

# Геодинамическое развитие Ингульского мегаблока Украинского щита по геолого-геофизическим и тектонофизическим данным. I

© *О. Б. Гинтов, С. В. Мычак, 2011*

Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина

Поступила 17 ноября 2010 г.

*Представлено членом регколлегии В. И. Старостенко*

Наведено дані, що ґрунтуються на матеріалах 25-літнього тектонофізичного вивчення центральної частини Українського щита. Завдання статті — показати, що геодинамічний розвиток щита вже щонайменше з пізнього архею підпорядковувався механізмам плитової тектоніки. Основні аргументи — вирішальна роль у формуванні структури докембрійського фундаменту великих субгоризонтальних зсувів уздовж широких зон розломів (shear zone), закладених у ранньому докембрії; проходження деформаційних процесів з утворенням більшості розривних і складчастих структур в умовах субгоризонтального положення площини головних осей нормальних напружень  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$ ; виявлення у літосфері щита зон лістричного типу та великих похилих насувів; кардинальна відмінність у геодинамічному розвитку архейських західної і східної частин щита за відсутності зони з перехідним деформаційним режимом. В першій частині статті розглянуто загальне положення Інгульського мегаблока в структурі Українського щита і обґрунтовано його межі. Наведено схему геологічної будови і структурно-тектонофізичну карту мегаблока. Обговорено поняття "зона розломів" і "зона сколювання", а також "етап" і "фаза" деформації (розломування). Описано 13 етапів деформації в межах мегаблока, що охопили відтинок часу від неоархею до неопротерозою і вирішально вплинули на формування його внутрішньої структури.

The article presents the data based on the materials of the 25-year tectonophysical study of the central part of the Ukrainian Shield. The purpose of the article is to show that the geodynamic evolution of the Shield since at least the late Archean was subordinated to the mechanisms of plate tectonics. The main arguments are: a decisive role in shaping the structure of the Precambrian basement of large sub-horizontal shifts along the wide shear zones, with initial stage in the Early Precambrian; the passing of the deformation processes in the formation of most fracture and folded structures in the subhorizontal position of the plane of the principal axes of the normal stresses  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$ ; the establishment of zones of listric type and large gently dipping thrusts in the lithosphere of the shield; radical difference in the geodynamic evolution of the Archean western and eastern parts of the shield in case of the absence of the zone with the transitional deformation regime. In the first part of this article the general situation of the Ingul megablock in the structure of the Ukrainian Shield has been discussed and its borders were grounded. A scheme of the geological structure and structural tectonophysical map of the megablock have been given here. The concepts of the "fault zones" and "zones of cleavage" as well as the "stage" and the "phase" of deformation (faulting) have been discussed. 13 stages of deformation within the megablock covering the time from the Neo-Archean to Neo Proterozoic and having a decisive influence on the formation of its inner structure were described.

**Общее положение мегаблока в структуре Украинского щита.** Литосфера Украинского щита (УЩ) представлена мозаикой мегаблоков, в разное время имевших разную конфигурацию и, возможно, в раннем архее

принадлежавших даже к разным микроконтинентам.

Современная мегаблоковая структура УЩ (рис. 1) сложилась на границе палео- и мезопротерозоя [Гинтов, 2005; Starostenko et al.,

2010], когда щит уже выступал единой структурой как часть юго-западного сегмента Восточно-Европейского кратона (Сарматии) и по межмегаблоковым глубинным зонам разломов произошли существенные вертикальные подвижки. Если бы этот процесс проходил позже, в неопротерозое или фанерозое, следы вертикальных движений были бы заметны геоморфологически (чего не наблюдается), а раньше, в неoarхее и раннем протерозое, по межмегаблоковым зонам разломов наблюдались преимущественно субгоризонтальные сдвиговые перемещения без существенной вертикальной составляющей.

Ингульский мегаблок в современной структуре УЩ занимает центральное положение, ограничиваясь на западе Тальновской, а на востоке Криворожско-Кременчугской зонами разломов. Некоторые исследователи рассматривают этот мегаблок в других контурах, ограничивая его на западе Первомайской зоной разломов и относя Голованевскую шовную зону к Бугскому (или Днестровско-Бугскому) мегаблоку [Комплексна ..., 2003; Тектонічна ..., 2007]. Однако при этом смешиваются два разновозрастных процесса формирования блочной мозаики щита: в неoarхее действительно фундамент этой шовной зоны входил в Днестровско-Бугский гранулитовый пояс (ДБГП), но тогда и весь щит имел другие контуры, а западная и восточная его части развивались, по-видимому, как самостоятельные структуры [Гинтов, Пашкевич, 2010].

Интересно отметить, что Ингулецко-Криворожскую шовную зону, фундамент которой в значительной степени представлен породами, развитыми в соседнем Среднеприднепровском мегаблоке (Среднеприднепровский зеленокаменный пояс (СПЗП)), многие геологи относят к Ингульскому мегаблоку [Комплексна ..., 2003; Кореляційна ..., 2003; Щербак и др., 2008], хотя, логически, ее положение на востоке мегаблока ничем не отличается от положения Голованевской шовной зоны на западе.

Образование блочной структуры щита в современном виде произошло позже как результат коллизии Сарматии и Фенноскандии [Vogdanova et al., 1996; 2006], формирования трансрегиональных тектонических швов Херсон — Смоленск и Донецк — Брянск и крупных гранитоидных массивов — Новоукраинского (около 2,05 млрд лет тому назад), Корсунь-Новомиргородского, Коростенского, Восточно-Приазовского (около 1,75 млрд лет тому назад).

Тогда же активизировались подвижки (со значительной вертикальной составляющей) по глубинным зонам разломов — Суцано-Пержанской, Сарненско-Варваровской, Тетеревской, Немировской, Тальновской, Ядлово-Трактемировской, Криворожско-Кременчугской, Орехово-Павлоградской, что и привело в конечном счете к формированию современной мегаблоковой структуры, в том числе образованию Ингульского мегаблока в рассматриваемых контурах.

Геологическое строение Ингульского мегаблока в схематизированном виде показано на рис. 2 (наименования всех основных структур приведены на рис. 4). На западе и востоке мегаблока в Голованевской (ГШЗ) и Ингулецко-Криворожской (ИКШЗ) шовных зонах развиты архейские серии кристаллосланцев и гнейсов (днестровско-бугская, бугская и росинкотикичская на западе, аульская и конкская на востоке), а также комплексы базитов и гранитоидов, частично переработанные в раннем протерозое. В центральной части широко представлены гнейсы ингуло-ингулецкой серии раннего протерозоя и более молодые раннепротерозойские гранитоиды.

Центральная часть Ингульского мегаблока представлена меридиональной цепью гранитоидных массивов (Корсунь-Новомиргородским и Новоукраинским), расположенных на оси тектонического шва Херсон — Смоленск и ограниченных Звенигородско-Братской и Кировоградской зонами разломов. Она также называется *Кировоградским рудным районом* и представляет особый интерес как в геодинамическом, так и металлогеническом отношении, о чем будет сказано ниже более подробно. Здесь отметим, что широкое развитие в ней гнейсов ингуло-ингулецкой серии объясняется многими геологами возникновением в начале раннего протерозоя в центральной части щита обширного осадочного бассейна, заполнившегося терригенно-вулканогенными отложениями, превращенными в результате регионального метаморфизма в гнейсы и кристаллосланцы биотитового, гранат-биотитового, графит-биотитового, амфибол- и пироксенбиотитового и других составов.

Однако, если учесть ширину образовавшихся в конце раннего протерозоя (2,05—1,75 млрд лет тому назад) в этом регионе гранитоидных массивов и зафиксированное тектонофизическими исследованиями двукратное мощное широтное растяжение литосферы (см. далее), необходимо признать, что площадь развития гней-

сов ингуло-ингулецкой серии сужается до узкого трога, либо вообще (что представляется нам более вероятным) последние являются продуктом переработки пород соседних архейских комплексов под воздействием процессов стресс-метаморфизма и метасоматоза в тектоническом шве Херсон — Смоленск, Звенигородско-Братской, Кировоградской и Западно-Ингулецкой зонах разломов.

