

# Уникальные базит-метабазитовые структуры Побужского горнорудного района, их геологическое значение и перспективы рудоносности (по геофизическим и геологическим данным)

*О. Б. Гинтов<sup>1</sup>, В. А. Ентин<sup>2</sup>, С. В. Мычак<sup>1</sup>, В. Н. Павлюк<sup>2</sup>,  
С. И. Гуськов<sup>2</sup>, 2018*

<sup>1</sup>Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина

<sup>2</sup>Государственное предприятие "Украинская геологическая компания", Киев, Украина

Поступила 6 апреля 2018 г.

На прикладі Тарасівської структури Середнього Побужжя Українського щита (УЩ) розглянуто будову і перспективи на рудоносність трьох базит-метабазитових масивів Побужського гірничорудного району — Бандурівського, Троянського і Тарасівського. Висловлене геологами ще у 1990 р. припущення про геологічну і металогенічну унікальність цих масивів підтверджується аналізом даних як регіональних геофізичних знімів, так і матеріалів детальних геофізичних робіт, виконаних у межах Тарасівської структури (базит-метабазитового масиву) в 2017 р. у зв'язку з проведенням тут геолого-пошукових робіт. Показано, що всі три масиви розміщуються в межах епіцентральних зон найбільших гравітаційних аномалій УЩ — Голованівської і Бандурівської (68 і 49 мГал відповідно). Масивам відповідають локальні максимуми  $\Delta g_a$  інтенсивністю до 3—7 мГал на фоні цих аномалій. Вмісними для базит-метабазитових масивів є найдавніші ендербіто-гнейси Ятранського і Хащувато-Заваллівського блоків. Форма масивів овально-концентрична, тому більшість геологів вважали їх брахісинклінальними складками. За даними магнітометричних і гравіметричних знімів масштабу 1 : 10 000 і незначних обсягів буріння Тарасівська структура розмірами 3 × 5,5 км є масивом апогаброїдів — двопіроксенових і амфібол-піроксенових кристалосланців (іноді норитів і габро) чіткої овальної форми, оточених дугоподібними смугами скарноїдів, гранатовмісних глиноземистих гнейсів і кальцифірів, двопіроксенових і гіперстенових кристалосланців, серед яких уперше на УЩ виявлено манганомісні кондити. Незважаючи на наявність осадового чохла (відклади сармату і квартеру) потужністю близько 25—40 м, який перекидає Тарасівську структуру, масиви апогаброїдів виділяються на фоні навколишнього земного рельєфу чіткими височинами амплітудою від декількох метрів до 10 м, що вказує на міцність цих утворень навіть на фоні вмісних гранітоїдів. Геофізичні, структурні, петрологічні та геохімічні дані свідчать на користь інтрузивної природи апогаброїдів і контактово-метасоматичного походження їх смугового обрамлення, а не брахісинклінальної складки. Відсутність або дуже незначний вміст графітових гнейсів у структурах метаморфічного обрамлення Тарасівського масиву відрізняє ці смуги гнейсів, кристалосланців і кальцифірів від стратотипових розрізів кошаро-олександрівської і хащувато-заваллівської світ бузької серії, для яких характерне значне поширення гнейсів графітового і біотит-графітового складу. З огляду на контактово-метасоматичну природу гнейсово-кристалосланцево-кальцифірових утворень Тарасівської структури, а також дані інших дослідників щодо можливої метасоматичної природи графітових і деяких інших гнейсів Середнього Побужжя, виникає питання стосовно необхідності обговорення і поглибленого аналізу стратиграфічних схем раннього докембрію УЩ. Розглянуто подальший напрям геолого-пошукових робіт у межах Тарасівської структури на апатитові і титанові руди, а також найперспективніші ділянки для закладання бурових свердловин.

**Ключові слова:** Український щит, Середнє Побужжя, Ятранський блок, метабазити, апатитові руди, інтрузії.

**Введение.** Территория Побужского горнорудного района (ПГРР) относится к геологическому региону Среднего Побужья Украинского щита (УЩ) и определяется площадью широкого развития месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых, связанных с различными комплексами кристаллических пород докембрия в пределах листов М-35-XXXVI (Гайворон) и М-36-XXXI (Первомайск). Здесь в результате многолетних геолого-геофизических работ были открыты десятки месторождений и рудопроявлений силикатного никеля, хромитов, железа, графита, золота, апатита и других металлических и неметаллических полезных ископаемых, на базе которых действуют несколько добывающих предприятий.

Но даже на фоне исключительного разнообразия геолого-геофизических объектов Среднего Побужья особое внимание среди них привлекают три разобщенные структуры размерами  $\sim 6 \times 4$  км, две из которых расположены в центре Ятранского блока Голованевской шовной зоны (ГШЗ) — Троянская и Тарасовская (Копеньковатская), а третья — Бандуровская — в центре Хоцевато-Завальевского блока, отделенного от ГШЗ Тальновской зоной разломов (рис. 1). Общность морфологии и петрографического состава этих структур нашла отражение в аномальном магнитном и гравитационном полях, по данным которых однозначно определены их завершённый квазиовальный внешний облик и внутреннее концентрически-зональное строение.

С учетом проведенного бурения установлено, что главную роль в строении Троянской, Тарасовской и Бандуровской структур играют различной степени намагниченности плотные породы базит-метабазитового состава, к которым приурочен ряд геохимических аномалий и рудопроявлений. Однако не только металлогенические особенности привлекают к ним внимание. В связи с открывшейся дискуссией о хроностратиграфии раннего докембрия УЩ [Кирилюк, 2017; Гинтов, Шевчук, 2017; Степанюк, 2018]

можно ожидать, что материалы изучения этих структур помогут приблизиться к пониманию особенностей строения и развития раннедокембрийских структурно-формационных комплексов Побужья.

Геологами и геофизиками [Виноградов и др., 1976; Шимкив, Ентин, 1988; Костюченко и др., 1990] уже сравнительно давно было высказано предположение об уникальности этих структур среди других базит-гипербазитовых массивов ПГРР. Так, в первых двух работах В. А. Ентин предположил, что подобные структуры являются остаточными фрагментами глубоко эродированных сложно построенных вулкано-магматических аппаратов центрального типа, а В. С. Костюченко (1990) высказал мнение, что они представляют собой полигенные образования типа родинг-структур. Другими словами, большинство специалистов, внимательно изучавших три названные структуры, относят их к раннедокембрийским интрузивам концентрически-зонального строения.

Вместе с тем "стратиграфическое" мышление большинства геологов, изучавших Среднее Побужье, и необходимость "вкладывать" геологические структуры кристаллического фундамента в утвержденные (на разных этапах) корреляционные стратиграфические схемы вынуждает их высказывать подобные взгляды как предпочтительные, все же отдавая предпочтение традиционному представлению об этих структурах как брахисинклинальных складках, сложенных метаморфизованными в гранулитовой фации вулканогенными или осадочно-вулканогенными породами. В частности, обращается внимание на первичные признаки расслоенности пород Бандуровской структуры: в отдельных разрезах отмечается чередование более кислых (пироксеновых гнейсов) и относительно основных (двупироксеновых кристаллосланцев) разностей. В пределах Троянской структуры среди базитов вскрыты согласные полосы полосчатых магнетитовых руд (таконитов), что также связывается с вулканогенной природой структуры. Однако, как будет пока-

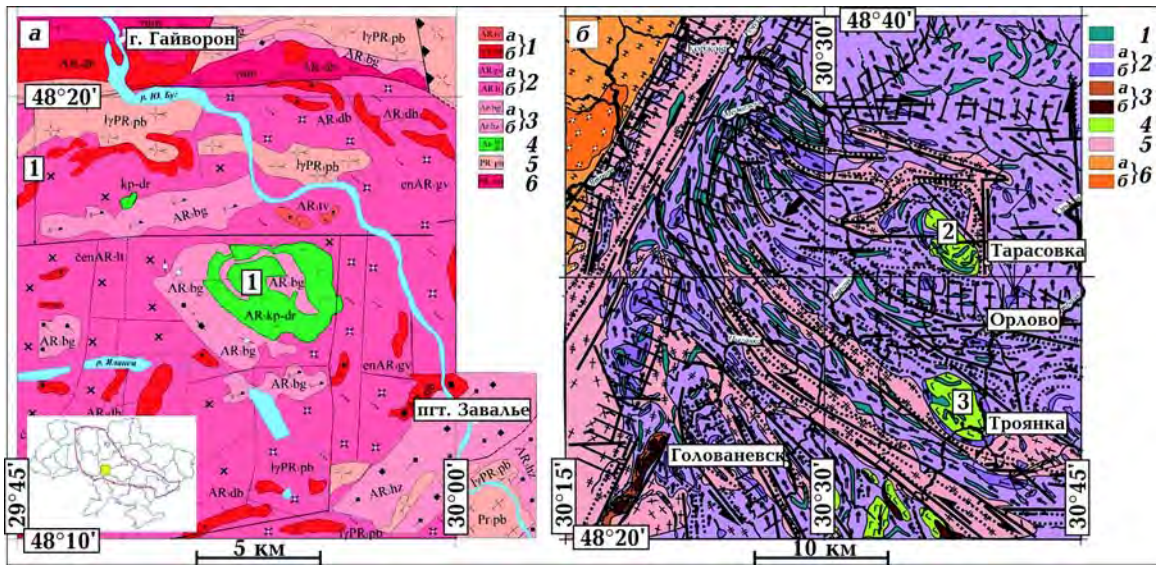


Рис. 1. Положение Бандуровского (1), Тарасовского (2) и Троянского (3) базитовых массивов в геологической структуре ПГРР: а — фрагмент геологической карты м-ба 1 : 200 000 кристаллического фундамента листа М-35-XXXVI-Гайворон, по [Зюльце та ін., 2002] (1 — кристаллические сланцы и плагиогнейсы амфибол-пироксеновые, кварциты пироксен-магнетитовые (днепровско-бугская серия) (а); кристаллосланцы и плагиогнейсы пироксеновые, часто амфиболлизированные и кристаллосланцы амфиболитовые (днепровско-бугская серия нерасчлененная) (б); 2 — эндрбиты гнейсоподобные (en<sub>1</sub>) (гайворонский ультраметаморфический комплекс) (а); чарнокиты, чарноэндрбиты, эндрбиты с телами лейкократовых гранитов (сеп) (литинский ультраметаморфический комплекс) (б); 3 — кристаллосланцы и плагиогнейсы пироксеновые, часто с амфиболами, иногда с гранатом, плагиогнейсы биотитовые, графит-биотитовые, иногда с силлиманитом и кордиеритом, кварциты, кальцифиры, плагиогнейсы амфибол-биотитовые и амфиболиты (бугская серия нерасчлененная) (а); кальцифиры, плагиогнейсы биотит-графитовые (часто с гранатом и (или) силлиманитом, (бугская серия, хщеватово-завальевская свита) (б); 4 — габброиды амфиболитовые, габбро-амфиболиты, апогабброидные кристаллосланцы (капитановско-деренюхинский интрузивный комплекс); 5 — граниты и гранитогнейсы лейкократовые с ортопироксеном, часто с гранатом, иногда с кордиеритом (Iг) (побужский ультраметаморфический комплекс); 6 — граниты биотитовые средне-крупнозернистые до порфиroidных (r), граниты и мигматиты биотитовые, равномерно зернистые (gm) (уманский ультраметаморфогенный комплекс)); б — фрагмент структурно-петрофизической основы геологической карты м-ба 1 : 100 000 кристаллического фундамента центральной части ГШЗ (лист М-36-XXXI-Первомайск), по [Гинтов и др., 2016] (1 — кристаллосланцы двупироксеновые, ортопироксеновые, биотит-ортопироксеновые, гранат-ортопироксеновые, магнетит-двупироксеновые; 2 — эндрбиты, чарнокиты с мелкими включениями кристаллосланцев двупироксен-плагиоклазовых и розовых гранитов — чарнокиты, часто гранатсодержащие (а); эндрбиты, чарнокиты с крупными включениями кристаллосланцев двупироксен-плагиоклазовых и розовых гранитов — эндрбито-гнейсы (б); 3 — плагиогнейсы, гнейсы гранат-биотитовые, кварциты полевошпатовые (часто с силлиманитом, кордиеритом и гранатом), кристаллосланцы и плагиогнейсы пироксеновые (а); гнейсы биотит-графитовые, кальцифиры доломит-кальцитовые, кальцитовые, кварциты железистые, в основном магнетит-двупироксеновые, кальцифиры магнетитовые рудные (б); 4 — метагабброиды — амфиболиты, габбро, габбро-амфиболиты; серпентиниты, серпентинизированные ультрабазиты; 5 — розовые и серовато-розовые полосчатые гранат-биотитовые гнейсо-граниты, редко массивные побужского (чуднобердичевского) комплекса, гнейсо-граниты полосчатые розовые и серовато-розовые, как правило, динамометаморфически измененные синицовского комплекса; 6 — серые и розовато-серые граниты биотитовые, неравномернозернистые до порфиroidных уманского комплекса (а); плагиограниты амфибол-биотитовые, иногда с гранатом, ортопироксеном гайсинского комплекса (б). Условные обозначения сокращения: охарактеризованы только вещественные комплексы, пронумерованные под обеими картами по максимально возможной сопоставимости друг с другом.

