

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЗМІЄВСЬКА КРІСТІНА ОЛЕГІВНА

УДК [551.243:551.31.231:553.3.41] (043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

РОЗРИВНІ ПОРУШЕННЯ І ЗВ’ЯЗАНА З НИМИ ЗОЛОТОРУДНА
МІНЕРАЛІЗАЦІЯ НА ПРИКЛАДІ СОЛОНЯНСЬКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

04.00.01 – «Загальна та регіональна геологія»

Науки про землю

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Змієвська К.О.

Науковий керівник

Додатко Олександр Дмитрович
доктор геолого-мінералогічних
наук, професор

АНОТАЦІЯ

Змієвська К.О. Розривні порушення і зв'язана з ними золоторудна мінералізація на прикладі Солонянського рудного поля.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.01 – «Загальна та регіональна геологія» – Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Інститут геологічних наук, Національна академія наук України, Київ, 2017.

Дисертацію присвячено удосконаленню способу виявлення розривних порушень та зв'язаною з ними золоторудною мінералізацією на прикладі Солонянського рудного поля з урахуванням закономірностей зв'язку характеристик природного імпульсного електромагнітного поля Землі і золоторудної мінералізації.

Виконано аналіз проявів золоторудної мінералізації на щитах Сибірської та Східно-Європейської платформ – на Алдано-Становому, Анабарському, Балтійському і Українському щитах. Розглянуті наступні родовища: на Алдано-Становому щиті – Рябіновське, Лебединське, Таборне, Куранахське, Бодран, Дует, Нагірне, Оночалах, Гора Рудна, Подвійне, Клич, Сарилах. На Анабарському щиті – Кючус, Сентачан. На Балтійському щиті – родовище Суурікуосікко. На Українському щиті – Балка Золота, Балка Широка, Сергіївське, Сонячний рудопрояр та інші. Встановлено, що на розглянутих щитах, золоторудні родовища, в переважній більшості, тяжіють до зон розривних порушень і генетично пов'язаних з ними лінійних кор вивітрювання.

Для виділення розривних порушень у межах Українського щита використовуються наступні геофізичні методи: сейморозвідка, гравірозвідка, магніторозвідка, електророзвідка.

Таким чином, актуальним завданням є розробка додаткових економічно доцільних і результативних методів вивчення та трасування розривних

порушень та генетично зв'язаних з ними лінійних кор вивітрювання на щитах і кристалічних масивах, які дозволяють вивчати і прогнозувати пов'язану з ними золоторудну мінералізацію.

Для виділення і трасування розривних порушень та лінійних кор вивітрювання, при виконанні роботи, використовувався метод спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ).

Показано, що у зонах розривних порушень і лінійних кор вивітрювання спостерігається різке зниження поля, що реєструється, та його підвищення на бортах цих зон. На деякій відстані від зони, сигнал ПЕМПЗ стабілізується.

Представлені умовні моделі формування сигналу ПЕМПЗ над зонами розривних порушень і лінійних кор вивітрювання.

Розроблено та застосовано методичну рекомендацію щодо використання методу спостереження ПЕМПЗ для виділення тектонічних порушень і лінійних кор вивітрювання.

Ділянки дослідження розташовані на Солонянському рудному полі у межах Середньопридніпровського мегаблока Українського щита. Їх геологічну будову ускладнюють розривні порушення субширотної системи (Девладівський, Широківсько-Шмаківський) та діагональної системи (Західно-Сурський і Дніпродзержинський розломи та розлом Кужелова).

Лінійні кори вивітрювання у межах Солонянського рудного поля поширені локально і розвинені уздовж ослаблених зон тектонічних порушень і контактів літологічних різниць порід. Глибина розвитку лінійних кор вивітрювання становить 150-165 м і більше.

Золоторудні прояви на Сергіївському родовищі тяжіють до кварцових жил і прожилкових зон, а також прожилково-вкраплених руд, які приурочені до лінійних кор вивітрювання.

Золоторудна мінералізація на рудопрояві Сонячний тяжіє до жильних зон, що виконані метасоматитами березит-лиственітового типу, які у більшості випадків є сульфідизовані.

Під час виконання спостережень на ділянках досліджень, спостерігались природні та техногенні перешкоди. Експериментальним шляхом було встановлено, що сигнал ПЕМПЗ може залежати від добових і сезонних коливань, але картина поля при цьому залишається однотипною: зони розривних порушень і лінійних кор вивітрювання спостерігаються в полі у вигляді аномальних зон знижених значень. Коефіцієнти кореляції при добових спостереженнях змінюються у межах $r^2 = 0,985-0,982$, сезонних - $r^2 = 0,878-0,993$.

За результатами виконаної зйомки ПЕМПЗ, побудовані схеми щільності потоку ділянок родовища Сергіївське (М 1: 1 000) та рудопрояву Сонячний (М 1: 2 000), які дозволили трасувати розривні порушення та лінійні кори вивітрювання та встановити просторові закономірності їх поширення.

Виділені розривні порушення і пов'язані з ними лінійні кори вивітрювання, характеризуються зниженими значеннями щільності потоку, на родовищі Сергіївське – менше 9 у.о., на рудопрояві Сонячний – менше 3,8 у.о.

В результаті зіставлення схеми щільності потоку ПЕМПЗ і геологічної карти ділянок Сергіївського родовища і рудопрояву Сонячний, встановлено, що основні структури - рельєф докембрійського фундаменту, рудні тіла, інтрузії, жили і прожилки, знаходять відображення на схемі щільності потоку ПЕМПЗ.

Виявлено, що золоторудна мінералізація на Сергіївському родовищі тяжіє до систем розривних порушень: $40^\circ-45^\circ$ і 315° ; $30^\circ-32^\circ$ і $305^\circ-310^\circ$; 0° і 90° (270°). На Сонячному рудопрояві жильна і прожилкова золоторудна мінералізація тяжіє до систем порушень: $70^\circ-75^\circ$ і $340^\circ-345^\circ$; $12^\circ-17^\circ$. Це дозволило підтвердити, що деформаційні процеси, які сформували мережу розривних порушень у межах Середньопридніпровського мегаблоку, у цілому, зумовили виникнення розривних порушень на Солонянському рудному полі. Отримано патент на спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах.

За даними геофізичних спостережень (карт залишкових аномалій гравітаційного $\Delta g_{зал.}$ і магнітного полів $\Delta T\alpha$), виконаних на ділянці родовища

Сергіївське, були виділені основні напрямки розривних порушень. Їх азимути простягання збігаються з азимутами простягання лінійних структур, виділених за даними ПЕМПЗ.

З метою встановлення закономірностей формування мережі розривних порушень у межах Солонянського рудного поля, використовувалися дані розривної тектоніки Середньопридніпровського мегаблока. Крім того, проведено зіставлення даних розривних порушень Інгульського мегаблоку, а також окремого його фрагмента – Родіонівської ділянки.

На Середньопридніпровському та Інгульському мегаблоках спостерігаються як загальні, так і індивідуальні азимути простягання розривних порушень. У межах кожного з мегаблоків, розвинені свої діагональні системи - на Середньопридніпровському: $12-17^\circ$ і 290° , 40° і 310° , 50° і 320° , на Інгульському: $45-47^\circ$ і 320° . Окремі порушення мають азимути простягання, які не вкладаються в системи: $25^\circ - 30^\circ$, $300^\circ - 305^\circ$, $330^\circ - 335^\circ$, $340^\circ - 345^\circ$, $350^\circ - 355^\circ$.

За даними геофізичних спостережень (карт залишкових гравітаційних аномалій, аномального магнітного поля, залишкового магнітного поля, ПЕМПЗ) у межах родовища Сергіївське та Родіонівської ділянки, найбільш загальними азимутами простягання виділених лінійних структур є: $0^\circ - 360^\circ$, $27-30^\circ$, $65-67^\circ$, 90° , $300-305^\circ$.

Отримані результати щодо застосування методу ПЕМПЗ для встановлення зв'язку золоторудних проявів з геологічними і геофізичними характеристиками виявлених розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, будуть використані при складанні звітів стосовно дослідження золотоносності родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний і включення методу ПЕМПЗ у подальшому у комплекс пошукових робіт на кольорові і благородні метали у межах Сурської ЗКС.

З метою виконання аналізу мінералогічного складу, вмісту золота і рівня ПЕМПЗ, що спостерігалось, були узагальнені дані польових журналів та

відповідних значень ПЕМПЗ на ділянці родовища Сергіївське. За цими даними виділено три зони порід (виразні кварцові жили, виразні кварцові прожилки, породи з інтенсивним окварцюванням), що приурочені до розривних порушень і лінійних кор вивітрювання. Встановлено зв'язок рівня поля і золоторудної мінералізації у зонах розривних порушень і лінійних кор вивітрювання для родовища Сергіївське, що апроксимується квадратичною залежністю – $y = 1,216x^2 - 12,38x + 39,5$. Для рудопрояву Сонячний встановлено зв'язок рівня поля та виявлених жил і прожилків кварц-карбонатного, хлорит-карбонат-кварцового складу, апроксимується лінійною залежністю – $y = 0,43x + 2,1$.

У кожній з виділених зон порід, були виявлені і детально розглянуті ураганні значення вмісту золота, що зустрінуті в окремих пробах. У першій зоні, ураганний вміст золота становить: 31,12 г/т, 35,0 г/т, 23,3 г/т і 17 г/т. У другій зоні – відповідно: 52,4 г/т, 23,0 г/т, 40,2 г/т. У третій зоні – 34,4 г/т, 15,6 г/т, 32,2 г/т, 17,6 г/т, 23,3 г/т, 25,1 г/т.

Встановлено, що свердловини з ураганними значеннями вмісту золота, на Сергіївському родовищі тяжіють до зон перетину розривних порушень, що контролюються Девладівським розломом та перетинаючими його розломами діагональної системи.

Згідно виконаному розрахунку, ефективність запропонованого способу виявлення розривних порушень у кристалічних породах з використанням методу спостереження ПЕМПЗ, на прикладі родовища Сергіївське, складає 85,8 %.

Ключові слова: розривні порушення, лінійні кори вивітрювання, золоторудна мінералізація, природне імпульсне електромагнітне поле Землі, золоторудні родовища.

ABSTRACT

Zmiievska K.O. Explosive disturbances and associated gold-bearing mineralization on an example of Solonyansky ore field.

Thesis for a candidate degree in geological sciences by specialty 04.00.01 - General and regional geology - State Higher Educational Institution "National Mining University", Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2017.

The dissertation is devoted to the improvement of the method of detecting bursting violations and associated gold mineral mineralization on an example of the Solonianske ore field, taking into account the regularities of the connection between the characteristics of the natural impulse electromagnetic field of the Earth and gold ore mineralization.

An analysis of the manifestations of gold mineral mineralization on the boards of the Siberian and East European platforms - on the Aldano-Stanovomu, Anabarskomu, Baltic and Ukrainian shields. The following deposits are considered: on the Aldano-Stanovomu shield - Riabinovske, Lebedynske, Taborne, Kuranakhske, Bodran, Duet, Nahirne, Onochalakh, Hora Rudna, Podviine, Klych, Sarylakh. On the Anabarskomu shield - Kiuchus, Sentachan. On the Baltic shield, the deposit Suurikuosikko. On the Ukrainian shield - the Balka Zolota, Balka Shyroka, Serhiivske, Soniachnyi ore and others. It was established that on the panels under consideration, gold deposits, in the vast majority, tend to zones of bursting violations and genetically related linear weathering confinement.

The following geophysical methods are used to distinguish bursting violations within the boundaries of the Ukrainian Shield: seismic exploration, gravision detection, magnetizing, and electric exploration.

Thus, the actual task is to develop additional economically expedient and effective methods for the study and tracing of bursting violations and genetically related linear weathering on shields and crystalline massifs that allow them to study

and predict the gold mineralization associated with them.

For the selection and tracing of bursting violations and linear weathering, during the performance of work, the method of observing the natural impulse electromagnetic field of the Earth (NIEMFE) was used.

It is shown that in the zones of discontinuous disturbances and linear weathering erosion, there is a sharp decrease in the recorded field and its increase on the sides of these zones. At some distance from the zone, the NIEMFE signal is stabilized.

Conditional models of NIEMFE signal formation over zones of discontinuous disturbances and linear weathering systems are presented.

The methodical recommendation for using the NIEMFE observation method for the allocation of tectonic disturbances and linear weathering is developed and applied.

The research sites are located on the Solonianskomu ore field within the limits of the Middle Pridniprovsky megablock of the Ukrainian Shield. Their geological structure is complicated by break-out violations of the sub-latitudinal system (Devladivskyi, Shyrovivsko-Shmakivskyi) and the diagonal system (West-Surskyi and Dniprodzerzhynskyi faults and Kozhelov's fault).

Linear weathering crust within the Solonian ore field is distributed locally and developed along the weakened zones of tectonic disturbances and contacts of lithological differences of rocks. The depth of the linear weathering crust is 150-165 m or more.

Gold ore manifestations in the Serhiivske field tend to quartz veins and vein zones, as well as vein-impregnated ores, which are confined to linear weathering crust.

Gold mineralization on the ore-bearing Soniachnyi is gravitating to the vein zones, which are made by metasomatites of birch-larch-type, which in most cases are sulfidized.

Observations on research sites revealed natural and man-made obstacles. Experimentally, it was found that the NIEMFE signal may depend on daily and seasonal oscillations, but the picture of the field remains the same: the zone of discontinuous disturbances and linear weathering crust are observed in the field in the form of abnormal zones of reduced values. The correlation coefficients for daily observations vary within $r^2 = 0.985-0.982$, seasonal - $r^2 = 0.878-0.993$.

