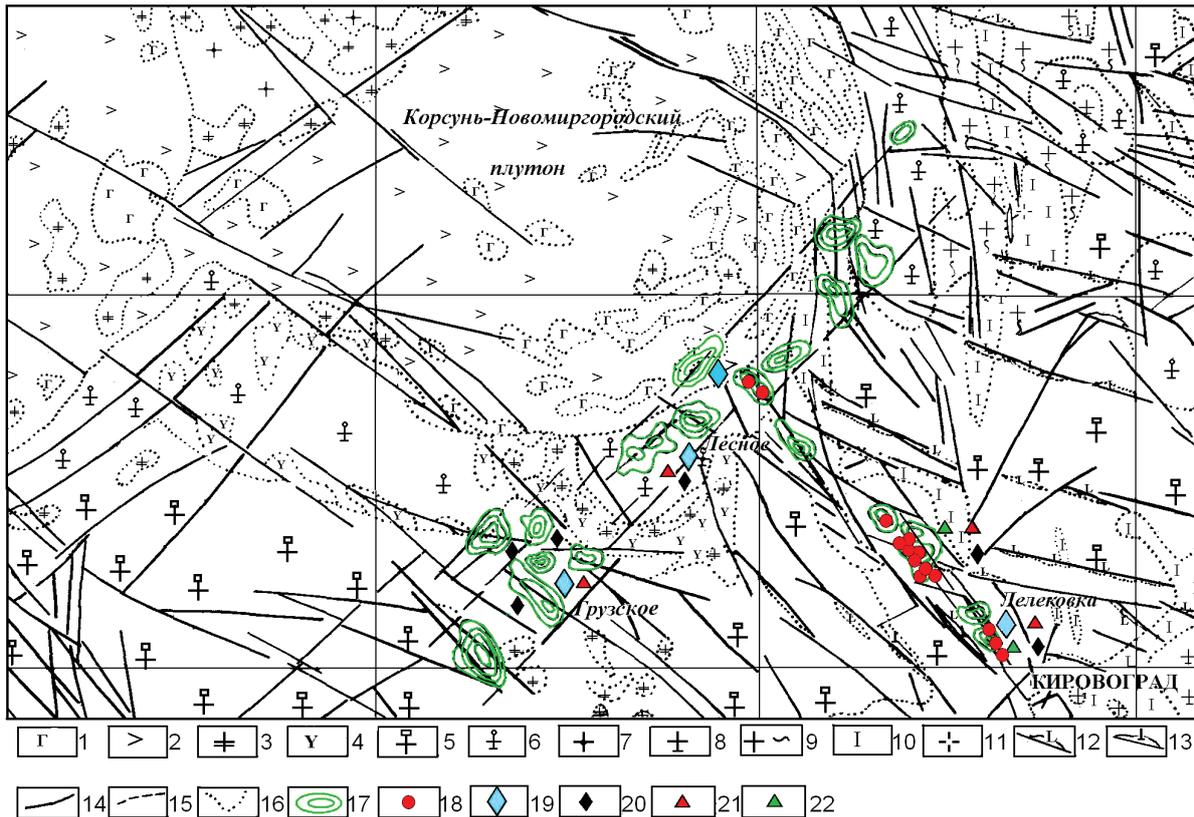


Рис. 6. Структурно-тектоническая схема расположения эксплозивных структур Кировоградского участка Ингульского мегаблока УЩ:

1 – габбро, габбро-нориты; 2 – анортозиты; 3 – монцониты; 4 – сиениты; 5 – граниты биотитовые, порфиробластические; 6 – граниты рапакиви; 7 – граниты контаминированные пироксен-роговообманковые; 8 – граниты равномернзернистые биотитовые; 9 – мигматиты; 10 – гнейсы биотитовые; 11 – граниты пегматоидные; 12 – внемасштабные дайки диабазов; 13 – внемасштабные дайки пикритовых порфиритов; 14 – тектонические нарушения; 15 – границы разновозрастных геологических отделов; 16 – границы одновозрастных литологических и фациальных отделов; 17 – контуры отрицательных гравианомалий, контролирующих эксплозивные структуры; 18 – проявления кимберлитов дайковой фаши нижнепротерозойского возраста; 19 – находки кимберлитовых алмазов; находки минералов-спутников алмаза; 20 – хромшпинелидов; 21 – пиропы; 22 – хромдиопсидов

ферии. Вещество, цементирующее порфиоровые выделения оливина и флогопита, представлено смесью серпентина, хлорита, рудного минерала и карбоната.

В кимберлитах встречены глубинные ксенолиты размером 2–8 мм до нескольких сантиметров, сложенные, в основном, вторичными продуктами – смесью пластинчато-волокнистого серпентина, бастита, рудного минерала. Ксенолиты глубинных пород по петрографическим особенностям соответствуют гранатовым дунитам (рис. 7) и гарцбургитам.

Из керна куста буровых скважин 4095 были сформированы технологическая проба Т-96-1 весом 280 кг и две лабораторные минералогические пробы весом 22 и 6,6 кг, которые изучались в Крымском отделении УкрГГРИ, Львовском Национальном университете (ЛНУ) и компании „Де Бирс“.

В пробе Т-96-1 в Крымском отделении УкрГГРИ было установлено два кристалла алмаза перидотитового парагенезиса. Кроме кристаллов ал-

маза, в пробе были выявлены зерна хромдиопсидов (содержание Cr_2O_3 в трех из них колеблется от 0,98 до 1,29 %) и хромшпинелиды. По данным

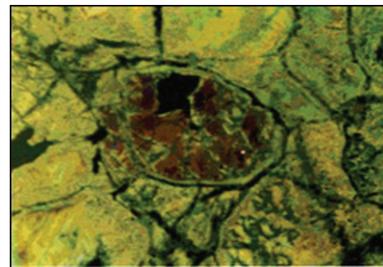


Рис. 7. Микрофотография образца кимберлита Лелековского участка (скв. 4095-2, гл. 348.2 м). Серпентинизированный ксенолит гранатового дунита. Реликт зерна оливина окружен серпентин-тальковым агрегатом. В оливине включения келифитизированного ксенокристалла граната. Николи +. Ув. 100 (материалы КП „Кировгеология“)

электронно-зондового анализа шести зерен хромдиоксидов содержание Cr_2O_3 в них колеблется в пределах 12,35–33,57 % и MgO 16,61–18,64 %. Также выделены гранаты, соответствующие гроссуляр-пироп-альмандинам. В образце Т-96-1/5 установлено преобладание пиропового минала над гроссуляровым и альмандиновым компонентами.

Более полные данные о концентрации Cr_2O_3 и MgO в хромшпинелидах получены по пробе весом 6,6 кг, исследованной лабораторией компании „Де Бирс“. Выполнено 377 электронно-зондовых анализов. По полученным данным содержание Cr_2O_3 в хромшпинелидах из этой пробы изменяется от 10 до 47 % (в 26 случаях оно превышает 40 %), а содержание MgO варьирует в пределах 14–20 %.

По текстурно-структурным особенностям и вещественному составу щорсовские кимберлиты близки к кимберлитам Лелековского участка.

На Щорсовском участке получено 23 пересечения по кимберлитам. Стволовая мощность кимберлитовых даек изменяется от 0,5 до 18,2 м. Падение тел вертикальное, простирание 305° . Дайки встречены в пределах абсолютных отметок +28 – –218 м (абсолютная отметка устья скважины 4097 составляет +155,0 м). По простиранию дайки кимберлитов вскрыты на протяжении 80 м. Вмещающими их породами являются лелековские мелко-среднезернистые биотитовые граниты Кировоградского комплекса.

Из кимберлитов слюдяного типа была отобрана технологическая проба весом 229 кг. Кроме того, отобраны минералогические пробы весом 21,3 и 4,5 кг. В пробах кристаллы алмаза не установлены. Во всех пробах был обнаружен полный комплекс ИМК: пиропы, пикроильмениты, хромшпинелиды, хромдиоксиды, высокомагнезиальный оливин. Однако по химическому составу минералов-спутников эти кимберлиты не могут быть отнесены к алмазоносной фации (содержание Cr_2O_3 в хромшпинелидах изменяется в пределах 31–50 %, содержание MgO – в пределах 10–17 %).