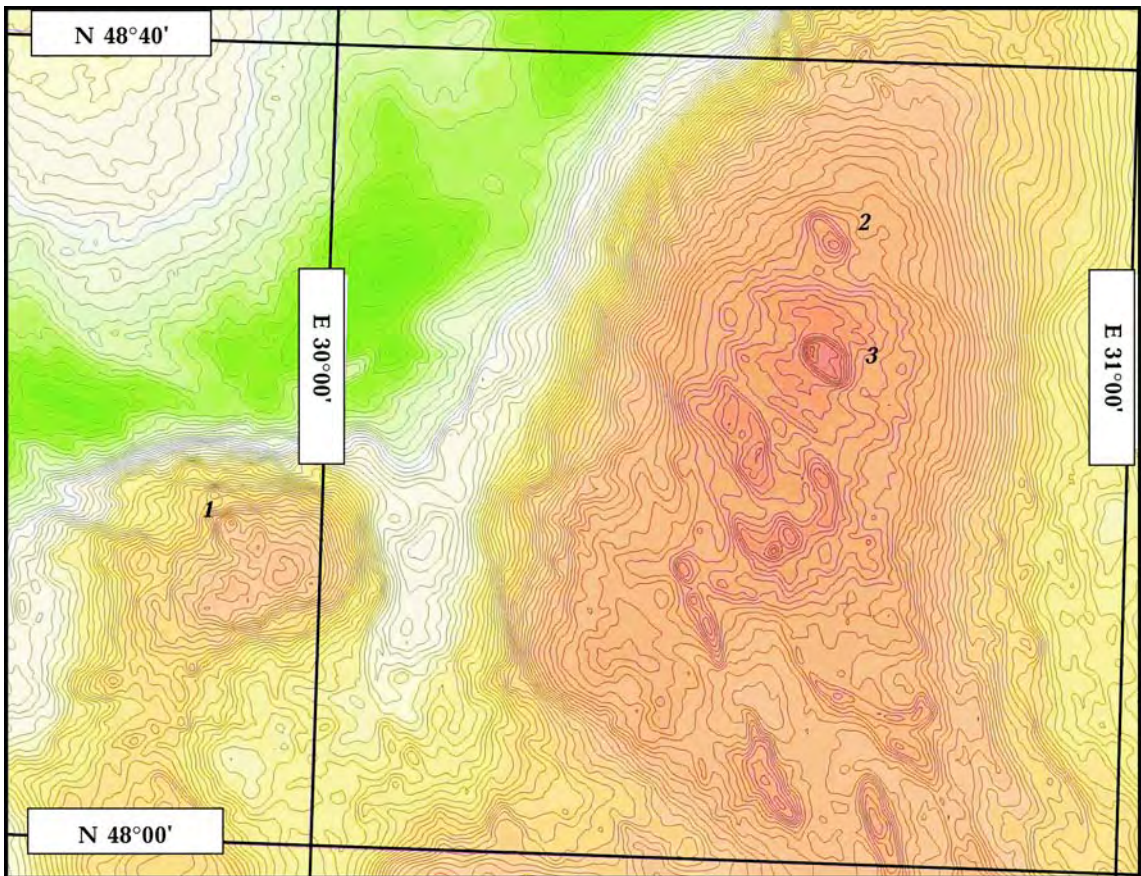


Рис. 2. Карта аномального гравитационного поля Побужского горнорудного района. Редукция Буге,  $\sigma = 2,3 \text{ г/см}^3$ . Сечение изоаномал 1 мГал. По материалам гравиметрических съемок масштаба 1 : 200 000—1 : 50 000 [Ентин и др., 2015б]. Локальные максимумы, соответствующие массивам базитов: 1 — Бандуровскому, 2 — Тарасовскому, 3 — Троянскому.

зано ниже, эти аргументы выглядят достаточно слабо на фоне доказательств интрузивного происхождения базитовых массивов, тем более что первичная расслоенность является свойством и многих интрузивных, в том числе дайковых образований.

Новый интерес к отмеченным структурам возник в связи с проведением в последнее время поисковых работ на апатит-ильменитовые и апатитовые руды на площади Троянской и Тарасовской структур. На площади последней в 2017 г. Государственным предприятием "Украинская геологическая компания" были проведены дополнительные высокоточные магнитная и гравиметрическая съемки,

а Институтом геофизики НАН Украины — глубинная электроразведка методом МТЗ—МВП. В предлагаемой статье изложены материалы этих работ, которые вместе с анализом геологических данных последних трех десятков лет позволяют несколько по-иному подойти к геологическим особенностям важнейших составляющих ПГРР—ГШЗ и Гайворон-Завальевского (Бандуровского) блока. Главным в таком подходе является вопрос происхождения определенных породных комплексов и структурных элементов района.

**Геолого-геофизическая изученность района расположения Тарасовской, Троянской и Бандуровской структур.** Тарасовский, Троянский и Бандуровский мас-

сивы базит-метабазитов как локальные структуры кристаллического фундамента специфического внутреннего строения были идентифицированы по наличию локальных максимумов силы тяжести амплитудой 3—7 мГал, установленных после проведения в районе ПГРР площадных гравиметрических и магнитных съемок масштаба 1 : 50 000—1 : 25 000 [Гинтов, Дмитриев, 1960; Сержин, Сингаевская, 1966; Сержин и др., 1968]. Их детальное геологическое изучение проходило в процессе выполнения на этой территории геологических съемок масштаба 1 : 50 000, которые сопровождалась детализационными геофизическими работами [Виноградов, Палий, 1971; Виноградов и др., 1976; Федоров, Филоненко, 1983; Довгань и др., 1989; Зюльцле та ін., 2002]. В результате этих исследований было отмечено очень близкое сходство размеров, внешней формы, вещественного состава кристаллических пород названных структур, представленных в основном метаморфизованными базитами габбро-норитового ряда и их производными. Отмечены общность и региональная приуроченность этих структур к эпицентрам крупнейших на УЩ Голованевского и Бандуровского максимумов силы тяжести (рис. 2). У геологов того периода сформировалось представление, что Тарасовская, Троянская и Бандуровская структуры являются ядрами синклиналичных складок общего крутого восточного падения, в крыльях которых залегают скарноиды, чарнокитоиды. Хотя уже тогда с учетом геофизических материалов было высказано предположение, что генезис Троянского, Тарасовского и Бандуровского массивов метабазитов имеет самостоятельную природу, связанную с глубоко эродированной частью вулканоматматических аппаратов сложного строения [Виноградов и др., 1976; Довгань и др., 2006]. Была установлена приуроченность к породам этих структур комплексных проявлений титана, апатита, сульфидов меди, молибдена, геохимических аномалий редких и редкоземельных элементов и отмечена их поисковая перспективность.

В работе [Виноградов и др., 1976] построена первая геологическая карта Тарасовской структуры масштаба 1 : 10 000, которая в данной статье перестроена с учетом новых материалов бурения, геофизики и петрологии.

Второй этап изучения Тарасовской, Троянской и Бандуровской структур относится к периоду проведения здесь глубинного геологического картирования масштаба 1 : 200 000 [Костюченко и др., 1990; Державна ..., 2004, 2010] и масштаба 1 : 50 000 [Довгань и др., 1989; Зюльцле та ін., 2002]. Они предварялись подготовкой для этих территорий геофизических и геохимических основ [Федоров и др., 1984]. В процессе этих работ на площади Троянской и Тарасовской структур было дополнительно пробурено большое количество скважин картировочно-геохимического картирования (КГК-100) и колонкового бурения, в том числе несколько наклонных, сыгравших важную роль в дальнейших исследованиях. Впервые на УЩ были установлены марганцевые гондитовые руды.

Геолого-геохимические работы этого периода сопровождалась большим объемом поисковой электроразведки (ВП—СГ, ВП—ВЭЗ, ЗСБ, ЗМПП), что позволило в области экзоконтактов Троянского и Тарасовского массивов установить ряд аномалий поляризуемости небольшой интенсивности. Проверка бурением показала, что они преимущественно обусловлены наличием процессов сульфидизации и графитизации в кристаллических породах. При этом графит-биотитовых, а тем более биотит-графитовых гнейсов, характерных для пород осадочно-метаморфического комплекса Побужья, здесь не было обнаружено. Произведена оценка прогнозных ресурсов Троянского проявления апатитовых и апатит-ильменитовых руд и даны рекомендации на продолжение здесь поисковых работ этого направления.

Тогда же на площади Троянского и Тарасовского базит-метабазитовых массивов, впервые на УЩ для столь малых структур, с целью изучения их глубинного строения были проведены детальные сейс-

мические работы методом МОВ—ОГТ в профильно-площадном варианте и выполнено их сейсмоплотностное моделирование [Шимкив, Ентин, 1988]. Полученные сейсмические данные засвидетельствовали волновую прозрачность (полное отсутствие отражающих площадок) изученных массивов в диапазоне глубин 0—2 (2,5) км. Эти результаты стали дополнительным аргументом в пользу правомочности представлений о большой глубине распространения пород базит-метабазитового состава без изменения угла их падения, а одновременно с этим и дополнительным фактором в пользу возможной связи генезиса Троянской и Тарасовской структур с реликтами глубоко эродированной части вулcano-магматических аппаратов.

Параллельно с региональными геолого-геофизическими работами общего съёмочного назначения на площади листа М-36-XXXI (Первомайск), в пределах Троянской и Тарасовской структур, было выполнено поисковое бурение на уже известных проявлениях апатитовых руд, связанных с карбонатными породами. Эти работы сопровождалось проведением детальной площадной магниторазведки и гравиразведки на площади Троянского массива базит-метабазитов [Юрчишин, Соловей, 1989]. Построена детальная геолого-структурная карта Троянской структуры, на которой получило отражение ее сложное внутреннее концентрически-зональное строение и с большой детальностью были закартированы основные петрофизические комплексы кристаллических пород. Проведена прогнозная оценка запасов апатитовых руд и сделан вывод о необходимости продолжения подобных исследований как на Троянской, так и на Тарасовской структурах. Эти рекомендации были реализованы в проекте на постановку комплекса геолого-геофизических работ на Тарасовской структуре [Мангазов, 2006].

К настоящему времени из проектного объема работ на Тарасовской структуре в 2017 г. выполнены лишь площадные высокоточные гравиразведка и магнитораз-

ведка масштаба 1 : 10 000, результаты которых использованы при построении геологической карты Тарасовской структуры, приведенной в данной статье. Кроме того, сотрудниками Института геофизики НАН Украины по согласованию с геофизиками Государственного предприятия "Украинская геологическая компания" на площади Тарасовской структуры было выполнено 7 точек наблюдений методом магнитотеллурического зондирования (МТЗ—МВП). Полные результаты этих исследований приведены в работе [Бурахович та ін., 2018].