According to the results of the survey conducted by NIEMFE, schemes of flow density of the deposits of Serhiivske (scale 1: 1 000) and Soniachnyi (scale 1: 2 000) mines have been constructed, which allowed to trace burst violations and linear weathering crust and establish the spatial patterns of their propagation.

Dedicated burst violations and associated linear weathering crust, characterized by lower values of the density of the stream, at the deposit of Serhiivske - less than 9 conditional units, on the ore Soniachnyi - less than 3.8 conditional units.

As a result of the comparison of the flow diagram of the NIEMFE and the geological map of the sites of the Serhiivske deposit and the Soniachnyi ore, it is established that the main structures - the relief of the Precambrian basement, ore bodies, intrusions, veins and veins, are reflected in the scheme of the flux density of NIEMFE.

It was revealed that gold mineralization in the Serhiivske field tends to systems of discontinuous disturbances: $40^\circ-45^\circ$ and 315° ; $30^\circ-32^\circ$ and $305^\circ-310^\circ$; 0° and 90° (270°). In the Soniachnyi ore, the the vein and veinlet gold mineralization tends to violations of system: $70^\circ-75^\circ$ and $340^\circ-345^\circ$; $12^\circ-17^\circ$. This allowed us to confirm that the deformation processes that formed the network of bursting violations within the Srednepridneprovsky megablock in general led to the emergence of discontinuous violations in the Solonianske ore field. The patent for the method of detecting discontinuous disturbances in crystalline rocks is obtained.

According to geophysical observations (maps of residual anomalies of gravitational $\Delta g_{res.}$ and magnetic fields $\Delta T\alpha$), performed on the site of the Serhiivske

deposit, the main directions of bursting violations were identified. Their azimuth stretches coincide with the azimuths of the extension of the linear structures, selected according to the NIEMFE.

In order to establish the regularities of the formation of a network of bursting violations within the Solonianske ore field, the data of the discontinuous tectonics of the Srednepridneprovsky megablock was used. In addition, a comparison of the data of discontinuous violations of the Ingul Megablock, as well as its separate fragment - Rodionivskoi area, was performed.

In the Srednepridneprovsky and Ingul megablock, both general and individual azimuths are observed for breaking breaks. Within each of the megablocks, their diagonal systems are developed - in the Srednepridneprovsky megablock: 12-17° and 290°, 40° and 310°, 50° and 320°, in Ingulsky: 45-47° and 320°. Separate violations have azimuth extensions that do not fit into the system: 25° - 30°, 300° - 305°, 330° - 335°, 340° - 345°, 350° - 355°.

According to geophysical observations (maps of residual gravitational anomalies, anomalous magnetic field, residual magnetic field, NIEMFE) within the deposits of Serhiivske and Rodionivskoi area, the most common azimuths of the stratified line structures are: 0° -360°, 27-30°, 65° -67°, 90°, 300-305°.

The obtained results regarding the application of the NIEMFE method for establishing the connection of gold deposits with the geological and geophysical characteristics of the detected bursting violations and the linear weathering crust will be used in drawing up reports on the study of the gold content of the deposit of Serhiivske and the Soniachnyi ore and the inclusion of the NIEMFE method in the future into a complex of search works on colored and noble metals within Surskoi green-stone structure.

In order to carry out the analysis of the mineralogical composition, the content of gold and the observed level of NIEMFE, the data of field journals and the corresponding values of NIEMFE at the site of the Serhiivske deposit were

generalized. According to these data, three zones of rocks are distinguished (expressive quartz veins, expressive quartz veins, rocks with intense cleavage) that are confined to bursting violations and linear weathering crust. The connection between the level of the field and the gold mineral mineralization in the zones of bursting violations and the linear weathering crust for the Serhiivske deposit is approximated by the quadratic dependence - $y = 1,216x^2 - 12,38x + 39,5$. For the Soniachnyi ore the correlation between the level of the field and the detected veins and veins of quartz-carbonate, chlorite-carbonate-quartz composition, is approximated by linear dependence - $y = 0,43x + 2,1$.

In each of the selected zones of the breeds, the hurricane values of the gold content encountered in individual samples were detected and analyzed in detail. In the first zone, the hurricane content of gold is: 31.12 g/t, 35.0 g/t, 23.3 g/t and 17 g/ t. In the second zone - respectively: 52.4 g/t, 23.0 g/t, 40.2 g/t. In the third zone - 34.4 g/t, 15.6 g/t, 32.2 g/t, 17.6 g/t, 23.3 g/t, 25.1 g/t.

It was established that wells with hurricane values of gold content in the Serhiivske deposit tend to the zones of intersection of bursting violations controlled by Devladiivskyi fault and intersecting its fractures of the diagonal system.

According to the performed calculation, the effectiveness of the proposed method for detecting discontinuous disturbances in crystalline rocks using the observation method of NIEMFE, on the example of the deposit of Serhiivske, is 85.8%.

Keywords: discontinuous violations, linear weathering crusts, gold mineralization, natural impulse electromagnetic field of the Earth, gold ore deposits.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ

1. Додатко А.Д., Сравнительный анализ кор выветривания щитов Восточно-Европейской и Сибирской платформ / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Науковий вісник НГУ, №4, 2012, - с. 22-29 (особистий внесок – аналіз

фактичного матеріалу по короутворенню на щитах Східно-Європейської та Сибірської платформ, встановлення приуроченості рудних родовищ до зон розломів або вузлів їх перетину).

2. Додатко А.Д. Детализация тектонических особенностей участка Сергеевского месторождения с использованием метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская, Н.А. Козар // Науковий вісник НГУ, №1, 2013, - с. 5-10. (особистий внесок – проведення польових робіт по виділенню розривних порушень за даними спостереження ПЕМПЗ).

3. Додатко А.Д. Особенности линейных кор выветривания и тектонических нарушений высоких порядков на примере месторождения Сергеевское Солонянского рудного поля / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Зб. наук. пр. Національного гірничого університету, Вип. 42, 2013, - с. 11-17. (особистий внесок – встановлення причетності золоторудних проявів та інтрузивних тіл до розривних порушень).

4. Zmiyevskaya K.O. Comparative analysis of spatial regularities of the development of high-order breaking failures within the areal fragments of Srednepridneprovskii and Ingulskii megablocks of Ukrainian shield // Зб. наук. пр. Національного гірничого університету. - 2014. – Вип. 44, с. 17-21.

5. Змиевская К.О. Роль тектонического фактора при разведке и разработке рудных и нерудных месторождений // Сб. научн. тр. Геотехническая механика. - 2014. – Вып. 118, с. 104-113.

6. Змиевская К.О. Анализ золоторудной минерализации и уровня наблюдаемого естественного импульсного электромагнитного поля Земли на примере участка Сергеевского месторождения // Зб. наук. пр. Національного гірничого університету. - 2015. – Вип. 46, с. 18-24.

7. Змиевская К.О. Особенности распространения разрывных нарушений и линейных кор выветривания и их связь с золоторудной минерализацией на

участке рудопроявления Солнечное (Солонянское рудное поле) // 3б. наук. пр. Національного гірничого університету. - 2015. Вип. 48. с. 23-29.

8. Zmiyevskaya K. Faults and linear crusts of weathering as a gold-controlling factor // Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining, New developments in mining engineering. – 2015. - P. 415-417.

9. Змиевская К.О. Результаты сопоставления золотоносности участков Солонянского рудного поля: Сб. научн. тр. Качество минерального сырья. – Кривой Рог, 2017. - Том I. с.442-450.

10. Патент № 99831, Україна, МПК G01V3/00 Спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах / Змієвська К.О. (Україна) ; заявник і патентоволодар Змієвська К.О. – и 2015 00013; заявл. 05.01.2015 ; опубл. 25.06.2015 ; пріоритет від 25.06.2015, Бюл. №12. – 5 с.

11. Додатко А.Д. Предпосылки проведения исследований методом ЕИЭМПЗ для детализации тектонической схемы Сергеевского месторождения / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Матеріали ІІІ всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених: «Наукова весна – 2012» 29 березня 2012 р., м. Дніпропетровськ. Дніпропетровськ: НГУ, 2012 р. - с. 162-163.

12. Додатко А.Д. Анализ связи золоторудной минерализации и уровня наблюдаемого ЕИЭМПЗ / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Матеріали V всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених: «Наукова весна 2014» 26-27 березня 2014 р., м. Дніпропетровськ. Дніпропетровськ: НГУ, 2014 р. - с. 216-217.

13. Змиевская К.О. Применение метода наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля Земли при детальной разведке золоторудных месторождений / К.О. Змиевская // Материалы международной конференции международной научно школы академика К.Н. Трубецкого: «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр»

23-27 июня 2014 г., г. Москва. М.: ИПКОН РАН, 2014. - с. 215-218.

14. Змиевская К.О. Отражение геологических структур участков Солонянского рудного поля в физических полях / К.О. Змиевская // Материалы международной конференции международной научно школы академика К.Н. Трубецкого: «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» 20-24 июня 2016 г., г. Москва. М.: ИПКОН РАН, 2016. - с. 184-186.

15. Змиевская К.О. Суточные и сезонные вариации естественного импульсного электромагнитного поля Земли и их влияние на итоговую картину наблюдаемого поля / К.О. Змиевская // Международная научная школа молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке – глазами молодых» 21-25 ноября 2016 г., г. Москва. М.: ИПКОН РАН, 2016. - с. 38-40.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАК, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ

I ТЕРМІНІВ.....	14
ВСТУП.....	15
1 СТАН ДОСЛІДЖЕНОСТІ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕНЬ І ЛІНІЙНИХ КОР ВИВІТРЮВАННЯ ЯК ЗОЛОТОКОНТРОЛЮЮЧИХ СТРУКТУР НА ЩИТАХ СХІДНО-ЄВРОПЕЙСЬКОЇ І СИБІРСЬКОЇ ПЛАТФОРМ.....	21
1.1 Аналіз досліджень золоторудних родовищ на Східно-Європейській і Сибірській платформах	21
1.2 Дослідження розривних порушень і лінійних кор вивітрювання Алдано-Станового і Анабарського щитів.....	27
1.3 Дослідження розривних порушень і лінійних кор вивітрювання Балтійського і Українського щитів.....	38
1.4 Аналіз геологічних умов золоторудних родовищ України.....	46
1.5 Результати досліджень розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на Українському щиті.....	49
1.6 Висновки, мета, задачі та методи дослідження.....	50
2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕНЬ, ЛІНІЙНИХ КОР ВИВІТРЮВАННЯ І СУПУТНЬОЇ ЗОЛОТОРУДНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ	52
2.1 Геофізичні методи розвідки, що використовуються для виявлення розривних порушень на кристалічних щитах.....	52
2.2 Геофізичні методи досліджень, що використовуються в межах Солонянського рудного поля, Сергіївського родовища і їх результати...	53
2.3 Використання методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі.....	56
2.4 Апаратура, що використовувалась для спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі.....	60
2.5 Відображення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання в природному імпульсному електромагнітному полі Землі.....	62
2.6 Методика спостереження природного імпульсного електромагнітного	

поля Землі на ділянках родовища Сергіївське і рудопрояву Сонячний.....	67
2.7 Комплексування геологорозвідувальних даних, золоторудних проявів і даних спостережень природного імпульсного електромагнітного поля Землі.....	72
2.8 Спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах.....	76
Висновки по розділу.....	77
3 ГЕОЛОГО-ТЕКТОНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОДОВИЩА СЕРГІЇВСЬКЕ І РУДОПРОЯВУ СОНЯЧНИЙ.....	79
3.1 Аналіз геологічної позиції Солонянського рудного поля (Український щит, Середньопридніпровський мегаблок).....	79
3.2 Дослідження геологічної будови родовища Сергіївське	90
3.3 Дослідження геологічної будови рудопрояву Сонячний.....	105
3.4 Дослідження тектонічних особливостей родовища Сергіївське і рудопрояву Сонячний.....	109
Висновки по розділу.....	119
4 РЕЗУЛЬТАТИ ВИДІЛЕННЯ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕНЬ І ЛІНІЙНИХ КОР ВИВІТРЮВАННЯ НА ДІЛЯНКАХ ДОСЛІДЖЕННЯ РОДОВИЩА СЕРГІЇВСЬКЕ І РУДОПРОЯВУ СОНЯЧНИЙ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ЗОЛОТОРУДНОЮ МІНЕРАЛІЗАЦІЄЮ.....	121
4.1 Експериментальні спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі у різні часи доби і року.....	121
4.2 Комплексний аналіз даних спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі і геологічної карти ділянок родовища Сергіївське і рудопрояву Сонячний.....	125
4.3 Аналіз просторових закономірностей розвитку розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на Солонянському рудному полі за даними дослідження фізичних полів.....	132
4.4 Порівняльний аналіз просторових закономірностей розвитку розривних порушень на фрагментах ділянок Середньопридніпровського і Інгульського мегаблоків Українського щита.....	136

4.5 Дослідження зв'язку геологічної будови, золоторудної мінералізації і рівня природного імпульсного електромагнітного поля Землі, що спостережується на прикладі ділянки Сергіївського родовища та рудопрояву Сонячний.....	140
Висновки по розділу.....	160
ВИСНОВКИ.....	164
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	167
ДОДАТОК А Методична рекомендація з використання методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі для виділення тектонічних порушень і лінійних кор вивітрювання на золоторудних родовищах.....	183
ДОДАТОК Б Довідка про впровадження результатів дослідження лінійних кор вивітрювання на окремих ділянках родовища Сергіївське і рудопрояву Сонячний.....	184
ДОДАТОК В Список публікацій здобувача та відомості про апробацію результатів дисертації.....	185

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАК, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

СЄП – Східно-Європейська платформа

СП – Сибірська платформа

УЩ – Український щит

СПМБ – Середньопридніпровський мегаблок

ІМБ – Інгульський мегаблок

ННЧ – наднизькі частоти

ЕМВ – електромагнітне випромінювання

РХІПДС – радіохвильовий індикатор пружно-деформованого стану

ПІЕМПЗ (у.о.) – природне імпульсне електромагнітне поле Землі, (умовні одиниці щільності потоку)

ЗКС – зеленокам'яна структура

ВПА – вулканно-плутонічна асоціація

ГЗО – граніт-зеленокам'яна область

ГЗС – граніт-зеленокам'яна структура

$\Delta g_{\text{ост.}}$ – остаточні аномалії гравітаційного поля

$\Delta T\alpha$ – аномальне магнітне поле

Розривне порушення – загальна назва багатьох видів тектонічних порушень, що супроводжуються переміщенням розірваних частин геологічних тіл одне щодо одного.

