

О перспективах поисков месторождений золота в Голованевской шовной зоне Украинского щита

В. Н. Павлюк¹, В. А. Ентин¹, О. Б. Гинтов², С. И. Гуськов¹, 2019

¹ Государственное предприятие "Украинская геологическая компания", Киев, Украина

² Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина

Поступила 29 июля 2019 г.

Розглянуто перспективи пошуків родовищ золота в межах Липовеньківсько-Сухоташлицької площі Голованівської шовної зони Українського щита, де у 1980—1990-х роках було виявлено Північнокапітанівське золоте зруденіння з орієнтовними запасами золота 27 т. Бурінням понад 3000 свердловин з гідротранспортуванням керна у корі вивітрювання докембрійського фундаменту було встановлено ознаки близько 30 нових масивів порід базит-гіпербазитового складу. Буріння було спрямовано на пошуки родовищ силікатного нікелю, тому наявності гіпергенного золота у керні більшості свердловин не було приділено достатньої уваги. Автори статті повернулися до цього питання, тому що пошуки родовищ золота в межах щита нині на часі. У статті проаналізовано та узагальнено геологічні, архівні лабораторні дані, а також результати детальних геофізичних робіт масштабу 1 : 10 000. Підтверджено висновок попередніх досліджень про те, що одним з вагомих пошукових критеріїв на золоте зруденіння є наявність метасоматичних, динамометаморфічних і скарнових перетворень у ендоконтактних зонах масивів базитів й ультрабазитів, а також у зонах перетину таких масивів розломами. Метасоматити і скарни мають найбільшу серед інших типів порід кору вивітрювання, при цьому стовбурова потужність аномальних золотоносних інтервалів може перевищувати 10 м. Найбільшу кількість "золотоносних" свердловин зафіксовано саме у скарнах, а середній вміст золота в корах вивітрювання головних відмін порід району досліджень найбільший у скарнах та ультрабазитах. Аналіз карт аномальних магнітного і гравітаційного полів дав змогу, в додаток до відомих тут зон розломів північно-західного простягання, виділити дві меридіональні зони сколювання, які збігаються з окремими, Липовеньківською та Сухоташлицькою, ділянками розвитку золотого зруденіння. Обидві зони сколювання складаються з меридіональних і широтних ешелонованих сколів, багато з яких межують з тілами базитів та гіпербазитів і супроводжуються ланцюжками аномалій золота. Зони сколювання належать до субботсько-мошоринського етапу розломоутворення (1,8—1,73 млрд років тому), з яким пов'язані активні процеси рудотворення рідкісних і благородних металів у межах щита. Надано рекомендації щодо подальших геологічних і геофізичних досліджень у межах Липовеньківсько-Сухоташлицької площі Голованівської шовної зони.

Ключові слова: Український щит, Голованівська шовна зона, золото, базити, гіпербазити, розломи, скарни, метасоматити.

Одним из важнейших направлений геолого-геофизических исследований является оценка перспектив Украинского щита (УЩ) на черные, цветные, благородные, редкие металлы и алмазы. Первоочеред-

ным объектом таких исследований следует считать известную Голованевскую шовную зону (ГШЗ), вытягивающуюся в субмеридиональном направлении на сотни км в пределах Среднего—Южного По-

бужья и Росинско-Тикичского региона. Центральная часть ГШЗ (рис. 1), располагающаяся в пределах листа М-36-XXXI (Первомайск), относится к известному Побужскому горнорудному району (ПГРР). Оценка перспектив ПГРР на стратегические минеральные ресурсы поручена Президиумом НАН Украины Институту геофизики им. С. И. Субботина и предусмотрена темой "Геологічна будова Побужького гірськорудного району за сучасними геофізичними і геологічними даними та оцінка його перспектив на стратегічні мінеральні ресурси". К работе над темой приглашены известные геологи и геофизики Украинской геологической компании.

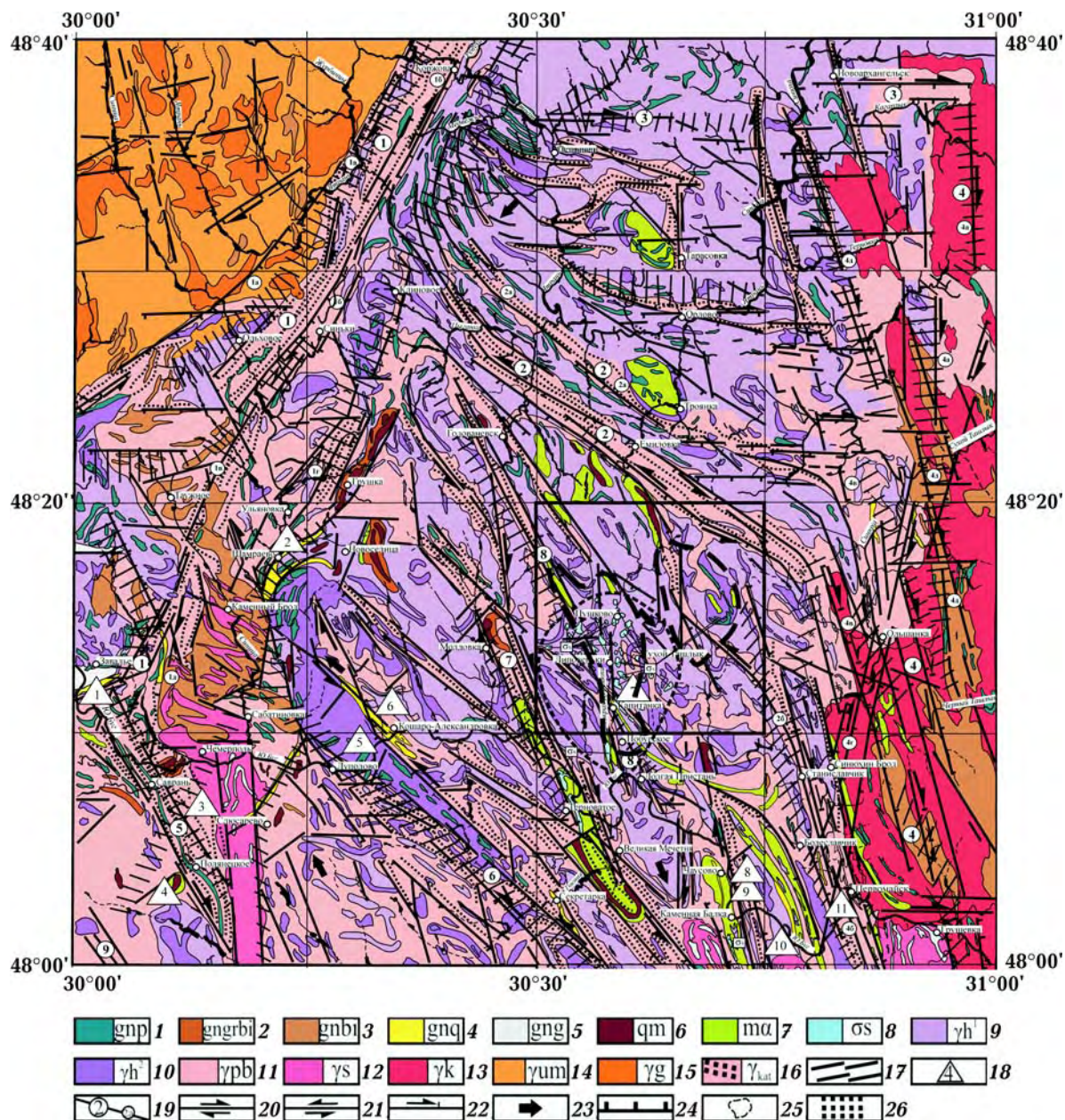
Центральная часть ГШЗ протяженностью 80 км и максимальной шириной до 45 км (Первомайск—Голованевский регион) пронизана мафит-ультрамафитовыми интрузиями и экструзиями в большей степени, чем многие другие регионы УЩ; одних серпентинитовых массивов, мно-

гие из которых являются месторождениями силикатного никеля (частично уже работанными), здесь насчитывается более 100; достаточно много (не менее 15) крупных (площадью до 15 км²) массивов метаультрабазитов и базитов, в парагенезисе с которыми (многими из них) находятся железисто-карбонатные рудные толщи и железистые кварциты, хромитонесные перидотиты, практически являющиеся месторождениями. Кроме того, в пределах горнорудного района находится Майское месторождение и пять перспективных проявлений золота, а также проявления платиноидов, редких земель, иттрия, урана, марганца, титана, вольфрама, меди, молибдена, апатита, силлиманита, вермикулита, серпентинитовых огнеупоров, диасовых кварцитов, первичного каолина, минеральных вод.