Таким образом, из трех рассматриваемых структур Тарасовская оказалась лучше всего изученной геофизическими методами. К тому же ее строение проще всего поддается расшифровке и может служить базовым материалом для различных структурно-геологических и петрологических моделей ПГРР. Поэтому ниже основное внимание уделено ей.

**Строение Тарасовской структуры по геолого-геофизическим данным.** Кратко уже упоминались региональные геолого-геофизические параметры и особенности строения Тарасовской структуры, которые ставят ее, наряду с подобными ей Троянской и Бандуровской, в ряд уникальных объектов кристаллического фундамента Среднего Побужья.

Тарасовская структура в качестве единого обособленного объекта кристаллического фундамента проявляется как локальный максимум силы тяжести квазиовальной формы амплитудой около 6 мГал, вытянутый в северо-западном направлении (рис. 3, 4). Размеры этой структуры, определяемые по положению зон максимальных значений горизонтального градиента силы тяжести (рис. 5), составляют 5 × 2,5 км. Однако максимальные градиенты гравитационного поля отражают в основном центральную часть (ядро) Тарасовской структуры, сложенную плотными породами базит-метабазитового состава. Фактические же размеры структуры несколько больше, поскольку в нее входят прослеженные вдоль всего пери-

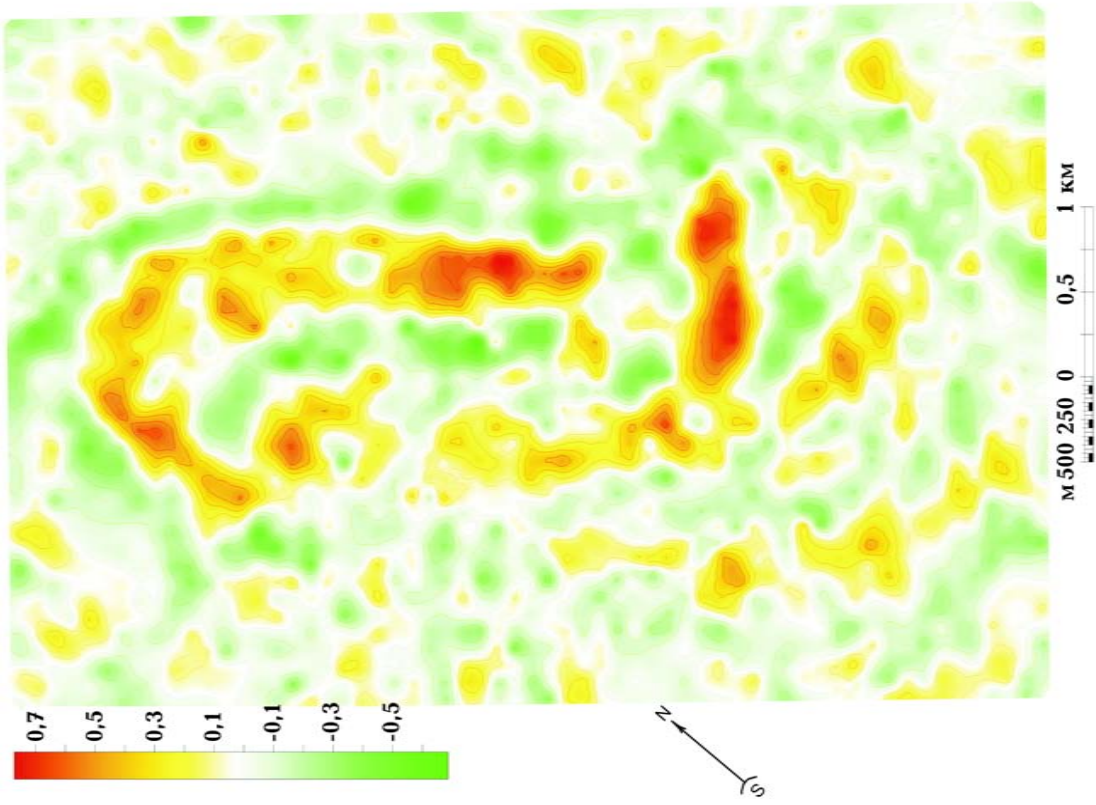


Рис. 4. Карта локальных аномалий силы тяжести Тарасовского участка по материалам гравиметрической съемки 1 : 10 000. Сечение изолиний  $\delta g$  0,1 мГал.

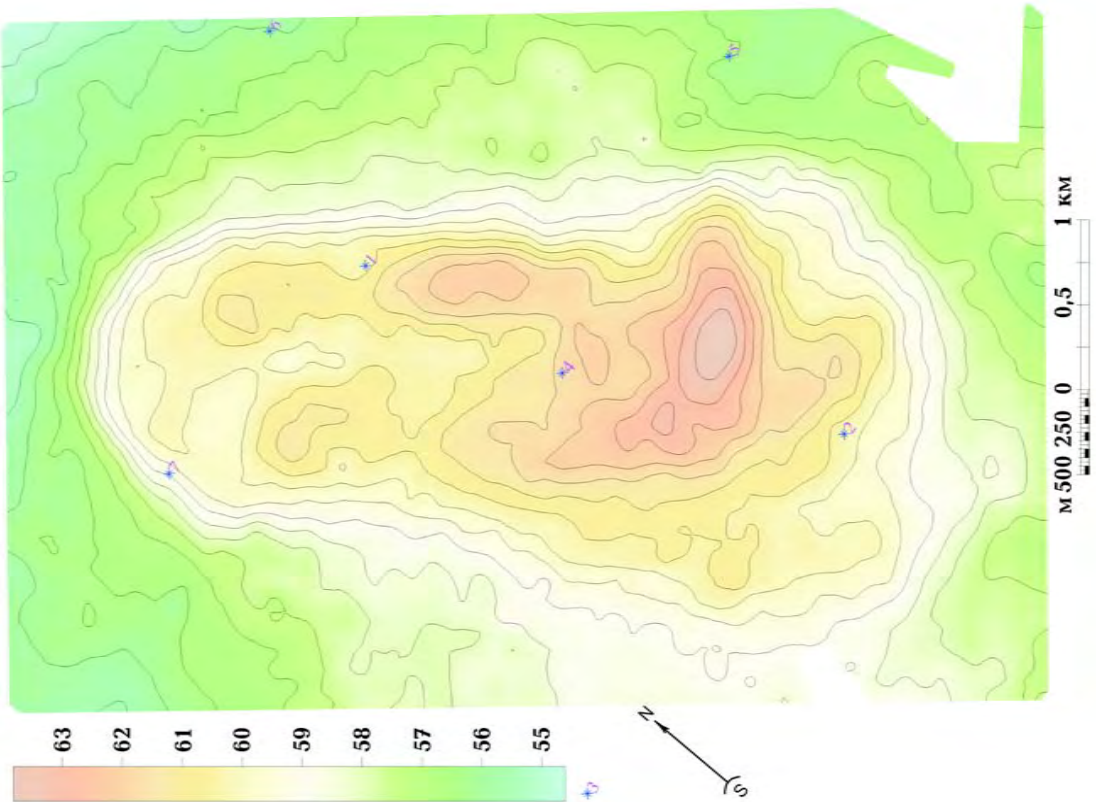


Рис. 3. Карта изоаномал силы тяжести Тарасовского участка по материалам гравиметрической съемки 1 : 10 000. Редукция Буте,  $\sigma = 2,3$  г/см<sup>3</sup>. Сечение изоаномал 0,5 мГал.

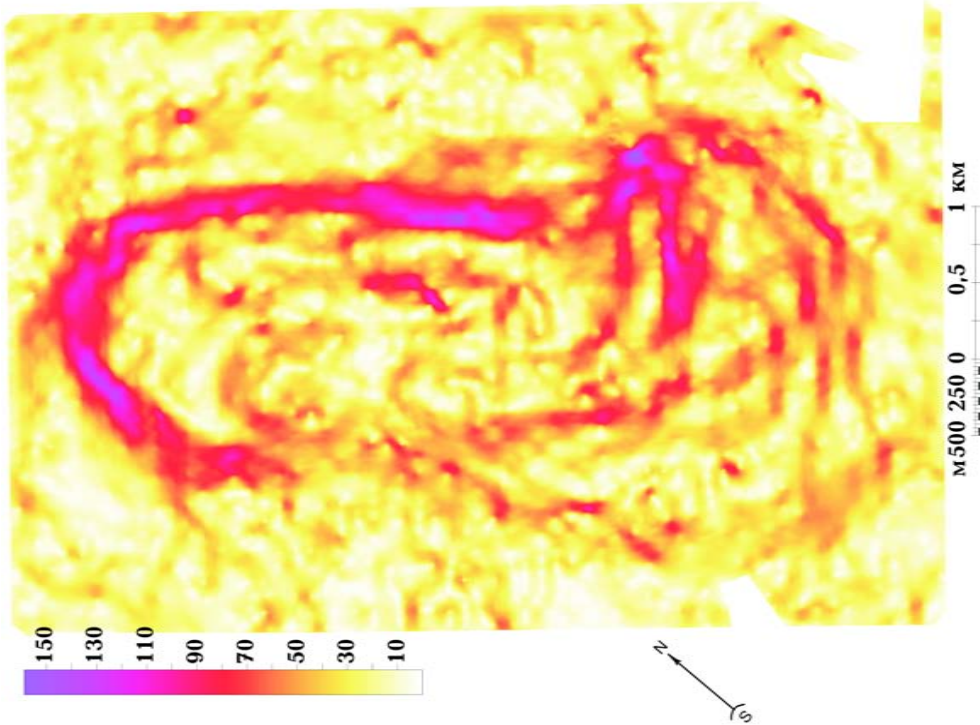


Рис. 5. Карта модуля горизонтального градиента гравитационного поля Тарасовского участка по материалам гравиметрической съемки 1 : 10 000. Оцифровка шкалы интенсивности в Этвешах.

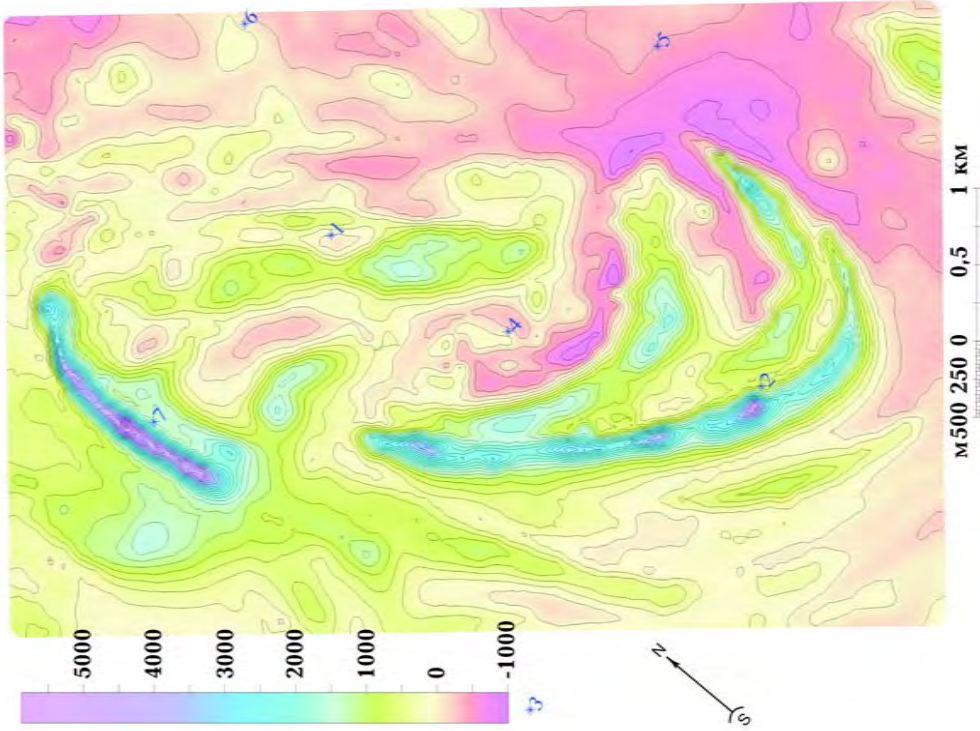


Рис. 6. Карта аномального магнитного поля  $\Delta T_a$  Тарасовского участка по материалам магнитной съемки 1 : 10 000. Оцифровка шкалы интенсивности в нТл.