Розривні порушення високих порядків – структури, що характеризуються порушенням суцільності порід, що розділяє їх поверхнею розриву (довжиною від перших метрів до десяти метрів).

Лінійні кори вивітрювання – морфологічний тип, які представляють собою витягнуті лінійні тіла, які розвинуті по тектонічних тріщинах (тріщинні кори), уздовж контактів двох товщ різного складу (лінійно-контактові кори), а також кори, що виникають на жилах і дайках різних порід, у межах зон гідротермальних змін.

ВСТУП

Актуальність роботи. З тектонічними порушеннями та приуроченими до них лінійними корадами вивітрювання Українського щита пов'язані родовища залізних руд, рідкоземельних мінералів, нікелю, марганцю, золота та інших корисних копалин. У зв'язку з цим, вони є важливим і актуальним об'єктом дослідження, вивченню якого присвячені роботи провідних вчених: В.І. Вернадського, К.Д. Глінки, Д.С. Гурського, О.Д. Додатко, В.В. Докучаєва, В.П. Казарінова, С.С. Круглова, Б.М. Михайлова, Б.Б. Полинова, М.М. Страхова, О.Є. Ферсмана, О.Ф. Якушової та інших.

Середньопридніпровська граніт-зеленокам'яна область складена ранньодокембрійськими комплексами слабометаморфізованих осадових вулканогенних і інтрузивних порід. Вони є найбільш продуктивними структурами Українського щита.

До розривних порушень у зеленокам'яних структурах Середнього Придніпров'я тяжіє цілий ряд золоторудних родовищ, рудопроявів і численних точок золоторудної мінералізації: Сергіївське, Балка Золота, Балка Широка, Сонячний, Дорожній, Новий, Центральний, Розрахунковий та інші. Вони, останні роки вивчалися О.Б. Бобровим, М.Ю. Дищуком, І.В. Жильцовою, Л.В. Ісаковим, В.М. Кравченко, О.К. Малиновським, В.С. Монаховим, О.В. Орлінською, В.Т. Погрібним, М.В. Рузіною, Л.О. Рязанцевою, В.В. Сукачем, Н.Т. Цимою, та іншими.

У дисертації наведені результати досліджень, які були спрямовані на удосконалення методів виділення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, до яких тяжіють рудні і, зокрема, золоторудні прояви. Незважаючи на великі обсяги пошукових геолого-геофізичних робіт з вивчення золотоносності корінних порід, розривні порушення і лінійні кори вивітрювання, як золотоконтролюючі структури, недостатньо вивчені і тому є перспективними і актуальними об'єктами розвідки і досліджень. Поряд з класичними геофізичними методами - сейсморозвідкою, електророзвідкою,

магніторозвідкою і гравірозвідкою, що використовуються для виділення розривних порушень, в останні роки, залучаються більш економічні і досить інформативні методи. Одним з таких методів є метод спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ).

Метод ПЕМПЗ у 2004 р. був включений до нормативних документів Державного комітету природних ресурсів України, як геофізичний експрес-метод оцінки пружно-деформованого стану порід.

У зв'язку з цим, удосконалення способу виявлення, трасування розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на основі встановлених закономірностей зв'язку характеристик природного імпульсного електромагнітного поля Землі і золоторудної мінералізації є актуальною науковою задачею, що має велике значення для геологорозвідувальної галузі і вимагає свого рішення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано відповідно до державної програми «Золото України», яка затверджена постановою КМ України № 532 від 16.05.1996 р., Законом України про затвердження загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р. (із змінами та доповненнями від 17.05.2012 р. № 4731-VI).

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає у встановленні закономірностей поширення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, а також їх зв'язку з золоторудною мінералізацією на прикладі ділянок Солонянського рудного поля.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз даних, що відображають сучасний стан вивченості порушених зон і пов'язаної з ними рудної і, зокрема, золоторудної мінералізації на щитах Східно-Європейської та Сибірської платформ, у тому числі, на Українському щиті;

- удосконалити спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах;
- розробити методичну рекомендацію щодо використання методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі для виділення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання;
- за даними спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі виділити розривні порушення і лінійні кори вивітрювання і встановити просторові закономірності їх поширення на ділянках родовища Сергіївське, рудопрояву Сонячний;
- встановити закономірності між характеристиками природного імпульсного електромагнітного поля Землі в зонах розривних порушень, лінійних кор вивітрювання і приуроченої до них золоторудної мінералізації на ділянках дослідження.

Ідея роботи – полягає у застосуванні методу природного імпульсного електромагнітного поля Землі для встановлення зв'язку золоторудних проявів з геологічними і геофізичними характеристиками виявлених розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на схемах М 1: 1 000, М 1: 2 000.

Об'єкт дослідження – родовище Сергіївське, рудопрояв Сонячний Солонянського рудного поля.

Предмет дослідження – розривні порушення, лінійні кори вивітрювання, та золоторудна мінералізація що до них тяжіє.

Методи дослідження. В роботі використано комплексний метод досліджень, який включав: збір та аналіз геологічних матеріалів, метод спостереження ПЕМПЗ, обробку та аналіз результатів спостережень ПЕМПЗ і структурно-геологічної інформації, статистичні методи обробки інформації, порівняльний аналіз проявів золоторудної мінералізації за даними буріння та характеристик поля.

Наукова новизна одержаних результатів:

– вперше, з використанням методу спостереження ПЕМПЗ, у корінних породах, що перекриті осадовими відкладами, на ділянках родовища

Сергіївське (М 1: 1 000) і рудопрояву Сонячний (М 1: 2 000), виділені розривні порушення і пов'язані з ними лінійні кори вивітрювання, що характеризуються зниженими значеннями щільності потоку, на родовищі Сергіївське – менше 9 у.о., на рудопрояві Сонячний – менше 3,8 у.о. Доведено, що виділення структур не залежить від добових та сезонних коливань ПЕМПЗ.

– встановлено, що золоторудна мінералізація на Сергіївському родовищі тяжіє до систем розривних порушень: 40° - 45° і 315° ; 30° - 32° і 305° - 310° ; 0° і 90° (270°), а на Сонячному рудопрояві жильна і прожилкова золоторудна мінералізація тяжіє до систем порушень: 70° - 75° і 340° - 345° ; 12° - 17° , що дозволило підтвердити, що деформаційні процеси, які сформували мережу розривних порушень у межах СПМБ, у цілому, зумовили виникнення розривних порушень на Солонянському рудному полі.

– вперше встановлено зв'язок рівня ПЕМПЗ та золоторудної мінералізації у зонах розривних порушень і лінійних корах вивітрювання для родовища Сергіївське, що апроксимується квадратичною залежністю, а для рудопрояву Сонячний – лінійною.

Обґрунтованість і достовірність наукової новизни, висновків і рекомендацій підтверджується застосуванням апробованих методик, обсягом польових спостережень (на родовищі Сергіївське – 8060 п.м., – на рудопрояві Сонячний – 2860 п.м.); кількістю повторних спостережень – 20%; відтворюваністю результатів спостереження на північному і південному фрагментах ділянки родовища Сергіївське (у північній частині $r^2=0,83$, у південній частині $r^2=0,84$); обсягом проаналізованих і зіставлених даних буріння – на ділянці родовища Сергіївське – 59 свердловинами (20513 п.м.); на ділянці рудопрояву Сонячний – 2 свердловинами (573,5 п.м.); відповідністю основних геологічних структур (рельєфу докембрійського фундаменту, розвитком рудних тіл, інтрузій, жил та прожилків) ділянкам на схемі щільності потоку ПЕМПЗ; збігом азимутів простягання розривних порушень, виділених за даними гравірознавства, магніторозвідки та ПЕМПЗ.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей зв'язку характеристик природного імпульсного електромагнітного поля Землі і золоторудної мінералізації.

Практичне значення отриманих результатів полягає у:

- розробці рекомендації "Методична рекомендація щодо застосування методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) для виділення тектонічних порушень і лінійних кор вивітрювання";
- удосконаленні способу виявлення розривних порушень у кристалічних породах;
- отриманні патенту України № 99831 «Спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах»;
- побудові схеми щільності потоку ПЕМПЗ ділянок родовища Сергіївське (М 1: 1 000) та рудопрояву Сонячний (М 1: 2 000), які дозволили виділити розривні порушення та лінійні кори вивітрювання, встановити їх зв'язок з золоторудною мінералізацією, а також довести, що основні структури геологічної карти ділянок дослідження знаходять відображення на схемі щільності потоку ПЕМПЗ.

Реалізація результатів досліджень. Основні результати роботи передані у вигляді висновку, відповідно до договору про співпрацю між ДВНЗ «Національний гірничий університет» і КП «Південукргеологія». Отримані результати будуть використовуватися при складанні звітів стосовно дослідження золотоносності родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний і включення методу ПЕМПЗ у подальшому у комплекс пошукових робіт на кольорові і благородні метали у межах Сурської ЗКС. Отримана довідка про впровадження результатів дослідження.

Особистий внесок автора. Дисертація є результатом наукових і експериментальних досліджень автора. Автором самостійно сформульовані мета та ідея роботи, наукова новизна, поставлено задачі досліджень та шляхи їх вирішення, висновки і рекомендації, виконано комплекс досліджень, що включають польові спостереження і камеральну обробку результатів ПЕМПЗ,

комплексування даних геолого-геофізичних робіт та даних щодо золоторудної мінералізації. Текст дисертації викладено особисто автором.

Апробація результатів роботи. Основні положення та окремі результати роботи доповідались на III та V всеукраїнських науково-технічних конференціях студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна – 2012, 2014». (м. Дніпропетровськ – 29 березня 2012 р., 26-27 березня 2014 р., форма участі - очна), на першій та другій міжнародній науковій школі академіка К.Н. Трубецького «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» (м. Москва – 23-27 червня 2014 р., 20-24 червня 2016 р., форма участі - заочна), на 13 міжнародній науковій школі молодих вчених та спеціалістів «Проблемы освоения недр в XXI веке – глазами молодых» (м. Москва – 21-25 листопада 2016 р., форма участі - заочна).

Публікації. Основні результати дисертації висвітлено у 15 друкованих роботах, з яких 10 одноосібно, серед них: 7 статей у наукових фахових виданнях України, 2 з яких входять до переліку міжнародних науково-метричних баз, 1 стаття в науковому міжнародному виданні, 1 патент та 5 тез доповідей та матеріалів на конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, переліку умовних познач, символів, одиниць, скорочень і термінів, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 120 сторінок машинописного тексту, 38 малюнків, 7 таблиць, 5 сторінок додатків, загальний обсяг роботи 192 сторінки.

1 СТАН ДОСЛІДЖЕНОСТІ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕНЬ І ЛІНІЙНИХ КОР ВИВІТРЮВАННЯ ЯК ЗОЛОТОКОНТРОЛЮЮЧИХ СТРУКТУР НА ЩИТАХ СХІДНО-ЄВРОПЕЙСЬКОЇ І СИБІРСЬКОЇ ПЛАТФОРМ

1.1 Аналіз досліджень золоторудних родовищ на Східно-Європейській і Сибірській платформах

Відомо, що значна кількість родовищ корисних копалин світу пов'язана з розривними порушеннями та лінійними кора́ми вивітрювання та продуктами їх перевідкладення. Найважливішими з них є: залізо, золото, силікати, кобальт - нікелеві руди, марганець, боксити, рідкоземельні метали, магнезит, тальк, барит і інші.

На континентах більшість родовищ рудоносних кор вивітрювання приурочено до стійких ділянок земної кори – древнім платформам, щитам та складчастим областям. Класичними прикладами є щити Східно-Європейської та Сибірської платформ з добре вивченими в їх межах розривними порушеннями і кора́ми вивітрювання.

Площадні кори вивітрювання містять комплекси гірських порід і руд, що сформувалися в континентальних субаеральних умовах у результаті хімічного вивітрювання магматичних, осадово-метаморфічних порід і рудних родовищ. Вивітрювання є одним з найбільш важливих екзогенних процесів у формуванні лінійних кор вивітрювання, зокрема – диференціації речовини в розломних зонах земної кори.

Основними агентами зміни вихідних порід служать вода, кисень, вуглекислота, оксиди азоту та сірки. Велике значення в розвитку процесів гіпергенного руйнування вихідних порід і аутогенного мінералоутворення мають температурний режим і енергії сонячної радіації. Найбільш інтенсивно процеси вивітрювання протікають у зонах, близьких до денної поверхні, де існують максимально сприятливі умови інфільтрації атмосферних опадів. По мірі збільшення глибини, змінюється склад вод і, як наслідок, змінюється інтенсивність і спрямованість процесів хімічного вивітрювання. Глибинне

вивітрювання дозволяє розглянути весь комплекс корисних копалин, формування яких пов'язане з цією зоною. Основні хімічні процеси, що відбуваються в корі вивітрювання: гідратація, розчинення, обмінні реакції, гідроліз, окисно-відновні явища [1, 2].