Геологическое и геодинамическое развитие Ингульского мегаблока проходило в несколько этапов, причинно-следственные связи между которыми прослеживаются весьма слабо. Гетерогенный фундамент мегаблока представлен разновозрастными и петрологически разнотипными комплексами. В краевых шовных зонах — ГШЗ на западе и ИКШЗ на востоке — развиты архейские и, частично, раннепротерозойские комплексы. Однако, если в первой преобладают гиперстенсодержащие кристаллосланцы гранулитовой фации и породы чарнокит-эндербитового ряда, то во второй — породы амфиболит-гранитового и зеленокаменного структурно-формационных комплексов, т. е. объединяет их только возраст. Центральная часть мегаблока начала формироваться только в раннем протерозое, сложена биотитовыми разновидностями гнейсов амфиболитовой фации и гранитоидами нормального ряда. Усредненный состав и петрофизические свойства коры центральной части мегаблока существенно отличаются от свойств его краевых частей.

Геофизические особенности Ингульского мегаблока достаточно ярко выделяют его на фоне остальной территории УЩ. Поле аномалий Буге [Створення ..., 2006] в его краевых частях, над шовными зонами, характеризуется крупными максимумами до 40 мГал на востоке и до 70 мГал на западе, при этом гравитационный максимум над ГШЗ — самый крупный в пределах УЩ. В то же время центральной части мегаблока соответствует самый крупный на УЩ гравитационный минимум (до -30 мГал), свидетельствующий о более кислом (в среднем) составе коры этой части по сравнению с примыкающими территориями. Это подтверждается построением 3D плотностной модели мегаблока [Куприенко и др., 2007]: в центральной его части мощность "гранитного" слоя достигает 17 км, тогда как в шовных зонах она составляет 0—10 км. В центральной части также сильно утонен или полностью отсутствует "гранодиоритовый" слой.

По данным ГСЗ [Соллогуб, 1986] земная кора в центральной части мегаблока аномально тонкая (35—40 км). В краевых шовных зонах ее мощность достигает 50 км (в ИКШЗ) и 65 км (в ГШЗ) за счет увеличения мощности "базальтового" слоя и наличия коромантийной смеси [Куприенко и др., 2007].

Региональные особенности поля  $\Delta T_a$  также отражают более лейкократовый средний состав земной коры центральной части Ингульского мегаблока в сравнении с краевыми шовными зонами: если аномалии  $\Delta T_{a\text{per}}$  в пределах ГШЗ и ИКШЗ достигают + (300—400) нТл, то в центральной части - (200—300) нТл [Орлюк, 1999; 2000]. Соответственно средняя намагниченность коры центральной части практически нулевая, а в краевых зонах 3—4 А/м.

По региональным геотермическим особенностям [Кутас и др., 1981] центральная часть мегаблока отличается несколько повышенным средним тепловым потоком (42—50 мВт/м<sup>2</sup>) на фоне соседних участков (35—40 мВт/м<sup>2</sup>), при этом на глубине 30 км температура коры в ней выше приблизительно на 100°. Детальные геотермические исследования [Гордиенко и др., 2002] показали, что в пределах Кировоградской зоны разломов наблюдается так называемая Кировоградская аномалия теплового потока, превышающая среднее значение приблизительно на 20 мВт/м<sup>2</sup>. Это, наряду с другими факторами, дало основание указанным авторам сделать вывод о существовании в центральной и восточной частях Ингульского мегаблока зоны современной активизации и наличия частично расплавленных горных пород на границе коры и мантии.

В центральной части Ингульского мегаблока наблюдается и повышенная электропроводность коры, особенно на глубине 20—30 км (Кировоградская аномалия электропроводности), где удельное электрическое сопротивление составляет всего 1—5 Ом·м на фоне среднего для УЩ значения около 1000 Ом·м [Буратович, Кулик, 2007].

Приведенные геологические и геофизические данные показывают, что Ингульский мегаблок, охватывающий всю центральную часть УЩ, неоднороден по составу и петрофизическим свойствам коры и представлен по меньшей мере тремя разновозрастными зонами, отличающимися по своим структурно-тектоническим особенностям.