В Ингульском мегаблоке широко проявлены взрывные процессы. Наиболее продуктивным в проявлении взрывных процессов в Ингульском мегаблоке является нижнепалеогеновый этап тектонической активизации, он чрезвычайно плодотворен и во всем мире. Взрывные продукты этого этапа принадлежат, большей частью, к формации брекчиевых и взрывно-осадочных образований, которые в северо-восточной части Ингульского мегаблока УЩ ассоциируются, в основном, с райгородской толщей. Основная часть ореола указанной толщи тяготеет к приконтактовым частям Корсунь-Новомиргородского массива габбро-анортозит-рапакиви (рис. 8).

Райгородские слои образованы из обломков вмещающих пород кристаллического фундамента на фоне мощных автономных тектонических под-

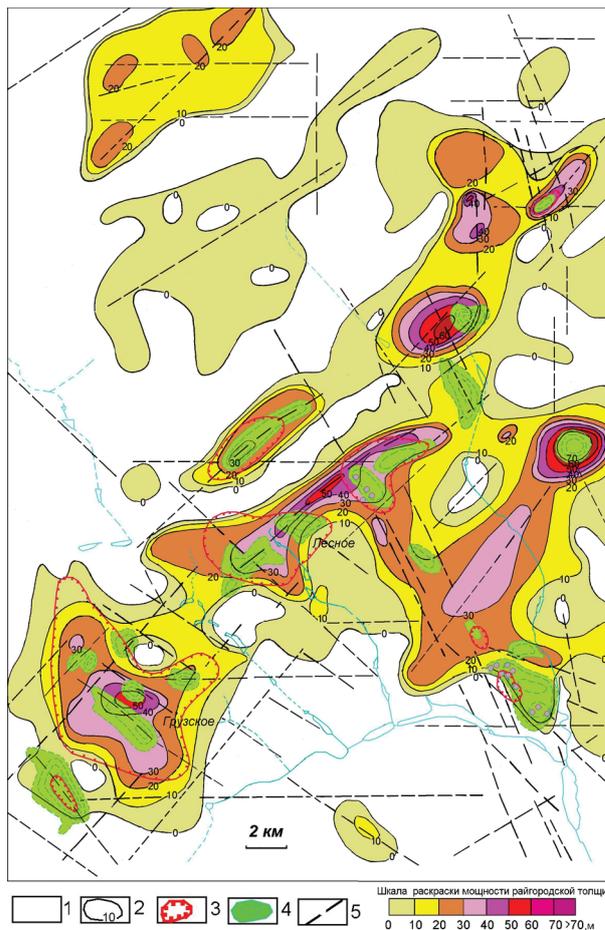


Рис. 8. Схема изопахит райгородских отложений (Pg_1). Кировоградский участок, Ингульский мегаблок УЩ:

- 1 – площадь отсутствия райгородских отложений;
- 2 – изопахиты райгородских отложений;
- 3 – ореолы развития автолитовых ксенофобрекчий кимберлита;
- 4 – отрицательные гравитационные аномалии, контролируемые взрывные структуры;
- 5 – разрывные нарушения

вижек с эффектами маарового вулканизма. На многих участках в пределах райгородской толщи выявлены прямые признаки кимберлитового магматизма. К ним отнесены проявления автолитовых брекчий кимберлита (скв. 4074, 4076 (структура Грузская-Южная), 4061, 4067, 4052, 4053, 4055 (участок Лесной)), алмазы и ИМК в породах, образующих кольца выброса взрывных диаметров. Размер взрывных структур – первые сотни метров (рис. 6, 8). Общий ореол распространения райгородской брекчированной толщи составляет 25×40 км только в центральной части, где она имеет сплошное развитие. Ореол образован вдоль серии тектонических узлов, которые являются следствием пересечения Захаровской зоны разлома северо-восточного простирания, идущей по экзоконтакту плутона рапакиви в его юго-западной части, с субпараллельными разломами северо-западного простирания, которые

упираются в плутон (рис. 6, 8). В материале лабораторно-технологической пробы весом 237 кг с автолитовых брекчий кимберлита Грузской-Южной структуры были выявлены 10 зерен хромшпинелидов размером от 0,08 до 0,15 мм в форме октаэдров и сростков кристаллов.

Микрозондовыми исследованиями зерен хромшпинелей определено содержание в них Cr_2O_3 от 30 до 62,17 % и MgO от 7,3 до 12,5 %. В минералогической пробе 4087/1 были установлены кимберлитовые алмазы – шпинелевый двойник кристалла переходной формы октаэдр-ромбододекаэдр $1,4 \times 1,2 \times 0,9$ мм и 6 осколков одного кристалла (октаэдр-ромбододекаэдр с полосами пластической деформации) размерами от 0,1 до 0,25 мм, мантийные пиропы – 150 обломков ($\text{Cr}_2\text{O}_3 = 6,1-7,1$ %, $\text{MgO} = 19,33-20,01$ %, $\text{CaO} = 4,14-4,38$ %, с содержанием кноррингитового компонента у большинства зерен >10 мол. %).

Петрологические характеристики кимберлитов Ингульского мегаблока УЩ (наличие нодулей гранатовых дунитов и гарцбургитов в кимберлитах Лелековского и Щорсовского участков, присутствие в них алмазов перидотитового парагенезиса, полного комплекса индикаторных минера-

лов кимберлитов (ИМК), химический состав ИМК, в частности Грузского участка – пиропов ($\text{Cr}_2\text{O}_3 = 6,1-7,1$ %, $\text{MgO} = 19,33-20,01$ %, $\text{CaO} = 4,14-4,38$ %, с содержанием кноррингитового компонента у большинства зерен >10 мол. %), хромшпинелидов ($\text{Cr}_2\text{O}_3 = 45,32-62,17$ %, $\text{MgO} = 7,3-12,5$ %), часть из которых относится к алмазной ассоциации, позволяют оценить глубину генерации отдельных очагов кимберлитовых магм в регионе не менее чем 140–150 км. Этот уровень генерации отдельных очагов кимберлитовых магм в регионе близкий по глубине к уровню, благоприятному для генерации алмазов. Одной из главных наблюдаемых особенностей химического состава ИМК из эксплозивных структур Ингульского мегаблока УЩ является сходство с таковыми из мантийных модулей дунит-гарцбургитового состава алмазоносных кимберлитов Якутии. Это может свидетельствовать о близких физико-химических условиях формирования тех и других ИМК (табл. 1, 2).

По данным ГСЗ мощность литосферы в пределах Приазовского мегаблока составляет 150–170 км (рис. 3), земной коры – 35–47 км. В северной части Центрально-Приазовской зоны разло-

Таблица 1

Химический состав хромшпинелей из кимберлитов и эруптивных брекчий Ингульского мегаблока УЩ [18] и кимберлитов Якутии [19]

Компонент	Ингульский мегаблок					Якутия	
	Щорсовский участок (кимберлит)	Лелековский участок (кимберлит)	Грузской участок (кимберлит)	Зеленогайская структура (кимберлит)	Ровенский участок (эруптивные брекчи)	Трубки Айхал, Удачная (гарцбургит-дуниты)	Трубка Удачная (лерцолиты)
Ст-компонент	35,3–41,1	17,4–39,3	35,3–84,0	76,4–83,9	65,0–78,1	83,4	41,0
Al-компонент	52,9–63,2	81,2–61,8	14,1–45,6	11,9–20,2	7,2–13,3	12,4	42,1
Ульвошпинель	0,1–0,6	0,2–0,5	0,5–5,2	0,1–0,6	1,3–1,8	0,4	2,8
<i>f</i> , %	29,2–41,9	28,0–23,5	58,9–64,3	40,9–51,9	46,8–73,0	45,1	41,0
<i>K_o</i>	43,8–75,7	9,4–20,7	3,4–50,5	27,3–28,6	38,2–45,0	11,3	0

Таблица 2

Химический состав гранатов из кимберлитов Ингульского мегаблока УЩ [18] и Якутии [19]

Компонент	Ингульский мегаблок		Якутия	
	Щорсовский участок	Грузской участок	Трубки Айхал, Удачная (гарцбургит-дуниты)	Трубка Удачная (лерцолиты)
Са-компонент	12,9–17,5	10,9–11,4	1,8–11,2	13,3–16,5
Mg-компонент	28,3–66,6	71,3–73,7	76,0–87,7	61,6–75,2
Ст-компонент	0,1–0,6	18,5–20,9	11,2–40,2	4,5–16,7
<i>f</i> , %	36,3–76,8	17,9–18,4	11,7–16,2	14,1–27,8

мов наблюдается валлообразное поднятие границы М северо-западного направления. В северной части восточной половины мегаблока наблюдается ровообразное понижение границы М. В восточной части Приазовского мегаблока выделяется Приазовская мегаструктура, охватывающая одноименный мантийный диапир (рис. 1). На поверхности фундамента он выражен образованиями хлебодаровского и более поздних (южно-кальчикского, октябрьского и каменно-могильского) комплексов. Образования этих комплексов формируют единый плутон длительного образования

на площади от р. Каратыш (на западе) до р. Грузской Еланчик (на востоке) (рис. 9). Этот плутон расположен непосредственно над мантийным диапиром. В пределах плутона установлен ряд проявлений, которые могут быть отнесены к ультраосновной с карбонатитами формаций и связанных с ней фенитов (Петрово-Гнутовский, Хлебодаровский, Дмитровский).