В результаті аналізу поширення золоторудної мінералізації в межах щитів Східно-Європейської та Сибірської платформ встановлено, що золоторудна мінералізація тяжіє до розривних порушень і лінійних кор вивітрювання.

Дослідженнями зв'язку розривних порушень і лінійних кор вивітрювання в різний час займалися: В.В. Білоусов, М.В. Гзовський, В.П. Петров та інші [3-5]. Розривні порушення являють собою пластинообразні тіла, що відрізняються від вміщуючих їх порід меншою щільністю. В окремих випадках – це середовище, що заповнене уламками оточуючих порід, або магматичними розплавами, що закристалізувались або мінеральними зернами, які викристалізувались з підземних вод, що просочилися по розривах. У таких випадках, по розривним порушенням відбувається розвиток лінійних кор вивітрювання [2].

Формування розривних порушень відбувалося шляхом об'єднання багатьох дрібних порушень, що виникли раніше - більш високих порядків. При дослідженні гідротермальних рудних родовищ встановлено, що рудоносні розчини переміщуються з глибоких частин земної кори по великим розривам, від яких вони розходяться в бік по додатковим дрібним порушенням. У деяких випадках, руда міститься у швах лише дрібних розривів, тоді як великі розриви безрудні [6].

У зв'язку з цим, особливу увагу необхідно приділяти виявленню і картуванню розривних порушень високих порядків.

Поблизу від великого розриву в межах товщі, сприятливої для рудовідкладення, може розташовуватися проникна для гідротермальних розчинів зона, що розсічена кілька більш ранніми численними, відносно дрібними розривами. Безрудність великого розриву в таких випадках може пояснюватися тим, що надходження гідротермальних розчинів з глибини відбувалося в той час, коли в сприятливій для зруденіння товщі розвивалися

тільки дрібні розриви. Ймовірно, до часу появи великого розриву, рудоносні розчини перестали існувати [7, 8].

Таким чином, лінійна кора вивітрювання генетично пов'язана з розривним порушенням і є наступним етапом її формування. Лінійна кора вивітрювання виникає при наявності розривного порушення або на контакті двох різновидів гірських порід при їх моноклинальному заляганні. При наявності субвертикального розривного порушення в однорідному масиві гірської породи, в зоні порушення спостерігається послідовне загасання руйнування породи в обидві сторони від площини порушення. При моноклинальному заляганні двох порід, зона проникності також розташовується вздовж площини контакту, але на відміну від попереднього випадку виявляється асиметричною за своєю будовою. Циркуляція водних розчинів у процесі формування кори вивітрювання відбувалася одночасно у двох взаємно перпендикулярних напрямках [9].

У зв'язку з вищесказаним, при дослідженні розвитку золоторудної мінералізації з використанням комплексу геолого-геофізичних методів, не має принципового значення поділ на розривні порушення та лінійні кори вивітрювання.

Багато питань, що пов'язані з утворенням родовищ золота в корах вивітрювання і чинники, які контролюють поведінку золота в процесі вивітрювання, залишаються поки що недостатньо дослідженими [10].

Дослідження лінійних кор вивітрювання, що розташовані у межах Східно-Європейської та Сибірської платформ представляє інтерес, перш за все, тому, що з ними пов'язані родовища різних груп корисних копалин [11].

Одним з перших, вивченням лінійних кор вивітрювання займався І.І. Гінзбург в середині XX століття [1]. За його визначенням, «лінійна кора вивітрювання» це морфологічний тип кори вивітрювання, що утворює витягнуті неправильні тіла по тектонічних тріщинах – тріщині кори або лінійні кори вивітрювання. Ці структури розвинуті уздовж контактів двох товщ різного складу з іншими породами (лінійно-контактові кори). Також широко поширені

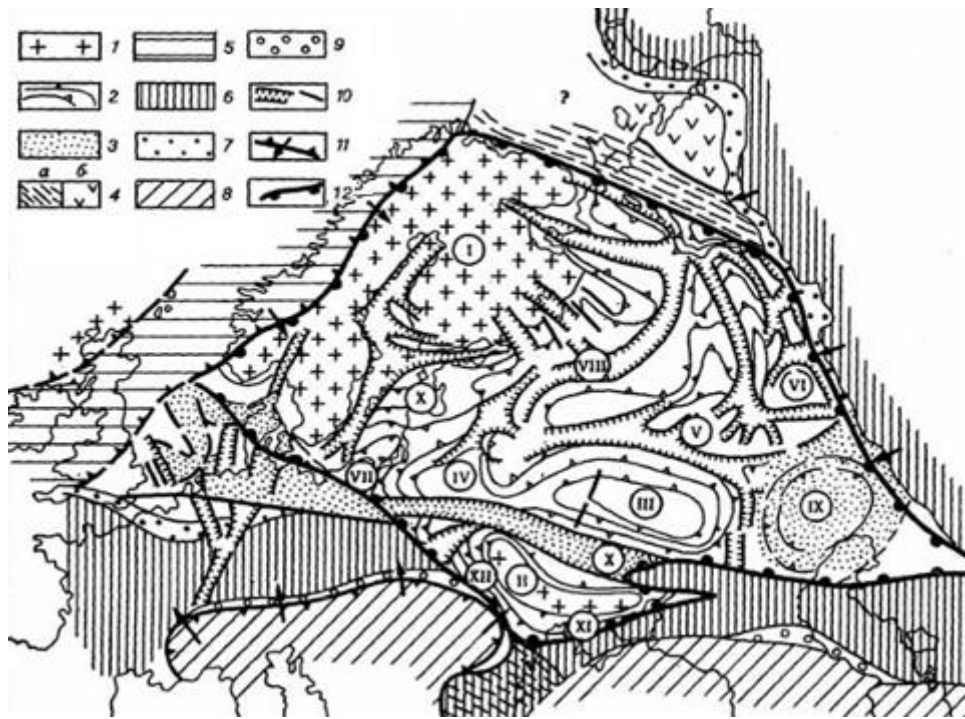
кори, що виникають на жилах і дайках різних порід, у межах зон гідротермальних змін [12].

Існує уявлення, що у формуванні лінійних кор вивітрювання беруть участь вадозні розчини, з якими пов'язані міграція хімічних елементів і, можливо, метасоматичне заміщення одних мінералів іншими. Такий процес може бути приурочений до розломів і зон підвищеної тріщинуватості у вигляді кишень, що глибоко залягають [13].

Великий внесок у вивчення утворення лінійних кор вивітрювання внесено також Ю.Ю. Бугельським, В.І. Вернадським, І.В. Вітовською, К.Д. Глинкою, О.Д. Додатко, В.В. Докучаєвим, В.П. Казаріновим, Б.М. Михайловим, В.П. Петровим, Б.Б. Полиновим, Д.Р. Сапожниковим, Н.М. Страховим, О.Є. Ферсманом, А.Г. Черняховським, А.Ф. Якушовою і багатьма іншими вченими [1, 14-17].

Розглянемо поширення лінійних кор вивітрювання на щитах і кристалічних масивах Східно-Європейської та Сибірської платформ і їх зв'язок із золоторудної мінералізацією.

Східно-Європейська платформа - один з найбільших, відносно стійких ділянок земної кори. Займає територію Східної Європи між каледонськими складчастими спорудами Норвегії на північному заході, герцинськими складками Уралу на сході і альпійськими складчастими хребтами Карпат на заході, Криму і Кавказу на півдні (рис. 1.1). Виступи фундаменту Східно-Європейської платформи представлені Балтійським і Українським щитами, Воронезьким і Білоруськими масивами. На території Східно-Європейської платформи відомі кори вивітрювання трьох вікових груп: ріфейські (дополеські), довендські (доволинські), вендські (догдовські), вивчення яких на всій великій території регіону дозволило виявити відмінності не тільки в їхньому характері, але і в їх збереженні [18].



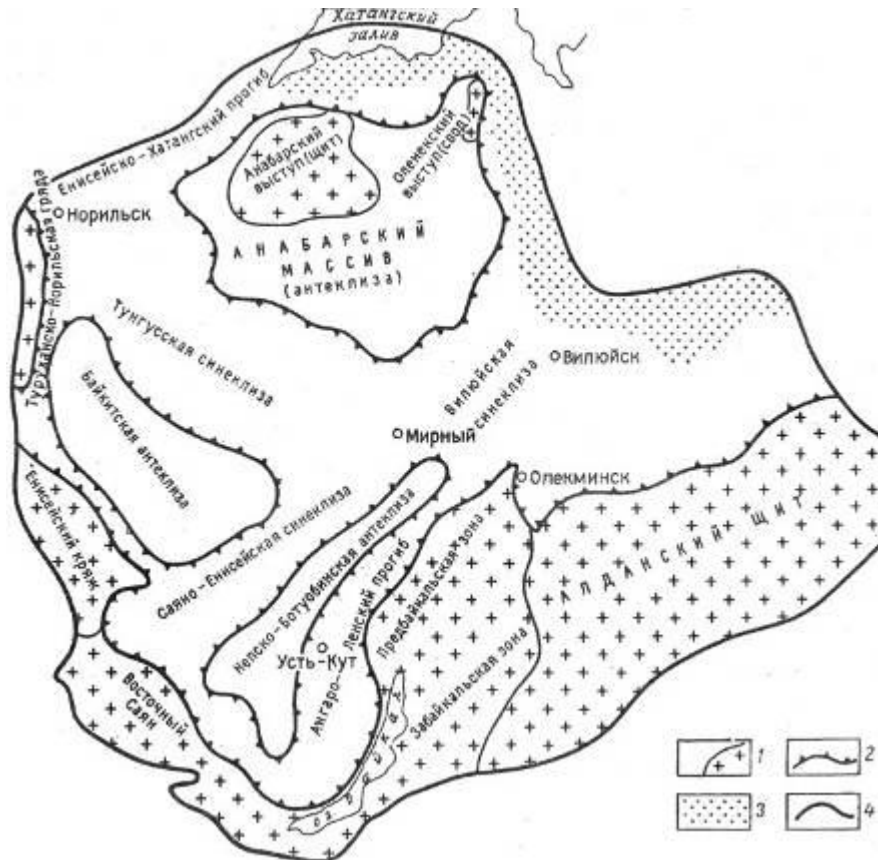
1 - виступи на поверхню доріфейського фундаменту (I - Балтійський і II - Український щити); 2 - ізогіпси поверхні фундаменту (км), що описують головні структурні елементи Російської плити (III - Воронежська і IV - Білоруська антеклізи; V - Татарський та VI - Токмовський склепіння Волго-Уральської антеклізи; VII - Балтійська, VIII - Московська і IX - Прикаспійська синеклізи; X - Дніпровсько-Донецький прогин; XI - Причорноморська западина; XII - Дністровський прогин); 3 - області розвитку соляної тектоніки; 4 - епібайкальська Тимано-Печорська плита, зовнішня (а) і внутрішня (б) зони; 5 - каледоніди; 6 - герциніди; 7 - герцинські крайові прогини; 8 - альпіди; 9 - альпійські крайові прогини; 10 - авлакогени; 11 - надвиги, покрови і напрямки насування мас порід; 12 - сучасні кордони платформ.

Рисунок 1.1 –Тектонічна схема Східно-Європейської платформи

(За О.О. Богдановим [19])

Сибірська платформа - одна з великих древніх (доріфейських) платформ, розташована в середній частині Північної Азії, один з найдавніших блоків континентальної кори Землі (рис. 1.2). Сибірська платформа розташована між річками Єнісей на заході і Оленою з припливом Алдан на сході. Фундамент Сибірської платформи, так же, як і фундамент Східно-Європейської платформи, складається з декількох великих полігональних блоків з віком консолідації від архейського до пізньопротерозойського. Ця особливість тектонічної будови

фундаменту відзначалася ще першими дослідниками Сибірської платформи. В межах Сибірської платформи виділяються п'ять основних геоблоків: Анабарський, Алдано-Становий, Вілюйський, Тунгуський і Байкальський [20].



1 - виходи на денну поверхню порід кристалічного фундаменту; 2 - кордони регіональних підняття; 3 - Предверхооянський передовий прогин; 4 - межа платформи.

Рисунок 1.2 – Схема регіональної тектоніки Сибірської платформи
(За В.П. Гавриловим [21])

Кори вивітрювання Сибірської платформи утворилися на різних алюмосилікатних породах. За мінеральним складом вторинних продуктів і будовою профілів об'єднуються в кілька типів, кожен з яких характеризується певними парагенезисами гіпергенних мінералів, особливостями виносу і накопиченнями в залишкових продуктах хімічних елементів і специфічною рудоносністю. Корінні родовища золота на Сибірській платформі відомі у вигляді кварцево-золотоносних жил Алдано-Станового щита, де вони пов'язані

з пізньоюрсько-ранньокрейдовими масивами вапняно-лужних і лужних порід, а також Анабарського масиву. У просторовому поширенні корінних залягань золота простежується закономірність: вони, як правило, пов'язані з глибинними розломами кори. Найбільш виразно це спостерігається в добре оголених районах Алдано-Станового щита [21].

Рудоконтролююча роль розломів позначається не тільки при формуванні родовищ золота. Вивчаючи закономірності розміщення рудних родовищ, було встановлено, що поклади поліметалевих руд і руд кольорових металів, тяжіють до вузлів перетину широтних і діагональних розломів. Причому, рудовміщуючі розломи характеризуються більшою тривалістю розвитку [21, 22].