Данная статья ориентирует геологов и геофизиков, а также промышленников на необходимость решения одной из важных

→

Рис. 1. Структурно-петрофизическая и тектонофизическая основа геолого-структурной карты поверхности кристаллического фундамента центральной части Голованевской шовной зоны и примыкающих участков Украинского щита (листы М-36-XXXI и L-36-I). Масштаб 1 : 100 000 [Гинтов и др., 2016]: 1 — кристаллосланцы двупироксеновые, ортопироксеновые, биотит-ортопироксеновые, гранат-ортопироксеновые, магнетит-двупироксеновые; 2 — плагиогнейсы, гнейсы гранат-биотитовые; 3 — плагиогнейсы, амфибол-биотитовые, гнейсы биотитовые; 4 — кварциты полевошпатовые, часто с силлиманитом и гранатом, плагиогнейсы, гнейсы силлиманит-гранат-биотитовые, гранат-кордиерит-биотитовые, силлиманит-гранат-кордиерит-биотитовые; 5 — плагиогнейсы биотит-графитовые (часто с силлиманитом и гранатом), кальцифиры доломит-кальцитовые, кальцитовые; 6 — кварциты железистые, в основном магнетит-двупироксеновые, кальцифиры магнетитовые рудные; 7 — метагабброиды — амфиболиты, габбро, габбро-амфиболиты; 8 — серпентиниты, серпентинизированные ультрабазиты; 9 — эндербиты, чарнокиты с мелкими включениями кристаллосланцев двупироксен-плагиоклазовых и розовых гранитов — чарнокиты, часто гранатсодержащие, по [Геологическая ..., 1990]; 10 — эндербиты, чарнокиты с крупными включениями кристаллосланцев двупироксен-плагиоклазовых и розовых гранитов — эндербито-гнейсы, по [Геологическая ..., 1990]; 11 — розовые и серовато-розовые полосчатые гранат-биотитовые гнейсо-граниты, редко массивные побужского (чудново-бердичевского) комплекса; 12 — гнейсо-граниты полосчатые розовые и серовато-розовые, как правило, динамометаморфически измененные синицовского комплекса; 13 — серые и розовато-серые среднезернистые порфиroidные граниты кировоградского комплекса; 14 — серые и розовато-серые граниты биотитовые, неравномернозернистые до порфиroidных уманского комплекса; 15 — плагиограниты амфибол-биотитовые, иногда с гранатом, ортопироксеном гайсинского комплекса; 16 — динамометаморфически измененные гранитоиды — бластокатаклазиты гранитоидного и чарнокитоидного состава, по [Геологическая ..., 1990]; 17 — милонитовые, ультрамилонитовые и бластомилонитовые швы, а также линейные зоны гнейсификации, рассланцевания и дробления зон разломов и зон скалывания; 18 — места отбора проб на изотопный анализ, их номера и данные о возрасте пород в млрд лет, по [Щербак и др., 2005, Степанюк и др., 2010] в соответствии с номерами (1 — гнейсы биотит-двупироксеновые — $2,6 \pm 0,15$, эвлизиты — $1,9 \pm 0,01$; 2 — белые полевошпатовые кварциты — $2,8 \pm 0,4$; 3 — плагиогранит серый среднезернистый — 2,6, гранит аплит-пегматоидный — $2,4 \pm 0,07$; 4 — гранит биотитовый — $2,1 \pm 0,1$; 5 — эндербит — $2,8 \pm 0,03$; 6 — темно-серый кварцит — 2,7 (по циркону), $2,1 \pm 0,004$ (по монациту); 7 — хромиты и хромитсодержащие породы



— 3,0; 8 — гранит розовый крупнозернистый жильный — $2,0 \pm 0,08$; 9 — ультрамафит — $2,3 \pm 0,02$; 10 — чарнокит — $2,0 \pm 0,1$; 11 — чарнокит — $2,9 \pm 0,27$ (по циркону), $2,0 \pm 0,06$ (по монациту)); 19 — номера основных зон разломов (в больших кружках) и их зон скальвания (в малых кружках), а также предварительные данные о их возрасте (1 — Тальновская (1а — Заячкова; 1б — Коржовская; 1в — Синицковская; 1г — Грушковская; 1д — Сабатиновская), 2,3 млрд лет; 2 — Емиловская (2а — Краснопольская; 2б — Сухотошлыкская), не более 2,8 млрд лет; 3 — Субботско-Мошоринская, 1,8—1,85 млрд лет; 4 — Первомайская (4а — Гнилотикичская, 4б — Синюхинобродская, 4в — Ольшанская, 4г — Калмазовская, 4д — Константиновская), 2,45 млрд лет; 5 — Савранская, 2,45 млрд лет; 6 — Вradiевская, не более 2,8 млрд лет; 7 — Молдовская, 2,45 млрд лет; 8 — Долгопристанская, не более 2,8 млрд лет; 9 — Гвоздавская, 2,45 млрд лет); кинематические знаки (крупные стрелки — этап заложения, мелкие — фазы активизации); 20 — правый сдвиг; 21 — левый сдвиг; 22 — сбросо-сдвиг; 23 — направления длинных осей эллипсоидов максимальной деформации пород фундамента, вызванной их течением под действием сил сжатия и сдвига; 24 — направление падения зон скальвания у поверхности кристаллического фундамента; 25 — контур области максимального развития гипербазитов капитановско-деренюхинского таксона; 26 — зоны максимальных градиентов поля силы тяжести, соответствующие зонам скальвания или элементарным разломам; 27 — площадь ГШЗ, переспективная на золотоносность, с Липовеньковским (западнее) и Сухоташлыкским (восточнее) участками.

проблем ПГРР — золоторудной. В работе [Павлюк та ін., 2008] широким коллективом ученых и производителей убедительно показано, что этот район, и в первую очередь рассматриваемая часть ГШЗ, является на сегодня наиболее перспективным и единственным на всей территории центральной и западной части УЩ регионом с широко проявленными золотой минерализацией и оруденением.

В конце 80-х годов прошлого века в связи с внедрением золотоспектрометрического анализа в полевой лаборатории Правобережной ГЭ появились многочислен-

ные данные о повышенной золотоносности ультраосновных массивов и участков их обрамления в центральной части Голованевской шовной зоны (рис. 2). Так, работами по поиску никеленосных линейных кор выветривания [Дупляк, 1988] была установлена золотоносность Капитанского и других массивов. Эти данные подтвердились работами по ГГК-200 Первомайского листа [Геологическая ..., 1990] и ГГК-50 листа М-36-134-А [Звіт ..., 2002]. Тогда было открыто Севернокапитанское проявление золота в скарнах и коре выветривания пироксенитов. На этом про-

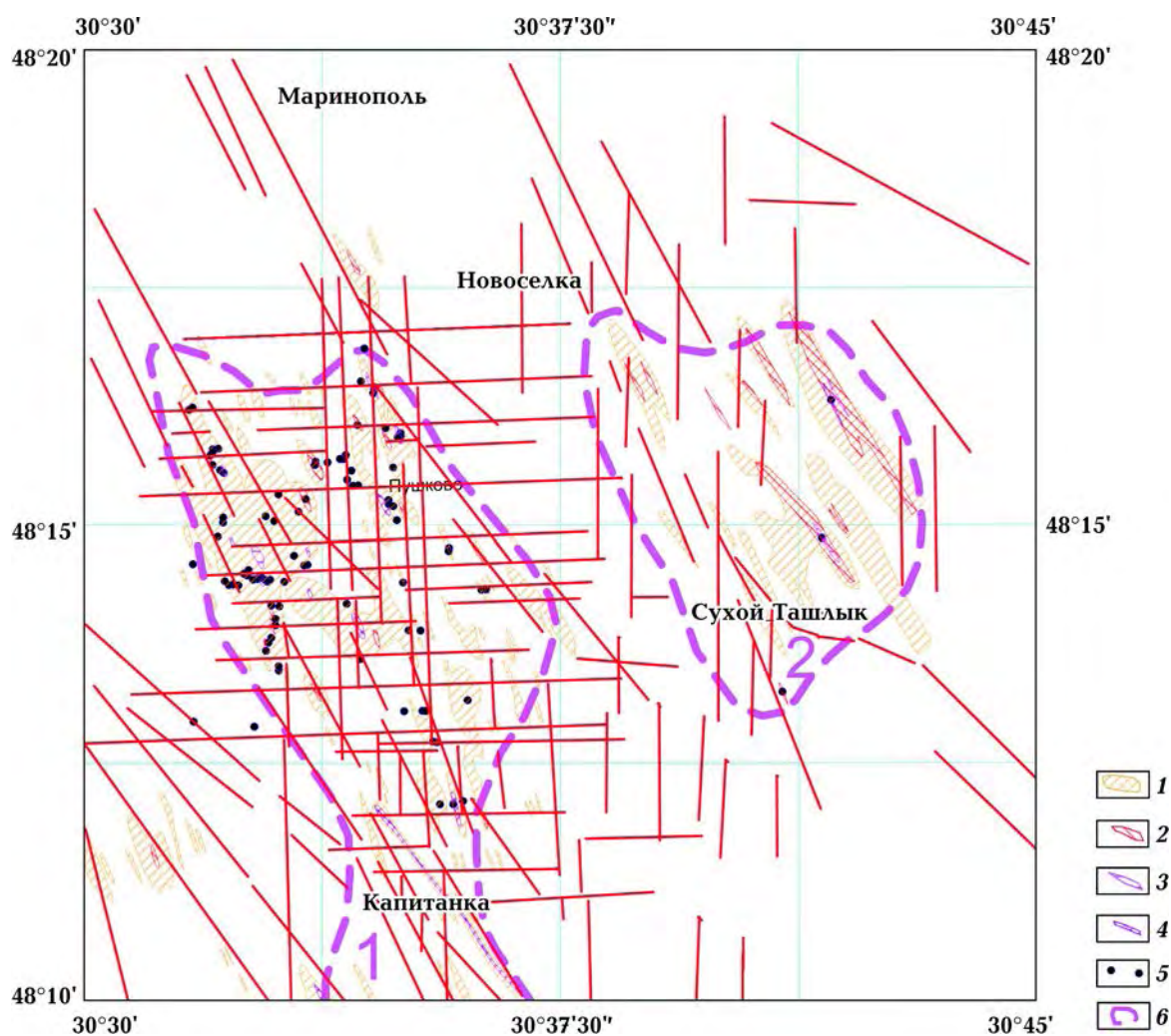


Рис. 2. Карта ореолов золота на Липовеньковско-Сухоташлыкском участке ГШЗ. Концентрации Au в г/т (1—5): 1 — знаки — 0,01; 2 — 0,011—0,05; 3 — 0,051—0,1; 4, 5 — 0,11 и больше; 6 — контуры Липовеньковского (1) и Сухоташлыкского (2) участков золотого оруденения.