метра плотного ядра магнитные породы внешней зоны обрамления (рис. 6). Исключение составляет ее восточный фланг, где

высокомагнитное обрамление срезано тектоническим нарушением и ассимилировано процессами гранитизации (рис. 7).

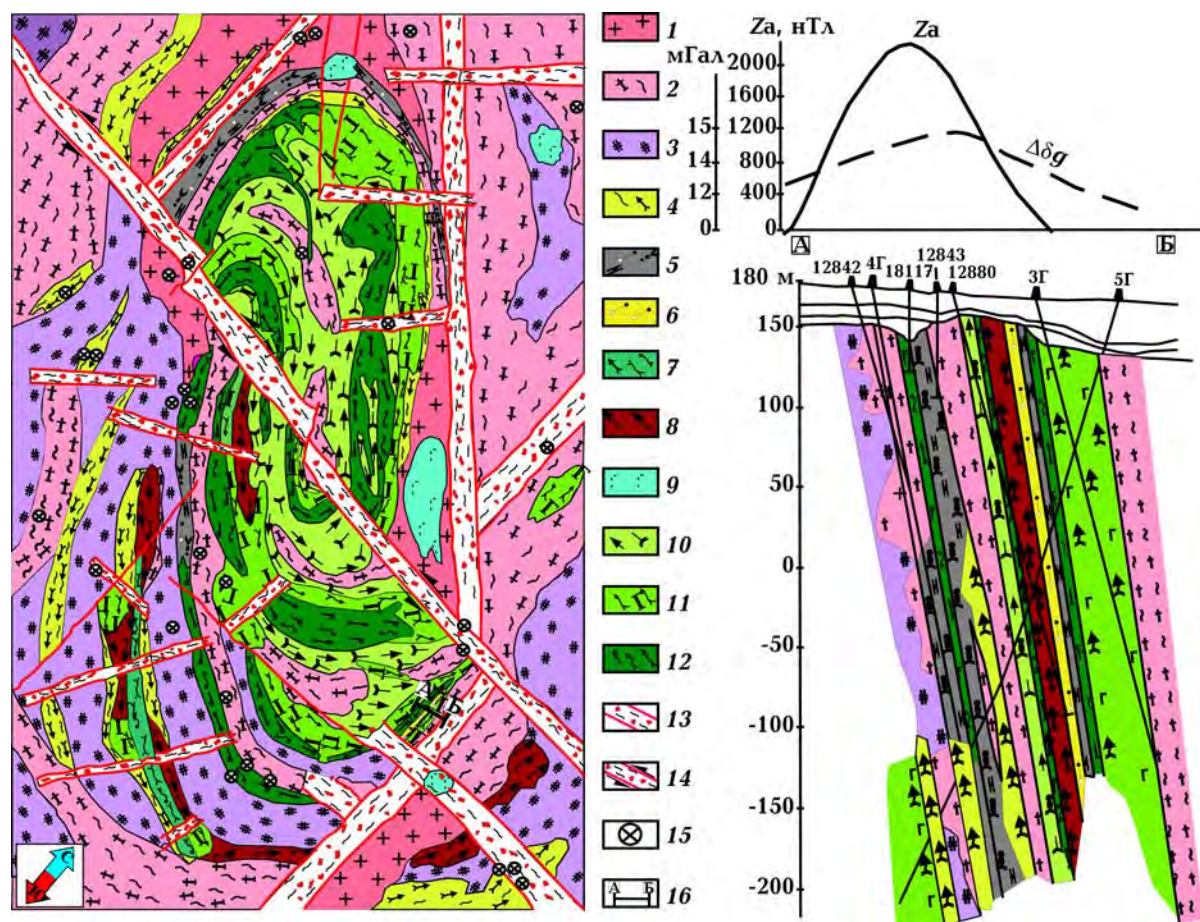


Рис. 7. Предварительная геологическая карта Тарасовского участка по геологическим материалам [Виноградов и др., 1976; Юрчишин, Соловей, 1989; Костюченко и др., 1990; Зюльце та ін., 2002] и результатам качественной интерпретации современных геофизических съемок масштаба 1 : 10 000: 1 — граниты серые и розовые аплитоидные и пегматоидные; 2 — гранитоиды и мигматиты амфибол-биотитовые и биотит-амфиболовые, реже пироксен-биотитовые; 3 — чарнокиты и эндербиты нерасчлененные; 4 — кристаллосланцы и мигматиты амфибол-пироксеновые; 5 — скарноиды кварц-магнетит-пироксеновые и гранат-кварц-магнетит-гиперстеновые с прослоями кальцифиров, гнейсов силлиманит-кордиеритовых, дистен-кордиерит-гранатовых; 6 — гнейсы силлиманит-кордиеритовые; 7 — кристаллосланцы гранат-пироксеновые, двупироксеновые, амфибол-пироксеновые; 8 — кристаллосланцы гранат-амфиболовые, амфибол-гранатовые; 9 — предполагаемые тела серпентинитов; 10 — апогабброиды амфиболлизированные, биотитизированные с прослоями кальцифиров, мигматиты биотит-амфиболовые; 11 — апогабброиды — кристаллосланцы пироксен-амфиболовые, реже габбро и габбро-амфиболиты; 12 — апонориты — кристаллосланцы гранат-ортопироксеновые, амфибол-пироксеновые, реже нориты и габбро-нориты; 13 — разломы (граниты аплитоидные и пегматоидные, катаклазированные и милонитизированные породы Тарасовской структуры, подверженные расланцеванию и линеализации); 14 — знаки левого сдвига по разлому; 15 — буровые скважины, достигшие кристаллического фундамента; 16 — профиль АБ наклонных скважин (см. разрез).

*Примечание:* некоторые разновидности горных пород, вскрытые скважинами и показанные на крупномасштабном разрезе А—Б отдельными слоями, на карте объединены в пачки.

Наибольшее развитие полосовые магнитные максимумы обрамления нашли на юго-западном фланге. Здесь они прослеживаются в виде кулисообразной зоны магнитных аномалий протяженностью 2—3 км. В целом это внешнее обрамление дополняет картину всего зональноконцентрического облика Тарасовской структуры, и ее размеры в наиболее широкой южной части составляют  $5,5 \times 3$  км.

Единство и симметричность план-рисунка геофизических полей Тарасовской структуры резко нарушается вдоль линии широтного разлома сдвигового характера, который проходит через ее центральную часть, разделяя структуру примерно на две равные части. Амплитуда сдвигового перемещения составляет 700—800 м. Наряду с отмеченным разломом, срезающим северо-восточный фланг структуры, это наиболее крупное разрывное нарушение, заметно искажающее ее первоначальный облик. Помимо них в пределах Тарасовской структуры отмечается густая сеть разломов более высокого порядка, которая проявляется в виде пережимов и кулисообразных смещений локальных аномалий магнитного и гравитационного полей.

Характерно, что большинство дизъюнктивов и тел апобазитов, картируемых на площади Тарасовской структуры, находят свое отражение и в элементах дневного рельефа. Так, центральное широтное нарушение сдвигового характера сопровождается перестройкой поверхности дневного рельефа, что получило отражение в приподнятом (на 10—15 м) характере всей северной части структуры по сравнению с высотными отметками ее южной половины. Тектонический характер контакта пород северо-восточного фланга Тарасовской структуры с вмещающими гранитоидами подчеркивается развитием фрагментов прерывистой овражно-балочной системы того же направления. Телам апогабброидов и апоноритов внутренней части структуры соответствуют поднятия дневного рельефа, что свидетельствует о прочности этих пород даже на фоне окружающих гранитоидов.

Как уже отмечалось, общее сходство проявления Бандуровской, Троянской и Тарасовской структур в геофизических полях определяется наличием контрастно выраженных квазиовальных максимумов аномалий Буге, находящихся в обрамлении узкого пояса положительных магнитных аномалий. Однако имеются и существенные различия в их внутренней структуре. Наиболее простым представляется строение Бандуровской структуры, у которой общий максимум силы тяжести разделяется зоной минимумов на две примерно равные однородные части. Еще более простым выглядит спокойный фон пониженного уровня напряженности магнитного поля. Все это, по-видимому, свидетельствует об однородном вещественном составе пород Бандуровской структуры, представленных в основном метагабброидами.

Гравитационное и магнитное поля центральной части Троянской структуры имеют сложный мелкофрагментарный мозаичный вид, сформированный конгломератом локализованных экстремумов различной амплитуды, размеров и формы, за которыми стоит сложный характер тектонометасоматических процессов и, как следствие, разнообразие вещественного состава пород.

Геофизические поля Тарасовской структуры имеют более сложное внутреннее строение по сравнению с Бандуровской, но и более упорядоченное, нежели у Троянской. Концентрически-зональный облик ее строения формируется не только за счет внешнего полукольца магнитных аномалий, но и за счет подобного структурирования геофизических полей внутренней части. Особенно заметно этот эффект проявляется в южном, условно несколько опущенном (по высотным отметкам дневного рельефа) блоке. Здесь подобный характер зональности находит особо яркое отражение в закономерном чередовании полосовых магнитных и локальных гравитационных аномалий разного знака (см. рис. 6 и 4). При этом зонам совпадения линейных аномалий повышенных

значений магнитного и гравитационного полей соответствуют в малой мере измененные породы базитового состава — апонориты, повышенного гравитационного и пониженного магнитного — апогаббро, а зонам пониженной напряженности обих полей — их метаморфизованные разновидности, представленные двупироксеновыми и амфибол-пироксеновыми кристаллосланцами, амфиболитами, кальцифирами, которые образовались в результате процессов регионального метаморфизма, амфиболитизации, локального метасоматоза, скарнирования, наложенной гранитизации и т. д. (см. рис. 4, 6, 7).

Информацию о геологическом строении юго-восточного участка дугового магнитного обрамления Тарасовского апобазитового массива дает профиль глубоких наклонных и вертикальных скважин, пробуренных в разные годы [Виноградов и др., 1976; Костюченко и др., 1990] в пределах его юго-восточного замыкания на аномалии амплитудой 2300 нТл (см. рис. 7, разрез). Профиль ориентирован в широтном направлении и составлен скважинами (с запада на восток) 12 842, 4Г, 18 117, 12 843, 12 880, 3Г, 5Г. Ширина перекрытого разреза около 150 м. Согласно работам [Виноградов и др., 1976; Костюченко и др., 1990], здесь вскрыты (с запада на восток) апогабброиды — аплитоидные граниты и чарнокиты — амфибол-пироксеновые кристаллосланцы и скарноиды магнетит-кварц-пироксенового состава — розовые граниты и мигматиты — амфибол-пироксеновые кристаллосланцы и скарноиды с линзами и прослоями марганецсодержащих гондитов — гнейсы дистенкордиерит-гранатовые — гнейсы гранат-амфиболовые, кордиерит-гранатовые и силлиманит-кордиеритовые — кальцифиры с участками кристаллосланцев двупироксенового состава и габбро-норитов — апогабброиды — розовые граниты, мигматиты и чарнокиты. Г.Г. Виноградов, первым описавший этот разрез, отнес его к кошаро-александровской свите бугской серии, хотя впоследствии породы разреза стали относить к хоцевато-завальев-

ской свите [Державна ..., 2004]. Однако в разрезе не оказалось графитовых гнейсов, характерных для стратотипов обеих этих свит.