Что же, кроме уже упоминавшихся вертикальных движений по Тальновской и Криво-

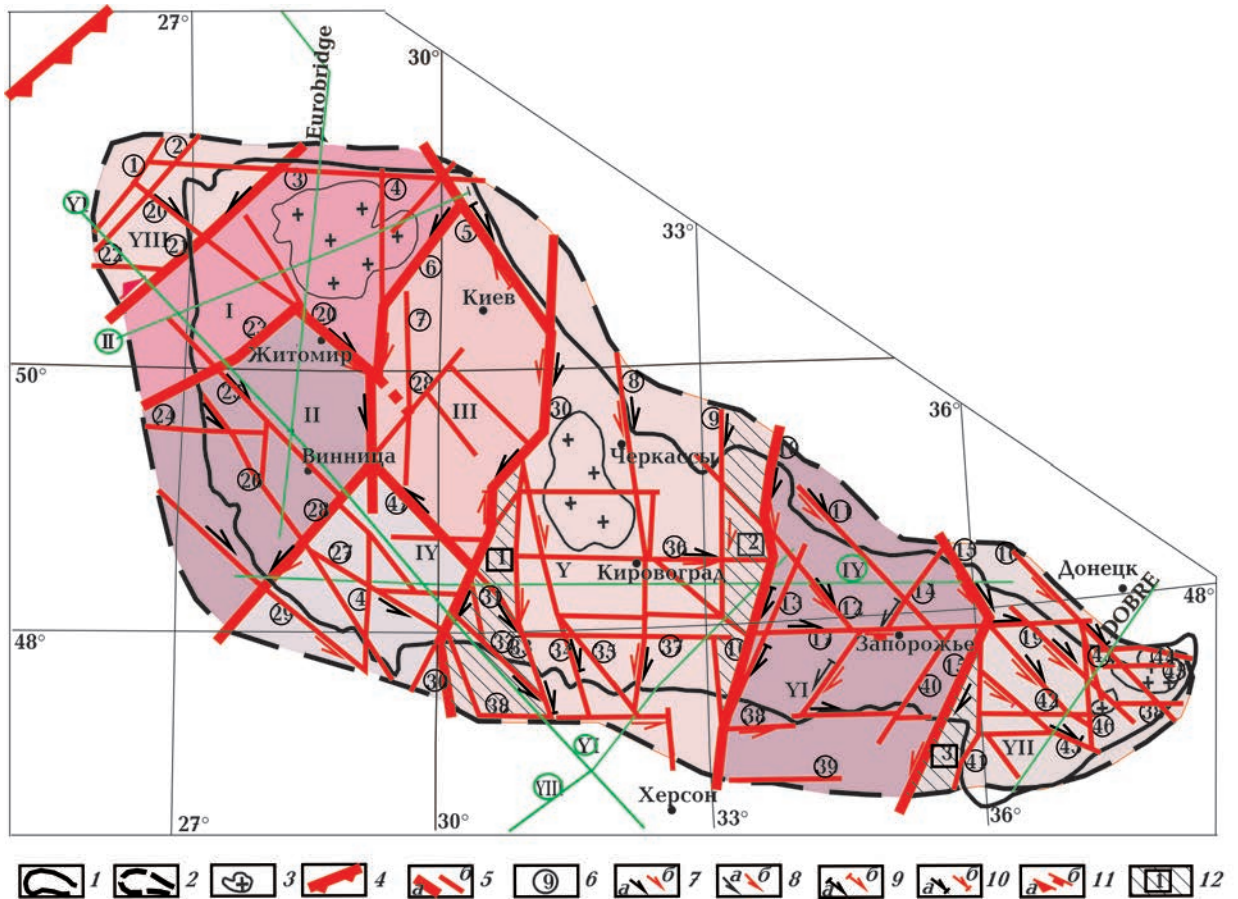


Рис. 1. Схема основных зон разломов УЩ и его склонов [Гинтов, 2005; Гинтов, Пашкевич, 2010]: 1 — контур обнаженной части щита; 2 — контур склонов щита, в пределах которых прослеживаются складчатые и разрывные структуры докембрийского фундамента по геофизическим данным; 3 — плутоны и крупные интрузивные массивы гранитоидов; 4 — граница между Сарматией и Фенноскандией; 5 — зоны разломов межмегаблоковые (а) и внутримегаблоковые (б); 6 — зоны разломов (1 — Горынская, 2 — Луцкая, 3 — Полесская, 4 — Звиздаль-Залесская, 5 — Ядлов-Трактемировская, 6 — Чернобыльская, 7 — Брусиловская, 8 — Кировоградская, 9 — Западно-Ингулецкая, 10 — Криворожско-Кременчугская, 11 — Днепродзержинская, 12 — Светловодская, 13 — Саксаганская, 14 — Дерезоватская, 15 — Орехово-Павлоградская, 16 — Центрально-Волновахская, 17 — Девладовская, 18 — Малоянисольская, 19 — Краснополянская, 20 — Сарненско-Варваровская, 21 — Суццано-Пержанская, 22 — Владимир-Волынская, 23 — Тетеревская, 24 — Хмельницкая, 25 — Хмельникская, 26 — Летичевская, 27 — Ободовская, 28 — Немировская, 29 — Подольская, 30 — Тальновская, 31 — Емиловская, 32 — Врадиевская, 33 — Первомайская, 34 — Звенигородско-Братская, 35 — Новоукраинская, 36 — Субботско-Мошоринская, 37 — Бобринецкая, 38 — Конжская, 39 — Горностаевская, 40 — Малоекатериновская, 41 — Азовско-Павловская, 42 — Куйбышевская, 43 — Сорокинская, 44 — Южно-Донбасская, 45 — Верхнекамышевахская, 46 — Центрально-Приазовская, 47 — Ташевская); 7—11 — кинематические знаки (7 — правый сдвиг, 8 — левый сдвиг, 9 — взбросо-сдвиг, 10 — сбросо-сдвиг, а — во время заложения, б — во время главной фазы активизации; 11 — взброс (а) и сброс (б)); 12 — шовные зоны (1 — Голованевская, 2 — Ингулецко-Криворожская, 3 — Орехово-Павлоградская). Мегаблоки: I — Волынский; II — Подольский; III — Росинский; IV — Бугский; V — Ингульский; VI — Среднеприднепровский; VII — Приазовский; VIII — Вольно-Полесский вулcano-платонический пояс.



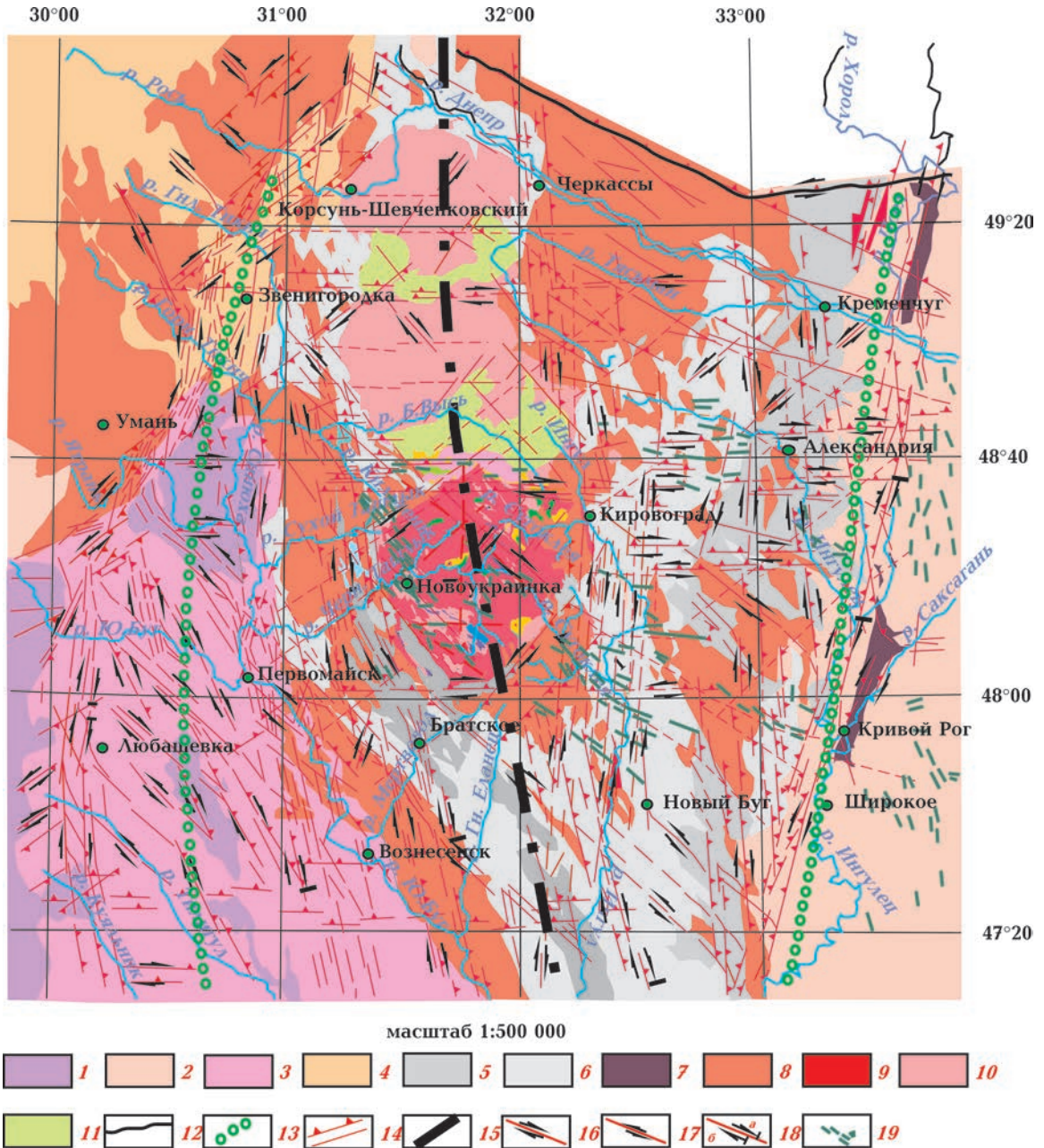


Рис. 2. Схема геологического строения Ингульского мегаблока, составленная О. Б. Гинтовым и С. В. Мычаком по данным [Коплексна ..., 2003; Кореляційна ..., 2003; Щербатов, 2005; Гинтов, 2005; Тектонічна ..., 2007; Старостенко и др., 2007а, б; Геолого-прогнози ..., 2006; Гинтов, Мычак, 2011] и на основе полевых тектонофизических исследований авторов: 1—9 — серии и комплексы (1 — днестровско-бугская, гайворонский (AR<sub>1</sub>); 2 — аульская, конкская, днепропетровский (AR<sub>1</sub>), ингулецкий, саксаганский, демуринский, токовский (AR<sub>2</sub>); 3 — бугская, капитановско-деренюхинский (AR<sub>3</sub>), побужский (PR<sub>1</sub>-I); 4 — росинско-тикичская (AR<sub>3</sub>), звенигородский, гайсинский (PR<sub>1</sub>-I); ингуло-ингулецкая (PR<sub>1</sub>-I); 5 — родионовская, спасовская свиты, 6 — роцеховская, чечелевская свиты; 7 — криворожская (PR<sub>1</sub>-I); 8 — кировоградский, уманский, ставищанский (PR<sub>1</sub>-I); 9 — новоукраинский (PR<sub>1</sub>-I); корсунь-новомиргородский (PR<sub>1</sub>-II) (10 — рапакивидные граниты, 11 — габбро-анортозиты); 12 — контур обнаженной части щита; 13 — осевые линии ГПЗ (на западе) и ИКПЗ (на востоке); 14 — эшелонированные сколы (сместители) зон разломов (берг-штрихи указывают направление падения); 15 — трансрегиональный тектонический шов Херсон — Смоленск; кинематические знаки для зон разломов: 16 — правый сдвиг; 17 — левый сдвиг; 18 — сбросо-сдвиг (а), взбросо-сдвиг (б); 19 — дайки габбро-диабазов, лампрофиров и др.

рождско-Кременчугской зонам разломов, позволяет и даже делает необходимым выделение Ингульского мегаблока именно в такой конфигурации и в таких границах? Основанием служат особенности геодинамического развития и металлогении центральной части УЩ.