На проявленность в пределах Приазовского мегаблока мантийных процессов кроме щелочных и субщелочных породных комплексов также указывают установленные штоки и дайки лам-

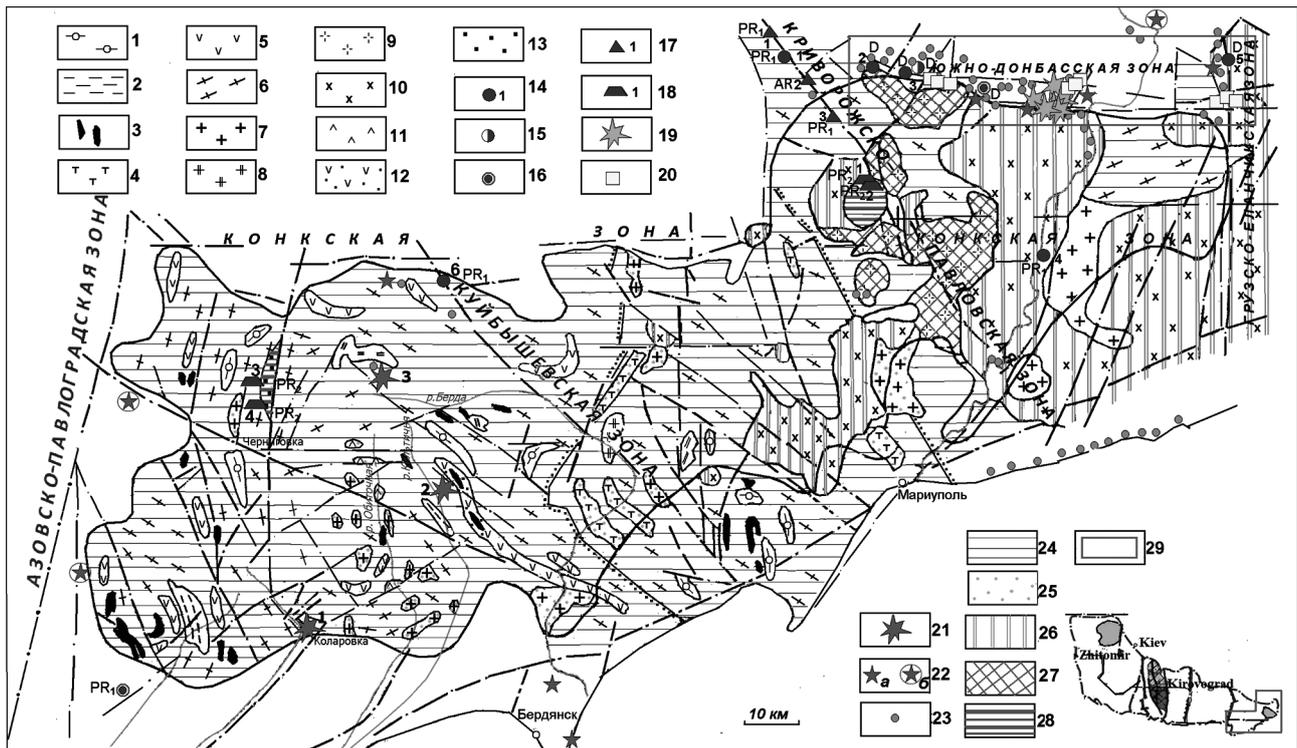


Рис. 9. Схема критериев и признаков алмазности (по материалам Приазовской ГРЭ), размещения урановородных объектов и распределение урана в породах Приазовского мегаблока (по материалам КП „Кировгеология“):

1 – гнейсы пироксеновые и амфибол-пироксеновые; 2 – гнейсы биотитовые; 3 – кварциты железистые; 4 – гнейсы биотит-графитовые, биотит-силлиманитовые и др. породы пестрой толщи р. Берды; 5 – амфиболиты; 6 – мигматиты существенно плагиоклазовые по разным породам; 7 – породы гранодиоритового комплекса; 8 – граниты плагиоклазовые р. Каратюк (Захарьевский массив); 9 – анадолевские граниты; 10 – породы граносиенитового комплекса, 11 – обиточненский интрузивный комплекс (кварцевые диориты, тоналиты, диориты и габбро-диориты); 12 – гуляйпольский метаморфизованный комплекс (высокоглиноземистые ставролит-, кордиерит-, андалузит-, силлиманитвмещающие и двуслюдяные кристаллосланцы, мраморы и графитвмещающие гнейсы, метаконгломераты); 13 – черниговский карбонатитовый комплекс (карбонатиты и ассоциирующие с ними нефелиновые и щелочные сиениты, щелочные ультрабазиты). Эндеогенные рудопроявления урана: 14 – гидротермальные в минерализованных зонах: 1 – Васильевское, 2 – Балка Большая Барсукова, 3 – Балка Мандрыкина, 4 – Балка Барбасова, 5 – Еланчикское (Покрово-Киреевское); 6 – Куйбышевское; 15 – Николаевское непромышленное месторождение в базальных отложениях; 16 – гидротермальные уранитумные в зонах дробления пород кристаллического фундамента; 17 – гидротермально-метасоматические в пегматоидных гранитах: 1 – Павловское, 2 – Ново-Андреевское, 3 – Валерьяновское; 18 – магматического типа в массивах сиенитов и карбонатитов: 1 – Мазуровское, 2 – Рудник „Циркон“, 3 – Новополтавское, 4 – Черниговское; 19 – кимберлитопроявления; 20 – находки жильных пикритов; 21 – взрывные лампроитопроявления: 1 – Мрия, 2 – Камыши, 3 – Конка; 22 – находки кристаллов алмазов: а – в современном аллювии, б – в отложениях мезокайнозойского возраста; 23 – находки пиропов в современном аллювии. Среднее содержание урана в породах (в 10^{-4} %): 24 – менее 2,5; 25 – от 2,5 до 5; 26 – от 5 до 8; 27 – от 8 до 10; 28 – более 10, 29 – контур Волновахской площади

проитов (трубки „Мрия“, „Конка“ и др.) возраста 1970–1950 млн лет (по флогопиту К-Аг метод) [16], серия малых интрузий кимберлит-лампроитового ряда коларовского комплекса возраста 1900–1760 млн лет [16], Мариупольское поле лампрофиров (рис. 9). В бассейне р. Лозоватка были выявлены высокомагнезиальные слюдяные ультрабазиты лампроитовой серии (1970–1950 млн лет) [16], залегающие в виде маломощных даек. В зоне Южно-Донбасского разлома (Волновахская площадь) установлен ряд кимберлитовых трубок и даек (рис. 9). Дайки якупирангитов мощностью до 2,5 м образуют пояс северо-западного простирания длиной 35 км при ширине 10 км, который прослеживается от с. Елисеевка до Соркинской зоны севернее с. Осипенки в направлении, перпендикулярном Черниговской зоне.

В кимберлитах трубок Волновахской площади пиропы являются продуктами дезинтеграции разноглубинных и разных по составу перидотитов графит-пироповой фации глубинности. Пиропы гарцбургитового парагенезиса алмаз-пироповой фации глубинности встречаются крайне редко [4].