Известный специалист по рудным формациям УЩ С.В. Нечаев [Нечаев, 1990] отнес подобные разрезы ГШЗ к "пестрым комплексам", среди которых выделил, в частности, формацию марганцевых скарнов и гондитов, представляющую собой "образования, переходные от эвлизитов, что устанавливается по нарастанию спессартинового компонента в гранате последних, замещающем их двупироксеновый парагенезис с формированием в скарнах зональной ассоциации высокомарганцевых пироксенов + спессартиноавый гранат + пироксмангит + марганцевый ильменит ... В участках гранитизации марганцевых скарнов отмечается концентрация шеелита и апатита".

Как уже отмечалось, геологи, изучавшие апобазитовые массивы ПГРР типа Тарасовского, исходили из представления об их брахисинклинальном строении. Это представление, несмотря на многие спорные моменты, проходит через все перечисленные геологосъемочные и геологопоисковые отчеты и проекты. Не удивительно, что на описанном профиле из пяти глубоких наклонных скважин четыре заложены в восточном направлении. И только когда стало понятно, что скважины идут по падению горных пород, была заложена скважина 5Г в западном направлении, благодаря чему был получен перекрытый разрез. Падение пород юго-восточного замыкания оказалось юго-восточным под углом около  $80^\circ$ , т. е. *периклинальным*.

Как отмечается в геологических отчетах по изучению Тарасовской, Троянской и Бандуровской структур, многие тела апогабброидов — двупироксеновых, амфибол-пироксеновых кристаллосланцев и габбро-амфиболитов — содержат реликты собственно габбро и норитов при постепенных переходах к ним, что свидетельствует о первичной магматической природе этих базитов. При повсеместном

их крутом залегании такие факты заставляют сомневаться в синклинальном строении структур, но почти твердая уверенность многих геологов в осадочно-вулканогенном происхождении пород дугово-го обрамления приводит к вынужденному предположению, что если это — интрузия базитов, то она внедрялась в породы бугской серии.

Однако Тарасовский массив расположен в поле развития различных гранитоидов в основном чарнокит-эндербитового ряда (см. рис. 7), а дуги пород обрамления "прижаты" к нему относительно узкими полосами, которые выдержаны по ширине на всем своем протяжении. Поэтому в отношении Тарасовского и Троянского массивов была выдвинута гипотеза [Костюченко и др., 1990], что это — структуры "родингового типа", образовавшиеся при вихревом складкообразовании и "прорыве в образующуюся синклинальную структуру магматических масс нижнекорового происхождения и подтягивании мантийных масс на глубину" (с. 357). И только в отчете [Довгань и др., 1989], статье [Довгань и др., 2006], ссылке на Р. Н. Довганя в работе [Павлюк та ін., 2008] было высказано твердое представление в отношении Бандуровского массива, что это — глубинная интрузия основной—ультраосновной магмы либо даже корневая часть древней вулканической постройки. Юго-западное обрамление массива, представленное гранат-силлиманитовыми и лептитоподобными гнейсами, полевошпатовыми кварцитами с гранатом и магнетитом, кальцифирами и гранитогнейсами (сходство с Тарасовской структурой очевидно) имеет *метасоматическое* происхождение. Однако не говорится, по каким породам образовались эти метасоматиты.

За исключением описанного профиля наклонных скважин, пробуренных в пределах юго-восточного замыкания Тарасовской структуры, скважин, достигающих кристаллического фундамента в ее внутренней части, немного. Поэтому представление о породных комплексах Тарасовского участка и построенная геологичес-

кая карта (см. рис. 7) основываются на четких геолого-геофизических таксонах, составленных по результатам детального изучения Тарасовской и Троянской структур [Виноградов и др., 1976; Юрчишин, Соловей, 1989]. Приводим их ниже.

### Геолого-геофизические таксоны к геологической карте участка Тарасовка

1. Разрывы, пережимы, смещения и прямолинейные ограничения магнитных и гравитационных аномалий, линейные цепочки аномалий, в первую очередь отрицательных, — разрывные нарушения в породах кристаллического фундамента. Плотность ( $\text{г/см}^3$ ): **2,62** до 200 м, глубже — постепенное увеличение плотности до **2,69** на глубине 3 км; магнитная восприимчивость ( $\chi$  в  $10^{-5}$  ед. СИ)  $\ll 50$ .

2. Участки спокойного магнитного и гравитационного полей минимального уровня напряженности. Граниты лейкократовые, пегматоидные. Плотность: **2,62—2,65**;  $\chi < 60$ .

3. Области пониженной напряженности магнитного поля с отдельными малоградиентными максимумами, совпадающие с такого же характера полем локальных аномалий силы тяжести. Преимущественно мигматиты амфибол-биотитовые, биотит-амфиболовые с включением незначительной мощности останцев пироксен-биотитовых кристаллосланцев. Плотность: **2,65—2,69**;  $\chi = 135$ .

4. Области магнитного поля повышенной напряженности крупномозаичной внутренней структуры, совпадающие с невыразительным полем локальных аномалий силы тяжести. Поля развития пород преимущественно чарнокит-эндербитового ряда. Плотность: **2,70—2,74**;  $\chi = 900 + 2000$ .

5. Линейные полосовидные максимумы магнитного поля амплитудой 100—400 нТл, слабо проявленные в поле силы тяжести (среди гранит-эндербитов) или совсем не проявленные (среди чарнокит-эндербитов). Преимущественно кристаллосланцы и миг-

матиты амфибол-пироксеновые. *Плотность*: 2,75—2,80;  $\chi = 570$ .

6. Полосовые магнитные максимумы амплитудой 2—4 тыс. нТл в области западно-северо-западного и юго-восточного обрамления основного максимума поля аномалий Буге (в поле локальных аномалий  $\Delta g_a$  проявляются неоднозначно). Скарноиды кварц-магнетит-пироксенового, гранат-кварц-магнетит-гиперстенового состава, частично амфиболлизированные, с возможными включениями кальцифигов. *Плотность*: 2,88—3,00;  $\chi = 24\ 000$ .

7. Линейные и вытянутые магнитные максимумы амплитудой до 1000 нТл, совпадающие с полем локальных аномалий силы тяжести повышенной напряженности. Кристаллосланцы амфибол-пироксеновые, дупироксеновые, гранат-пироксеновые. *Плотность*: 2,90;  $\chi = 2060$ .

8. Контрастно выраженные вытянутые локальные максимумы силы тяжести, наблюдаемые на фоне относительно пониженной напряженности спокойного магнитного поля. Кристаллосланцы гранат-амфиболовые, амфибол-гранатовые. *Плотность*: 2,90;  $\chi = 280$ .

9. Локальные максимумы магнитного поля квазиовальной и изометричной формы, совпадающие с такими же по форме локальными минимумами силы тяжести. Серпентиниты, "карманы" коры выветривания над породами базит-ультрабазитового состава. *Плотность*: 2,57;  $\chi = 2000 + 5000$ .

10. Периферийное обрамление интенсивных локальных максимумов силы тяжести, находящихся в пределах основной аномалии Буге и совпадающих с участками повышенной напряженности магнитного поля в пределах 200—1200 нТл. Перемежаемость апогабброидных кристаллосланцев с кальцифирами. *Плотность*: 2,80;  $\chi = 450 + 4000$ .

11. Локальные максимумы  $\Delta g_a$  овальной и изометричной формы, совпадающие с такими же по форме участками относительно пониженной напряженности магнитного поля. Апогабброиды—амфиболиты. *Плотность*: 2,91—2,99;  $\chi = 700$ .

12. Центральные части локальных максимумов  $\Delta g_a$  овальной и изометричной формы в пределах основной аномалии Буге, совпадающие с участками повышенной напряженности магнитного поля в пределах 200—1200 нТл. Апонориты (кристаллосланцы гранат-ортопироксеновые, амфибол-пироксеновые, иногда с прослоями габбро, габбро-амфиболитов, норитов). *Плотность*: 2,90—3,03;  $\chi \geq 5000$ .

Представление о Тарасовском базитовом массиве как глубинной структуре интрузивного типа основывается, в первую очередь, на геофизических данных. Как уже отмечалось, по данным МОВ—ОГТ [Шимкив, Ентин, 1988] Тарасовский и Троянский массивы сейсмически прозрачны до глубины 2,5 км. Отсутствие отражений характерно для интрузивных структур с крутыми стенками. Выполненные в 2017 г. в пределах Тарасовской структуры исследования методом МТЗ—МВП [Бурахович та ін., 2018] также показывают, что до глубины около 3 км породы структуры характеризуются низкой однородной электропроводимостью, обычно свойственной их массивным неслоистым разностям.

Трудно также считать случайностью расположение трех рассматриваемых массивов в эпицентральных частях крупнейших на УЩ аномалий силы тяжести, причем сами массивы увеличивают здесь амплитуду их напряженности на ~10%. Пока еще нет однозначного ответа, с чем это связано, но дальнейшая интерпретация сейсмических и гравитационных материалов позволит, возможно, приблизиться к решению проблемы. Во всяком случае известно, что Тарасовский и Троянский массивы размещены в пределах осевой зоны ГШЗ, на которую проектируется высокоамплитудная ступень в поверхности Мохо. С этой ступенью связана мощная зона разломов, субмеридионально секущая ГШЗ, и все базитовые и гипербазитовые массивы могли внедряться по ней [Соллогуб, 1986; Павлюк та ін., 2008; Старостенко и др., 2015].

**Дискуссия.** Как видим, и магнитные, и гравитационные данные однозначно ука-

зывают на четкую эллипсоидную форму в плане Тарасовской структуры, представленной двумя или даже тремя правильными дуговыми зонами специфических горных пород. Сторонники брахискладчатого ее строения утверждают, что центральный массив базитов, пусть даже и интрузивный, внедрился в вулканогенно-осадочную толщу пород бугской серии — кошаро-александровскую [Виноградов, Палий, 1971] или хоцевато-завальевскую [Державна ..., 2004] свиты. Однако приведенный перекрытый разрез пород обрамления далек от стратотипов этих свит. Отсутствуют графитовые гнейсы и эвлизиты, ограниченно представлены безрудные кварциты, но зато вскрыты апатит-ильменитовые образования и марганецсодержащие породы (гондиты), что придает обрамляющей толще эксклюзивный характер. Важно также, что обрамляющая полоса пород, примыкающая к центральному массиву базитов, представлена сильномагнитными образованиями, являющимися не железистыми кварцитами, а рудными скарноидами. Кстати, И. Б. Щербаков [Щербаков, 2005], описывая мафит-ультрамафитовые комплексы ГШЗ, приводит мнение специалиста по метаморфическим и метасоматическим процессам в этих комплексах Б. Г. Яковлева, в соответствии с которым железисто-кремнистые породы (те же такониты) входят в единую метаморфическую мафит-ультрамафит-железистую формацию как продукт переработки высокожелезистых мафитов. А образование известковистых скарноидов за счет метасоматической переработки габброидных пород в пределах УЩ описано в работах С. В. Нечаева (см., например, [Нечаев и др., 1989; Нечаев, 1990]).

Таким образом, в случае Тарасовской структуры мы, скорее всего, имеем дело не с интрузией базитов в толщу пород бугской серии (такая толща не имела бы форму правильных узких эллипсоидных полос, обрамляющих базиты), а с процессом формирования контактово-метаморфического и метасоматического обрамления, связанного непосредственно с вне-

дением самой интрузии в окружающие гранитоиды. При этом, по-видимому, метасоматически преобразовывались как базиты, так и вмещающие комплексы. Аналогичные выводы можно сделать и в отношении Троянской и Бандуровской структур, особенно первой, изученной геологически даже лучше, чем Тарасовская. Конечно, особенности процессов формирования пород обрамления — контактово-метаморфического или контактово-метасоматического, эндо- или экзоконтактового типа, т. е. какие породы при этом метаморфизовались и замещались, — должны быть изучены не только структурными и геофизическими методами, но, в первую очередь, при детальном исследовании минералов (породообразующих и акцессорных) микрзондовым и другими точными методами диагностики.