явлении были проведены поисковые работы и подсчитаны ресурсы гипергенного золота в количестве 375 кг. В кристаллических породах участка золото исследовано лишь несколькими скважинами. Одновременно были подсчитаны ресурсы золота всего Капитанского массива, которые составили 27 т [Корниенко, 1994].

С 1989 по 1994 г. на этой площади (которую мы называем Липовеньковско-Сухоташлыкской) размером примерно 15—20 км² были проведены поиски силикатного никеля в площадных корах выветривания [Корниенко, 1994] с использованием буровых станков КГК (гидротранспортировка керн). Тогда были пробурены 3084 скважины в корах выветривания и обнаружены до 30 новых небольших по размеру ультраосновных массивов. Более половины скважин (1833 или 60 %) было опробовано на золото. К сожалению, несмотря на выявление сотен аномалий, данные о золотоносности до сих пор должным образом не были обобщены из-за отсутствия проб с промышленно-значимым содержанием золота (1 г/т и более).

В настоящей статье на основе анализа архивных данных и результатов детальных геофизических съемок предпринята попытка выполнить предварительное обобщение и обосновать возможные перспективы дальнейших поисковых работ на золото.

Геологические данные. Результаты золотоспектрометрического анализа керн скважин приведены в табл. 1 и на рис. 2—4. Как видим, 24 % скважин содержат аномалии золота с содержанием 10 мг/т и более, а 4,14 % — с содержанием 100

мг/т и более. Часто встречаются скважины, в которых практически весь разрез (5—15 проб) обогащен золотом с содержанием, превышающим 10 мг/т. Это свидетельствует о неординарном обогащении золотом данного участка кристаллического фундамента.

Элементами-спутниками чаще всего оказываются медь и цинк, реже индикаторы скарновых процессов: вольфрам и бериллий. Нередко аномалии золота в разрезе скважин "отрываются" от аномалий других металлов. Это можно объяснить особенностями гипергенного перераспределения металлов или первичной вертикальной зональностью.

Стволовая мощность аномальных интервалов с содержанием 0,1 г/т и более (см. рис. 3, 4) часто составляет более 10 м (например, скв. 1287 и 1301 — 4 м, скв. 1290 и 1291 — 12 м, скв. 1036 — 15 м, скв. 1600 — 14,5 м, скв. 1599 — 14 м, скв. 289 — 20 м, скв. 843 — 8 м, скв. 2933 — 7 м). Ширина золотоносных зон (см. рис. 2) иногда достигает 100—300 м. Вдоль простирания они не оконтуривались. Нередко аномальные участки завершают разрез скважины, поэтому можно предполагать, что золотое оруденение имеет более глубокое распространение. Интервалы опробования скв. КГК составляли 2—4 м. Детализация путем повторного опробования меньшими интервалами, а также заверка проб бирным и минералогическим анализами не проводилась, исключая Северокапитанское рудопроявление. Скважины с высоким содержанием золота иногда расположены первыми или последними в буро-

Т а б л и ц а 1. Золотоносность скв. Липовеньковско-Сухоташлыкской площади ГШЗ

Содержание Au (г/т)		Не менее 1,0	Не менее 0,5	Не менее 0,1	Не менее 0,01
Количество скважин	1833	2	11	63	365
%	100	0,11	0,6	3,4	19,9

вых профилях, следовательно, в таких случаях золотоносные зоны по ширине остались не оконтурены. Причинами этих недочетов были первоочередная ориентация на поиски силикатно-никелевых месторождений, огромные объемы бурения и опробования при дефиците рядовых исполнителей, а главное — финансовый кризис, постоянно надвигавшийся с начала 90-х годов.

Геологический разрез покрова осадочных пород этой площади достаточно простой (сверху вниз): четвертичные суглинки 6—15 м, миоценовые глины 8—13 м, миоценовые мелкозернистые глинистые песчаники 0—8 м. Ниже залегает кора выветривания кристаллических пород мощностью 10—25 м. На участках разломов ее мощность возрастает до 104 м. Скв. КГК останавливались при встрече твердых или слабо выветрелых пород. Ими, как правило, оказывались гранитоиды, поскольку они являются наиболее устойчивыми к выветриванию. Поэтому под прожилком гранита или пегматита снова могла быть кора базитов, но добраться до нее буровой агрегат КГК по чисто техническим причинам уже не мог.

Подсчет мощностей коры выветривания главных разновидностей кристаллических пород в разрезах, пройденных скв. КГК, показывает (табл. 2), что мощность коры выветривания закономерно возрастает в направлении от кислых к ультраосновным и карбонатным разновидностям, ибо кислые обогащенные кварцем породы являются более устойчивыми к выветриванию. Случаи аномально большой мощности в каждой группе объясняются попаданием скважины в тектоническую зону. Изредка встречаются аномально низкие значения мощности. Они свидетельствуют об участках размыва коры.

Интересно проследить закономерности накопления золота в корах выветривания различных петрографических типов пород. Рассчитанное нами среднее содержание золота в корах выветривания главных породных разновидностей выглядит следующим образом (табл. 3).

Конечно, эти расчеты являются приблизительными из-за некоторых трудностей установления первичной породы, превращенной в кору выветривания. Однако большое количество разрезов скважин, участвующих в расчетах, определенным об-

Т а б л и ц а 2. Мощности коры выветривания главных разновидностей кристаллических пород в разрезах

Породы	Количество скважин	Средняя мощность коры выветривания, м
Гранитоиды	1303	16,2
Гнейсы	439	19,3
Кристаллосланцы	326	22,1
Базиты (габброиды)	350	22,3
Ультрабазиты	344	25,9
Метасоматиты	36	26,0
Скарны	42	28,2
Вместе	2840	19,6 (средне- взвешенная)

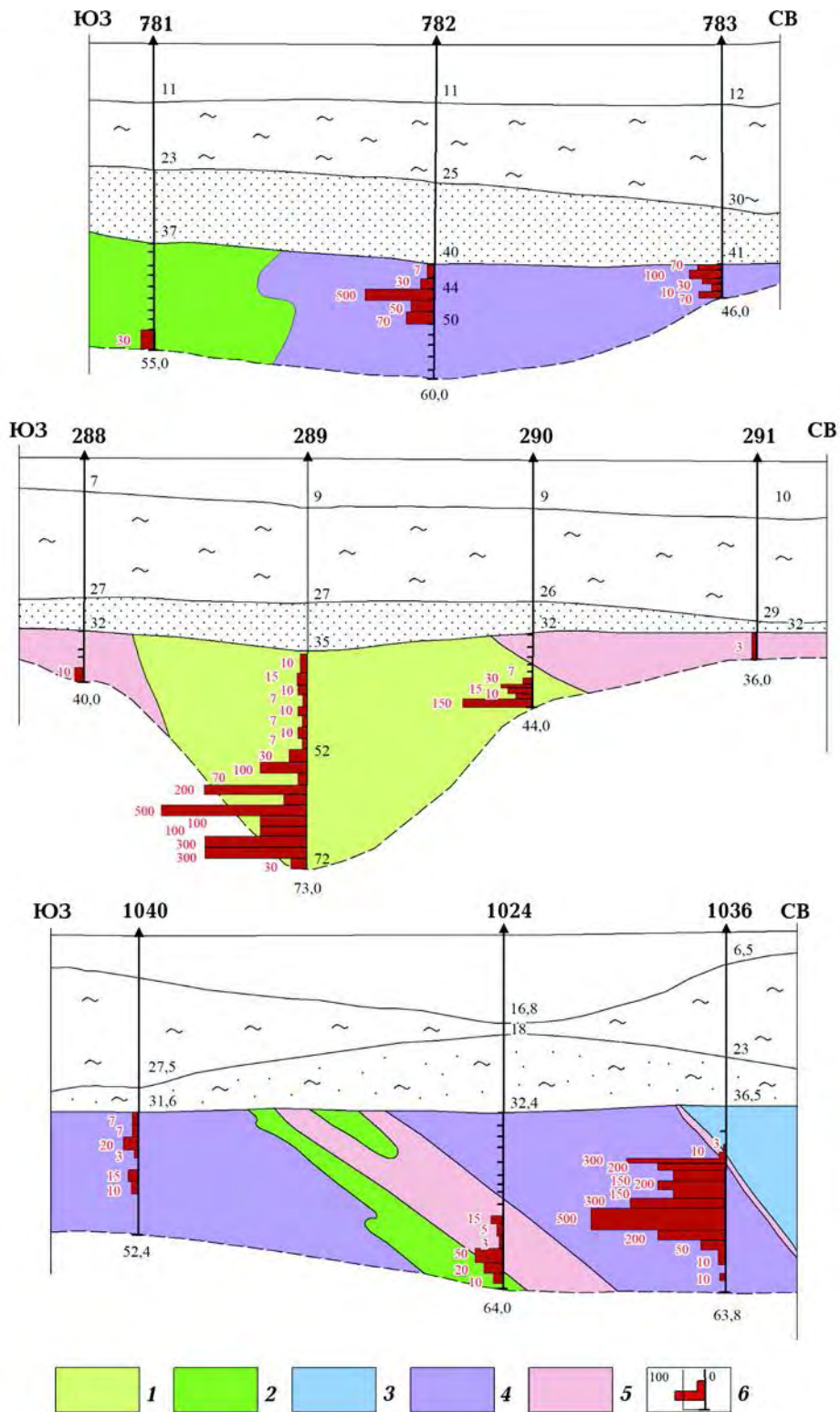


Рис. 3. Разрезы золотоносной коры выветривания на профилях 1—3: 1 — кристаллосланцы, 2 — габброиды, 3 — пироксениты, 4 — ультрабазиты, 5 — гранитоиды, 6 — содержание Au, мг/т. Условные обозначения для осадочных пород см. на рис. 4.