1.2 Дослідження розривних порушень і лінійних кор вивітрювання Алдано-Станового і Анабарського щитів

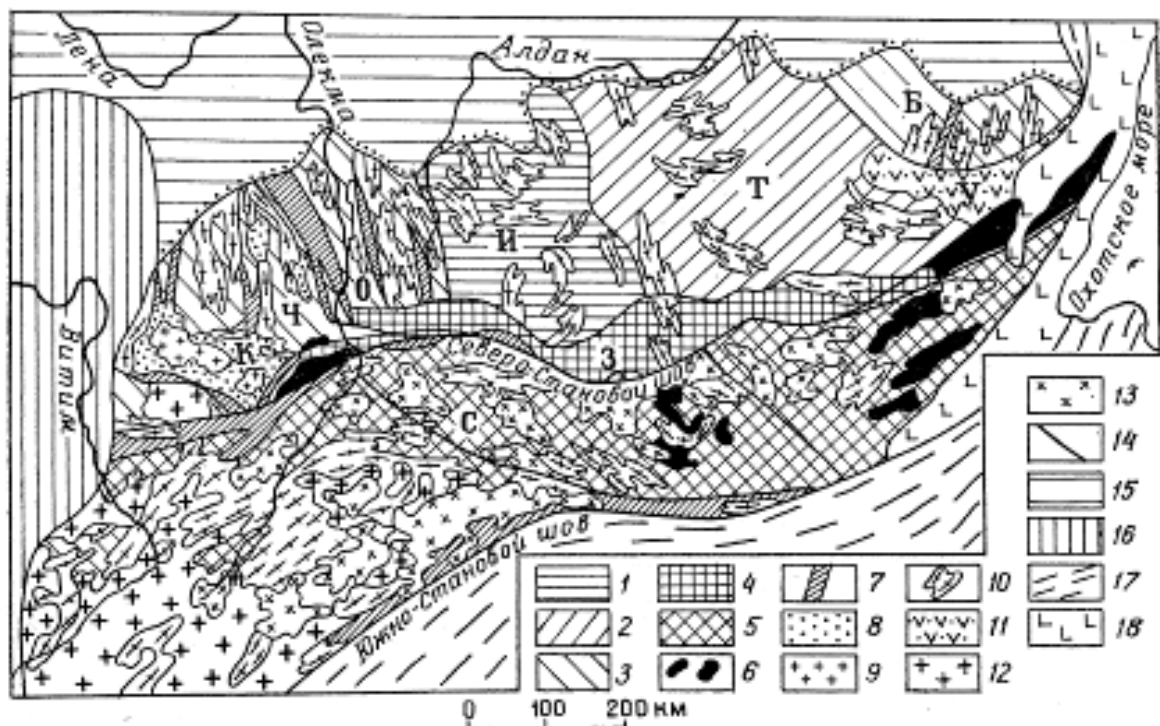
Поширення золотовмісних лінійних кор вивітрювання в межах Алдано-Станового і Анабарського щитів Сибірської платформи розглянуті далі.

Алдано-Становой щит – по розташуванню практично збігається з Алданським нагір'ям (Якутія і південною частиною хребта Становой, висотою понад 2400 м). Він є давньою літосферною плитою і займає південно-східний кут Сибірської платформи і має в сучасному ерозійному зрізі форму, близьку до прямокутної. Межі щита на сході і на півдні збігаються з межами всієї платформи. Східний кордон Алдано-Станового щита проходить по Нельканському розлому і межує з Сетте-Дабанським антиклінорієм Верхояно-Колимської мезозойської складчастої області. Південніше, на невеликому відрізку, на околицю щита, накладено мезокайнозойський Охотсько-Чукотський вулканоплутонічний пояс. На півдні, по Становому насуванні, щит межує зі Становим структурним швом, що відокремлює його від Джугджуро-Станової складчастої області [21, 22].

На заході межа нечітка: блоки порід щита, відокремлені від нього розломами і розташовуються в межах Байкало-Вітимської складчастої області.

Ця межа проходить по Нечерському або Сюльбанському розломам. Сюльбанський розлом чітко виражений в геологічній будові. На півночі архейські утворення щита занурюються під чохол Середньоленського перікратонного прогину [23].

У межах щита широко поширені магматичні і рудні формації, що утворюють рудно-магматичні вузли і райони, серед яких за розмірами і економічною важливістю виділяється Центрально-Алданський рудний район (рис. 1.3). Відповідно до сучасних схем тектонічного районування, Алдано-Становой щит поділяється на Алданську грануліто-гнейсову область (Алданський геоблок), і розташовані відповідно на захід і схід від неї Олекмінську (Чара-Олекмінський геоблок) і Батомгську (Батомгський геоблок) ГЗО [22, 24].



1-3 алданський комплекс нижнього архею, який в основному складає Алданський мегаблок: 1 - ієнгрська серія, що складає Ієнгрський блок (І), 2 - тімптонська і джелтулінська серії, що складають Тімптон-Учурський блок (Т), 3 - олекминська, чарська і інші серії, що складають Олекмінський (О), Чарський (Ч) і Батомгський (Б) блоки; 4 - курультіно-гонамський і сутамський комплекси нижнього архею, що в основному складають зону зчленування.

Алданського і Станового мегаблоків - Звірівсько-Сутамський блок (3); 5 - становий комплекс нижнього архею, що піддався діафторезу у пізньому археї - ранньому протерозої, в основному з якого складається Становой мегаблок (С); 6 – верхньоархейські – нижньопротерозойські масиви анортозитів, габроїдів, піроксенитів; 7 - теригено-кременисто-вулканогенний комплекс верхів архею - низів протерозою, що виконує вузькі грабеноподібні прогини; 8 - удоканська теригена серія нижнього протерозою, що виконує Кодаро-Удоканську протоплатформену западину (К); 9 - Кодаро-Кеменський нижньопротерозойський лополіт алохтонних порфіровидних гранітів; 10 - нижньопротерозойські автохтонні гранітоїди і граніто-гнейси; 11 - улканська теригено-вулканогенна серія верхів нижнього протерозою, що виконує Улканську проторіфтову грабенообразну западину (У); 12 - нижньо-середньопалеозойські гранітоїдні масиви; 13 – верхньомезозойські гранітоїдні і сієнітові масиви у Становому мегаблоці; 14 - великі розломи, що розсікають фундамент щита; 15 - верхньопротерозойсько-фанерозойський чохол Лено-Єнісейської плити Сибірської платформи; 16 - Байкальська складчаста область; 17 - Амуро-Охотська і Верхояно-Чукотська епігеосинклінальні складчасті області; 18 - Охотсько-Чукотський верхньомезозойський крайовий вулканічний пояс. Верхньопротерозойські і Фанерозойські утворення, за винятком великих гранітоїдних і інтрузивних сієнітових масивів, у межах щита «зняті».

Рисунок 1.3 - Схема геологічної будови архейсько-нижньопротерозойського фундаменту Алдано-Станового щита (за Є.Є. Мілановським [25-27])

Структурний малюнок щита визначається поєднанням лінійних, брахіформних і ізометричних структур. Лінійні структури мають переважне меридіональне простягання. Цей напрямок підкреслюється як складчастими формами, так і разломною тектонікою, яка контролює розташування плутонічних масивів. Брахіформні і ізометричні структури являють собою звичайно гранітогнейсові купола з палінгенними гранітоїдами в центрі і

метаморфічними породами по периферії. Алдано-Становой щит має блокову будову. Блоки різного порядку розрізняються внутрішньою будовою і розділені розломами [23].

На півночі і сході щит перекритий чохлам верхньопротерозойських - кембрійських відкладень. На півдні і заході - обмежений глибинними розломами Байкальської і палеозойської складчастості. Докембрійські утворення фундаменту складають кілька структурних поверхів, що відображають найбільш ранні стадії еволюції земної кори. Найдавніший поверх (понад 3,5 млрд. років) представлений гнейсами, сланцями, мармурами і кварцитами гранулітової фації регіонального метаморфізму. Під час формування середнього структурного поверху (3,5-2,7 млрд. років) утворилися шовні прогини, виконані зонально метаморфізованими осадово-вулканогенними відкладеннями. Широко проявилися процеси гранітизації, регресивного метаморфізму і магматизму, з якими пов'язане запровадження великих інтрузій анортозитів. Верхній структурний поверх (2,7-1,5 млрд. років) представлений потужними комплексами уламкових або вулканогенних утворень і великими інтрузіями основних порід, а також різноманітними гранітоїдами (у тому числі гранітами рапаківі). На платформної стадії розвитку, у межах щита, сформувався чохол морських карбонатних відкладень, і впроваджувалися нечисленні інтрузії долеритів, карбонатитів, кімберлітів. До докембрійських відкладень Алдано-Станового щита, приурочені родовища руд заліза, міді, золота, апатитів, рідкісних металів, алмазів [23, 25].

Специфічною особливістю Алдано-Станового щита є багаторазові прояви процесів активізації, з якими пов'язані западиноутворення і формування різноманітних сводобрилових структур [22, 24].

При загальному мезозойському віці, золоторудні і золотовмісні родовища Центрального Алдану розрізняються становищем у розрізі земної кори району. У будові і речовинному складі цих родовищ є риси подібності та відмінності, що дозволяють відносити їх до різних рудних формацій єдиного парагенного формаційного ряду. Певні відмінності в мінералогії і геохімії золотовмісних

рудних тіл можуть бути обумовлені різними глибинами їх формування [28].

У просторовому поширенні корінних залягань золоту виявлено загальну закономірність: вони, як правило, пов'язані з глибинними розломами кори. Найбільш виразно це спостерігається у добре оголених і, відповідно, більш вивчених районах Алдано-Станового щита. Рудоконтролююча роль розломів позначається не тільки при формуванні родовищ золота. Вивчаючи закономірності розміщення рудних родовищ у Забайкаллі, встановлено, що поклади поліметалевих руд і руд кольорових металів (молібдену, вольфраму, свинцю, цинку, олова, миш'яку і т. д.) тяжіють до вузлів перетину широтних і діагональних розломів. Причому, рудовмісні розломи характеризуються тривалістю розвитку [29].

Джерелом золота Алдано-Станового щита були ранньодокембрійські метабазит-ультрабазитові породи, при цьому, перерозподіл і концентрація рудовмісних компонентів відбувалися в процесі їх переробки гідротермальними розчинами у межах найбільш проникних структур земної кори - гранітогнейсових куполів. Утворення золоторудних родовищ і рудопроявів Алданської металогенічної області відбувалося в процесі всіх тектонічних циклів, а Станової області - тільки в мезозойському циклі [30].

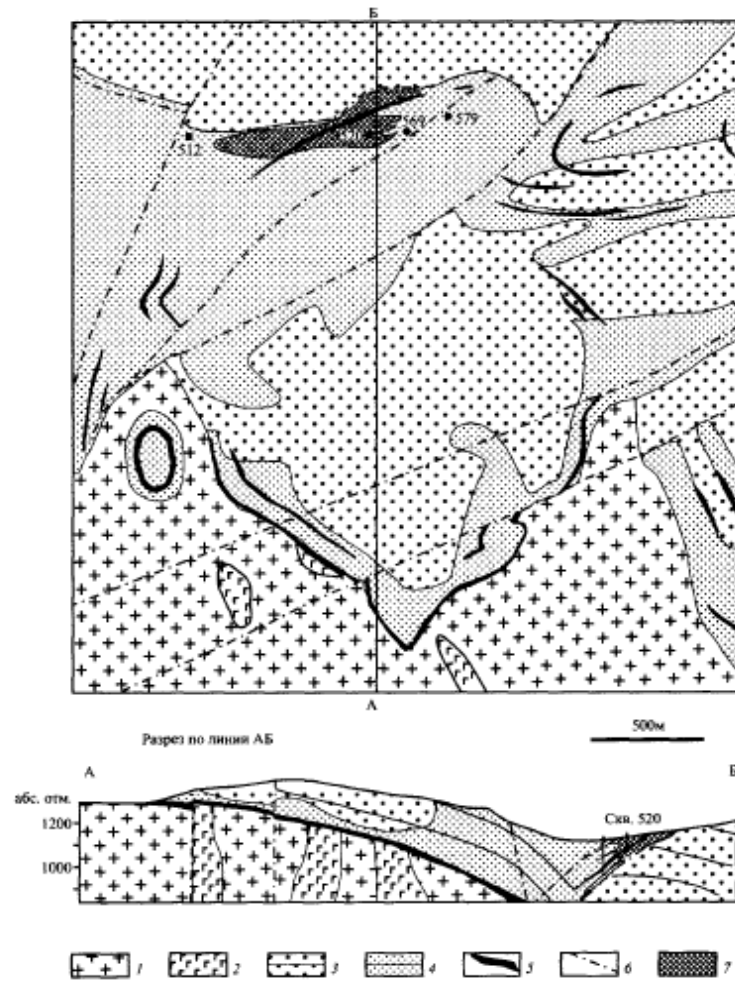
Потенційно перспективними золоторудними районами Алдано-Станового щита є Керакський, Десовський, Олонгрінський, Онхойський, Туолбінський, Ситиганський, Юнгюелінський, Мегюсканський, Улаханський. В даний час відомі родовища і рудопрояви, що приурочені до розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, які найбільш інтенсивно розробляються: Рябіновське та Куранахське рудні поля, Табірне, Дует, Нагірне, Оночалах, Гора Рудна, Подвійне, Клич, Сарилах [28, 22, 30-32].

На Рябіновському рудному полі золоте зруденіння контролюється наступними структурними елементами: крутопадаючими рудопідвідними тектонічними порушеннями, рудоконтролюючими зонами дроблення і підвищеної тріщинуватості, контактними поверхнями тіл лужних порід, що розрізняються за кислотно-основним і фізико-механічними властивостями [31].

Первинні руди Куранахського рудного поля у післяюрський час піддалися інтенсивним гіпергенним перетворенням [18].