Обнаружение в Тарасовской структуре дистен-кордиерит-гранатовых пород свидетельствует о большой глубинности процессов, сопровождавших ее формирование, и соответственно глубоком эрозионном срезе, на котором маловероятно нахождение осадочно-вулканогенных образований. Об этом же свидетельствуют материалы изучения карбонатных и базит-метабазитовых пород Тарасовской и Троянской структур, выполненного в ИГФМ НАН Украины под руководством И. Б. Щербакова [Изучение ..., 1990]. Они показывают, что содержание стронция в карбонатных породах Тарасовки близко к карбонатитовому и превышает содержание бария, что служит признаком большой глубинности образования. А изотопный состав карбонатных минералов Троянской структуры по углероду резко выделяет их (что остается не до конца выясненным) на фоне кальцифиров и мраморов Среднего Побужья. Температуры образования апогабброидов Троянской структуры, определенные по изотопным геотермометрам, составляют 900—925°, а изотопный состав водорода — о магматическом источнике воды, что указывает на их интрузивную природу.

Следовательно, анализ и геологичес-

ких, и геофизических данных показывает, что Тарасовская структура может быть грабен-синклиналью только в том случае, если будет вначале установлена временная последовательность слагающих ее комплексов горных пород, а затем доказано ее соответствие используемой всеми хроностратиграфической схеме УЩ [Державна ..., 2004].

Но что же тогда кошаро-александровская и хоцевато-завальевская свиты бугской серии? И свиты ли это вулканогенно-осадочных пород вообще? Приведенные материалы изучения локальных базит-метабазитовых массивов Среднего Побужья заставляют еще раз задуматься о вопросах хроностратиграфии раннего докембрия УЩ.

Изучение тектоники Голованевской шовной зоны и Хоцевато-Завальевского блока, в которых и выделены стратотипы названных свит, показывает, что на этой территории нет мест, где бы породы этих свит не находились бы в разломах: хоцевато-завальевская — в Хоцеватской зоне скалывания известной Гайворон-Хоцеватской зоны разломов и в Завальевском разломе; кошаро-александровская — в одноименной зоне скалывания Врэдиевской зоны разломов и в Грушковской зоне скалывания Тальновской зоны. Другими участками размещения обеих предполагаемых свит являются приконтактные зоны с базит-метабазитовыми массивами — Секретарским, Демовъярским, Молдовским, Троянским, Тарасовским. На примере последнего уже показано, что не все так просто с этими свитами.

Важно отметить, что появляется все больше и больше материалов о метасоматическом происхождении биотит-графитовых, графит-биотитовых, глиноземистых гнейсов, кальцифиров, а также кварцитов хоцевато-завальевской и кошаро-александровской свит [Довгань и др., 1989; Павлюк та ін., 2008; Шакіна, Скакун, 2010; Юшин, 2013 и др.]. На метасоматический генезис биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов так называемой зеленолевадов-

ской "толщи" ГШЗ, считавшейся одной из самых древних толщ днестровско-бугской серии, указывает Л. М. Степанюк [Степанюк, 2000]. Интересно также, что прослеженные по тектонофизическим наблюдениям зоны скалывания и эшелонированные сколы Первомайской зоны разломов в бассейне р. Синюха [Гинтов, Исай, 1988; Гинтов, 2005; Гинтов и др., 2016] в точности совпадают с закартированными в этом районе Г. Г. Виноградовым линейными полосами биотитовых гнейсов.

Даже такие яркие сторонники представления о развитии пород бугской серии в троговых приразломных структурах ГШЗ, как М. А. и Э. А. Ярощук [Ярощук, Ярощук, 1989], отмечают, что в большинстве разломных зон породы бугской серии "глубоко эродированы ... и размывы, а нарушения прослеживаются по полидиафоритам и тектонитам" (с. 78). Диафорез, согласно этим авторам, представлен процессами биотитизации, хлоритизации ..., "интенсивность которых возрастает вблизи тектонических швов" (там же). "Процессы диафореза ... сопровождаются интенсивным окварцеванием с образованием мономинеральных кварцитов с директивным кварцем, сульфидами и графитом". Авторами также отмечается развитие в зонах диафореза различных метасоматитов и скарноидов. А "замещение безводных силикатов водосодержащими, как правило, сопровождается выделением гистерогенного магнетита, в последствии испытавшего перекристаллизацию. Наряду с магнетитом, видимо, выделяется и гематит..." (с. 77). Так что же тогда остается для пород собственно бугской серии?

Таким образом, считавшаяся долгое время незыблемой корреляционная стратиграфическая схема бугско-днестровской части УЩ вызывает много вопросов и требует более детального анализа. Об этом было сказано в том же отчете ИГФМ [Изучение ..., 1990], в котором по материалам изучения геологических разрезов ГШЗ (раздел 2.8.1) В. М. Скобелевым высказана достаточно резкая критика "стратиг-

рафического" принципа расчленения метаморфических образований Среднебугского региона методом последовательного напластования. Необходимо согласиться с автором, что при изучении метаморфических толщ этого района УЩ ни в одном случае такая последовательность не была строго доказана. В этой связи требуют пересмотра и укоренившиеся взгляды о структуре кристаллического фундамента региона. В первую очередь, это относится к характеру складчатости раннедокембрийских образований. Пример Тарасовского массива не единственный на Среднем Побужье, когда ошибочные представления о формировании структуры докембрийской коры приводили к ошибкам в заложении наклонных скважин. То же было при изучении Секретарской структуры ГШЗ, когда М. Н. Доброхотов [Доброхотов и др., 1971], считая ее синклиналью, заложил в юго-восточном замке наклонные скважины в юго-восточном направлении и был поражен, что падение шарнира складки вертикальное и даже с отклонением на юго-восток. Крылья и шарнир Молдовской структуры ГШЗ оказались вертикальными, поэтому ошибок в заложении наклонных скважин не было, но синклинальный ее характер так и не был установлен при бурении до глубины более 1000 м [Ентин и др., 2015а].

Детальное геолого-геофизическое изучение ПГРР показало, что большинство гнейсово-кристаллосланцевых и железорудных структур района образуют однокрылые складки с субвертикальными шарнирами, сформированные право- и левосдвиговыми субгоризонтальными перемещениями, либо столбообразные тела [Гинтов и др., 1985; Ентин, 1987; Ентин и др., 2015а; Гинтов и др., 2016]. Возможный интрузивный тип некоторых железорудных структур признается даже яркими приверженцами их синклинального строения [Ярошук, 1983].

Трудность, а иногда и невозможность установления временной последовательности формирования слоистых метамор-

фических толщ региона обусловлена тем, что полосчатость, сланцеватость, гнейсовидность раннедокембрийских горных пород, как правило, крутопадающая или субвертикальная, не является первичной, литостатической, а связана с напряженно-деформированным состоянием земной коры, возникшим в раннем протерозое и связанным с тангенциальными силами сжатия — растяжения. После работ О. И. Слензака [Слензак, 1965] появилось немало исследований, подтверждающих такой вывод, но сторонники стратиграфического направления игнорируют их.

Правда, в своих более ранних работах, посвященных геологии Бугско-Днепровского региона (например, [Слензак, 1960]), О. И. Слензак употребляет термин "свита". Однако его свиты — это не напластования вулканогенно-осадочных пород, а горизонты, состоящие из минералов, "в процессе развития постепенно изменяющихся и замещающихся иными" (с. 119). Его свиты возникают "путем развития во времени исходного вещества земной коры основного и ультраосновного состава ..." (с. 120), причем в твердом состоянии. Некоторые выводы О. И. Слензака оказались ошибочными (он связывал все преобразования раннедокембрийских горных пород с внутриминеральными преобразованиями и внутрикоровыми силами "под влиянием космического и радиоактивного излучения" (с. 123), игнорируя влияние глубинных мантийных процессов), но то, что кристаллизационная сланцеватость и полосчатость горных пород района не является первичной вулканогенно-осадочной, а наложенной динамометаморфической, подтверждается (правда, с несколько иных позиций).

**Заключение и выводы.** Полученные геолого-геофизические материалы по Тарасовской структуре позволяют охарактеризовать некоторые признаки, которые могут иметь поисковое значение. Вообще, учитывая общую целевую поисковую направленность Тарасовского участка на карбонатные образования, необходимо определенно говорить, что прямые одно-



значные критерии их картирования в настоящее время отсутствуют. Однако, учитывая связь их генезиса с процессами метасоматического преобразования пород базит-ультрабазитового состава в зонах тектонической активизации, основного внимания заслуживают периферийные участки массивов этих пород, отмечаемые в геофизических полях как зоны повышенных значений их градиентов.

Исходя из этих предпосылок, именно в южной части Тарасовской структуры, где наблюдается наиболее крупный и интенсивный локальный максимум силы тяжести, находится и наиболее крупное тело неизменных габброидов с возможной сопутствующей ему рудной ильменит-титановой минерализацией. Учитывая пересечение северной части этого тела габброидов наиболее ярко выраженным широтным разломом, здесь можно ожидать проявления пород карбонатного состава с апатит-фосфатной минерализацией.

По тем же геофизическим признакам породы габброидного состава северной половины Тарасовской структуры картируются в основном в виде выдержанной серповидной полосы протяженностью около 3 км, облекающей ее более гранитизированное ядро (см. рис. 4). В области северо-западного экзоконтакта эта полоса апогабброидов окаймляется зоной магнитных аномалий максимальной (на площади Тарасовской структуры) амплитуды 3—4 тыс. нТл. Необычным является то, что при такой высокой намагниченности эти породы не проявляются в поле силы тяжести. Возможно, это специфические скарноидные обогащенные магнетитом образования, в составе которых значительное место занимают и карбонатные разности, что важно проверить бурением профиля наклонных скважин.

Привлекает внимание также крайний локализованный магнитный максимум овальной формы, который находится в северо-западном торце описанной полосы магнитных аномалий, отделяясь от нее чет-

ко выраженным пережимом, который интерпретируется как проявление разрывной тектоники. По характерным геолого-геофизическим признакам (форма аномалии и отрицательные значения  $\Delta\delta g$ ) отмеченный магнитный максимум может быть обусловлен телом серпентинитов. По тем же признакам в пределах Тарасовского участка выделено еще несколько предполагаемых небольших массивов и тел серпентинитов.

Подводя итог, можно заключить следующее.

1. Результаты анализа материалов геолого-геофизического изучения Побужского горнорудного района и детальных геофизических работ в пределах Тарасовской структуры показывают, что, по крайней мере, три апобазитовых массива Среднего Побужья — Тарасовский, Троянский и Бандуровский — уникальны в геологическом и рудоносном отношении.

2. Доказана глубинная интрузивная природа metabазитов внутренних частей структур и контактово-метаморфически-метасоматическое происхождение их внешнего дугового скарноидо-гнейсово-кристаллосланцевого обрамления. Тем самым ставятся под серьезное сомнение ранее существовавшие представления о брахисинклинальном строении всех трех структур и вулканогенно-осадочном происхождении обрамления, относимого к бугской серии.

3. Анализ геолого-геофизических данных, свидетельствующих о связи пород кошаро-александровской и хоцевато-завальевской свит с разломами, а также литературных материалов о геолого-геохимических особенностях пород этих свит, ставит вопрос об их динамометаморфическом и метасоматическом происхождении и, следовательно, о необходимости в целом более глубокого анализа хроностратиграфической схемы Среднего Побужья.

4. Результаты изучения Тарасовской структуры детальными геофизическими методами и разработанные на этой основе геолого-геофизические таксоны поз-

волили достаточно надежно расчленить верхнюю часть разреза кристаллических пород структуры. Установленная густая сеть разрывных нарушений в пределах Тарасовского участка позволяет сделать вывод о большей, по сравнению с Троянской и Бандуровской структурами, тектонометасоматической проработке пород кристаллического фундамента, что в целом повышает его поисковые перспективы на широкий круг полезных ископаемых.