Если рассматривать главные черты структуры УЩ на фоне всей юго-западной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП), можно увидеть (рис. 3), что центральная часть щита выделяется как элемент широкой (до 200 км) субмеридиональной зоны правых сдвигов, продолжающейся далеко за пределы щита как в южном, так и в северном направлениях. Из 47 крупнейших зон разломов щита [Гинтов, 2005; Гинтов, Пашкевич, 2010] шесть главных зон его центральной части — Тальновская, Первомайская, Звенигородско-Братская, Кировоградская, Западно-Ингулецкая, Криворождско-Кременчугская — заложены как крупные правые сдвиги, отклоняющиеся от современного меридионального направления от  $-15^\circ$  до  $+25^\circ$ . На севере и юге за пределами щита они сближаются, как бы "подтягиваясь" к осевой линии трансрегионального тектонического шва Херсон — Смоленск, четко делящей щит на западную и восточную части. Поскольку этот тектонический шов возник в конце времени заложения большинства перечисленных зон разломов [Гинтов, Мычак, 2011], приходим к выводу, что активные геодинамические процессы на стыке западной и восточной архейских частей УЩ начались еще на рубеже неархея и раннего протерозоя, охватив все 200 км пространства — будущий Ингульский мегаблок.

Металлогенические особенности также позволяют выделять Ингульский мегаблок в рассматриваемых контурах. Голованевская шовная зона ближе по своей металлогенической специализации к центральной и восточной частям мегаблока, чем к западным гранулитовым Бугскому и Подольскому мегаблокам. Это относится в первую очередь к ее железорудной, золоторудной и редкометалльно-редкоземельной специализациям: здесь известны месторождения (Майское) и рудопроявления золота в пределах Тальновской зоны разломов (Савранское рудное поле), проявления железистых кварцитов и железисто-карбонатных руд (Молдовское, Грушковское, Секретарское и др.); в Первомайской и Звенигородско-Братской зонах разломов открыты месторождения и рудопроявления урана, редких металлов и редких земель. Аналогичной металлогене-

зией характеризуются Западно-Ингулецко-Казанковская и Криворождско-Кременчугская металлогенические зоны восточной части мегаблока [Комплексна ..., 2003]. Все это свидетельствует о том, что архейское основание ГШЗ претерпело в раннем протерозое такую же сильную активизацию, как и архейский фундамент ИКШЗ. А стимулятором активизации и переработки послужили тектономагматические и сдвиговые процессы в зонах разломов центральной части мегаблока и трансрегиональном тектоническом шве Херсон — Смоленск.

**Зоны разломов и этапы деформации (разломообразования) Ингульского мегаблока.** На рис. 4 представлена структурно-кинематическая карта Ингульского мегаблока, построенная по материалам тектонофизических исследований 1985—2010 гг. [Гинтов, Исай, 1988; Гинтов и др., 1990; Беличенко, Гинтов, 1996; Гинтов, 2005; Гинтов и др., 2008; Гинтов, Пашкевич, 2010; Мычак, Farfuliak, 2010; Гинтов, Мычак, 2011]. В результате этих работ изучено внутреннее строение и кинематика практически всех разрывных структур мегаблока на площади около 67 000 км<sup>2</sup>. Детальность тектонофизической информации соответствует масштабам 1 : 200 000—1 : 500 000. Дополнительные данные получены с использованием Геологической карты центральной части УЩ, составленной в ПГО Кировгеология [Геолого-прогнози ..., 2006].

Зоны разломов, состоящие из зон скальвания, эшелонированных и элементарных склонов, изображены на карте такими, какими они закартированы на местности полевыми тектонофизическими методами и детальными магнитными и гравиметрическими съемками. Это не условные линии, обычно соответствующие на геологических картах осевым линиям участков развития тектонитов и называемые "разломами", а фактически наблюдаемые сложно построенные и достаточно широкие зоны, в которых динамометаморфически измененные и сильно деформированные линейновытянутые полосы горных пород тектонобластической или тектонокластической структуры и гнейсовидной или динамофлюидальной текстуры перемежаются со слабо деформированными участками и приразломной складчатостью. Термин "зона разломов" применяется к таким структурам традиционно, поскольку они являются зонами сдвига (в широком смысле) соседних блоков земной коры относительно друг друга (наиболее употребляемый сейчас англ-

лоязычный термин — "shear zone") и слагающие их горные породы в зонах скалывания прошли процесс преобразования в результате действия механических сил и метасоматических изменений. Множественное число в термине (по устному предложению В.П. Кирилюка) отражает тот факт, что сдвиги происходили не по одному сместителю, а по нескольким зонам скалывания и многочисленным сколам, разделенным участками недеформированных пород.

Методика выделения и картирования разрывных структур, определения их возраста, кинематических характеристик (направлений смещения), этапов заложения и фаз активизации зон скалывания, ориентированных по-разному (в связи со сменой тектонических полей напряжений), подобные активизации названы *фазами* деформации (разломообразования) данного этапа. Зоны скалывания, отражающие конкретную фазу деформации, могут формироваться не только в одной зоне разломов, но и на удалении друг от друга, в разных зонах разломов или вне их.

Этап разломообразования при этом соответствует *первой* фазе деформации земной коры в данной зоне разломов, последовавшей за предыдущим уже известным этапом. Иными словами, изучаемая зона разломов могла начать свое становление на площади развития более древних тектонитов, образующих свои зоны скалывания, но ее *собственные* зоны скалывания возникли в первом новом поле напряжений. В дальнейшем тектонические поля напряжений могли изменяться, в зоне разломов возникали новые зоны скалывания другой ориентировки в пространстве. Они принадлежали той же зоне разломов, но могли отражать другие, более молодые, этапы разломообразования, будучи собственными для других зон разломов.

При взгляде на карту (см. рис. 4) создается впечатление, что из-за чрезвычайно густой разновозрастной сети разрывных сдвиговых зон в пределах мегаблока не остается площадей развития "нормальных", недеформированных геологических образований. С одной стороны, это действительно так: Ингульский мегаблок УЩ, как уже говорилось, является небольшой частью вытягивающейся более чем на 1000 км субмеридиональной сдвиговой зоны, сосредоточенной вокруг трансрегионального шва Херсон — Смоленск, которая оказала огромное деформационное воздействие на весь сарматский сегмент Восточно-Европейского кратона. На щите, пожалуй, нет более

первого (для докембрия с точностью до периода) заложения системы зон разломов с близкими элементами залегания (азимут простирания, угол и азимут падения) составляющих их зон скалывания, т. е. возникшей в едином поле тектонических напряжений и оказавшей существенное влияние на развитие земной коры региона.

Название этапа обычно дается по названию первой наиболее хорошо изученной крупной зоны разломов. Поскольку практически все крупные зоны являются долгоживущими и претерпевали частые активизации с формированием внутри себя или на своем продолжении зон скалывания, ориентированных по-разному (в связи со сменой тектонических полей напряжений), подобные активизации названы *фазами* деформации (разломообразования) данного этапа. Зоны скалывания, отражающие конкретную фазу деформации, могут формироваться не только в одной зоне разломов, но и на удалении друг от друга, в разных зонах разломов или вне их.

Этап разломообразования при этом соответствует *первой* фазе деформации земной коры в данной зоне разломов, последовавшей за предыдущим уже известным этапом. Иными словами, изучаемая зона разломов могла начать свое становление на площади развития более древних тектонитов, образующих свои зоны скалывания, но ее *собственные* зоны скалывания возникли в первом новом поле напряжений. В дальнейшем тектонические поля напряжений могли изменяться, в зоне разломов возникали новые зоны скалывания другой ориентировки в пространстве. Они принадлежали той же зоне разломов, но могли отражать другие, более молодые, этапы разломообразования, будучи собственными для других зон разломов.