На родовищі Табірне вміщуючи породи представлені нижньопротерозойськими червоноколірними кварц-польовошпатовими пісковиками, пластовими тілами сиєніт-порфірів середньоюрського віку, розвиненими по цим породам калієвими метасоматитами (рис. 1.4). Золоторудна мінералізація пов'язана з продуктами калієвого метасоматозу і проявлена в пісковиках і сиєніт-порфірах, що зазнали різну ступінь метасоматичної переробки. Виділяється кілька зон гідротермально-метасоматичних змін, розділених інтервалами незмінених порід. Сумарна видима потужність цих зон сягає 200 м. У центральній частині родовища знаходиться потужне (до 50 м) шароподібне тіло, що залягає субгоризонтально. На західному фланзі воно виклинюється, на південь і схід переходить у крутопадаючу зону відносно малопотужних рудних тіл (ймовірно, приурочених до системи оперяючих порушень рудоконтролюючого розлому). Характерною особливістю родовища є потужна зона окислення, де зосереджені основні запаси корисного компонента. За мінералого-геохімічними даними, приблизно 80% золота припадає на частку саме окислених руд [18].

Безпосередньо на площі родовища присутні дайки лейкократових сиєніт-порфірів. Калієві метасоматичні зміни і вкраплено-прожилкова золоторудна мінералізація - продукти одного етапу, пов'язаного з мезозойською тектономагматичною активізацією. Розвиток калішпатових метасоматитів приурочено до зон підвищеної проникності за рахунок дрібної тріщинуватості - об'ємного катаклазу [18].



1 - Ханінський комплекс (gn-gArh). Біотит-амфіболові гранітогнейси і граніти; 2 - Куранахський комплекс (nPR1kr). Штоки габро; 3-4 - Олоноконська світа (PR ol). Пісковики аркозові: 3 - незмінені, 4 - калішпатизовані; 5 - силли і дайки сиєніт-порфірів (eJ3); 6 - розривні порушення; 7 - рудні поклади.

Рисунок 1.4 - Схематична геологічна карта рудного поля Табірне (за С.О. Паршиним, С.С. Двуреченською, С.Г. Кряжовою [18])

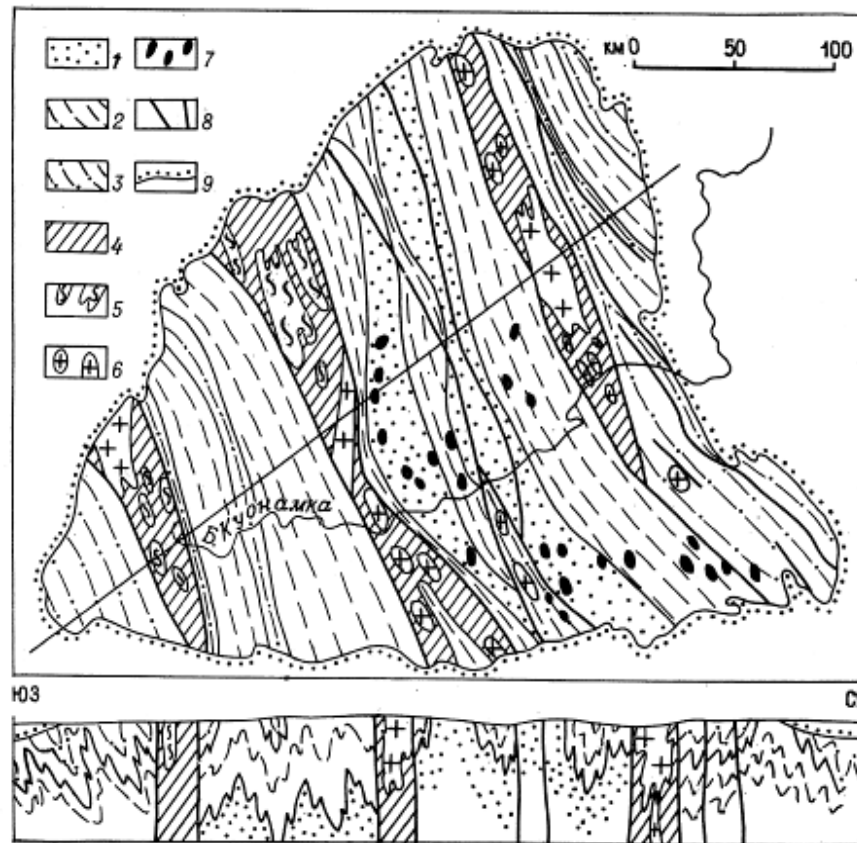
Анабарський щит - має вигляд трикутного підняття кристалічного фундаменту на північному сході Сибірської платформи, в центральній частині однойменної антеклізи. Являє собою виступ докембрійського фундаменту на півночі Середньосибірського плоскогір'я, що співпадає з сучасним Анабарським плато. Зі сходу і заходу його межі встановлюються по флексурним вигинам платформного чохла, пов'язаними з різкими опусканнями блоків основи платформи по системам розривних порушень (рис. 1.5). Щит

складається з трьох блоків (шириною від 10 до 70 км), що розрізняються за особливостями термодинамічного режиму метаморфізму, потужними пластичними зонами північно-західного простягання. Блоки розділені довгоживучими шовними зонами (глибинними розломами). Центральний блок відділений від Західного Котуйканським розломом, від Східного - Біляхським. Крім того, через середину Центрального блоку проходить Головний Анабарський розлом. Головний структурний напрямок, як і вище означених розломів, є північно-північно-західний, ускладнений куполоподібними структурами (гранітогнейсовими куполами). Анабарський щит складений, в основному, архейськими гнейсами (понад 3,5 млрд. років), сланцями, рідше - мармурами гранулітової фації регіонального метаморфізму, які зазнали багаторазову гранітизацію, впровадження великих інтрузій анортозитів і сильний регресивний метаморфізм уздовж меридіональних зон розломів [18, 25].

Золоторудна мінералізація зустрічається у вигляді розсипів у породах субстрату, де зафіксовано золото у вигляді дрібних зерен, а також у вигляді лінійних кор вивітрювання, в яких вміст золота досягає 0,5-0,8 г/м³. Рудні тіла зустрічаються у вигляді кварцево-золотоносних жил у древніх гранітах, приурочених до розривних порушень. Розробляються родовища - Кючус, Сентачан, Бадран, Нежданінське, які приурочені до розривних порушень і лінійних кор вивітрювання [18, 22].

Родовище Кючус розташоване на півночі Верхоянської складчастої системи, у межах Куларського антиклінорію. Родовище приурочене до системи палеоген-четвертичного рифтогенезу, формування якого пов'язане з продовженням під материком Серединно-Арктичного хребта (хребта Геккеля).

Рудорозподіляюча роль субширотних порушень виражена в приуроченості родовища Кючус до області розвитку правобічних зсувів. Флангове виклинцювання рудних тіл визначається блоками з лівобічними зсувами.



1-3 - анабарський комплекс (нижній архей): 1 - далдинська серія, 2 - верхньо-анабарська серія, 3 - хапчанська серія; 4 - зони мілонітизації і катаклазу; 5 - анортозити; 6 - граніти; 7 - метабазити; 8 - найголовніші розломи; 9 - межа незгодного налягання рифейських платформних відкладень.

Рисунок 1.5 - Схематична карта і геологічний розріз фундаменту Анабарського щита (за Є.Є. Мілановським [25, 26])

У розривних структурах північно-східного простягання локалізовані рудні тіла родовища Кючус, орієнтовані під кутами $35-55^\circ$ до осі антикліналі і простягання порід. Жильні руди залягають у центральних частинах зон дроблення (стрижневі жили), в оконтурюючих, діагональних, а також різноспрямованих межбудинних швах тектонічних зон, які є рудовмісні [18].

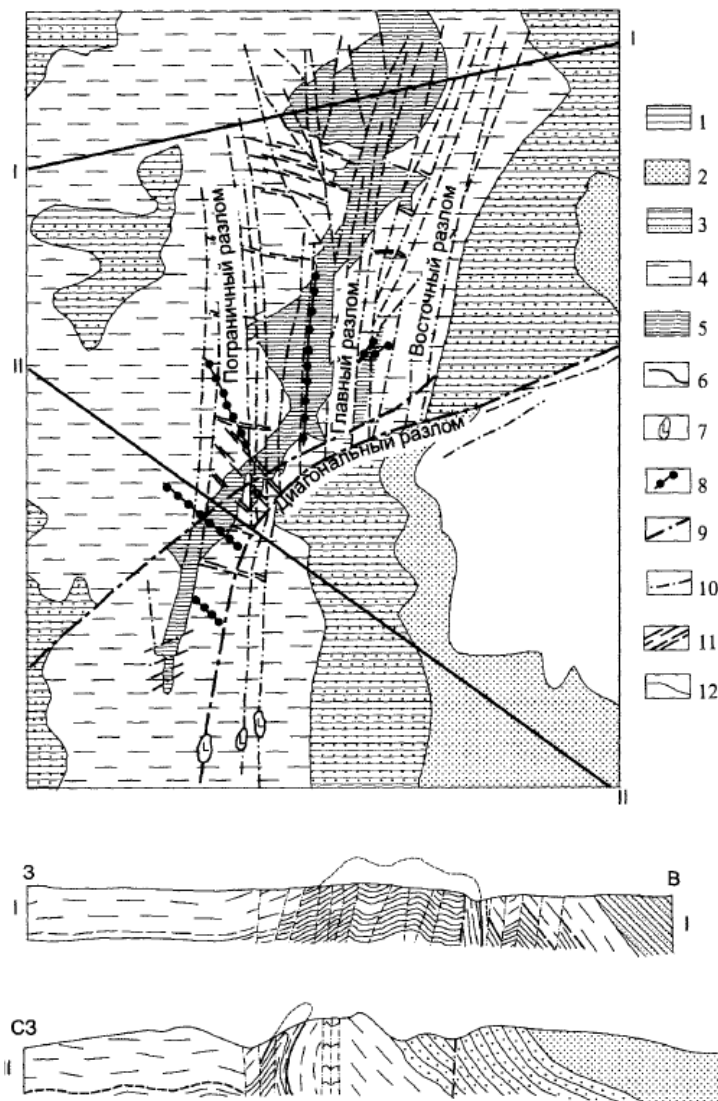
Родовище Бадран розташоване в межах Бадранського рудного району в західній частині Селерікан-Таринської металогенічної зони. В тектонічному відношенні воно приурочене до Мугурдахської синкліналі, що входить до

складу Ельгінського складчасто-брилового підняття. Основною розривною структурою, яка визначає внутрішню будову району, є Мугурдах-Селеріканська зона внутрішньоформаційних ешелонованих насувань північно-західного простягання. Основним рудоконтролюючим розривом є Бадран-Егеляхський скидо-зсув. Площа рудного району відповідає великої синклінальної структурі з лінійною прирозломною складчастістю (переважно з антикліналями). Будова рудного району визначається розривами північно-західного, північно-східного і рідше субширотного простягання з амплітудою відносного вертикального переміщення крил до перших сотень метрів. Рудовмісні породи родовища Бадран представлені полевошпатокварцевими пісковиками з лінзами конгломератів і осадових конглобрекцій. Максимальні потужності золоторудних тіл корелюються зі збільшенням потужності пачок пісковиків. Основні запаси золота зосереджені в трьох рудних стовпах. Рудні стовпи тяжіють до зон дрібної (вторинної) складчастості зміщувача насувної зони, які представлені жильними тілами, складеними роздробленим молочно-білим кварцом, зцементованим пізнім продуктивним кварцом з масивними, брекчієподібними і смугастими текстурами [18].

Родовище Нежданінське - найбільше родовище Якутії, з запасами золота, що перевищують 470 т. У його межах поєднуються три золотоносних мінеральних комплекси. Позиція рудоносного Нежданінського блоку визначається як площа перетину трьох регіональних розломів: діагонального, меридіонального і широтного в місці замикання і розвороту антиклінальної складки. У структурі рудного поля поєднуються дві головні системи розривів – субмеридіональна і північно-північно-східна, а також блоки високих порядків, у крайових частинах яких виявляються малоамплітудні складки різної форми. Переважним типом дислокацій є розлінзування - утворення лінзоподібних блоків і вузьких пластин, обмежених розривами декількох систем. Система північно-північно-східних порушень представлена зближеними розривами, що плавно сполучаються по простягання і падінню. Окремі розриви, що простежуються на сотні метрів, являють собою зони розсланцювання і

дроблення. Розриви цієї системи повторюються на рудному полі через 1-1,5 км. Аналогічну систему утворюють субмеридіональні рудовмісні розриви, які контролюють розміщення дайок діоритових порфіритів і лампрофірів. Дайки утворюють сегменти, що обмежені розривами північно-північно-східної системи [18, 22].

Основу каркасу рудовмісних розривів на Нежданінському рудному полі створюють субмеридіональні зони тектонітів, які підлеглі північно-північно-східній поздовжній системі розривів (рис. 1.6).



1 - алевроліто-пісковикові відкладення верхньої пермі і тріасу; 2 - піщовикова світа верхньої пермі; 3 - алевролітова світа верхньої пермі; 4 - сланцева світа нижньої пермі; 5 - алевролітова світа нижньої пермі; 6 -

маркуючий пласт пісковика; 7 - штоки габро-діоритів; 8 - дайки середнього складу; 9 - діагональний розлом; 10 - порушення Нежданінської системи; 11 - порушення і зони тріщинуватості Поперечної системи; 12 - геологічні кордони, I-I, I-II - лінії геологічних розрізів.