5. К участкам первоочередного поискового бурения на апатит-фосфатные руды в пределах Тарасовской структуры должна быть отнесена периферийная часть крупных массивов базитового состава вблизи тектонических нарушений и скарноиды зоны обрамления. Основные усилия, связанные с поисками титано-ильменитовых руд, должны быть направлены на изучение массивов пород апоноритового ряда.

### Список литературы

- Бурахович Т. К., Ильенко В. А., Кушнір А. М., Ширков Б. І. Тривимірна глибинна геоелектрична модель Тарасівської структури Голованівської шовної зони. *Геофиз. журн.* 2018. Т. 40. № 2. С. 108—122. doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i2.2018.128934>.
- Виноградов Г. Г., Палий Д. П. Отчет о геологической съемке масштаба 1 : 50 000 листов М-36-121-Б, М-36-122-А. Т. 1. Киев, Укргеолфонд, 1971. 195 с.
- Виноградов Г. Г., Палий Д. П., Ентин В. А., Маринович Б. А. Геологическая карта масштаба 1 : 50 000 территории листов М-36-122-Б, Г. Отчет ГСП № 37. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1976. 185 с.
- Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применения при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: Феникс, 2005. 572 с.
- Гинтов О. Б., Димитров Г. Х. Отчет о работах Завальевской, Голованевской геофизических партий и партии интерпретационного бурения. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1960. 183 с.
- Гинтов О. Б., Ентин В. А., Исай В. М. Новые данные об особенностях формирования складчатой структуры магнетитовых месторождений Среднего Побужья. Докл. АН УССР. Сер. Б. 1985. № 4. С. 15—17.
- Гинтов О. Б., Ентин В. А., Мычак С. В., Павлюк В. Н., Зюльцле В. В. Структурно-петрофизическая и тектонофизическая основа геологической карты кристаллического фундамента центральной части Голованевской шовной зоны Украинского щита. *Геофиз. журн.* 2016. Т. 38. № 3. С. 3—28. doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777>.
- Гинтов О. Б., Исай В. М. Тектонофизические исследования разломов консолидированной коры. Киев: Наук. думка, 1988. 228 с.
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Геологічна карта і карта корисних копалин кристалічного фундаменту. Центральноукраїнська серія. Лист М-36-XXXI (Первомайськ). Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна геологічна служба, 2004.
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Геологічна карта і карта корисних копалин кристалічного фундаменту. Центральноукраїнська серія. Лист М-35-XXXVI (Гайворон). Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна геологічна служба, 2010.

- Доброхотов М. Н., Гинтов О. Б., Ентин В. А., Солонина И. Н. Отчет по теме: "Обобщение и переинтерпретация геолого-геофизических материалов по Украинскому щиту для определения участков, перспективных на железо". Кн. 1. Киев: Укргеолфонд, 1971. 412 с.
- Довгань Р. Н., Зюльцле В. В., Ентин В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые Завальевского геологического района. Отчет о глубинном геологическом картировании листа М-35-144-Б, совместно с геологической съемкой листа М-35-132-Г. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1989. 256 с.
- Довгань Р. Н., Ентин В. А., Павлюк В. Н. Бандуровская палеовулканическая структура и связанные с ней перспективы алмазности. *Минеральные ресурсы Украины*. 2006. № 4. С. 22—28.
- Ентин В. А. Геолого-структурные особенности и прогнозная оценка ресурсов железорудных месторождений (Украинский щит) по геолого-геофизическим данным и его возможная эндогенная природа: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Киев, 1987. 32 с.
- Ентин В. А., Гинтов О. Б., Мычак С. В., Юшин А. А. Структура Молдовского железорудного месторождения (Украинский щит) по геолого-геофизическим данным и его возможная эндогенная природа. *Геофиз. журн.* 2015 а. Т. 37. № 4. С. 3—18. doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i4.2015.111118>.
- Ентин В. А., Гуськов С. И., Орлюк М. И., Гинтов О. Б., Осьмак Р. В. Карта абсолютных значений поля силы тяжести территории Украины и некоторые аспекты ее возможной интерпретации. *Геофиз. журн.* 2015 б. Т. 37. № 1. С. 53—61. doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323>.
- Зюльцле В. В., Виходцев М. К., Федоров А. В. Геологічна будова і корисні копалини межиріччя Південного Буга і Ятрані. Звіт про проведення глибинного геологічного картування масштабу 1 : 50 000 листів М-36-122-В, М-36-134-А. Т. 1. Київ: Укргеолфонд, 2002. 321 с.
- Изучение вещества метаморфических, ультраметаморфических, интрузивных и метасоматических образований докембрийского фундамента в районе Среднего Побужья. Отчет ИГФМ НАНУ по хоздоговору с Правобережной геологической экспедицией за 1985—1990 гг. Отв. исп. И. Б. Щербачков, В. В. Рябоконь. Киев: Укргеолфонд, 1990. 450 с.
- Костюченко В. С., Зюльцле В. В., Выходцев Н. К., Федоров А. В. Геологическое строение и полезные ископаемые Среднего Побужья. Отчет о глубинном геологическом картировании масштаба 1 : 200 000 листа М-36-XXXI. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1990. 338 с.
- Мангазов Ш. К. Проект на пошуки апатитових і титан-ільменітових руд на Тарасівській і Троянській ділянках Кіровоградської області. Рукопис. Правобережна геологічна експедиція. 2006. 130 с.
- Михайлов Д. А. Метасоматическое происхождение железистых кварцитов докембрия. Ленинград: Наука, 1983. 168 с.
- Нечаев С. В., Семка В. А., Бондаренко С. Н., Бугаенко В. Н. Вольфрамоносные скарны в Росинско-Тикичском районе Украинского щита. *Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки*. 1989. № 11. С. 23—25.
- Нечаев С. В. Эволюция процессов рудогенеза в структурах Украинского щита. *Геол. журн.* 1990. № 2. С. 68—80.
- Павлюк В. М., Бобров О. Б., Висоцький Б. Л., Довгань Р. М., Жовинський Е. Я., Костенко М. М., Ликов Л. І., Цимбал С. М. Звіт за темою "Геологія, петрологія, геохімія, вік та рудоносність мафіт-ультрамафітових асоціацій західної частини УЩ". Книги 1—6. Фонд ГП "Українська геологічна компанія". Київ, 2008. 683 с.
- Сержин В. И., Сингаевская Е. И. Результаты детальных геофизических исследований центральной части Голованевской структуры Среднего Побужья. Отчет Ульяновской геофизпартии за 1964—1965 гг. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1966. 183 с.

- Сержин В. И., Сингаевская Е. И., Гинтов О. Б.* Результаты комплексных геофизических исследований по оценке перспектив поисков никелевых руд в Побужском никеленосном районе. Отчет Ладыжинской геофизпартии 68/66-67 и геофизпартии 78/68. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1968. 219 с.
- Слензак О. И.* Про структуру українського докембрію (на прикладі південно-західної частини Українського кристалічного щита). Киев: Наук. думка, 1965. 139 с.
- Слензак О. И.* Чарнокиты Приднестровья и некоторые общие вопросы петрологии. Киев: Изд-во АН УССР, 1960. 212 с.
- Сологуб В. Б.* Литосфера Украины. Киев: Наук. думка, 1986. 183 с.
- Старостенко В. И., Куприенко П. Я., Макаренко И. Б., Савченко А. С., Легостаева О. В.* Плотностная неоднородность земной коры Ингульского мегаблока Украинского щита по данным трехмерного гравитационного моделирования. *Геофиз. журн.* 2015. Т. 37. № 3. С. 3—21. doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i3.2015.111089>.
- Степанюк Л. М.* Геохронологія докембрію західної частини Українського щита (архей—палеопротерозой): Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Киев, 2000. 34 с.
- Федоров А. В., Ликарчук Н. В., Ентин В. А.* Отчет о результатах комплексных геофизических и геохимических исследований по подготовке площади листа М-36-XXXI и в пределах листов М-36-111-Б, Г; -112-А, Б, В. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1984. 295 с.
- Федоров А. В., Филоненко В. П.* Отчет о результатах комплексных геофизических и геохимических исследований по подготовке основы для Геологической карты масштаба 1 : 50 000 Завальевского района УЩ листов М-35-132-Г, -144-Б; М-36-121-В, -133-А. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1983. 237 с.
- Шакіна К. А., Скакун Л. З.* Мінеральний склад і процеси формування графітовмісних порід Завалівського родовища графіту: Тез. докл. *Междунар. науч.-практ. конф. "Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы"*. Киев: УкрНИГРИ, 2010. 252 с.
- Шимкив Л. М., Ентин В. А.* Результаты сейсморазведочных исследований МОВ—ОГТ в пределах Первомайского района Среднего Побужья. Отчет Сейсморазведочной и Правобережной геофизических партий Киевской комплексной геофизической экспедиции. Киев: Укргеолфонд, 1988. 246 с.
- Щербаков И. Б.* Петрология Украинского щита. Львов: ЗукЦ, 2005. 366 с.
- Юрчишин А. П., Соловей Н. П.* Поиски апатита в западной части Украинского щита. Отчет Побужской ГРП Правобережной геологоразведочной экспедиции за 1985—1989 гг. Т. 1. Киев: Укргеолфонд, 1989. 309 с.
- Юшин А. А.* Метасоматическая углеродизация и процессы рудообразования в углеродистых формациях раннего докембрия Украинского щита. Сборник научных трудов Пермского гос. нац. исслед. ун-та. 2013. Вып. 16. С. 159—167.
- Ярошук М. А.* Железорудные формации Белоцерковско-Одесской металлогенической зоны (западная часть Украинского щита). Киев: Наук. думка, 1983. 224 с.
- Ярошук М. А., Ярошук Э. А.* Диафориты юго-западной окраины Украинского щита и их рудоносность. Геология рудных месторождений. 1989. Т. XXXI. № 3. С. 74—81.

## Unique basite-metabasite structures of the Pobuzhsky ore mining region, their geological significance and ore-bearing prospects (by geophysical and geological data)

*O. B. Gintov, V. A. Entin, S. V. Mychak, V. N. Pavlyuk,  
S. I. Guskov, 2018*

The structure and prospects for ore content of three basite-metabasite massifs of the Pobuzhsky ore mining district — Bandurovsky, Troyan and Tarasovsky are considered using the example of the Tarasovska structure of the Middle Bug River of the Ukrainian Shield (USh). The assumption suggested by geologists back in 1990 about the geological and metallogenic uniqueness of these massifs is confirmed by the analysis of both regional geophysical surveys and materials of detailed geophysical works performed within the Tarasovska structure (basite-metabasite massif) in 2017 in connection with the geological-search works. It is shown that all three massifs are located within the epicentral regions of the largest gravity anomalies of the USh — Golovanevska and Bandurovska (68 and 49 mGal, respectively) — and they correspond to local maxima  $\Delta g_a$  with intensity up to 3—7 mGal against these anomalies. The most ancient enderbite-gneisses of the Yatransky and Khoshchevato-Zavalievsky blocks hosted the considered basite-metabasite massifs. The shape of the arrays is oval-concentric, that is why most geologists viewed them as brachisynclinal folds. According to the data of magnetometric and gravimetric surveys at a scale of 1 : 10,000 and small drilling volumes, the Tarasovska structure 3 × 5,5 km in size represents itself as a massif of apogabbroids — bipyroxene and amphibole-pyroxene crystal shales (in some places of norites and gabbros) of a clear oval shape surrounded by arcuate bands of skarnoids, garnet-bearing aluminous gneisses and calciphyres, bipyroxene and hypersthene crystal shales, among which for the first time manganese-containing gondites were encountered in the USh. Despite the presence of sedimentary cover overlapping the Tarasovska structure (Sarmatian and Quarternian deposits) of about 25—40 m thick, the massifs of apogabbroids are distinguished on the background of the surrounding diurnal relief by distinct uplands with amplitude from several up to 10 m that supports the strength of these formations even on the background of enclosing granitoids. Geophysical, structural, petrological and geochemical data support the intrusive nature of the apogabbroids and the contact-metasomatic origin of their banding, rather than the brachisynclinal fold of metamorphosed sedimentary-volcanogenic rocks. The absence or very insignificant content of graphite gneisses in the framing structures of the Tarasovsky massif distinguishes these bands of gneisses, crystal shales and calciphyres from the sections of the Kosharo-Aleksandrovska and Khoshchevato-Zavalievsky suite of the Bug series with specific wide distribution of gneisses of graphite and biotite-graphite composition. The contact-metasomatic nature of the gneiss-crystal-shale-calciferous formations of the Tarasovo structure, as well as the possible metasomatic nature of the graphite and some other gneisses of the Middle Bug River, according to some researchers, raises the issue of the necessity of discussing and in-depth analysis of stratigraphic schemes of the Early Precambrian of the USh. The further direction of geological prospecting within the Tarasovska structure for apatite and titanium ores is discussed, and the most promising areas for the drilling of wells are also considered.