Хромшпинелиды, выявленные в кимберлитовых трубках и дайках Приазовья, по особенностям химического состава делятся на три группы: 1) с низкой хромистостью ($Cr_2O_3 < 45\%$) и титанистостью ($TiO_2 < 1\%$), повышенной глиноземистостью и магнезиальностью, соответствующие лерцолитам с умеренным или повышенным содержанием клинопироксена; 2) соответствующие по составу высокохромистым ($Cr_2O_3 = 48–60\%$), низкоглиноземистым низкожелезистым магнезиохромитам, первоисточником которых были пироповые лерцолиты с низким содержанием клинопироксена (количеством существенно преобладают над другими разновидностями); 3) в знаковых количествах присутствуют высокохромистые ($Cr_2O_3 = 60–64\%$), низкоглиноземистые ($Al_2O_3 = 6–9\%$) магнезиохромиты, близкие по составу к алмазной ассоциации [2, 4].

Присутствие в преимущественном количестве хромшпинелидов второй группы позволяет отнести кимберлиты Волновахской площади к образованиям преимущественно лерцолитового состава, образование хромшпинелидов в диапазоне давлений 30–32 кбар, т. е. в условиях графит-пироповой фации глубинности (125–130 км). Единичные находки пиропов и хромшпинелидов алмазной ассоциации, мелких алмазов позволяют предполагать мелкие локальные очаги генерации кимберлитовых магм на границе алмаз и графит-пироповой фации глубинности.

В пределах Днестровско-Бугского мегаблока по данным ГСЗ мощность литосферы составляет 180–200 км (рис. 3), увеличиваясь в юго-восточном направлении до 200–250 км. Отмечается контрастное разделение структуры подошвы литосферы мегаблока на северо-западную (Подольский блок) и юго-восточную (Бугский блок) части. В Бугском блоке зафиксировано контрастное

погружение границы Мохо в северо-западном направлении. В общем, для поверхности Мохо мегаблока фиксируется наличие троговой структуры северо-западного простирания, в разрезе выделяется мощный (до 30 км) слой коромантийной смеси [12]. Данные петрологических исследований мантийных ксенолитов из пород в коренном залегании отсутствуют. Однако в осадочном чехле (главным образом, в отложениях балтской свиты) Подольского блока Днестровско-Бугского мегаблока, при проведении алмазопиловых работ ПДГРП „Північгеологія“, были обнаружены ореолы индикаторных минералов кимберлитов (ИМК). Наибольшее развитие в ореолах имеют пиропы лерцолитового парагенезиса. Пиропы представлены, преимущественно, низкохромистыми ($Cr_2O_3 = 1–2.5\%$) разновидностями (до 95%), среднехромистые ($Cr_2O_3 = 2.5–5.0\%$) встречаются редко, высокохромистые ($Cr_2O_3 > 5.0\%$) – очень редко. Содержание кноррингитового компонента в них не превышает 10 мол.%, следовательно, основная масса их образовалась при давлениях меньше 30 кбар [4]. Среди пиропов идентифицированы лишь единичные зерна, характерные для вебстеритов. Имеющиеся минералогические данные [2, 4] дают основания прогнозировать возможное наличие вблизи областей сноса выявленных ИМК кимберлитовых тел дайкового типа, обогащенных ксенолитами и продуктами дезинтеграции верхнемантийных лерцолитов, эклогитов (малоглубинная ассоциация) с глубиной генерации не более 120 км.

В пределах Днестровско-Бугского мегаблока широко развиты проявления глубинного магматизма и флюидизатно-эксплозивных процессов. По данным Яценко Г. М. и др. [2], в районе с. Вороновник выявлены жильные кимберлиты и eksploзивные брекчии, у с. Брацлав – eksploзивные брекчии с флюидизатно-эксплозивным материалом.

В южной части Днестровско-Бугского мегаблока, в области сочленения Голованевской шовной зоны и Ингульского мегаблока, при проведении ГГК-50 выявлены слабоконтрастные ореолы ИМК в четвертичных и неогеновых отложениях [4] и алмазы в приплотиковом аллювии в бассейнах рек Синюха, Ятрань. Подавляющее большинство пиропов по химическому составу отнесены к разновидностям лерцолитового и вебстеритового парагенезисов графит-пироповой фации глубинности с кноррингитовым компонентом до 10 мол.%, что позволяет определять диапазон давлений их генерации в 30–35 кбар. Часть выявленных хромитов по составу близка к алмазной ассоциации ($Cr_2O_3 = 61.5–63.5\%$), ($TiO_2 < 1\%$), ($Al_2O_3 = 6–8\%$) и встречается совместно с наиболее высокохромистыми пиропами [2]. Учитывая это обстоятельство, глубина генерации коренных источников, указанных ранее ИМК в южной части Днестровско-Бугского мегаблока в зоне сочленения Голованевской шовной зоны и Ингульского мегаблока, может быть около 150 км.

По данным ГСЗ мощность литосферы в пределах Среднеприднепровского мегаблока составляет от 150 до 200 км и лишь на юге мегаблока уменьшается до 100 км (рис. 3). Поверхность Мохо представляет собой линейно-вытянутое в субмеридианальном направлении валообразное поднятие в центральной части мегаблока глубиной до 32 км, которое ограничено с востока и запада понижениями границы М до 50–55 км. Петрологические материалы относительно мощности литосферы для Среднеприднепровского мегаблока очень ограничены. Веских оснований для выделения в пределах мегаблока района развития кимберлит-лампроитового магматизма нет. Характерные для кимберлитов и лампроитов минералы-спутники алмаза в Волчанской и Самотканской россыпях не установлены. По мнению С. Н. Цымбала [20], наиболее вероятным первоисточником хромшпинелидов Самотканской россыпи были ультрабазиты и базиты зеленокаменных структур центральной части Среднеприднепровского мегаблока, а хромшпинелидов Волчанской россыпи – ультрабазиты и базиты восточной части этого мегаблока. Отсутствие находок глубинных ксенолитов, подобных выявленным в Восточном сегменте, широкое развитие железистых базит-ультрабазитовых серий пород с графитом и повышенным содержанием СаО, широкое развитие продуктов коматитового вулканизма, отсутствие в породах минералов глубоких горизонтов, объективное наличие погрешности сейсмического метода, дали основание считать максимально возможной мощностью развития литосферы в этом сегменте около 120 км.

Мощность литосферы по данным ГСЗ в пределах Росинско-Тикичского мегаблока составляет 185–200 км (рис. 3). Глубина залегания поверхности Мохо колеблется от 40 до 60 км. В центральной части мегаблока в Зеленоярской и Тарасовской рутил-циркон-ильменитовых россыпях выявлены мелкие кристаллы алмазов, однако считается, что областью питания этих россыпей является Бердичевское поднятие Подольского блока Днестровско-Бугского мегаблока [20]. В северной части Росинско-Тикичского мегаблока развиты массивы ультраосновных пород (Чипыженский, Юровский и другие) с повышенной щелочностью, в том числе и калиевой специализации, сложенных апоперидотитовыми серпентинитами, дунитами, лерцолитами, гарцбургитами, горнблендитами [2]. Ряд исследователей относят данные массивы к предкимберлитовой стадии магматизма, соответствующей глубинам генерации не более 120 км [20]. Хромшпинелиды из перидотитов Чепыженского массива имеют сравнительно высокую хромистость ($Cr_2O_3 = 40–47\%$, низкую глиноземистость ($Al_2O_3 = 7–12\%$) и магnezальность ($MgO = 3–5\%$) [4].

Мощность литосферы Волынского мегаблока по данным ГСЗ непостоянна: в северо-западной части менее 100 км, в южной и центральной ча-

стях – от 100 до 200 км (рис. 3). Глубина верхней кромки мантии изменяется от 35 до 62 км [4]. Северо-западная часть мегаблока характеризуется широко проявленным базальтоидным магматизмом, широким проявлением ореолов ИМК в осадочных отложениях. Имеющиеся данные результатов исследований обломков кимберлитов из брекчий и мантийных минералов позволяют предполагать, что верхняя мантия в пределах Вольно-Подольского района Волынского мегаблока выполнена эклогитами, пироксенитами, лерцолитами, гарцбургитами с резким преобладанием в разрезе лерцолитов графит-пироповой фации глубинности [16]. Гарцбургиты алмаз-пироповой фации глубинности развиты крайне редко. Породы верхней мантии, по данным химического состава ИМК, формировались в широком интервале температур (от 700 до 1500 °С) и давления (от 17–20 до 55–60 кбар) [20]. При этом в „алмазное окно“ попадают лишь значительная часть пиропов *из обломков кимберлитов* Кухотско-вольского и Серховского брекчиепроявлений Припятского вала.