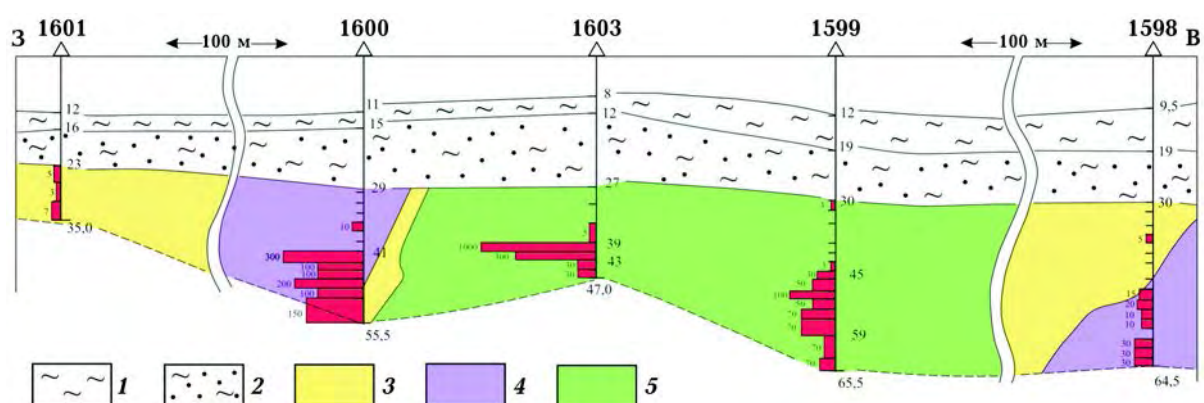


Рис. 4. Разрез золотоносной коры выветривания на профиле 4 (содержание Au, мг/т): 1 — глины, 2 — песчано-глинистые отложения, 3 — гнейсы, 4 — ультрабазиты, 5 — габброиды.

разом нивелирует погрешности. Приведенные в таблице данные позволяют сделать выводы о том, что в ряде пород "кислые—основные—ультраосновные" закономерно возрастает среднее содержание золота, в том же направлении возрастает процент количества золотоносных разрезов скважин. Эти данные указывают на вероятный первичный источник золота и благоприятные физико-химические условия, созданные базит-ультрабазитовыми породами для его накопления. Отметим, (опираясь, к сожалению, на небольшое количество разрезов), что золото в два раза чаще встречается в скарнах, чем в полевошпат-кварцевых метасоматитах.

Попробуем исследовать, в каких горизонтах коры выветривания происходит максимальное накопление золота. Статистическая обработка данных о накоплении аномальных содержаний золота в привязке к определенному горизонту коры выветривания показывает следующую картину (табл. 4.).

Приведенные в таблице данные свидетельствуют, что для всех типов выветрелых пород наблюдается устойчивая тенденция к максимальному накоплению золота в нижнем (древствянистом) горизонте коры выветривания. При этом такая закономерность лучше наблюдается в относительно кислых породах (65 % в гнейсах

Т а б л и ц а 3. Среднее содержание золота в корях выветривания главных породных разновидностей в пределах Липовеньковско-Сухоташлыкской площади центральной части ГШЗ

Первичные породы	Количество скважин	Среднее содержание Au, мг/т	Золотоносные скважины, %
Гранитоиды	939	1,30	36
Гнейсы	225	3,15	54
Кристаллосланцы	274	5,18	71
Базиты (габброиды)	289	5,54	73
Ультрабазиты	233	16,30	79
Метасоматиты	20	4,89	65
Скарны	32	9,18	94

и 59 % в гранитоидах) и хуже — в ультрабазитах (40 % всех золотосодержащих разрезов).

Оценка возможной связи золотоносности с мощностью коры выветривания показала на отсутствие такой связи и в гранитоидах, и в базитах, и в ультрабазитах. Большинство аномалий золота, в том числе с максимальным содержанием, находится в скважинах с мощностью коры 15—30 м, в среднем 23 м. Следовательно, золото в целом не тяготеет к линейным корам выветривания, но связано, прежде всего, с процессами скарнирования, которые происходили в тектонических зонах. Тем более, что такие зоны, как правило, сопровождаются процессами катаклаза и брекчирования.

В 2017—2018 гг. в рамках работы по изучению платиноидов 455 геологических дубликатов (43 золотоносных скважины) были проанализированы спектрохимическим атомно-эмиссионным анализом на золото, платину и палладий (Центральная лаборатория ГП "Украинская геологическая компания", аналитик Н.В. Приходько). Аномалии золота в целом подтвердились. Кроме того, в 14 скважинах зафиксированы аномалии платины и в 25 — палладия. В целом доля аномалий золота в массиве исследованных проб составила 34 %, палла-

дия 11 %, платины 8 %. Таким образом, рассматриваемая площадь специализирована главным образом на золото.

Прототипом большинства золоторудных проявлений площади может служить Северокапитанское. Оно расположено на северном фланге Капитанского ультрабазитового массива, где в 1993 г. была обнаружена гнездоподобная залежь (бонанц) с содержанием золота 79 г/т на мощность 0,5 м, или 4,53 г/т на 27 м. По данным [Сьюм-ка та in., 2006], золото имеет скарновую природу. По данным [Павлюк, 2010], золото содержит примеси Ag 0,4—50,6 %, Cu 0—5,7 %, Ni 0—1,29 %, Fe 0—1,39 %. Золото коры выветривания Северокапитанского участка преимущественно мелкое. По данным подсчетов [Павлюк, 2010], 70 % золотин находится в классе меньше 0,03 мм, 28,15 % в классе 0,03—0,09 мм и только 1,9 % в классе более 0,1 мм. Форма золотин проволокоподобная, крючкообразная, комковатая, редко встречаются дендриты.

В расположении аномалий золота наблюдается определенная закономерность:

- они окаймляют небольшие мафит-ультрамафитовые массивы;
- тяготеют преимущественно к массивам пород субосновного и основного состава, а также субосновному обрамлению ультрабазитовых массивов;

Т а б л и ц а 4. Накопление золота в горизонтах коры выветривания главных типов пород Липовеньковско-Сухоташлыкской площади ГШЗ (% количества золотоносных разрезов)

Горизонт накопления	Кора выветривания					
	гранитов	гнейсов	кристал-лосланцев	базитов	ультра-базитов	в среднем
Верхний	12	12	11	12	27	16
Средний	18	18	21	17	13,5	17
Нижний	59	65	51,5	58,4	40	52,5
Весь разрез	6	2,5	9	5,6	13,5	8
Другие	5	2,5	7,5	7	6	6
Количество скважин	66	34	66	89	101	

- только в отдельных случаях, когда по центру массива проходит разлом (например, Капитанский массив), золотом обогащены также центральные, содержащие хром, участки ультрабазитовых массивов;
- большинство аномалий золота располагаются на северном фланге золотоносной площади, где расположены лишь незначительные по размеру (100—350 м) и в незначительной степени обогащенные хромом массивы Липняговский, Свиричевский, Полюховский.

Итак, золото странным образом "изгоняется" к северу от наиболее эродированной и обогащенной хромитоносными ультрабазитами площади и накапливается в насыщенных мелкими мафитовыми массивами тектонических зонах преимущественно субмеридионального простирания. Именно здесь, на площади размером примерно 6—8 км (50 кв. км), могут быть обнаружены новые участки с промышленным содержанием золота в коре выветривания и кристаллических породах на доступных для открытой разработки глубинах 10—25 м.

Геофизические данные. Как уже отмечалось, все точки аномального содержания золота на Липовеньковско-Сухоташлыкской площади ГШЗ были установлены попутно, в ходе проводимых здесь поисковых работ на месторождения хрома и никеля, генетически связанных с породами мафит-ультрамафитового состава. Прямые геологические и геофизические признаки золоторудной минерализации в данном районе отсутствуют. В этих обстоятельствах, предполагая генетическую связь золоторудной минерализации района Среднего Побужья с активными наложенными процессами метасоматоза и скарнирования, главным становится косвенный поисковый фактор контроля золотой минерализации — структурно-тектонический, в основе которого, как известно, лежат геофизические материалы. В данном конкретном случае использованы результаты анализа характерных особенностей аномального магнитного и гравитационного полей, полученных в результате проведен-

ных здесь детальных геофизических съемок масштаба 1 : 10 000 (рис. 5, 6).