**Key words:** Ukrainian Shield, Middle Bug River area, the Yatran block, metabasites, apatite ores, intrusions.

References

- Burachovich T. K., Ilyenko V. A., Kushnir A. M., Shirkov B. I., 2018. Three-dimensional deep geoelectric model of the Tarasivka structure of the Golovanivsk suture zone. *Geofizicheskiy zhurnal*, 40 (2), 108—122 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i2.2018.128934>.
- Vinogradov G. G., Paliy D. P., 1971. Report on geological survey of scale 1 : 50 000 sheets M-36-121-B, M-36-122-A. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 195 p. (in Russian).
- Vinogradov G. G., Paliy D. P., Entin V. A., Marinovich B. A., 1976. Geological map of scale 1 : 50 000 territories of sheets M-36-122-B, G. Report GSP No. 37. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 185 p. (in Russian).
- Gintov O. B., 2005. Field tectonophysics and its applications in the study of deformations of the Earth's crust of Ukraine. Kiev: Feniks, 572 p. (in Russian).
- Gintov O. B., Dimitrov G. Kh., 1960. Report on the work of Zavalievskaya, Golovanevskaya geophysical parties and the party of interpretation drilling. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 183 p. (in Russian).
- Gintov O. B., Entin V. A., Isay V. M., 1985. New data on the features of the formation of the folded structure of magnetite deposits in the Middle Bug River. *Doklady AN USSR. Ser. B.*, (4), 15—17 (in Russian).
- Gintov O. B., Entin V. A., Muchak S. V., Pavlyuk V. N., Zyuysle V. V., 2016. Structural-petrophysical and tectonophysical base of geological map of crystalline basement of the central part of Golovanevsk suture zone of the Ukrainian Shield. *Geofizicheskiy zhurnal*, 38 (3), 3—28 (in Russian). doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777>.
- Gintov O. B., Isay V. M., 1988. Tectonophysical investigations of the faults of the consolidated cortex. Kiev: Naukova Dumka, 228 p. (in Russian).
- State geological map of Ukraine. Scale 1 : 200 000. Geological map and map of minerals of the crystalline basement. Central-Orion series. Letter M-36-XXXI (Pervomaysk). Kyiv: Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, State Geological Survey, 2004 (in Ukrainian).
- State geological map of Ukraine. Scale 1 : 200 000. Geological map and map of minerals of the crystalline basement. Central-Orion series. Sheet M-35-XXXBI (Gayvoron). Kyiv: Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, State Geological Survey, 2010 (in Ukrainian).
- Dobrokhотов M. N., Gintov O. B., Entin V. A., Solonina I. N., 1971. Report on the topic: "Generalization and reinterpretation of geological and geophysical materials on the Ukrainian Shield to determine areas that are promising for iron". Book 1. Kiev: Ukrgeolfond, 412 p. (in Russian).
- Dovgan R. N., Zyuysle V. V., Entin V. A., 1989. Geological structure and minerals of the Zavalievsky geological region. Report on deep geological mapping of M-35-144-B sheet, together with geological survey of M-35-132-G sheet. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 256 p. (in Russian).
- Dovgan R. N., Entin V. A., Pavlyuk V. N., 2006. Bandurovskaya paleovolcanic structure and associated prospects of diamondiferousness. *Mineralnyye resursy Ukrainy*, (4), 22—28 (in Russian).
- Entin V. A., 1987. Geological and structural features and predictive assessment of the resources of iron ore deposits (Ukrainian Shield) on geological and geophysical data and its possible endogenous nature: Abstract of thesis for the degree of candidate of geol.-min. sci. Kiev, 32 p. (in Russian).
- Entin V. A., Gintov O. B., Mychak S. V., Yushin A. A., 2015a. The structure of the Moldovan iron ore deposit (the Ukrainian Shield) according to geological-geophysical data and its possible endogenous nature. *Geofizicheskiy zhurnal*, 37 (4), 3—18 (in Russian). doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i4.2015.111118>.
- Entin V. A., Guskov S. I., Orlyuk M. I., Gintov O. B., Osmak R. V., 2015b. A map of absolute values

- for gravity fields of Ukraine and some aspects of its possible interpretation. *Geofizicheskiy zhurnal*, 37(4), 3—18 (in Russian). doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323>.
- Zyultse V. V., Vykhotshev M. K., Fedorov A. V., 2002. Geological structure and minerals of the inter-rivers of Southern Bug and Yatra. Report on the conduct of deep geological mapping scale 1 : 50 000 sheets M-36-122-V, M-36-134-A. Vol. 1. Kyiv: Ukrgelefond, 321 p. (in Ukrainian).
- The study of the substance of metamorphic, ultrametamorphic, intrusive and metasomatic formations of the Precambrian basement in the Middle Bug River region, 1990. Report of the IGFM NASU on the contract with the Right-bank geological expedition for 1985—1990. Responsible executors I. B. Shcherbakov, V. V. Ryabokon. Kiev: Ukrgeolfond, 450 p. (in Russian).
- Kostyuchenko V. S., Zyultse V. V., Vykhodtsev N. K., Fedorov A. V., 1990. Geological structure and minerals of the Middle Bug River. Report on deep geological mapping of scale 1 : 200 000 sheets M-36-XXXI. T. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 338 p. (in Russian).
- Mangazov Sh. K., 2006. A project to search for apatite and titanium-ilmenite ores on the Tarasiv and Trojan sites of the Kirovograd region. Manuscript. Right-bank geological expedition. 130 p. (in Ukrainian).
- Mikhailov D. A., 1983. Metasomatic origin of ferruginous Precambrian quartzites. Leningrad: Nauka, 168 p. (in Russian).
- Nechaev S. V., Semka V. A., Bondarenko S. N., Bugaenko V. N., 1989. Tungsten skarns in the Rosin-Tikichsky area of the Ukrainian Shield. *Doklady AN USSR. Ser. B. Geologicheskkiye, khimicheskkiye i biologicheskkiye nauki*, (11), 23—25 (in Russian).
- Nechaev S. V., 1990. Evolution of the processes of ore genesis in the structures of the Ukrainian Shield. *Geologicheskiiy zhurnal*, (2), 68—80 (in Russian).
- Pavlyuk V. M., Bobrov O. B., Vysotskiy B. L., Dovgan R. M., Zhovinskiy E. Ya., Kostenko M. M., Lykov L. I., Tsybmal S. M., 2008. Report on the topic "Geology, petrology, geochemistry, age and ore content of the mafite-ultramaphite associations of the western part of the UCH". Books 1—6. Foundation of State Enterprise "Ukrainian Geological Company". Kiev, 683 p. (in Ukrainian).
- Serzhin V. I., Singaevskaya E. I., 1966. Results of detailed geophysical studies of the central part of the Golovanevskaya structure of the Middle Bug River. Report of the Ulyanovsk Geofizpartia for 1964—1965. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 183 p. (in Russian).
- Serzhin V. I., Singaevskaya E. I., Gintov O. B., 1968. Results of complex geophysical studies to assess the prospects of searching for nickel ores in the Pobuzhsky nickel-bearing region. The report of the Ladyzhinsky Geofizparty 68/66-67 and the geophysical party 78/68. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 219 p. (in Russian).
- Slenzak O. I., 1965. About the structure of the Ukrainian Precambrian (on the example of the southwestern part of the Ukrainian crystalline shield). Kiev: Naukova Dumka, 139 p. (in Ukrainian).
- Slenzak O. I., 1960. Charnokity of Transnistria and some general questions of petrology. Kiev: Publishing House of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 212 p. (in Russian).
- Sollogub V. B., 1986. Lithosphere of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, 183 p. (in Russian).
- Starostenko V. I., Kuprienko P. Ya., Makarenko I. B., Savchenko A. S., Legostaeva O. V., 2015. Density heterogeneity of the Earth's crust of the Ingul megablock of the Ukrainian Shield according to the data of three-dimensional gravity modeling. *Geofizicheskiy zhurnal*, 37(3), 3—21 (in Russian). doi: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i3.2015.111089>.
- Stepanyuk L. M., 2000. Geochronology of the Precambrian of the western part of the Ukrainian Shield (Archean-Paleoproterozoic): Author's abstract. Dis. Dr. geol. sci. Kiev, 34 p. (in Ukrainian).
- Fedorov A. V., Likarchuk N. V., Entin V. A., 1984. Report on the results of complex geophysical and geochemical studies on the prepara-

- tion of the M-36-XXXI sheet area and within the M-36-111-B, G sheets; -112-A, B, V. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 295 p. (in Russian).
- Fedorov A. V., Filonenko V. P.*, 1983. Report on the results of complex geophysical and geochemical studies on the preparation of the basis for a 1 : 50 000 geological map of the Zavalievsky District of the Ush M-35-132-G, -144-B; M-36-121-B, -133-A. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 237 p. (in Russian).
- Shakina K. A., Skakun L. Z.*, 2010. Mineral composition and processes of formation of graphite-containing rocks of Zavalivsky graphite deposit: *Abstracts of reports of the International scientific-practical conference "Stratigraphy, geochronology and correlation of the Lower-Precambrian rock complexes of the foundation of the East European Platform"*. Kiev: UkrNIGRI, 252 p. (in Ukrainian).
- Shimkiv L. M., Entin V. A.*, 1988. Seismic exploration results of the MOV—OGT within the Pervomaisky region of the Middle Bug country. Report of Seismic and Right Bank Geophysical Parties of the Kiev Integrated Geophysical Expedition. Kiev: Ukrgeolfond, 246 p. (in Russian).
- Shcherbakov I. B.*, 2005. Petrology of the Ukrainian Shield. Lviv: ZukKTS, 366 p. (in Russian).
- Yurchishin A. P., Solovey N. P.*, 1989. The search for apatite in the western part of the Ukrainian Shield. Report of the Pobuzhskaya GRP of the Right-bank Geological Exploration Expedition for the years 1985—1989. Vol. 1. Kiev: Ukrgeolfond, 309 p. (in Russian).
- Yushin A. A.*, 2013. Metasomatic Carbonization and Ore Formation Processes in the Carboniferous Formations of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. *Sbornik nauchnykh trudov Permskogo gosudarstvennogo natsionalnogo issledovatel'skogo universiteta*, (16), 159—167 (in Russian).
- Yaroshchuk M. A.*, 1983. Iron-ore formations of the Belotserkovsky-Odessa metallogenic zone (the western part of the Ukrainian Shield). Kiev: Naukova Dumka, 224 p. (in Russian).
- Yaroshchuk M. A., Yaroshchuk E. A.*, 1989. Diafluorites of the southwestern margin of the Ukrainian Shield and their ore content. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, XXXI(3), 74—81 (in Russian).