При взгляде на карту (см. рис. 4) создается впечатление, что из-за чрезвычайно густой разновозрастной сети разрывных сдвиговых зон в пределах мегаблока не остается площадей развития "нормальных", недеформированных геологических образований. С одной стороны, это действительно так: Ингульский мегаблок УЩ, как уже говорилось, является небольшой частью вытягивающейся более чем на 1000 км субмеридиональной сдвиговой зоны, сосредоточенной вокруг трансрегионального шва Херсон — Смоленск, которая оказала огромное деформационное воздействие на весь сарматский сегмент Восточно-Европейского кратона. На щите, пожалуй, нет более



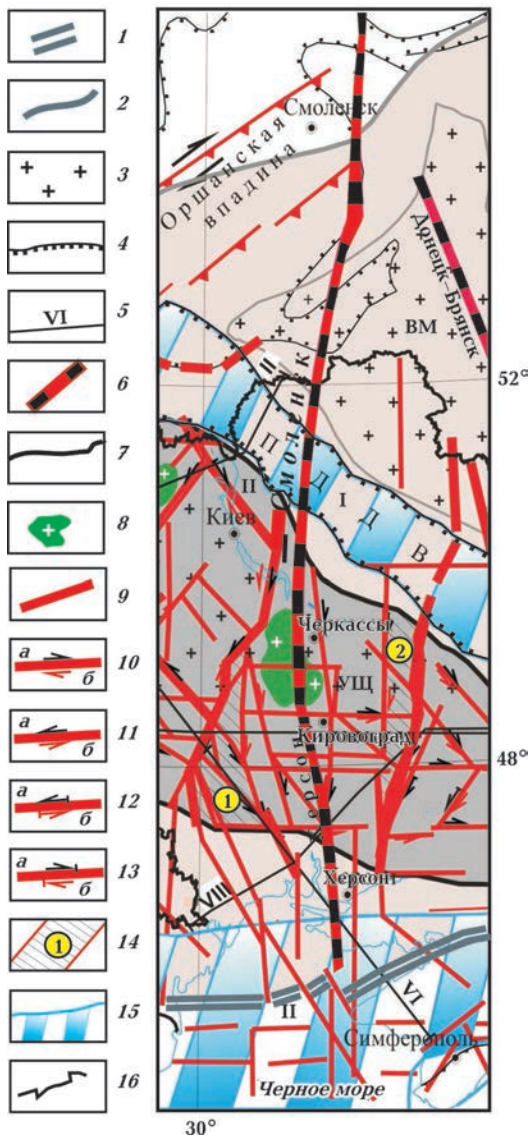


Рис. 3. Положение Ингульского мегаблока в пределах субмеридиональной мегаструктуры, секущей Восточно-Европейский кратон (фрагмент схемы основных рудо- и нефтегазоносных регионов Украины, по [Гинтов, Пашкевич, 2010]): 1 — граница ВЕП; 2 — граница между надструктурными элементами ВЕП Фенноскандией и Сарматией, по [Vogdanova, 1993]; 3 — УЩ и Воронежский кристаллический массив (ВМ); 4 — платформенные наложенные авлакогены и впадины; 5 — геотрансекты II, VI и VIII; 6 — трансрегиональные тектонические швы Херсон — Смоленск и Донецк — Брянск; 7 — контур УЩ со склонами; 8 — плутоны габбро-анортозитов и рапакививидных гранитов; 9 — зоны разломов (см. рис. 1); 10—13 — кинематические знаки (а — во время заложения, б — во время главной фазы активизации): 10 — правый сдвиг, 11 — левый сдвиг, 12 — взбросо-сдвиг, 13 — сбросо-сдвиг; 14 — шовные зоны (1 — Голованевская, 2 — Ингулецко-Криворожская); 15 — нефтегазоносные провинции Украины (I — Днепровско-Донецкая, II — Азовско-Черноморская); 16 — государственная граница Украины.

деформированных участков земной коры, чем данный мегаблок. С другой стороны, зоны разломов мегаблока в определенной мере "прозрачны", так как в них и между ними развиты многочисленные небольшие участки недеформированных или слабо деформированных породных комплексов, по которым восстанавливается первичный состав и возраст горных пород.

Тектонофизическое изучение мегаблока началось более 25 лет назад с ГШЗ, продолжалось в пределах ИКШЗ, а работы последних лет выполнялись в его центральной части. Это наложило свой отпечаток на первоначальные выводы о последовательности и возрасте деформационных процессов, которые в каждом районе рассматривались, не полностью учитывая результаты исследований на других участках. Теперь, когда изучена вся площадь, можно все данные увязать между собой и составить единую схему последовательности процессов разломообразования, объединив некоторые разновозрастные и одинаково ориентированные зоны скалывания в один этап или, наоборот, отнеся одинаково ориентированные, но разновозрастные зоны к разным этапам. В основу целесообразно положить данные о кинематических параметрах зон разломов УЩ и периодизации процессов разломообразования, обобщенные в монографии [Гинтов, 2005, табл. 3.15 и 3.16] и дополненные результатами последующих работ.

**Емиловский этап разломообразования (AR<sub>3</sub>).** Архейские дизъюнктивные деформации земной коры Ингульского мегаблока установлены только в Голованевской шовной зоне. *Емиловская* и *Врадиевская* сдвиговые зоны (СЗ 310°) и еще ряд аналогичных зон, расположенных южнее, но скрытых под мезо-кайнозойским чехлом, были заложены в неоархее в то время, когда эта часть мегаблока была еще единым целым с ДБГП. К западу от ГШЗ такими же архейскими зонами северо-западного простирания являются Летичевская и Ободовская зоны Подольского и Бугского мегаблоков.

**Долгопристанский этап разломообразования (AR<sub>3</sub>),** как и емиловский, установлен в ГШЗ и представлен сдвиговой *Долгопристанской* зоной разломов и рядом зон скалывания (СЗ 332°). На обоих этих этапах была сформирована разрывная и складчатая (путем образования приразломной складчатости) структура восточной части ДБГП, преобразованной позже в ГШЗ.