К сожалению, эти детальные съемки охватили не весь лист М-36-144-А. Поэтому на рис. 5—8 приведены сводные карты геофизических полей, составленные по материалам новых и старых съемок.

Если в пределах исследуемой площади оконтурить области распространения ореолов золота (см. рис. 2) по точкам (зонам) с содержанием Au 10 и больше мг/т, получим два участка: Липовеньковский (площадью около 50 кв. км), включающий в себя села Капитанка, Липовеньки, Пушкиво, и Сухоташлыкский (около 30 кв. км), расположенный в районе с. Сухой Ташлык (см. рис. 5—7). Конечно, наибольшее внимание привлекает первый из них, так как здесь открыто крупное Северокапитанское проявление золота и значительно больше, чем на втором участке, аномалий с содержанием Au около 0,5 г/т. Однако необходимо иметь в виду, что Липовеньковский участок гораздо лучше Сухоташлыкского изучен и геологически, и геофизически: геофизические съемки на втором не столь детальные, как на первом, и профили КГК на нем в три раза меньше.

Вместе с тем, результаты обобщения данных бурения КГК, материалов ГГК-200 и ГГК-50, приведенные в работе [Павлюк та ін., 2008], показали, что большую часть (около 20 кв. км) второго участка занимает т. н. Сухоташлыкская мафит-ультрамафитовая структура (она хорошо выражена в виде овала в магнитном поле, см. рис. 5). В пределах ее западной и центральной частей (восточная часть практически не изучалась) установлено не менее 12 массивов пород базит-гипербазитового состава — шпинель-оливиновых вебстеритов, интенсивно измененных до тремолититов и серпентинитов с акцессорными ильменитом и апатитом. Породы интенсивно гранитизированы и графитизированы, при этом графит имеет вторичный, переотложенный характер, а полосы графитсодержащих пород обогащены медью и молибденом [Звіт ..., 2002]. Была подчеркнута перспективность Сухоташ-

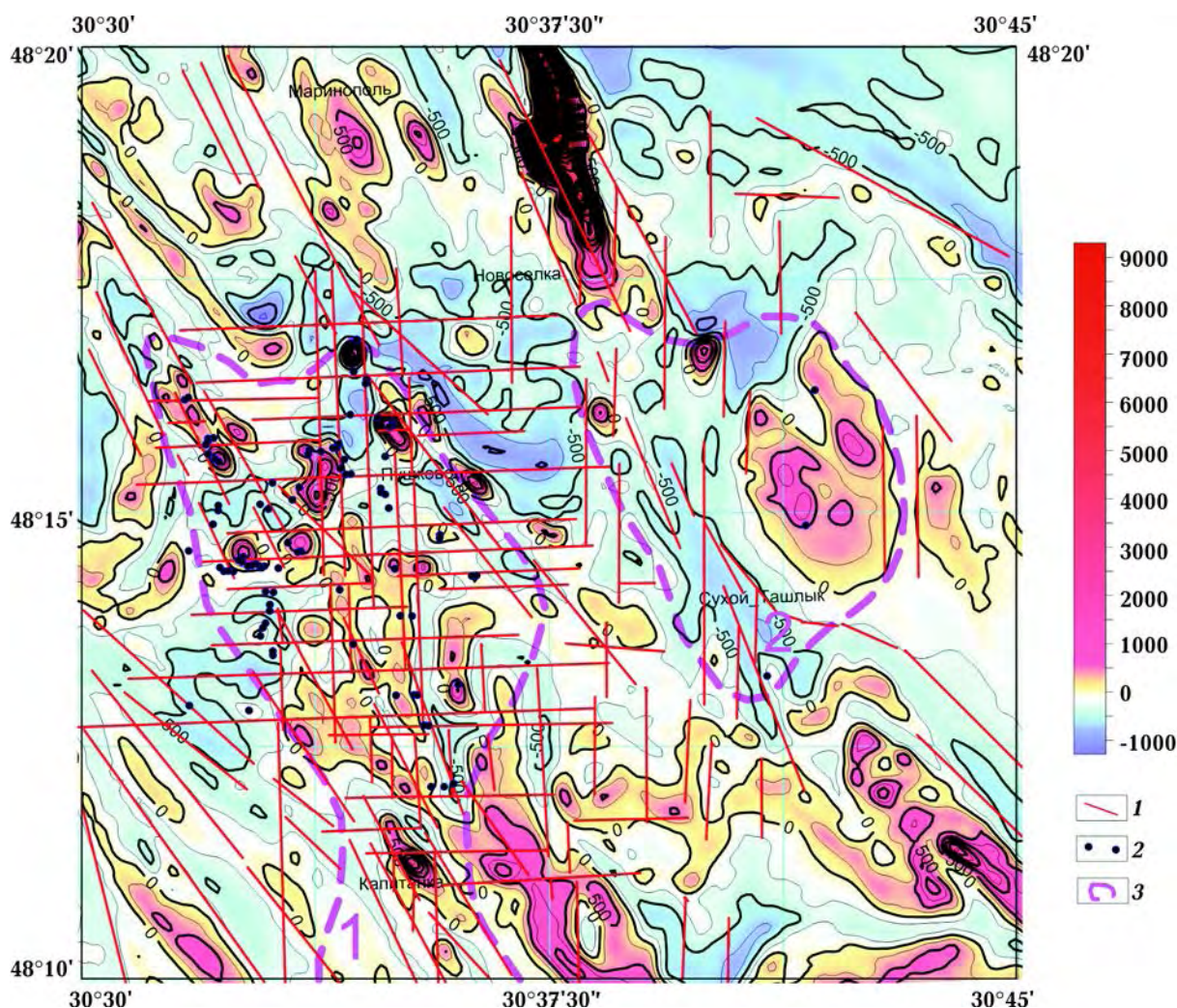


Рис. 5. Карта изодинам Z_a (нТл) листа М-36-134-А: 1 — эшелонированные сколы, 2 — скважины КГК с участками повышенной минерализации Au, 3 — контуры Липовеньковского и Сухоташлыкского участков ГШЗ.

лыкской структуры на сульфидный никель и благородные металлы.

Схема ореолов золота, приведенная на рис. 2, показывает, что для обоих участков по данным бурения скважин КГК отмечается равное соотношение площадей наличия и отсутствия золота.

Как видно из рис. 1, исследуемую площадь пересекают четыре зоны разломов (с юго-запада на северо-восток): левосдвиговая зона Молдовка—Лащевка (аз. простирания 310°); правосдвиговая Долгопристанская (аз. простирания 332° , на рис. 1 она обозначена под № 8); левосдвиговая зона Голованевск—Пушково (аз. прости-

рания $320\text{—}332^\circ$); южное ответвление Емиловской левосдвиговой (аз. простирания 332°). Все четыре зоны имеют северо-западное простирание и относятся к архейским этапам разломообразования [Гинтов, 2014]. Особенно ярко эти зоны проявляются в трансформированном гравитационном поле (см. рис. 6, 7), хотя их можно проследить и в магнитном (см. рис. 5). Однако больше всего обращают на себя внимание две системы меридиональных зон скальвания, западная из которых шириной около 2 км проходит по линии сел Капитанка—Пушково, а вторая, такой же ширины, восточнее с. Новоселка и западнее