Минимальная глубина залегания поверхности Мохо от 40 до 28 км характерна для Ингульского и Приазовского мегаблоков (рис. 4). Согласно флюидной теории, эти районы потенциально ассоциируют с литосферными сегментами масштабного мантийного теплопереноса и, соответственно, высокой степени рудогенерирующей способности верхней мантии. Максимальной и повышенной мощностью гранито-гнейсового слоя, отражающей уровень энергопереноса и латеральную изменчивость степени зрелости коры, выделяются Ингульский мегаблок и в контуре Коростенского плутона – фрагмент Волынского мегаблока [21]. Ингульский мегаблок, характеризуясь минимальным погружением границы Мохо на УЩ, одновременно выделяется максимальными и средними мощностями гранито-гнейсового слоя, что также отражает особенности энергопереноса и, как следствие, высокую степень гранитизации коры (рис. 4).

При установленной пестрой радиогеохимической специализации мегаблоков УЩ, породы Ингульского мегаблока, по результатам изучения в 4л геометрии, характеризуются аномально высоким региональным содержанием калия среди пород остальных мегаблоков УЩ (среднее 3,6 %, максимальное до 4,1 %) [22] и это указывает на то, что Ингульский мегаблок является сегментом наиболее интенсивного дифференцированного энергопереноса вследствие привноса флюидов из астеносферы и обусловленной этим повышенной калиевостью пород верхней части земной коры.

Нами в качестве основных предпосылок формирования алмазоносных структур на УЩ рассматриваются следующие: 1) высокая зрелость литосферы; 2) мощность литосферы не менее 150 км, которая определяет в подошве литосферного сегмента условия стабильного существова-

ния графита и алмаза; 3) гранито-гнейсовый слой высокой (10–15 км) или повышенной мощности (> 15 км); 4) аномально выраженная радиогеохимическая калиевая специализация метаморфического субстрата верхней части земной коры; 5) структурный фактор – наличие разломов транслитосферного проникновения. Информативным критерием локализации кимберлитопоявлений в сегментах литосферы высокой степени зрелости является развитие в районе исследований зон глубоких разломов мантийного проникновения, способных достигать гипсометрического уровня астеносферных областей генерации кимберлитовых магм и кристаллизации алмаза. Проявленность ослабленных мест в литосферных блоках высокой степени зрелости, являющихся благоприятным фактором внедрения кимберлитовых флюидо-магматических колонн, определяют мантийные диапиры и сформированные над ними крупные тектонические узлы, образованные глубинными разломами, которые в различные периоды геологического развития района активизировались в режимах сжатия и растяжения и характеризуются проявленностью разновозрастных даек.

Связь проявлений ультраосновного щелочного магматизма с промышленными эндогенными месторождениями урана на УЩ. В процессе проведения исследований нами была выявлена закономерная пространственная связь проявлений ультраосновного щелочного магматизма (кимберлиты, кимберлитоподобные породы, лампроиты, слюдяные пикриты и пр.) и гидротермальных месторождений урана в Кировоградском и Криворожском урановорудных районах УЩ, Приазовской потенциально урановорудной области. Это объясняется физико-химической связью процессов их рудогенерации, обусловленной, в частности, возникновением в астеносфере, при определенных РТ-условиях, мощного источника углекислотных мантийных флюидов, а в литосфере – проницаемых зон, по которым с мантийных глубин осуществлялся подъем ураноносных флюидных потоков и кимберлитовых флюидо-магматических колонн [22].

Проявляется и временная сопряженность формирования кимберлитов и урановорудных объектов. Кимберлиты Кировоградского урановорудного района с изотопным возрастом 1800 ± 9 млн лет [16] сопряжены в разломных структурах с формированием тектоно-метасоматических зон, вмещающих масштабное урановое оруденение в натриевых метасоматитах с изотопным возрастом 1800–1750 млн лет [17].

Возраст кимберлитов Восточного Приазовья, полученный Rb-Sr изохронным методом по макрокристам неизмененного флогопита, составляет для трубки Новоласпинская – 380–391 млн лет, для трубки Южная – 383–389 млн лет (лаборатория Витватерсрандского университета ЮАР (F. Kruger, J. Holtzhausen)) [16]. Возраст урановой

минерализации по наиболее богатым ураном пробам Николаевского непромышленного месторождения урана по величине $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ составляет 390 ± 40 млн лет.

Выявленная пространственная и временная связь проявлений кимберлитового магматизма и промышленного эндогенного уранового оруденения, несомненно, обусловлена сходными структурными, петрологическими, физико-химическими факторами их образования и может использоваться в качестве дополнительного регионально-поискового критерия при прогнозировании алмазоперспективных структур в урановорудных районах.

Критерии прогнозирования алмазоносных структур в условиях УЩ. Теперь уже не вызывает сомнений факт закономерного развития алмазоносных кимберлитовых формаций только в пределах древних щитов с мощной литосферой. Однако, отнесение отдельных регионов или областей к перспективным на коренные источники алмазов возможно лишь при условии использования всех имеющихся геолого-поисковых критериев. Выполненный нами сравнительный анализ региональных прогнозно-поисковых критериев и признаков алмазоносных структур Якутской, Западно-Австралийской алмазоносных провинций и выделенные критерии для потенциально алмазоносной субпровинции Украинский щит представлены в табл. 3.

Проблема выделения различных иерархических таксонов кимберлитового магматизма наиболее дискуссионная. Признавая их приуроченность к древним платформам, исследователи расходятся в вопросе главнейших факторов локализации кимберлитов. На первый план при изучении перспектив формирования алмазоносных структур, на наш взгляд, выступает анализ глубинного строения литосферы и структурный анализ. В пределах литосферных сегментов высокой степени зрелости с проявленным комплексом предпосылок, в качестве минерагенических зон, потенциально перспективных на обнаружение алмазоносных структур, могут выступать глубинные разломы транслитосферного проникновения (разломы первого порядка), сформированные в режиме растяжения и характеризующиеся насыщенностью разновозрастными дайками основного, ультраосновного и щелочно-основного состава, образующими пояса магматопроявлений. Основанием отнесения их к категории алмазоносных (потенциально-алмазоносных) является: наличие пород щелочно-ультраосновного состава – прежде всего самих кимберлитов и/или лампроитов; наличие линейно сгруппированных ореолов ИМК, включая минералы алмазной ассоциации и алмазы [23].

В качестве кимберлитового и/или лампроитового поля принимается группа пространственно сближенных кимберлитовых и/или лампроитовых тел, приуроченная к участку пересечения ми-

Региональные прогнозно-поисковые критерии и признаки алмазоносных провинций и потенциально алмазоносной субпровинции Украинский щит (с использованием [1, 3, 9, 11, 16, 18, 20, 21, 23, 24])