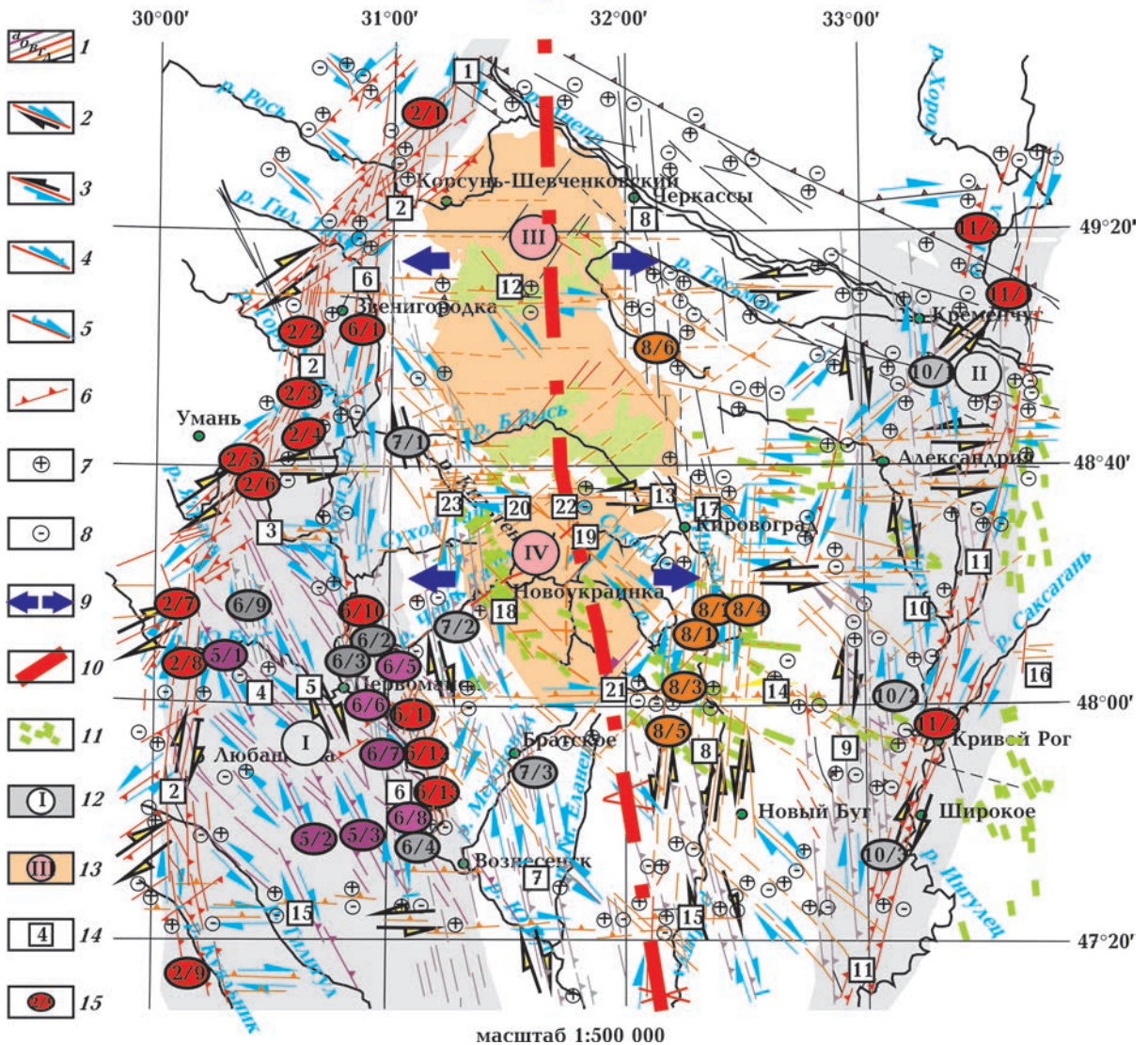


Рис. 4. Структурно-тектонифизическая карта Ингульского мегаблока, составленная О. Б. Гинтовым и С. В. Мычаком: 1 — эшелонированные и элементарные сколы зон разломов, образовавшиеся в: а — неогарее (AR<sub>3</sub>), б — неогарее — раннем протерозое (AR<sub>3</sub>—PR<sub>1</sub>-I), в — начале раннего протерозоя (PR<sub>1</sub>-I), г — конце раннего протерозоя (PR<sub>1</sub>-II), д — возраст не известен; 2—5 — кинематические знаки (синие — во время заложения, желтые — во время главной фазы активизации): 2 — правый сдвиг, 3 — левый сдвиг, 4 — сбросо-сдвиг, 5 — взбросо-сдвиг; 6 — направление падения; 7 — приподнятое крыло; 8 — опущенное крыло; 9 — направление раздвигания центральной части Ингульского мегаблока; 10 — межрегиональный тектонический шов Херсон — Смоленск; 11 — дайки диабазов, габбро-диабазов и др.; 12 — шовные зоны (I — Голованевская, II — Ингулецко-Криворожская); 13 — массивы гранитоидов (III — Корсунь-Новомиргородский плутон, IV — Новоукраинский массив); 14 — зоны разломов (1 — Ядлов-Трактемировская; 2 — Тальновская; 3 — Емиловская; 4 — Врадиевская; 5 — Долгопристанская; 6 — Первомайская; 7 — Звенигородско-Братская; 8 — Кировоградская; 9 — Западно-Ингулецкая; 10 — Искровская; 11 — Криворожско-Кременчугская; 12 — Смелянская; 13 — Субботско-Мошоринская; 14 — Бобринецкая; 15 — Конкская; 16 — Девладовская; 17 — Лелековская; 18 — Новоукраинская; 19 — Неру-баевско-Лозоватская; 20 — Глодоская; 21 — Марьевская; 22 — Новокопстантиновская; 23 — Новопапавловско-Ярошевская (тожная часть)); 15 — зоны скалывания (2/1 — Богуславская, 2/2 — Веселокутская, 2/3 — Тальянковская, 2/4 — Мошуровская, 2/5 — Заячковская, 2/6 — Коржовская, 2/7 — Синицовойская, 2/8 — Саботиновская, 2/9 — Ширяевская, 5/1 — Дубиновская, 5/2 — Иосифовская, 5/3 — Мариновская, 6/1 — Гнилотикичская, 6/2 — Олышанская, 6/3 — Синохинобродская, 6/4 — Константиновская, 6/5 — Благодатненская, 6/6 — Грушевская, 6/7 — Марьевская, 6/8 — Александровская, 6/9 — Молдовская, 6/10 — Калмазовская, 6/11 — Мигийская, 6/12 — Ивановская, 6/13 — Прибужская, 7/1 — Надлакская-1, 7/2 — Песчанобродская, 7/3 — Братская, 8/1 — Центрально-Кировоградская, 8/2 — Клинцовско-Верхнеингульская, 8/3 — Алексеевская, 8/4 — Инженеровско-Степановская, 8/5 — Бобринецко-Жевановская, 8/6 — Ивангородская, 10/1 — Онуфриевская, 10/2 — Чкаловская, 10/3 — Николаевская, 11/1 — Комсомольская, 11/2 — Криворожская, 11/3 — Омельникская).

**Первомайский, западно-ингулецкий и искровский этапы разломообразования ( $AR_3-PR_1-I^1$ ).** В архей-раннепротерозойское время на месте Ингульского мегаблока были заложены *Первомайская* и *Звенигородско-Братская* зоны разломов северо-северо-западного простирания ( $SZ\ 345^\circ$ ), ограничившие ДБГП с востока. *Западно-Ингулецкая* зона разломов субмеридионального простирания ( $ССЗ\ 357^\circ$ ) отделила СПЗП с запада. Вблизи нее тогда же была заложена *Искровская* зона разломов и зоны скалывания субмеридионального простирания (искровский этап,  $ССЗ\ 354^\circ$ ). Вопрос о том, что на этих этапах находилось между ДБГП и СПЗП, будет рассмотрен позже.

В работе [Гинтов, 2005] к архей-раннепротерозойскому этапу разломообразования было отнесено также заложение *Новоукраинской* зоны разломов. Однако после изучения центральной части мегаблока стало ясно, что эта зона стоит в одном ряду с *Лелековской*, *Нерубайско-Лозоватской* и другими зонами разломов северо-западного простирания и заложена в протерозое ( $PR_1-II$ ).

**Тальновский и криворожский этапы разломообразования ( $PR_1-I$ ).** В начале раннего протерозоя были заложены *Тальновская* ( $ССВ\ 345-42^\circ$ ) и *Криворожско-Кременчугская* ( $ССВ\ 17^\circ$ ) зоны разломов, по которым впоследствии центральная часть УЩ в результате вертикальных перемещений обособилась в Ингульский мегаблок. Заложение этих зон положило начало обособлению ГШЗ и ИКШЗ.

**Херсон-Смоленский этап деформации ( $PR_1-I$ ).** В конце первой половины раннего протерозоя литосфера Ингульского мегаблока испытала мощное широтное растяжение с правостдвиговой составляющей, приведшее к началу формирования в его центральной части субмеридиональной трансенсийной зоны, которая впоследствии развилась в межрегиональный шов *Херсон — Смоленск*. Этот этап был выделен по результатам тектонофизичес-

кого изучения Новоукраинского массива трахитоидных гранитов, образовавшегося 2,05 млрд лет назад [Щербаков, 2005] вследствие рассматриваемого растяжения литосферы [Гинтов, Мычак, 2011].

**Кировоградский этап разломообразования ( $PR_1-II$ ).** *Кировоградская* зона разломов (основное простирание  $ССВ\ 4^\circ$ ) — одна из наиболее широких (до 20 км) зон Ингульского мегаблока. Она деформирует новоукраинские и кировоградские граниты, возраст которых 2,05—2,0 млрд лет, а возраст образованных в ней кварц-полевошпатовых метасоматитов, золотого (2,0—1,95 млрд лет) и уранового (~ 1,8 млрд лет) оруденения [Белевцев, 2002], явно связанных с процессами разломообразования, свидетельствует о том, что время заложения зоны — около 1,95 млрд лет. К кировоградскому этапу необходимо также отнести *Новокопачинскую* зону разломов и южное продолжение *Новопавловско-Ярошевской* зоны, закартированные геологами ПГО "Кировгеология". С этими зонами также связано урановое оруденение.

**Лелековский этап ( $PR_1-II$ )** ранее [Гинтов, Мычак, 2011] был отнесен к одной из фаз кировоградского этапа разломообразования, так как *Лелековская* зона разломов (именовавшаяся зоной скалывания) была лучше всего изучена в районе г. Кировоград, где она сочленяется с тектонитами Кировоградской зоны. Однако при составлении структурно-кинематической карты (см. рис. 4) стало ясно, что в поле напряжений, при котором формировалась *Лелековская* зона разломов ( $SZ\ 318^\circ$ ), образовалась целая сеть крупных сопряженных между собой диагональных разрывов, играющих важную роль при окончательном формировании внутренней структуры и внешних ограничений Новоукраинского массива. Это — *Нерубаевско-Лозоватская* и *Новоукраинская* ( $SZ\ 315^\circ$ ), *Марьевская* и *Глодосская* ( $СВ\ 40-50^\circ$ ) и другие зоны разломов. Они моложе Кировоградской зоны (пересекают ее), но древнее пород Корсунь-Новомиргородского плутона, поэтому возраст Лелековского этапа 1,8—1,9 млрд лет.