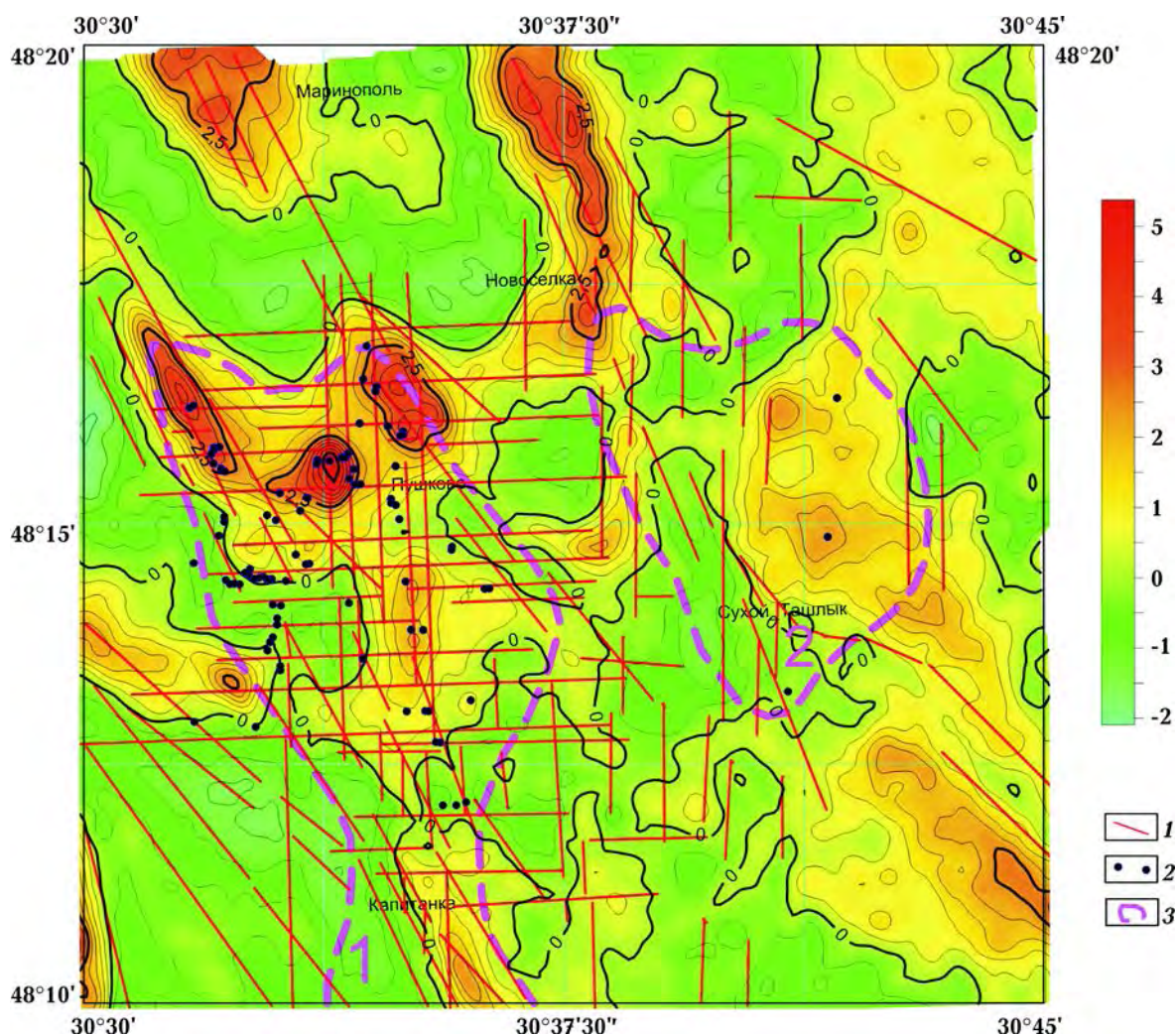


Рис. 6. Фрагмент карты локальных аномалий гравитационного поля (мГал) центральной части ГШЗ (лист М-36-134-А). Условные обозначения см. на рис. 5.

с. Сухой Ташлык. К этой же ортогональной системе разрывов относится значительное число широтных зон скалывания, более коротких, чем меридиональные.

Области концентрированного проявления точек с аномальным содержанием золота (см. рис. 5) пространственно приурочиваются к субмеридиональным зонам перестройки общего плана магнитного поля. На фоне преимущественного развития линейных элементов северо-западного простирания они проявляются как наложенные структуры мелко мозаичного строения, образованные конгломератом хаотично расположенных небольших локальных максимумов и минимумов изометричной формы

или несколько вытянутых в субмеридиональном направлении. Характерные особенности строения этих полос магнитного поля позволяют весьма определенно связывать их природу с активным проявлением тектонических процессов. Этот вывод находит свое подтверждение и в особенностях поверхности дневного рельефа, где отмеченные зоны находятся в весьма тесной корреляционной связи с развитой здесь овражно-балочной системой того же простирания (бассейны рек Сухая и Мокрая Деренюхи, Сухой Ташлык, см. рис. 8). При детальном анализе внутренней структуры этих полос магнитного поля, сопоставляемых с положением тектонических

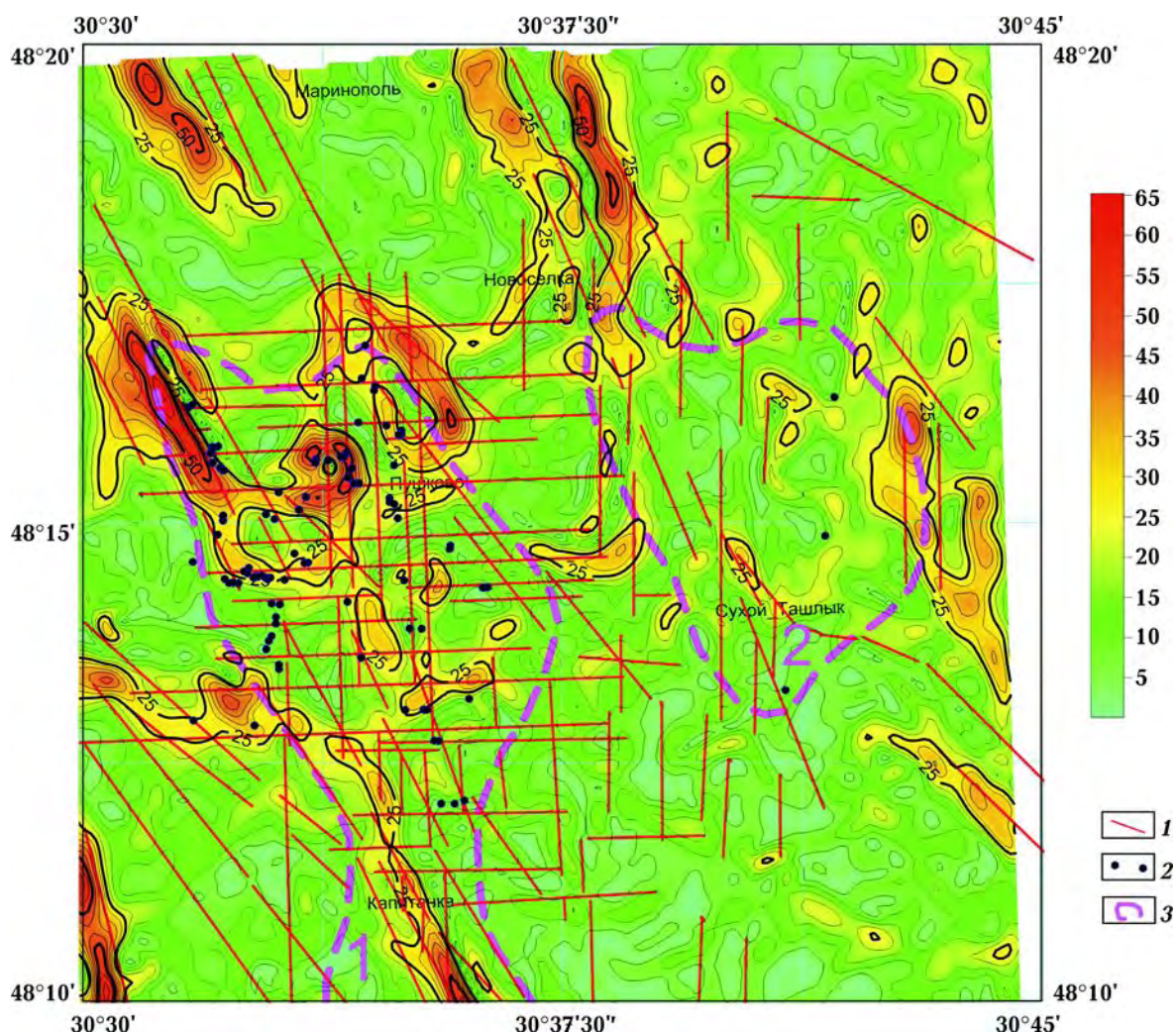


Рис. 7. Карта горизонтальных градиентов гравитационного поля (E) района исследований. Условные обозначения см. на рис. 5.

зон, в последних устанавливается несколько более мелких составляющих, представленных рядом субпараллельных эшелонированных сколов, отстоящих друг от друга на расстоянии 400—800 м.

Так же густо развита сеть эшелонированных сколов широтного простирания, секущих кристаллический фундамент почти на всем протяжении меридиональных тектонических зон. Она намечается здесь по признакам корреляционных срывов (пережимам, полному выклиниванию) линейных локальных магнитных аномалий субмеридионального и северо-западного простирания, в том числе по наличию узких коротких широтных минимумов. В сово-

купности эти широтные сколовые системы в пределах выделенных меридиональных тектонических зон формируют их внутреннюю структуру своеобразного прямоугольно-ячеистого вида.