Прогнозно-поисковые критерии и признаки	Якутская провинция	Западно-Австралийская провинция	Субпровинция Украинский щит
Геотектоническая позиция	Центральная часть Сибирской платформы: Вилуйский, Оленекский, Тюнгский и другие архоны	Северо-западная окраина Австралийской платформы; протерозойские (1880–1850 млн лет) мобильные пояса Холлс-Крик и Кинг-Леопольд, обрамляющие кратон Кимберли	Юго-западная окраина Русской платформы; консолидированные массивы и окаймляющие мобильные пояса: Ингульский метаблок палеопротерозойского возраста стабилизации
Региональные кимберлитоконтролирующие структуры	Мощность литосферы 220–250 км. Кимберлитовые зоны и поля приурочены к бортам авлакогенов, синеклиз, палеорифтовых структур; в платформенном чехле им соответствуют малоамплитудные купола, осложненные концентрически-радиальными дизъюнктивными нарушениями	Мощность литосферы 200–250 км. Дислокационные сбросо-сдвигово-складчатые зоны глубинного (мантийного) заложения; региональные соскладчатые зоны милонитизации, расланцевания. Характерна неоднократная ремобилизация дислокационных зон; современная сейсмичность	Сегменты литосферы высокой степени зрелости с мощностью литосферы 220–250 км, гранито-гнейсовый слой высокой и повышенной мощности (10–15 км), преимущественно калиевая специализация метаморфического субстрата верхней части земной коры. В качестве минерогенических зон, перспективных на обнаружение алмазоносных структур, выступают транзитосферные разломы, сформированные в режиме растяжения и характеризующиеся насыщенностью разновозрастными дайками основного, ультраосновного и щелочно-основного состава, образующими пояса магмапроявлений. Пространственно-временная близость формирования кимберлитопроявлений и урановорудных объектов в единых минерогенических зонах
Региональные геофизические поля	Кимберлитовым зонам и полям соответствуют перегибы и воздымания поверхности М (30–40 км), минимумы гравитационного поля, совпадающие с пониженными значениями мозаичного магнитной скорости магнитного поля, совпадающие с повышенной электропроводимости и аномальной сейсмической скоростью характеристик земной коры. Гравитационной съемкой трубок и локальные трубки выделяются локальными близометричными гравитационными аномалиями –0,5 – –0,7 мГл, формирующими вдоль контролирующего их разлома дискретную цепь (кусты) структур. Отдельные тела кимберлитов отмечаются локальными близизометричными положительными магнитными аномалиями	Линейно-овоидная (150 × 70 км) положительная гравитационная аномалия в пределах мобильного пояса Холлс-Крик, на окраине ее расположена лампроитовая трубка Аргайл. Сейсмическими методами прослежены лампроитоконтролирующие сбросо-сдвиговые и надвиговые зоны до основания земной коры и верхней мантии	Валообразные поднятия поверхности М в пределах метаблоков высокой степени зрелости. Минимумы гравитационного поля, совпадающие с пониженными значениями мозаичного магнитного поля; зоны повышенной электропроводимости и аномальной сейсмической скоростью характеристик земной коры. Гравитационной съемкой трубок и локальные трубки выделяются локальными близометричными гравитационными аномалиями –0,5 – –0,7 мГл, формирующими вдоль контролирующего их разлома дискретную цепь (кусты) структур. Отдельные тела кимберлитов отмечаются локальными близизометричными положительными магнитными аномалиями
Сопутствующие комагнитные комплексы пород	Кимберлиты, альнеиты, пикриты, пикритовые порфириты, траппы, щелочно-ультраосновные породы, карбонатиты центрального типа на периферии провинции	Лампроиты, кимберлиты, их туфы, щелочные пикриты, ультраосновные лампрофиры (оливин-лампроитовые, гранат-флогопитовые)	Кимберлиты, лампроиты, пикриты, одиниты, везезиты, лампрофиры, щелочные базальтоиды, щелочно-ультраосновные породы

<p>Индикаторные минералы (спутники)</p>	<p>Пироп высокохромистый ($Cr_2O_3 > 5,4\%$) низкокальциевый, пикроильменит ($Fe_2O_3 > 5,0\%$), хромшпинель, хромдиопсид, перовскит</p>	<p>Хромшпинель (2-х генераций), пироп высокохромистый (Cr_2O_3 до 6%) низкокальциевый, вэйдит, прайдерит, рутил, анатаз, пикроильменит ($(Cr_2O_3$ до 3,2%), циркон</p>	<p>Для Кировоградских – продукты дезинтеграции разноглубинных пород верхней мантии, преимущественно, графит-пироповой фации глубинности; в отдельных структурах присутствие пиропов ($Cr_2O_3 = 6,1-7,1\%$, $MgO = 19,33-20,01\%$, $CaO = 4,14-4,38\%$, с содержанием кноррингитового компонента у большинства зерен >10 мол. %, хромшпинелидов ($Cr_2O_3 = 45,32-62,17\%$, $MgO = 7,3-12,5\%$), часть из которых относится к алмазной ассоциации. Для приазовских – пиропы гарцбургитового парагенезиса алмаз-пироповой фации глубинности встречаются крайне редко, хромшпинели, преимущественно, лерцолитового состава (высокохромистые ($Cr_2O_3 = 48-60\%$), низкоглиноземистые низкожелезистые магнезиохромиты)</p>
<p>Постмагматические процессы</p>	<p>Свежие конгломераты почти отсутствуют. Главные процессы – серпентинизация и карбонатизация, бруситизация, амакинитизация</p>	<p>Изменения незначительны, часто локальны: серпентинизация, карбонатизация, оталькование, хлоритизация, окремнение</p>	<p>Изменения весьма интенсивны: серпентинизация, карбонатизация, монтмориллонитизация, хлоритизация, сапонитизация, вермикулитизация, иногда оталькование и окварцевание. Свежие кимберлиты не вскрыты</p>
<p>Петрохимические особенности кимберлитов пород</p>	<p>Широкий спектр типичных кимберлитов с ультраосновным уклоном (II петрохимическая модель кимберлитовых магм: высокие значения MgO, низкие – TiO_2, Al_2O_3, K_2O)</p>	<p>Высокотитанистые и высококальциевые кимберлиты и лампроиты с пониженной железистостью (IV петрохимическая модель магмы). Влияние вмещающих пород, местами существенная контаминация</p>	<p>Кировоградские кимберлиты – относительно высокая железистость ($Fe+Fe_2O_3 = 7-14\%$), повышенная щелочность (до 4%, Na_2O до 0,5%), значительное обогащение фосфором (P_2O_5 до 1-2%), Cr, Ni, Nb, Zr, Va, Sr, P_3O_5, Th, U (до 18-20 г/т.), Ta. Приазовские кимберлиты – высокое содержание TiO_2 (до 5,4%), K_2O (до 2%), P_2O_5 (до 1,7%), Nb, Zr, Va, Sr, Ta, P_3O_5, Th, U (до 14 г/т.)</p>
<p>Наличие ксенолитов глубинных пород</p>	<p>Характерны повышенные количества, разнообразны по составу: от алмаз-пироповой субфации до шпинель-пироксеновой</p>	<p>Пониженные количества, ограниченное разнообразие ксенолитов ультраосновного состава, вплоть до алмаз-пироповой субфации</p>	<p>Пониженные количества, разнообразный состав: для кировоградских – обломки альбитов, гранулиты, для приазовских – ильменитовые желваки, слюдиты, перидотиты</p>
<p>Морфология кимберлитовых тел</p>	<p>Трубчатые, уплощенно-трубчатые, конусовидные тела, дайки</p>	<p>Уплощенно-трубчатые тела, трубки, нежки, дайки</p>	<p>Трубки, дайки, жилы</p>
<p>Эпохи кимберлитово- и лампроитовообразования</p>	<p>Верхняя Юра 159–145 млн лет; Пермь-Триас – 233–217 млн. лет; Верхний девон – нижний карбон – 361,5–340 млн лет; Верхний ордовик – силур – 450–400 млн лет</p>	<p>Миоцен – 24–17 млн лет; Юра – 160 млн лет; Протерозой – 1580–1800 млн лет; Трубка Аргайл – 1048–1153 млн лет</p>	<p>Нижний палеоген ~ 65 млн лет; Средний-верхний девон; Протерозой. Лелековские и шорсовские кимберлиты (1800 и 1770 ± 9 млн лет) Лампроитовые трубки Приазовья – Мрия, Конка (1970–1950 млн лет); Русскополянское лампроитопроявление (1370–1330 млн лет)</p>

нерагенической зоны разломами, сформированными в режиме растяжения, либо разломами с существенными латеральными сдвигами, сформированными в режиме сжатия или растяжения. Как правило, кимберлитовые поля будут представлять собой высокопроницаемые локальные зоны, сформированные узлами пересечения глубинных разломов различного геодинамического режима (сжатия, растяжения) различных систем (сформировавших ослабленные зоны и послуживших выводными каналами для кимберлитовых колонн). В пределах кимберлитовых полей кусты трубок и локальные трубки можно выделить по наличию локальных близоземетричных гравитационных аномалий интенсивностью $-0,5$ – $-0,7$ мГл, которые могут быть связаны с кимберлитопоявлениями взрывного типа (трубчатое тело), формирующими вдоль контролирующего их разлома дискретную цепь (куст) структур.

Выводы и перспективы дальнейшего развития. Ингульский мегаблок по выделенным глубинным предпосылкам и критериям, а также ряду прямых признаков алмазоносности, является единственным литосферным сегментом на УЩ, который можно отнести к перспективным на выявление промышленно алмазоносных структур, несмотря на палеопротерозойский возраст стабилизации фундамента.