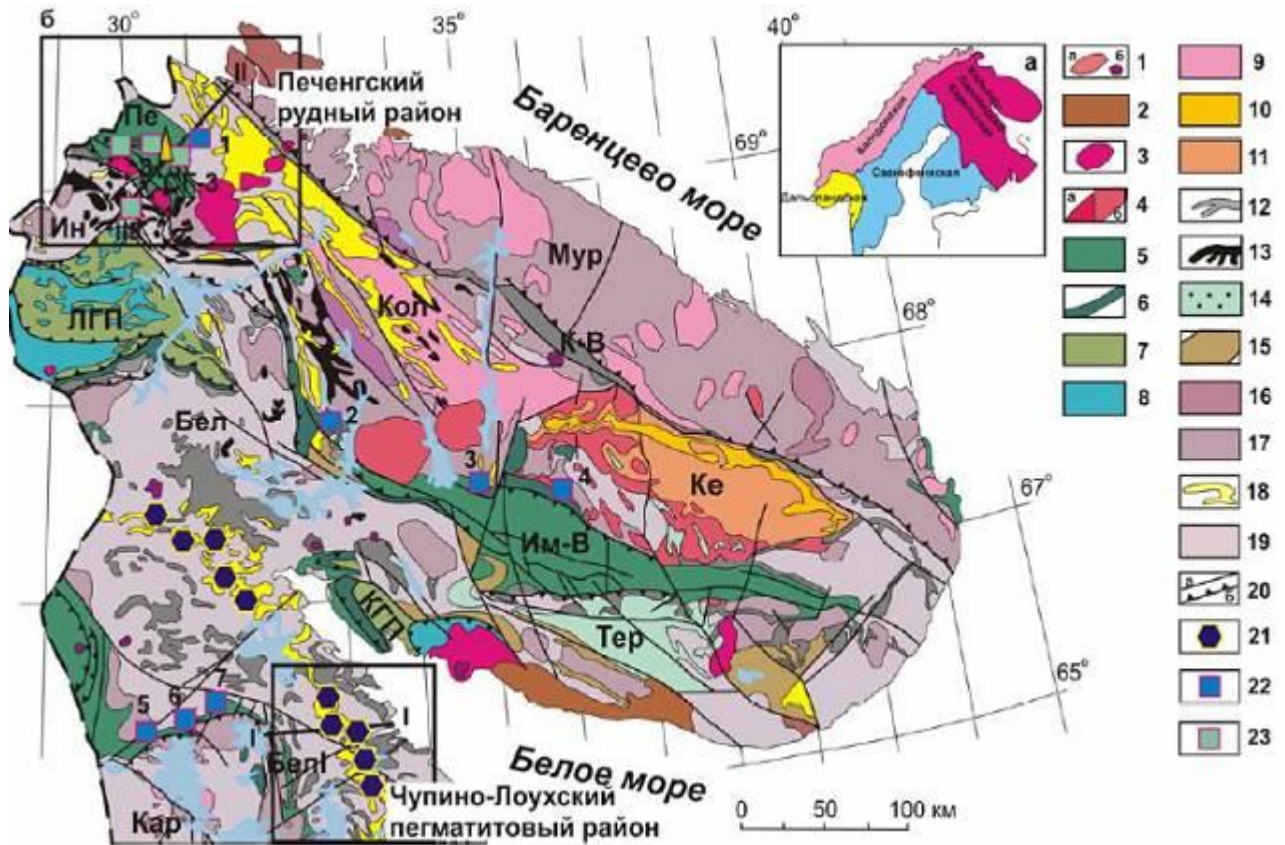
Рисунок 1.6 Схема геологічної будови і геологічні розрізи району
Нежданінського родовища [18]

Рудні зони і їх сегменти субпаралельно і кулісоподібно розташовуються в центральній частині смуги дислокації. Найбільші рудовмісні порушення майже повсюдно мають симетрично-зональну будову. Головним типом руд на родовищі є руди, що містять прожилки і вкрапленість ранніх золотовмісних сульфідів у дислокованих і окварцьованих породах зон тектонітів, що мають чіткі межі (мілонітові шви, тектонічні дзеркала) [18].

1.3 Дослідження розривних порушень і лінійних кор вивітрювання Балтійського і Українського щитів

Балтійський щит являє собою масивне складчасте підняття на північному заході Східно-Європейської платформи, де на поверхню виступає її докембрійський складчастий фундамент, а породи більш молодого осадового чохла практично повністю відсутні. Він межує зі складчастими структурами Каледонії-Скандинавії, насунутими на кристалічні породи щита.

Балтійський щит складний глибоко метаморфізованими і складно дислокованими докембрійськими породами фундаменту, що об'єднуються за віком і характером складчастості у кілька систем. Породи фундаменту пронизані інтрузіями кислого і основного складу і поділяються на ряд різновікових комплексів, які складають різні за часом закладення докембрійські складчасті системи. У розвитку Балтійського щита виділяються чотири великих тектономагматичних цикли, які відповідають архею, ранньому і пізньому протерозою (рис. 1.7) [33, 34].



Палеозой: 1 - Хібінський і Ловоозерський комплекси нефелінових сієнітів. Пізній протерозой: 2 - конгломерати і пісковики. Ранній протерозой: 3 - граніти, гранодіорити і діорити, 4 - чарнокіти (а) і лужні граніти (б), 5 - вулканогенно-осадкові комплекси, 6 - розшаровані інтрузії перидотит-піроксеніт-габро-норитів і габро-анортозитів. Ранній протерозой - пізній архей: 7 - основні грануліти, ендербіти, 8 - кислі грануліти.

Пізній архей: 9 - гранодіорити, діорити і ендербіти, 10 - високоглиоземисті гнейси і сланці, 11 - кислі гнейси, 12 - метакоматіїти, амфіболіти і гнейси зеленокам'яних поясів, 13 - залізисті кварцити, амфіболіти і гнейси, 14 - гнейси, сланці, 15 - гнейси, амфіболіти, 16 - гранодіорити, діорити, 17 - плагіограніти, тоналітові гнейси, 18 - кіаніт-гранат-біотитові гнейси, 19 - гнейси, гранітогнейси, мігматити і амфіболіти; 20 - субвертикальні розломи (а) і насуви (б), що розділяють протерозойські блоки, 21 - раньопротерозойські родовища мусковітових пегматитів (I - Чупіно-Лоухський, II - Єнський райони), 22 - раньопротерозойські магматичні інтрузиви з мідно-нікелевою,

платинометалевою і хромітовою мінералізацією (2.5-2.4 млрд. років): 1 - Гора Генеральська, 2 - Мончегорський, 3 - Імандровський, 4 - Федорово-Панський, 5 - Лукулайсваара, 6 - Ціпрінга, 7 - Ківакка; 23 – раньопротерозойські габро-верлітові інтрузії з мідно-нікелевими родовищами і рудопроявами (1.95-1.94 млрд. років): 8 - Печенгське, 9 - Аллареченське рудні поля. I-I и II-II - опорні профілі через Чупіна-Лоухської і Печенгський райони. Бел-Біломорський мегаблок; Мур-Мурманський, Кол-Центрально-Кольський, Тер-Терський, Ке-Кейвський і Ин-Інарський блоки; Ион-Йонський і К-В - Колмозеро-Вороньїнський зеленокам'яні пояси; ЛГП - Лапландський і КГП - Кандалакша-Колвицький фрагменти Лапландського гранулітового пояса; Пе - Печенгська і Им-В - Імандра-Варзугська зони карелід.

Рисунок 1.7 – Схема геотектонічного районування Балтійського щита (а) і структурно-геологічна карта північно-східної частини Балтійського щита (б). Складена на основі геологічної карти М 1: 500 000 (за К.В. Лобановим [34])

Геологічна історія Балтійського щита характеризується дробленням літосфери на блоки різних порядків, в ході якої виділяються п'ять тектономагматичних і відповідних їм металогенічних циклів. Кожен з них характеризується певним комплексом порід, специфікою тектоно-метаморфічної історії і металогенії, визначеним геодинамічним режимом розвитку основних геологічних структур. Найбільш дослідженою є північно-східна частина Балтійського щита. Золоторудна мінералізація на території виділених сегментів досліджена не рівнозначно [35].

У будові щита виділяються три сегменти: західний (Свеконорвезький), Центральний (Свекофенський або Шведсько-Фінський), східний (Карело-Кольський), які розділені глибинними розломами [36].

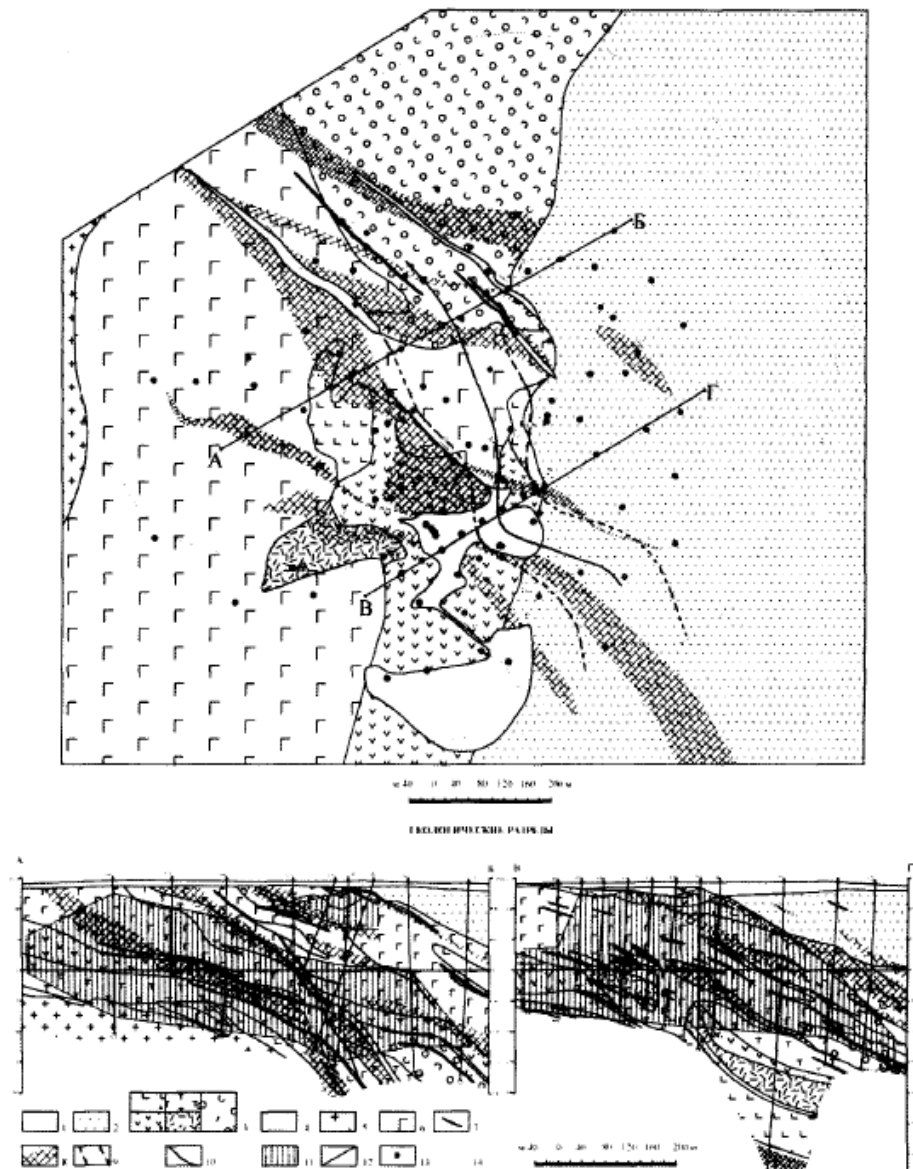
У межах *центрального сегмента (Свекофенського)*, розташованого на території Фінляндії і Швеції, виділяється п'ять генетичних типів рудних асоціацій із золотою мінералізацією, пов'язаних з посторогенною зсувною тектонікою Свекофенського блоку. До теперішнього часу, головна роль по

видобутку золота належала колчеданним рудам, хоча з відкриттям у Фінляндії великого мезотермального золоторудного родовища Суурікуосікко, перспективи Свекофенського блоку зв'язуються з цим найбільш продуктивним генетичним типом [37].

Західний сегмент (Свеко-Норвезький) розташований на території Швеції і Норвегії і розділений на два блоки меридіонально орієнтованим грабенем Осло, заповненим пермськими лужними еффузівами [36].

У будові *східного сегмента (Карело-Кольського)*, виділяються кілька великих блоків північно-західного орієнтування (Мурманський, Центрально-Кольський, Біломорський, Карельський). Блоки розділені великими розломами. У Карельському блоці золотовмісні рудні асоціації пов'язані зі структурно-речовинними комплексами архейських граніт-зеленокам'яних поясів [34, 38, 39].

У межах Карело-Кольського сегмента становить інтерес мідно-золоте родовище Лобаш - 1. Вміщуючими породами служать метаморфізовані пізньоархейські (лопійські) вулканогенні породи, головним чином, основного і середнього і - в меншій мірі - кислого складів. Моноклінальне залягання рудовмісних порід з генеральним напрямом їх падіння у північно-східному напрямку в центральній частині родовища ускладнене Лобашською флексуною субмеридіонального простягання, що проходить через центральну частину родовища над зоною розривного порушення (рис. 1.8) [18].



1 - четвертинні відклади, 2 - тунгудська світа, сланці кварц-серицит-хлорит-карбонатні, кварцити; 3 - пєбозерська серія: metabазальти і їх туфи (а), сланці по вулканогенним породам основного складу (б), метаандезіти, їх туфи, сланці апоандезитові (в), сланці по вулканогенним породам кислого складу (г), метаморфізовані туфогенно-осадові породи (д); 4 - лєхтінський субвулканічний комплекс дайки і тіла ріолітів, плагіоріолітів, ріодацитів; 5 - кочкома-лобашський гранодіорит-гранітний комплекс; 6 - коросозерський комплекс, метагабброїди; 7 - кварцові, карбонат-кварцові жили; 8 - зони підвищеної тріщинуватості, розсланцювання, розвитку зближених кварцових прожилків і гідротермально-метасоматичних перетворень порід; 9 - проекція кореневої частини лополітаметагаббро; 10 - осьова лінія флексури в утвореннях

побозерської серії; 11 - рудна зона; 12 - геологічні кордони; 13 - свердловини; 14 - контур проектного кар'єру.