Сеть широтных и меридиональных разломов формировалась в пределах УЩ на двух этапах разломообразования — западноингулецком (2,45 млрд лет назад) и субботско-мошоринском (1,85—1,73 млрд лет назад) [Нечаев и др., 2019 б]. В данном случае можно видеть, что эта система достаточно молодая, т. е. относится ко второму из названных этапов. С ним связывается образование многих месторождений и рудопроявлений УЩ, в том чис-

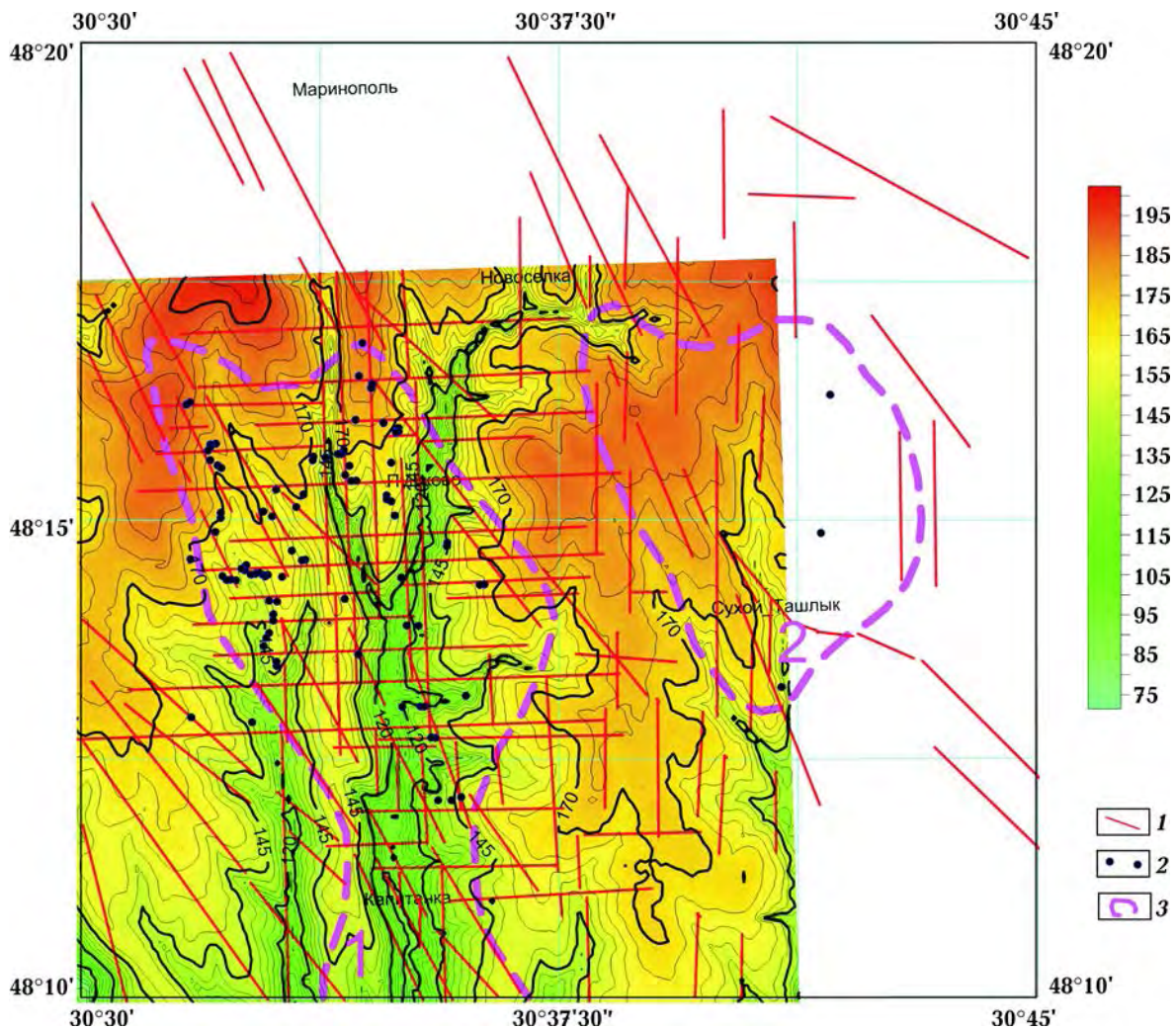


Рис. 8. Карта рельефа земной поверхности (абсолютные отметки, м) участка детализационных геофизических работ Липовеньковско-Сухоташлыкской площади ГШЗ. Условные обозначения см. на рис. 5.

ле золоторудных [Нечаев и др., 2019 а, б]. Можно вспомнить здесь и работу [Галецкий, Шевченко, 2001], в которой главная роль в формировании золоторудной минерализации отводилась региональной системе широтных зон разломов, пересекающей всю территорию Украины. Заметим также, что расположенное западнее района исследований (но в пределах ГШЗ) Чемерпольское рудопроявление (почти месторождение) золота находится на пересечении широтного и меридионального разломов а всем известное Савранское золоторудное поле вытянуто в меридиональном направлении.

В нашем конкретном случае важно, что сеть меридиональных и широтных разрывов максимально сосредоточена именно в пределах оконтуренных площадей развития ореолов золота: на Липовеньковском участке полностью, на Сухоташлыкском — своей северной частью. На остальной окружающей территории ГШЗ структурный план все же северо-западный (см. рис. 1).

Субботско-мошоринский этап разломообразования характеризуется сопряженной системой разрывов широтного и меридионального направления. Примером крупных зон разломов этой системы могут быть

широтная Полесская и меридиональная Звиздаль-Залесская. Но если в сопряженной системе крупных зон разломов этого этапа преобладают широтные структуры [Алехин, Гинтов, 2004], то во внутреннем строении таких зон одинаково представлены сколы как широтного, так и меридионального простирания. Можно даже сказать, что меридиональные эшелонированные сколы развиты шире, чем широтные.

Как видно из приведенного анализа, структурно-тектоническая позиция района развития золоторудной минерализации характеризуется большим разнообразием и сложностью внутреннего строения, хотя в целом, безусловно, отражает активизацию процессов тектонической и метасоматической проработки пород кристаллического фундамента. И в этом отношении трудно однозначно выделить главный структурно-тектонический фактор рудного контроля. Весьма вероятно, что для данного локального участка главную контролирующую роль золоторудной минерализации играют тектонические элементы ортогональной системы, в том числе ее широтной составляющей. Заметим, что в работе [Нечаев и др., 2019б] широтные зоны и связанные с ними линейные коры выветривания соседнего с ГШЗ Гайворон-Завальевского района рассматриваются в качестве детального поискового критерия на благородные и редкие металлы.

Помимо тектонического контроля золоторудной минерализации изучаемого района, устанавливается, как отмечалось выше, ее повсеместная приуроченность к зонам эндоконтакта и окаймления массивов горных пород базит-ультрабазитового состава. Это наблюдение находит дополнительное подтверждение в данных детальной гравиразведки, по результатам которой отмечается повсеместная приуроченность точек с аномальным содержанием золота к градиентным (контактным) зонам локальных максимумов силы тяжести, обусловленных базитами (см. рис. 7).

В поле аномалий Буге ($\sigma = 2,3 \text{ г/см}^3$) [Ентин и др., 2015] оба участка на фоне Голованевского гравитационного макси-

муму, в пределах которого они находятся, выделяются в виде повышенных аномалий относительной амплитудой 2—3 мГал. Это небольшая интенсивность, учитывая достаточно большие размеры участков и насыщенность их массивами пород основного — ультраосновного состава. Многие массивы базитов меньших размеров в пределах ГШЗ вызывают локальные аномалии интенсивностью 5—7 мГал. Скорее всего, небольшая интенсивность гравитационного поля участков связана с разобщенностью и малыми размерами многочисленных базит-гипербазитовых тел, их серпентинизацией и тремолитизацией. Однако это не снижает вероятность нахождения в них повышенных концентраций Au.

Обобщая все отмеченные наблюдения и фактические данные, с большой долей уверенности можно сделать заключение, что процессы рудогенезиса золота и его накопления проходили в условиях тектонометасоматической проработки кристаллических пород основного состава, связанной, по всей вероятности, с активизацией ортогональной системы разломов. Рис. 5—7 показывают, что, несмотря на сложный (в основном северо-западный) структурный план территории, цепочки точек повышенной концентрации золота прослеживаются здесь, главным образом, в субмеридиональном и субширотном направлениях. Северо-западное простирание ореолов золота, показанное на рис. 2, являлось данью общим представлениям о структуре ГШЗ и не могло учитывать более поздние материалы интерпретации геофизических съемок масштаба 1 : 10 000.

Согласно изложенному дальнейшая направленность поисковых работ на золото должна состоять в выявлении и прослеживании кор выветривания в зонах окаймления массивов пород мафит-ультрамафитового комплекса в пределах двух меридиональных тектонических зон Липовеньковско-Сухоташлыкской площади. При этом первоочередное внимание следует обращать на те участки окаймления массивов, которые затронуты сколами ортогональной системы разломообразования. Наибо-

лее эффективным и экономически оправданным методом реализации такого подхода могла бы стать постановка здесь, на участках наибольшей концентрации точек с золоторудной минерализацией, электро-разведки методом ВЕЗ с последующим поисково-заверочным бурением геохимичес-

ких скважин. Необходимо также расширить площадь магнитной съемки масштаба 1 : 10 000 в восточном направлении на 4—5 км для установления детальной внутренней структуры выделяемой здесь тектонической зоны меридионального простирания.