Кировоградский урановорудный район Ингульского мегаблока однозначно определился и как кимберлитовый район. Однако вопрос об отнесении этого района в разряд алмазоносного минерагенического требует уверенного подтверждения алмазоносности выявленных кимберлитов и автолитовых брекчий кимберлитов. Объем выполненного опробования недостаточен для оценки ранга алмазоносности.

В целом, Ингульский мегаблок может оцениваться как перспективный на выявление коренных месторождений алмазов в кимберлитах и лампроитах. На сегодняшний день в северо-восточной части Ингульского мегаблока мы последовательно провели специализированные на алмазы региональные прогнозные работы масштаба 1 : 200 000, поисковые работы на алмазы на лелековском и щорсовском кимберлитопоявлениях, на девяти из 27 выделенных алмазоперспективных взрывных структурах. Это позволило получить позитивные геологические результаты. В настоящее время, в условиях отсутствия государственного заказа на целенаправленные поиски алмазов на территории Украины и усилившейся тенденции к сокращению бюджетного финансирования геологоразведочных работ, главная задача – *сохранение должным образом геологической и минералогической документации для лучших времен*. При этом следует помнить, что на территории Ингульского мегаблока УЩ проявлен набор позитивных критериев и признаков (минералогических, петрологических, геохимиче-

ских, тектонических, геофизических, геодинамических) для открытия здесь месторождений алмазов. Актуальной в Ингульском мегаблоке является и проблема поиска и прогноза нетрадиционных некимберлитовых источников алмазов, связанных с проявлениями взрывных образований (брекчий, туфов, флюидизитов, лампроитов).

References / Список літератури

1. Сусов М. В. Неизвестные страницы в истории открытия якутских алмазов / Сусов М. В. – М.: Гидропроект, 2002. – 147 с.

Susov, M. V., 2002. *Neizvestnyie stranitsy v istorii otkrytiia yakutskikhalmazov* [Unknown pages in history of Yakutia's diamond discovering]. Moscow: Gidroproekt.

2. Алмазоносные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы (Опыт минерагении алмаза) / [Яценко Г. М., Гурский Д. С., Сливко Е. М. и др.]; под ред. Г. М. Яценко, Д. С. Гурского. – К.: УкрГГРИ, 2002. – 331 с. – ISBN 966-78-96-04-8

Yatsenko, G. M., Gursky, D. S., Slivko, E. M., Heiko, Yu. V. and Prykhodko, V. L., 2006. *Almazonosnyie formatsii i struktury yugo-zapadnoi okrainy Vostochno-Yevropeiskoi platformy (Opyt mineragenii almaza)* [Diamond-bearing formation and structure of the south-western margin of the East European Platform (Experience diamond mineralization)]. Kyiv: UkrGGRI.

3. Милашев В. А. Геология кимберлитов / Милашев В. А. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2010. – 334 с. – ISBN 978-5-88994-097-5.

Milashhev, V. A., 2010. *Geologia kimberlitov* [Geology of kimberlites] St. Petersburg: VNIIOkeanologia.

4. Перспективы коренной алмазоносности Украины / [Гейко Ю. В., Гурский Д. С., Лыков Л. И. и др.]. – Киев-Львов: Из-во „Центр Европы“, 2006. – 200 с.

Geiko, Y. V., Gursky, D. S., Metalidi, V. S., Pavlyuk, V. N., Prykhodko, V. L., Tsymbal, S. N. and Shymkiv, L. M., 2006. *Perspektivy korennoi almazonosnosti Ukrainy* [Perspectives of basement diamond productivity of Ukraine]. Kyiv: Izd-vo “Tsentr Evropy”.

5. Сорохтин О. Г. Глобальная эволюция Земли и происхождение алмазов / Сорохтин О. Г., Митрофанов Ф. П., Сорохтин Н. О. – М.: Наука, 2004. – 269 с.

Sorokhtin, O. G., Mitrofanov, F. P. and Sorokhtin, N. O., 2004. *Globalnaia evolutsiia Zemli i proiskhozheniiealmazov* [The Global Evolution of the Earth and the origin of diamonds]. Moscow: Nauka.

6. Доусон Дж. Кимберлиты и ксенолиты в них / Доусон Дж. – М.: Мир, 1983. – 300 с.

J. Dawson, 1983. *Kimberlites and xenoliths in them*. Translated from English by F. V. Kaminskii. Moscow: Mir.

7. Хаггерти С. И. Алмазоносность Западной Африки: структурное положение и продуктивность кимберлитов / С. И. Хаггерти // Геология и геофизика. – 1992. – № 10. – С. 44–60.

- Haggerty, S., 1992. Diamondiferous West Africa: structural position and productivity of kimberlites. *Geologiya i Geophysica*, No. 10, pp. 44–60.
8. Clifford, T.N., 1966. Tectono-metallogenic units and metallogenic provinces of Africa. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 1, pp. 421–434.
9. Джейкс А. Кимберлиты и лампроиты Западной Австралии / Джейкс А., Луис Дж., Смит К. — М.: Мир, 1989. — 430 с.
- Jakes, A., Lewis, J., Smith, K., 1989. *The kimberlites and lamproites of Western Australia*. Translated from English by Gornaia E. N. Moscow: Mir.
10. Полигенность алмазов из кимберлитового района Снеп-Лейк (Кратон Слейв, Канада): результаты исследования оливина и изотопного состава углерода / В. Н. Реутский, Н. П. Похиленко, А. Е. Холл, Н. В. Соболев // Доклад РАН. — 2002. — Т. 386. — № 11. — С. 94–97.
- Reutsky, V.N., Pohilenko, N.P., Holl, A.E. and Sobolev, N.V., 2002. Polygenic diamonds from kimberlite district Snap Lake (Slave Craton, Canada): results of a study of olivine and isotopic carbon composition. *Doklady RAN*, Vol. 386, No. 11, pp. 94–97.
11. Глуховский М. З. Гигантские рои мафических даек докембрия и вопросы алмазоносности древних платформ / М. З. Глуховский // Геотектоника. — 2006. — № 1. — С. 14–30.
- Glukhovskii, M.Z., 2006. Huge swarms of Precambrian mafic dikes and issues of diamond content of ancient platforms. *Geotectonica*, No. 1, pp. 14–30.
12. Соллогуб В. Б. Литосфера Украины / Соллогуб В. Б. — К.: Наук. думка, 1986. — 184 с.
- Sollogub, V.B., 1986. *Litosfera Ukrainy* [Lithosphere of Ukraine]. Kyiv: Naukova Dumka.
13. Оровецкий Ю. П. Мантийный диапиризм / Оровецкий Ю. П. — К.: Наук. думка, 1990. — 172 с.
- Orovetskii, Yu.P., 1990. *Mantiyni diaperism* [Mantle diapirism]. Kyiv: Naukova Dumka.
14. Bogdanova, S., Tsymbal, S., Shumliansky, L., Tsymbal, Yu., Pashkevich, I., Tsvetkova, I., 2007. Heterogeneity of the subcontinental mantle beneath the Ukrainian Shield. In: *European Mantle Workshop*, Ferrara, Italy, 29–31 August 2007, pp. 28–30.
15. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой / [Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М. и др.]. — К.: Наук. Думка, 2008. — 240 с.
- Shcherbak, N.P., Artemenko, G.V., Lesnaya, I.M., Ponomarenko, A.N. and Shumlyanskiy, L.V., 2008. *Geokhronologia rannego dokembria Ukrainського shchita. Proterozoi*. [Geochronology of early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic]. Kiev: Naukova dumka.
16. Цымбал С. Н. Особенности вещественного состава кимберлитов Украины: матер. научн.-техн. совещания „Стан, перспективи та напрямки геологорозвідувальних робіт на алмази в Україні“ (Київ, 19–22 мая 2003 г.) / С. Н. Цымбал, С. Г. Кривдик — К.: УкрДГРІ, 2003. — С. 22–31.
- Tsymbal, S.N. and Kryvdik, S.G., 2003. Features of the material composition of Ukraine’s kimberlites. In: *Mater. Naukovo-tekhnichnoi narady “Stan, perspektivy ta napriamky heolohorozviduvalnykh robіt na almayı v Ukraini”*. Kyiv.: UkrDGRI, pp. 22–31.
17. Радиогеохронология процессов метасоматоза у кристаллических породах УШ: тезисы доповідей наукової конференції „Теоретичні питання і практика дослідження метасоматичних порід і руд“, (Київ 14–16 березня 2012 р.) / О. М. Пономаренко, Л. М. Степанюк, С. Г. Кривдик, В. О. Синицин // ИГМР. — 2012. — С. 64–66.
- Ponomarenko, O.M., Stepaniuk, L.M., Kryvdik, S.G. and Sinitsin, V.O., 2012. Radiogeochronology of metasomatic processes in crystal rocks of the UkrSh. In: *tezy dopovidey naukovoi konferentsii “Teoretychni pytannia i praktyka doslidzhennia metasomatychnykh porid i rud”*, (Kyiv, 14–16 berезnya 2012). — *IGMR*, pp. 64–66. (in Ukrainian)
18. Калашник А. А. Алмазоперспективные структуры Ингульского мегаблока Украинского щита / А. А. Калашник, Е. Ю. Палкина, Н. Н. Кирьянов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. — 2013. — Т. 10. — Ч. II. — С. 39–48.
- Kalashnik, A.A., Palkina, E.Yu. and Kirianov, N.N., 2013. Diamondiferous structures of the Ingulsky megablock of the Ukrainian Shield. *Naukovi pratsi UkrNDMI NAN Ukrainy*, Vol. 10, Part II, pp. 39–48.
19. Афанасьев В. П. Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов / Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П. — Новосибирск, 2001. — 275 с.
- Afanasiev, V.P., Zinchuk, N.N. and Pokhilenko, N.P., 2001. *Morfologiya i morfogenez indikatorykh mineralov kimberlitov* [Morphology and morphogenesis of kimberlite indicator minerals]. Novosibirsk: Nauka.
20. Цымбал С. Н. Алмазоносность территории Украины в свете идей Н. П. Семененко / С. Н. Цымбал // Минералогический журнал — 1996. — № 2. — С. 12–13.
- Tsymbal, S.N., 1996. Diamond content of Ukraine’s territory in relation to N. P. Semenenko’s ideas. *Mineralohichnyi Zhurnal*, No. 2, pp. 12–13.
21. Федоришин Ю. І. Просторова модель глибинної будови літосфери Українського щита у зв’язку з перспективами промислової алмазоносності / Ю. І. Федоришин, О. В. Фесенко, О. Б. Денега // Мін. ресурси України. — 2006. — № 3. — С. 8–12.
- Fedoryshyn, Yu. I., Fesenko, O. V. and Deneha, B., 2006. The spatial model of the deep structure of the lithosphere of the Ukrainian shield at the prospect of industrial diamond. *Mineralny Resursy Ukrainy*, No. 3, pp. 8–12.
22. Калашник А. А. Предпосылки формирования и критерии прогнозирования промышленных эндогенных месторождений урана на Украинском щите / А. А. Калашник // Науковий вісник НГУ. — 2015. — № 4. — С. 12–21.
- Kalashnik, A.A., 2015. Precondition of formation and criteria for prognostication of industrial endogenous uranium deposits of the Ukrainian Shield.