**Субботско-Мошоринский этап разломообразования ( $PR_1-II$ )** последовал сразу вслед за лелековским 1,8—1,75 млрд лет назад. Это последний крупный этап деформации УЩ, охвативший весь щит с примыкающими территориями и приведший к формированию в пределах щита системы крупных разломных зон. Известные зоны разломов, такие как *Полес-*

<sup>1</sup> Авторы подразделяют раннепротерозойский период на отрезки до 2 млрд и после 2 млрд лет, обозначая их  $PR_1-I$  и  $PR_1-II$ , как это делалось ранее геохронологами докембрия Украины [Кореляційна ..., 2003]. Такое деление раннего протерозоя, длившегося 1 млрд лет, наиболее удобно для описания Ингульского мегаблока, в котором рубеж  $2 \pm 0,05$  млрд лет четко отделяет геологические процессы, проходившие в ГШЗ и ИКШЗ, от таковых в центральной части.

Т а б л и ц а 1. Этапы разломообразования в пределах Ингульского мегаблока УЩ

Период	Обобщенные поля напряжений		Деформационный режим	Зоны скальвания и фазы разломообразования	Номер зоны скальвания	Зоны разломов, в которых расположены соответствующие зоны скальвания
	$\sigma_1$	$\sigma_3$				
AR <sub>3</sub>	<i>Емилловский этап</i>					
				Емилловская	3	Емилловская
				Врадиевская	4	Врадиевская
	263/20	359/10	t/p	Благодатненская	6/5	Первомайская
				Грушевская	6/6	—
				Марьевская	6/7	—
				Александровская	6/8	—
	<i>Долгопристанский этап</i>					
			Долгопристанская	5	Долгопристанская	
22/20	290/10	t/p	Дубиновская	5/1	ГШЗ	
			Иосифовская	5/2	—	
			Мариновская	5/3	—	
AR <sub>3</sub> —PR <sub>1</sub> -I	<i>Первомайский этап</i>					
				Ольпанская	6/2	Первомайская
				Синюхинобродская	6/3	—
				Константиновская	6/4	—
	38/40	285/20	t/p	Молдовская	6/9	ГШЗ
			Надлакская-1	7/1	Звенигородско-Братская	



					Песчанобродская		7/2	—
					Братская		7/3	—
	<i>Западно-Ингулецкий этап</i>							
	43/10	308/20	t/p		Западно-Ингулецкая		9	Западно-Ингулецкая
	<i>Искровский этап</i>							
					Искровская		10	Искровская
	220/10	305/25	t/p		Онуфриевская		10/1	ИКШЗ
					Чкаловская		10/2	—
					Николаевская		10/3	—
	<i>Немировский этап</i>							
	03/00	93/00	t/p		Богуславская		2/1	Тальновская
	<i>Тальновский этап</i>							
	246/34	127/35			Веселокутская		2/2	Тальновская
	74/36	328/20			Тальянковская		2/3	—
	66/40	312/24			Коржовская		2/6	—
	—	—			Заячьевская		2/5	—
	74/36	328/20			Синицкая		2/7	—
	246/34	127/35	t/p		Саботиновская		2/8	—
	246/34	127/35			Гнилоткичская		6/1	Первомайская
	66/40	312/24			Калмазовская		6/10	—
	—	—			Мигийская		6/11	—
AR <sub>3</sub> —PR <sub>1</sub> -I								
PR <sub>1</sub> -I								

Продолжение табл. 1

	—	—		Ивановская	6/12	—
	—	—		Прибужская	6/13	—
	<i>Криворожский этап</i>					
PR <sub>1</sub> -I	70/30	320/30	t/p	Криворожская	10/2	Криворожско-Кременчугская
				Комсомольская	10/1	—
				Омельникская	10/3	ИКШЗ
	<i>Херсон-Смоленский этап</i>					
	8/0	278/10	t/s	—	—	Трансрегиональный тектонический шов Херсон — Смоленск
	<i>Кировоградский этап</i>					
PR <sub>1</sub> -II	49/0	319/0	t/p	Центрально-Кировоградская	8/1	Кировоградская
				Клиновско-Верхнеингульская	8/2	—
			Алексеевская	8/3	—	
			Инженерно-Степановская	8/4	—	
	62/05	162/55	Бобринецко-Жевановская	8/5	—	
		Новокозантиновская	22	—		
	<i>Лелековский этап</i>					
3/00				Лелековская	17	Лелековская
		273/05		Новоукраинская	18	Новоукраинская
			t/p	Нерубаевско-Лозоватская	19	Нерубаевско-Лозоватская

Окончание табл. 1

PR <sub>1-II</sub>	90/00	360/00		Глодоская Марьевская Компаниевская	20 21 —	Глодоская Марьевская Кировоградская
	<i>Субботско-Мошоринский этап</i>					
	315/00	45/00	t/s	Субботско-Мошоринская Смелянская Бобринецкая Конкская	13 12 14 15	Субботско-Мошоринская Смелянская Бобринецкая Конкская
PR <sub>3</sub>	<i>Корсунь-Новомиргородский этап</i>					
	6/00 171/00	96/00 81/00	t/s	—	—	Трансрегиональный шов Херсон — Смоленск
	<i>Субплатформенный этап</i>					
	145/00	235/90	t/p	Калиновская	—	—
	360/00	90/76	t/s	Клищовская-II	—	—
	150/90	60/00	t/p	Завадовская	—	—
	280/70	05/00	t/p	Калиновско-Сасовская	—	—
	270/17	48/ 70	t/p	Покровская-I	—	—
	53/70	260/19	t/s	Покровская-II	—	—
	357/50	177/40	t/s	Клищовская-III	—	—
300/10	120/80	t/p	Алексеевская-1	—	—	



Т а б л и ц а 2. Фазы активизации зон разломов Ингульского мегаблока УЩ

Этап	Зона разломов	Период	Обобщенные поля напряжений		Фаза
			$\sigma_1$	$\sigma_3$	
Первомайский	Первомайская	PR <sub>1</sub> -I	246/34	127/35	Веселокутская
—	—	PR <sub>1</sub> -I	66/40	312/24	Коржовская
—	Звенигородско-Братская	PR <sub>1</sub> -II	03/00	273/05	Лелековская
Западно-Ингулецкий	Западно-Ингулецкая	PR <sub>1</sub> -I	70/30	320/30	Криворожская
—	—	PR <sub>1</sub> -II	03/00	273/05	Лелековская
Искровский	Искровская	PR <sub>1</sub> -I	70/30	320/30	Криворожская
Немировский	Тальновская	PR <sub>1</sub> -I	246/34	147/35	Веселокутская
Криворожский	Криворожско-Кременчугская	PR <sub>1</sub> -I	70/30	320/30	Саксаганская
—	—	PR <sub>1</sub> -II—PR <sub>2</sub>	351/00	81/00	Городищенская
Херсон-Смоленский	Трансрегиональный шов Херсон — Смоленск	PR <sub>1</sub> -II—PR <sub>2</sub>	06/00	96/00	Корсунская
—	—	PR <sub>1</sub> -II—PR <sub>2</sub>	351/00	81/00	Городищенская
Кировоградский	Кировоградская	PR <sub>1</sub> -II—PR <sub>2</sub>	06/00	96/00	Корсунская
—	—	PR <sub>2</sub> —PR <sub>3</sub>	47/00	317/00	Аджамская
—	—	PR <sub>2</sub> —PR <sub>3</sub>	145/00	55/00	Клинцовская-1
Субботско-Мошоринский	Субботско-Мошоринская	PR <sub>1</sub> -II—PR <sub>2</sub>	45/00	315/00	Надлакская-2
Субплатформенный	—	PR <sub>3</sub>	145/00	235/90	Калиновская
—	—	—	360/00	90/76	Клинцовская-2
—	—	—	150/90	60/00	Завадовская
—	—	—	280/70	05/00	Калиновско-сасовская
—	—	—	270/17	48/70	Покровская-1
—	—	—	53/70	260/19	Покровская-2
—	—	—	357/50	177/40	Клинцовская-3
—	—	—	300/10	120/80	Алексеевская-1

ская, Владимир-Волынская, Хмельницкая, Звизгаль-Залеская, Девладовская, Южно-Донбасская, Конкская и другие, образуют ортогональную сеть, при преобладании широтной системы разрывов, четко ориентированную вдоль современных параллелей и меридианов (ВЗ 90°, СЮ 360°). Этот факт, учитывая поступательно-вращательные перемещения УЩ в среднем, верхнем протерозое и фанерозое, представляется на данный момент случайным совпадением.

В Ингульском мегаблоке на рассматриваемом этапе сформировались *Смелянская, Суб-*

*ботско-Мошоринская, Бобринецкая, Конкская* и ряд более мелких широтных зон разломов, занимающих важное место в структуре мегаблока. По наиболее детально и ранее других изученной Субботско-Мошоринской зоне весь этап разломообразования в пределах щита получил ее имя.