Список литературы

- Алехин В. И., Гинтов О. Б. Кинематические особенности, фазы развития и металлогения системы широтных зон разломов УЩ. *Геофиз. журн.* 2004. Т. 26. № 6. С. 83—101.
- Галецкий Л. С., Шевченко Т. П. Трансрегиональные рудоконцентрирующие мегазоны активизации. *Зб. Геологія у XXI столітті: Шляхи розвитку та перспективи.* Київ: Знання, 2001. С. 70—82.
- Геологическая карта кристаллического основания масштаба 1 : 200 000. Лист М-36-XXXI (Первомайск). Киев: Фонд ГП "Украинская геологическая компания", 1990.
- 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. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777>.
- Гинтов О. Б. Схема периодизации этапов разломообразования в земной коре Украинского щита — новые данные и следствия. *Геофиз. журн.* 2014. Т. 36. № 1. С. 3—18. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v36i1.2014.116145>.
- Дупляк М. Н. Поиски никелевых руд в коре выветривания линейного типа (Среднее Побужье). Отчет по работам 1985—1988 гг. 178 с.
- Звіт про проведення глибинного геологічного картування масштабу 1 : 50 000 з загальними пошуками території аркушів М-36-122-В, М-36-134-А, В за 1991—2002 рр. Геологічна будова та корисні копалини межиріччя Південного Бугу та Ятрані. Київ, 2002.
- 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. Т. 37. № 1. С. 53—56. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323>.
- Корниенко П. К. Поиски силикатного никеля в площадных корах выветривания в Побужском рудном районе. Отчет рудной партии по работам 1989—1994 гг. 149 с.
- Нечаев С. В., Гинтов О. Б., Мычак С. В. Связь редкометалльно-редкоземельной и золоторудной минерализации с разломно-блоковой тектоникой Украинского щита. 1. *Геофиз. журн.* 2019а. Т. 41. № 1. С. 3—32. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158861>.
- Нечаев С. В., Гинтов О. Б., Мычак С. В. Связь редкометалльно-редкоземельного и золотого оруденения с разломно-блоковой тектоникой Украинского щита. 2. *Геофиз. журн.* 2019б. Т. 41. № 2. С. 58—83. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i2.2019.164450>.
- 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". Кн. 1—6. Киев: Фонд ГП "Украинская геологическая компания", 2008. 683 с.
- Павлюк О. В. Самородні мідь і золото в корах вивітрювання мафітів та в осадових породах південно-західної частини Українського щита: Дис. ... канд. геол. наук. Київ, 2010. 199 с.
- Степанюк Л. М., Бибикива Е. В., Клаэссен С.,

- Пономаренко А. Н., Довбуш Т. И., Федотова А. А. К вопросу о возрастных рубежах формирования кошаро-александровской свиты бугской серии Побужья: Тез. докл. Междунар. научно-практ. конф. "Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы". Киев, УкрНИГРИ, 2010. 252 с.
- Сьомка В. О., Бондаренко С. М., Павлюк В. М., Корнієнко П. К. Золотоносні скарни Капітанівського рудного поля (Дністровсько-Бузький район Українського щита). *Мінерал. журн.* 2006. Т. 28. № 2. С. 94—97.
- Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. Киев: Наук. думка, 2005, 244 с.
- Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н., Шумлянський Л. В. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой. Киев: Наук. думка, 2008, 240 с.

Prospects for the exploration of gold deposits in the Golovanevsk suture zone of the Ukrainian Shield

V. N. Pavlyuk, V. A. Entin, O. B. Gintov, S. I. Guskov, 2019

Prospects for the search for gold deposits within the limits of the Lypovenky-Sukhiy Tashlyk area of the Golovanivsk suture zone (GSZ) of the Ukrainian Shield (USh) have been considered, where in the 80-90s of the last century North Capitanian gold mineralization with indicative reserves of 27 tons of Au was discovered and drilling of more than 3000 wells with hydrotransportation of the core in the crust of weathering of the Precambrian basement revealed signs of about 30 new massifs of rocks of hyperbasite composition. Drilling was directed at the search for deposits of silicate nickel, so was not paid attention enough to the presence of hypergene gold in more than half wells was not given enough. In this paper, the authors turned to this question, because the search for gold deposits within the shield is now in time. The work is based on the analysis and generalization of geological, archival laboratory data and results of detailed geophysical works at a scale of 1 : 10 000. The conclusion of previous studies confirmed that one of the important search criteria for gold mineralization is the presence of metasomatic, dynamometamorphic and skarn transformations in endocontact zones of massifs of basites and ultra-basites, as well as in the zones of intersection of such massifs with faults. Metasomatites and skarns have the largest weathering crust among other types of rocks, and the stem capacity of abnormal gold-bearing intervals may exceed 10 m. The largest number of "gold-bearing" wells has just been recorded in the skarns, and the average content of Au in the weathering crusts of the main types of rocks in the research area is the largest one in the skarns and ultra-basites. The analysis of the maps of abnormal magnetic and gravitational fields allowed, in addition to the known here zones of faults in the northwest, to distinguish two meridional zones of shearing that coincide with the separate Lypovenky and Sukhiy Tashlyk sites of development of gold mineralization. Both areas of shearings consist of meridional and latitudinal echelon shears, many of which are bordered with bodies of basites and hyperbasites and accompanied by chains of gold anomalies. Shearing zones belong to the Subot-Moshorino phase of faulting (1.8—1.73 billion years ago), with which the active processes of ore formation of rare and noble metals are connected within the USh. Recommendations for further geological and geophysical investigations within the limits of Lypovenky-Sukhiy Tashlyk area of the Golovanivsk suture zone have been given.

Key words: Ukrainian Shield, Golovanivsk suture zone, gold deposits, basites, hyperbasites, faults, skarns, metasomatites.

References

- Alekhin, V. I., & Gintov, O. B. (2004). Kinematic features, phases of development and metallogeny of the system of latitudinal zones of faults of USh. *Geofizicheskiy zhurnal*, 26 (6), 83—101 (in Russian).
- Galetsy, L. S., & Shevchenko, T. P. (2001). Trans-regional ore-concentrating megazones of activation. In *Geology in the 21st Century: Ways of Development and Prospects* (pp. 70—82). Kiev: Knowledge (in Russian).
- Geological map of crystal base of scale 1 : 200 000. (1990). Sheet M-36-XXXI (Pervomaysk). Kiev: The State Enterprise "Ukrainian Geological Company" (in Russian).
- Gintov, O. B., Entin, V. A., Mychak, S. V., Pavlyuk, V. N., & Zyultsle, 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. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777> (in Russian).
- Gintov, O. B. (2014). Scheme of periodization of faulting stages in the Earth's crust of the Ukrainian Shield — new data and consequences. *Geofizicheskiy zhurnal*, 36 (1), 3—18. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v36i1.2014.116145> (in Russian).
- Duplyak, M. N. (1988). *Searches for nickel ores in the linear weathering crust (Middle Pobuzhie)*. Work Report 1985—1988 178 p. (in Russian).
- Report on deep geological mapping at a scale of 1 : 50,000 with a general search of the territory of sheets M-36-122-B, M-36-134-A, B for 1991—2002 Geological structure and mineral resources between the rivers of the Southern Bug and Yatran. Kyev (in Ukrainian).
- Entin, V. A., Guskov, S. I., Orlyuk, M. I., Gintov, O. B., & Osmak, R. V. (2015). Map of absolute gravity fields values in Ukraine and some aspects of its possible interpretation. *Geofizicheskiy zhurnal*, 37 (1), 53—56. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323> (in Russian).
- Kornienko, P. K. (1994). Searches for silicate nickel in areal weathering crusts in the Pobuzhsky ore district. Report of the ore batch for the works of 1989—1994, 149 p. (in Russian).
- Nechaev, S. V., Gintov, O. B., & Mychak, S. V. (2019a). On a link of rare earth-rare metal and gold-ore mineralization with fault-block tectonics of the Ukrainian Shield. 1. *Geofizicheskiy zhurnal*, 41 (1), 3—32. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158861> (in Russian).
- Nechaev, S. V., Gintov, O. B., & Mychak, S. V. (2019b). On a link of rare earth-rare metal and gold-ore mineralization with fault-block tectonics of the Ukrainian Shield. 2. *Geofizicheskiy zhurnal*, 41 (2), 58—83. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i2.2019.164450> (in Russian).
- Pavlyuk, V. M., Bobrov, O. B., Vysotskiy, B. L., Dovgan, R. M., Zhovynskyy, E. Ya., Kostenko, M. M., Lykov, L. I., & Tsymbal, S. M. (2008). *Report on the theme "Geology, petrology, geochemistry, age and ore bearing of the mafite-ultramafite associations of the western part of the Ush"*. Books 1—6. Kiev: Fund of State Enterprise "Ukrainian Geological Company", 683 p. (in Ukrainian).
- Pavlyuk, O. V. (2010). Native copper and gold in mafitiv weathering crusts and sedimentary rocks of the southwestern part of the Ukrainian Shield: *Candidate's thesis*. Kiev, 2010. 199 p. (in Ukrainian).
- Stepanyuk, L. M., Bibikiva, E. V., Klaessen, S., Ponomarenko, A. N., Dovbush, T. I., & Fedotova, A. A. (2010). To the question of age limits for the formation of the Koshar-Alexander Formation of the Bug series of the Pobuzhye: *Abstracts of the International Scientific and Practical Conference "Stratigraphy, Geochronology and Correlation of Lower Precambrian Rock Formations of the East European Platform Foundation"*. Kiev, UkrNIGRI, 252 p. (in Russian).
- Semka, V. A., Bondarenko, S. M., Pavlyuk, V. M., & Kornienko, P. K. (2006). Gold-bearing skarns of the Kapitanovsky ore field (Dniester-Bug district of the Ukrainian Shield). *Mineralogicheskiy zhurnal*, 28 (2), 94—97 (in Ukrainian).
- Scherbak, N. P., Artemenko, G. V., Lesnaya, I. M., Ponomarenko, A. N. (2005). *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Archaea*. Kiev: Naukova Dumka, 244 p. (in Russian).
- Scherbak, N. P., Artemenko, G. V., Lesnaya, I. M., Ponomarenko, A. N., & Shumlyansky, L. V. (2008). *Geochronology of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic*. Kiev: Naukova Dumka, 240 p. (in Russian).