Naykovyi Visnyk Natsionalnoho Hirychoho Universitetu, No. 4, pp. 12–21.

23. Ваганов В. И. Алмазные месторождения России и мира / Ваганов В. И. – М.: Геоинформмарк, 2000. – 371с.

Vaganov, V. I., 2000. *Almaznyie mestorozhdeniia Rossii i mira* [Diamond deposits in Russia and the world]. Moscow: Geoinformmark.

24. Зинчук Н. Н. Тектоника и алмазоносный магматизм / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев – Воронеж: Воронежский ГУ, 2004. – 282 с.

Zinchuk, N. N., Savko, A. D. and Shevyrev, L. T., 2004. *Tektonika ialmazonosnyi magmatizm* [Tectonics and diamondiferous magmatism]. Voronezh: Voronezhskiy Gosudarstvennyi Universitet.

Мета. Виявлення нових закономірностей просторового розміщення різнорангових таксонів продуктивного кімберліт-лампроїтового магматизму на території Українського щита (УЩ) та їх відображення в геолого-геофізичних матеріалах. Обґрунтування нових критеріїв локалізації різномасштабних алмазоносних структур на основі системного підходу.

Методика. Виконано комплексний аналіз великого обсягу геофізичної, геологічної, петрогеохімічної інформації по УЩ для вивчення мінливості параметрів глибинного середовища, що визначають можливість виникнення алмазоносних кімберліт-лампроїтових розплавів у літосфері та підйом флюїдо-магматичних колон на верхні структурні горизонти земної кори з формуванням продуктивних алмазоносних структур.

Результати. Встановлені нові закономірності, що відображають специфіку формування продуктивного алмазоносного кімберліт-лампроїтового магматизму на базі багаторівневої узагальненої багатофакторної моделі природного алмазоутворення. Визначені нові критерії прогнозування різнорангових потенційно алмазоносних кімберлітових, лампроїтових таксонів території УЩ у геолого-геофізичних матеріалах. Це дало змогу здійснити обґрунтовані прогнозні оцінки потенційної алмазопродуктивності проявів кімберліт-лампроїтового магматизму сегментів літосфери УЩ, значно мінімізувати площі для подальших пошукових робіт.

Наукова новизна. Визначено новий комплекс критеріїв прогнозування різнорангових таксонів прояву продуктивного кімберліт-лампроїтового магматизму Українського щита, що враховує узагальнену багатофакторну модель природного алмазоутворення. Зазначений комплекс критеріїв дозволяє виконувати послідовну системну локалізацію різнорангових потенційно алмазоносних структур на поверхні фундаменту.

Практична значимість. На основі використання геолого-геофізичних та петрогеохімічних матеріалів по УЩ виконано комплексний геологічний аналіз території УЩ та оцінено її перспективи на корінну алмазоносність, виділено площі

найімовірнішої локалізації продуктивних проявів кімберлітово-лампроїтового вулканізму. Це дозволяє суттєво підвищити ефективність прогнозно-пошукових робіт і достовірність отриманих результатів.

Ключові слова: алмазоносні структури, літосфера, прогнозно-пошукові критерії, Український щит

Purpose. Identify new laws of spatial distribution of different rank taxons of diamondiferous productive kimberlite-lamproitic magmatism in the territory of the Ukrainian Shield and its reflection in the geological and geophysical data. The research is devoted to studying the new criteria for localization of multiscale diamondiferous structures on the base of system approach.

Methodology. Complex analysis of a large amount of geophysical, geological, petrogeochemical information on the Ukrainian Shield was made. The variability of the deep environmental parameters that determine the possibility of occurrence of diamondiferous kimberlite-lamproitic melts in the lithosphere and the rise of fluid-magmatic columns on the upper structural horizons of the Earth's crust to the formation of the diamond-producing structures was studied.

Findings. New laws, reflecting the specific formation of productive diamondiferous kimberlite and lamproitic magmatism on the base of multilevel generalized multifactor models of natural diamond forming were discovered. New prognostication criteria of varying in ranks potentially diamondiferous kimberlite, lamproitic taxons of the Ukrainian Shield's (UkrSh's) territory in geological and geophysical materials were supported. This gave the opportunity to make reasonable forecasts of the potential manifestations of diamondiferous kimberlite-lamproitic magmatism in the UkrSh's segments of lithosphere and significantly minimize the area for further exploration works.

Originality. The new complex of forecasting criteria of different rank taxons of diamondiferous productive kimberlite-lamproitic magmatism of the Ukrainian Shield, which is based on multilevel generalized multifactor models of natural diamond forming, was defined. This complex of criteria allows for a consistent system localization of different ranks of potentially diamond-bearing structures on the surface of the foundation.

Practical value. On the basis of the use of geological, geophysical and petrogeochemical data the comprehensive geological analysis of the Ukrainian Shield was made. Moreover, its perspectives on the root of diamonds were evaluated; areas of most probable localization of productive manifestations of kimberlite-lamproitic volcanism were localized. This can significantly increase the effectiveness and validity of forecasting and prospecting geological works.

Keywords: diamond structure, lithosphere, forecasting and prospecting criteria, Ukrainian Shield

Рекомендовано до публікації докт. геол. наук М.М.Довбничем. Дата надходження рукопису 29.11.15.