**Корсунь-Новомиргородский этап широтного растяжения (сменяющегося широтным сжатием) литосферы (PR<sub>1</sub>-II).** На этом этапе (1,75 млрд лет назад) произошло новое раскрытие трансрегионального шва Херсон — Смоленск, сопровождавшееся внед-

рением пород корсунь-новомиргородского комплекса, с образованием одноименного плутона и формированием при их остывании диагональной системы разрывов (СЗ 310° и СВ 40°) [Беличенко, Гинтов, 1996].

**Субплатформенный этап деформации земной коры Ингульского мегаблока ( $PR_2$ — $PR_3$ )** выразился в формировании достаточно густой сети сколовых трещин, не образующих зон скалывания и зон разломов, а выраженных в виде эшелонированных и элементарных сколов. Ориентация в пространстве групп таких трещин, обусловленная соответствующими полями тектонических напряжений, позволяет

выделить фазы деформации, названные по имени местности, где они лучше всего изучены (табл. 1, 2). Большинство таких фаз было установлено еще при изучении Кировоградской зоны разломов [Гинтов, 2005] и подтверждено в пределах Новоукраинского массива [Гинтов, Мычак, 2011]. Средневерхнепротерозойское время ( $\leq 1,6$  млрд лет) определено на том основании, что рассматриваемые сколовые трещины, с одной стороны, образовались после начала корсунь-новомиргородского этапа, а с другой стороны, формировались в достаточно глубинных условиях: притертость, зеркала скольжения и т. д.

### Список литературы

- Белевцев А. Р. Изотопный возраст и условия локализации золотого оруденения в Кировоградском блоке Украинского щита: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. — Киев, 2002. — 20 с.
- Беличенко П. В., Гинтов О. Б. Напряженное состояние и деформации земной коры Украинского щита в период становления Корсунь-Новомиргородского плутона габбро-анортозитов и рапакиви (по тектонофизическим данным) // Геофиз. журн. — 1996. — **18**, № 2. — С. 59—69.
- Бурахович Т. К., Кулик С. Н. Трехмерная модель Кировоградской аномалии электропроводности // Геофиз. журн. — 2007. — **29**, № 1. — С. 45—55.
- Геолого-прогнози роботи на алмази масштабу 1 : 200 000 у північно-східній частині Кіровоградського блоку УКЩ (звіт). Геологічна експедиція № 37. — КП "Кіровгеологія", 2006. — 252 с.
- Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применения при изучении деформаций земной коры Украины. — Киев: Феникс, 2005. — 572 с.
- Гинтов О. Б., Исай В. М. Тектонофизические исследования разломов консолидированной коры. — Киев: Наук. думка, 1988. — 228 с.
- Гинтов О. Б., Исай В. М., Коваленко В. Н. Тектонофизические данные о механизме формирования складок первого порядка Криворожского бассейна на примере Лихмановской структуры // Геол. журн. — 1990. — № 5. — С. 115—123.
- Гинтов О. Б., Орлюк М. И., Мычак С. В., Бакар-жиева М. И., Фарфуляк Л. В. Субботско-мошоринский этап деформирования земной коры Украинского щита // Геофиз. журн. — 2008. — **30**, № 6. — С. 23—38.
- Гинтов О. Б., Пашкевич И. К. Тектонофизический анализ и геодинамическая интерпретация трехмерной геофизической модели Украинского щита // Геофиз. журн. — 2010. — **32**, № 2. — С. 3—27.
- Гинтов О. Б., Мычак С. В. Напряженные состояния и деформации земной коры центральной части Ингульского мегаблока по материалам тектонофизического изучения Новоукраинского массива // Геофиз. журн. — 2011. — **33**, № 2. — С. 29—46.
- Гордиенко В. В., Гордиенко И. В., Завгородняя О. В., Усенко О. В. Тепловое поле территории Украины. — Киев: Знание Украины, 2002. — 170 с.
- Комплексна металогенічна карта України масштабу 1 : 500 000 та пояснювальна записка до неї / Під ред. С. В. Гошовського. — Київ, УкрДГРІ, 2003. — 336 с.
- Кореляційна стратиграфічна схема докембрійських утворень Українського щита. — Киев: Изд. УкрГГРИ, 2003.
- Куприенко П. Я., Макаренко И. Б., Старостенко В. И., Легостаева О. В. Трехмерная плотностная модель земной коры и верхней мантии Ингульского мегаблока Украинского щита // Геофиз. журн. — 2007. — **29**, № 2. — С. 17—41.
- Кутас Р. И., Бевзюк М. И., Михайлюк С. Ф. Методика и результаты определения тепловых потоков на Украинском щите и его склонах //

- Геофиз. журн. — 1981. — 3, № 1. — С. 22—29.
- Орлюк М. И. Пространственные и пространственно-временные магнитные модели разновозрастных структур литосферы континентального типа // Геофиз. журн. — 2000. — 22, № 6. — С. 148—165.
- Орлюк М. И. Магнітна модель земної кори південного заходу Східно-Європейської платформи: Афтореф. дис. ... д-ра геол. наук. — Київ, 1999. — 32 с.
- Солмогуб В. Б. Литосфера Украины. — Киев: Наук. думка, 1986. — 183 с.
- Старостенко В. И., Гинтов О. Б., Пашкевич И. К., Бурахович Т. К., Кулик С. Н., Куприенко П. Я., Кутас Р. И., Макаренко И. Б., Орлюк М. И., Цветкова Т. А. Металлогения Украинского щита: закономерности размещения месторождений полезных ископаемых и их связь с глубинным строением и динамикой литосферы // Геофиз. журн. — 2007а. — 29, № 6. — С. 3—31.
- Старостенко В. И., Казанский В. И., Дрогицкая Г. М., Маквичук О. Ф., Попов Н. И., Тарасов Н. Н., Трипольский А. А., Шаров Н. В. Связь поверхностных структур Кировоградского рудного района (Украинский щит) с локальными неоднородностями коры и рельефом раздела Мохо // Геофиз. журн. — 2007б. — 29, № 1. — С. 3—21.
- Створення комплексної тривимірної геофізичної моделі літосфери в зв'язку з магматизмом, тектонікою та утворенням корисних копалин Українського щита: Наук. звіт ІГФ НАН України. — Киев, 2006. — 515 с.
- Стоянов С. С. Механизм формирования разрывных зон. — Москва: Недра, 1977. — 144 с.
- Тектонічна карта України масштабу 1 : 1 000 000 та пояснювальна записка до неї / Під ред. Д. С. Гурського, С. С. Круглова. — Київ: УкрДГРІ, 2007. — 190 с.
- Шумлянская Л. А. Мантийные блоки и зоны повышенной проницаемости Украинского щита // Геофиз. журн. — 2008. — 30, № 2. — С. 135—144.
- Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н., Шумлянский Л. В. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. — Киев: Наук. думка. — 2008. — 240 с.
- Щербаков И. Б. Петрология Украинского щита. — Львов. Изд-во ЗУКЦ, 2005. — 364 с.
- Bogdanova S., Gorbatshev R., Grad M., Janik T., Guterch A., Kozlovskaya E., Motusa G., Skridlaite G., Starostenko V., Taran L. EUROBRIDGE and POLONAISE Working Groups. EUROBRIDGE: new insight into the geodynamic evolution of the East European Craton // European Lithosphere Dynamics / Eds. D.G. Gee, R.A. Stephenson. — London: Geol. Society, Memoirs, 32, 2006. — P. 599—627.
- Bogdanova S. V., Pashkevich I. K., Gorbatshev R., Orlyuk M. I. Riphean rifting and major Palaeoproterozoic crustal boundaries in the basement of the East European Craton: geology and geophysics // Tectonophysics. — 1996. — 268. — P. 1—21.
- Mychak S., Farfuliak L. Strain state and crustal deformation in the central part of the Ingul megablock of the Ukrainian Shield according to structural data on the Novoukrainka massif and the Subbottsy-Moshoryno fault zone // Геофиз. журн. — 2010. — 32, № 4. — С. 112—115.
- Starostenko V. I., Gintov O. B., Kutas R. I., Pashkevich I. K. Geodynamics of lithosphere as one of the crucial factors of mineral deposits of Ukraine // Геофиз. журн. — 2010. — 32, № 4. — С. 162—165.