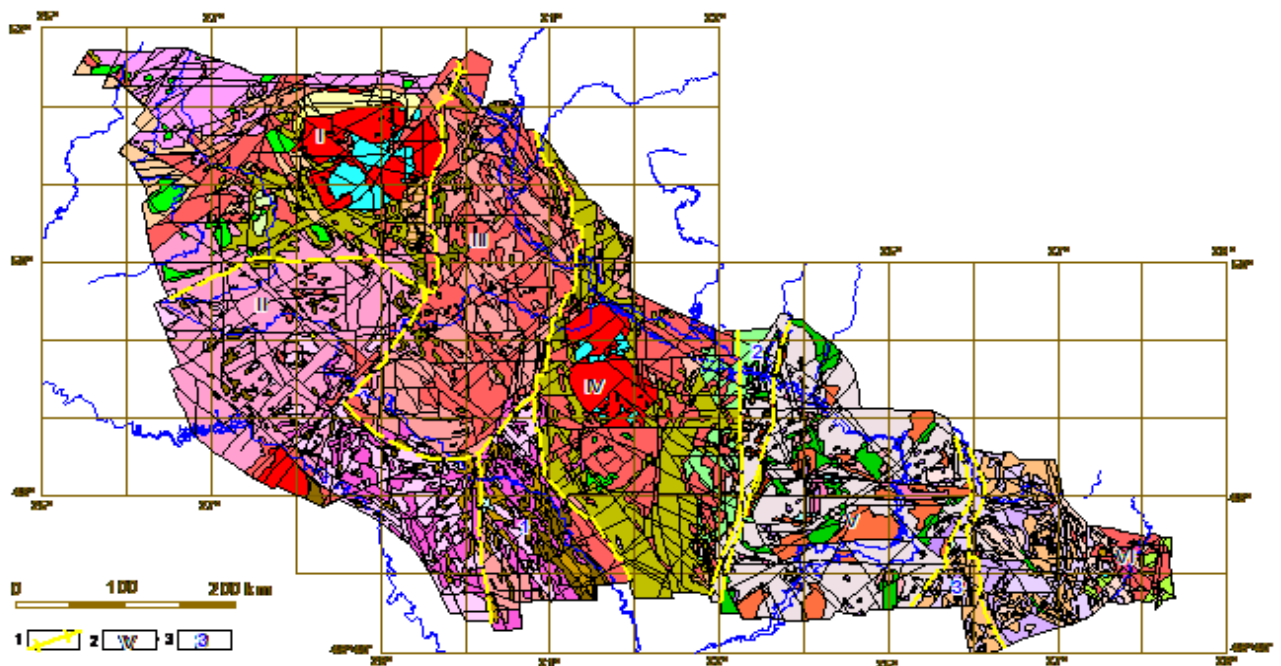
Рисунок 1.8 Схема геологічної будови родовища Лобаш-1
(за М.М. Константиновим [18])

У межах Лобашського тектонічного штокверка проявлені елементи структурно-магматичної і пов'язаної з нею мінералого-геохімічної зональності, сформованої в ході двох рудних гідротермально-метасоматичних етапів - золото-мідно-порфірового і золото-рідкометалевого. Зеленокам'яні породи, що залягають над покрівлею Лобашського масиву зазнали об'ємних гідротермально-метасоматичних перетворень. Зони розсланцювання, зім'яття, тріщинуватості характеризуються широким розвитком жильної і прожилкової кварцової, кварц-сульфідної, кварц-карбонатної, кварц-сульфідно-карбонатної мінералізації. По розрізу зеленокам'яних товщ розвинена біотітизація порід. Найбільш інтенсивно - до утворення на окремих ділянках біотитів - вона проявлена у зонах розсланцювання, де постійно зустрічаються субгоризонтальні біотитові прожилки. Процеси біотізації супроводжуються виділенням кварцу, з яким пов'язана частина золота родовища. У дайках кислих магматичних порід біотізація змінюється процесами березітизації. Не менш поширеним типом гідротермально-метасоматичних змін порід на родовищі є кварц-актіноліт-епідот-альбіт-хлорит-серіцит-карбонатні пропіліти, в яких кількість окремих мінеральних фаз залежить від вихідного складу порід і інтенсивності накладення процесів допропілітової біотізації [18].

Український щит являє собою піднесену південно-західну частину фундаменту Східно-Європейської платформи. Складчастий фундамент щита розчленований субмеридіональними глибинними розломами на ряд блоків, які виділяються в рельєфі: Дністровсько-Бузький (Подільський), Росинсько-Тікицький (Білоцерківський), Волинський (Північно-Західний), Інгульський (Кіровоградський), Середньопридніпровський і Приазовський (рис.1.9) [7].

УЩ майже весь складний метаморфічними і магматичними породами, основна маса яких глибоко перероблена ультраметаморфічними процесами. Більшу частину площі щита складають мігматити і гнейси. У південно-східній частині щита зустрічаються ділянки, складені стародавніми метаморфічними породами, переважно основного складу [41].

З древніми кораами вивітрювання УЩ пов'язані родовища, які утворилися в процесі гіпергенного перетворення материнських порід, або у результаті переробки і перевідкладення продуктів вивітрювання в різних умовах седиментації. Просторове положення, а часто і формування докембрійських рудних формацій, в тій чи іншій мірі, контролюється глибинними розломами. Також, кори вивітрювання є джерелом виносу деяких елементів, що утворюють родовища хемогенного походження [9, 42-44].



Умовні позначення до схематичної геологічної карти: 1 - глибинні розломи; 2 - кордони мегаблоків; 3 - римські цифри - мегаблоки: I - Волинський, II - Дністровсько-Бузький, III - Росинсько-Тікицький, IV - Інгульський, V – Середньопридніпровський, VI - Приазовський; арабські цифри - шовні міжблокові зони: 1 - Голованівська, 2 - Криворізько-Кременчуцька, 3 - Орехово-Павлоградська.

Рисунок 1.9 – Схематична геологічна карта Українського щита

(за К.Ю. Єсипчуком [40])

Практично всі родовища ендегенного класу, великі і найбільші родовища руд, контролюються тріщинуватими зонами, які просторово тяжіють до рудоконтролюючих розломів, які закладаються нерідко задовго до зруденіння. Серед рудоконтролюючих розломів розрізняють розломи локального і регіонального типів. Розломи регіонального типу простежуються на кілька сотень і навіть тисяч кілометрів. Зони деструктурованих порід між своїми головними швами - на кілька кілометрів. Локальні рудоконтролюючі порушення в кілька разів менше протяжні і менш потужні [44, 45].

Дослідженням зв'язку зруденіння і тектонічних порушень у межах Українського щита займалися Я.М. Бєлєвцев, Л.С. Галецький, Г.І. Каляєв та ін. [132, 133].

У межах УЩ і його схилів, виявлені дрібні родовища і численні прояви золота, які приурочені до різноманітних комплексів архей-протерозойських порід і їх корам вивітрювання як площадних, так і лінійних, а також до розривних структур різних порядків і вузлів їх перетину [2].

До розломів високого порядку приурочені менш великі родовища. Так, на СПМБ, до розламів III-IV порядку тяжіють золоторудні родовища, зокрема: Балка Золота, Балка Широка та інші. У ряді золоторудних поясів і провінцій відзначається, що флангові, ділянки розломів високих порядків, що виклинюються, не тільки контролюють розміщення, а й самі вміщують золоте зруденіння [46].

Найбільші родовища СПМБ знаходяться у вузлах перетину глибинних розломів I-III порядків [46, 47].

Більшість золоторудних родовищ УЩ, локалізованих у межах архейських зеленокам'яних структур, мають постмагматичне або метаморфогенне гідротермальне походження. Вони, разом з околорудними метасоматитами, поширені серед локальних розломних структур високих порядків. Їх виявлення є актуальним завданням у зв'язку з їх золотоконтролюючою мінералізацією [48].

1.4 Аналіз геологічних умов золоторудних родовищ України

Золоторудна мінералізація на території України виявлена практично у всіх типах геоструктур від Донбасу до Карпат, у широкому віковому діапазоні - від архейських до альпійських комплексів і представлена гідротермально-метасоматичними родовищами, древніми золотоносними конгломератами і золотоносними розсипами [49, 50].

Дослідженнями золоторудних родовищ у різний час займалися: О.Б. Бобров, Д.С. Гурський, М.Ю. Дишук, М.С. Ковальчук, М.А. Козар, О.К. Малиновський, В.С. Монахов, В.В. Сукач і багато інших [47, 49, 51-53].

Стародавні золотоносні конгломерати поширені в зеленокам'яних поясах і мають досить низький економічний потенціал. Родовища цього типу пов'язані з верхньою осадовою частиною розрізу зеленокам'яних поясів (метаосадових відкладень конгломерато-піщовиково-сланцевої формації криворізько-білозерського рівня зеленокам'яних поясів Середнього Придніпров'я). Ознаки рудопроявів цього типу в Україні мають місце в Криворізькій, Білозерській і Верховцевській зеленокам'яних структурах [49].

Золотоносні розсипи на території України становлять близько 4% запасів. В Україні відомі по запасах дрібні (менше 0,5 т), середні (0,5-1 т) і виявлені великі (1-5 т) родовища золота, поширені переважно у Карпатах, у Донбасі і прибережних зонах Чорного і Азовського морів. Розсипні концентрації золота виявлені у відкладеннях рифея-венда Середнього Придністров'я та в сучасному алювію річки Дністер, у базальних конгломератах тріасу Добруджі, в палеодолинах, заповнених теригенними відкладеннями нижньої крейди і середнього еоцену на Українському щиті. Самородне золото виявлено в алювії річок Ірша, Тетерів, Рось, Синюха, Саксагань, Інгулець, Дніпро та інших річках на Українському щиті [49, 54-56].

У Донбасі золотоносність алювію виявлена у долинах річок Нагольна, Кринка, Міус і делювіальних відкладах деяких балок [49].

У Північному Причорномор'ї прояви золота приурочені до прибережно-морських і лиманних відкладень четвертинного віку (Коктебельська бухта, район Дністровського лиману і інші). Розсипне золото виявлено також у піщаних відкладеннях кримських річок Бельбек, Кача, Салгир і в пляжних галечниках Судакської затоки [49, 57].

Жильне золото на території України становить близько 90% його запасів і представлено 11 родовищами і 230 рудопроявами. Поширені такі морфоструктурні типи: прості жили; складні жили; жильні зони; зони прожилково-вкрапленої мінералізації; покладами; штокверками, часто об'єднаними з жилами; комбінаціями жил, жильних зон, штокверків і зон вкраплення; комбінаціями зон вкраплення і покладів [49].

У межах складчастої системи Донбасу (Центральний район), прояви золоторудної мінералізації виявлені на Бобриковському (вміст золота 2-9 г/т з ураганим змістом до 106 г/т) і Остробугорському родовищах, Вільховатському рудних полях, Нагольчанській, Михайлівській та Остробугорській ділянках. Вік Бобриковського родовища датується, як нижньокарбонові відкладення світи S^5 [49].

Складчаста система Українських Карпат представлена Сауляцьким родовищем (5-10 г/т), Тукаловською і Ясинівською ділянками (Мармаросський масив), Мужіївським (4,5-15 г/т) і Берегівським родовищами, Беганською, Квасівською та Вишковською ділянками (Внутрішньокарпатський вулканічний пояс). Рудні тіла Мужіївського золотополіметалевого родовища представлені крутопадаючими кварцовими жилами з домішками халцедону, каолініту, гідрослюд. Золотоносними породами родовища Сауляк є кварцові і кварц-карбонатні жили і прожилкові зони. Берегівське родовище являє собою горстове підняття донеогенового фундаменту. Сауляцьке родовище, рудопрояви Тукало, Ясенів і інші датуються верхньопалеозойським віком [58].

На Українському щиті жильне золото поширене у межах всіх мегаблоків. За структурно-формаційними комплексами, золоторудна мінералізація Українського щита розділяється на гранітоїдно-метатерригенний (Клінцевське,

Юрїївське і ін. родовища), тоналїт-зеленокам'яний (Балка Золота, Сергїївське, Сурозьке і ін. родовища), чарнокїт-гранулітовий (Майське і ін. родовища) комплекси [59].

На Дністровсько-Бузькому мегаблоці родовища і рудопрояви золота представлені: Майським родовищем - Савранське рудне поле, Чемерпільською і Поляницькою ділянками. Вік золотоносних порід Майського родовища - ранній архей. Майське золоторудне родовище оцінювалося і розглядається як найбільш перспективний золотоносний об'єкт Українського щита. При бортовому вмісті золота 0,5 г/т у зонах виділяються рудні тіла потужністю від 1 до 18 м, з ураганими значеннями до 70 г / т [49].

На Середньопридніпровському мегаблоці золоторудні родовища і рудопрояви відзначаються у межах Верховцевської структури - Вольнохуторської ділянки; Сурської структури - родовищами Балкою Золотою (6,2 г/ т), Сергїївським (з ураганими значеннями понад 50 г/т), рудопроямом Сонячний; Чортомлицької структури - Балкою Широкою (4-7 г/т); Чкаловської структури - Олексїдовською і Кіровською ділянками, Новопавлівським рудним полем, рудопроямом Лепетихою. Вік золотоносних порід оцінюється в 3,0-3,2 млрд. років [49, 60, 61].

На Інгульському мегаблоці найбільш перспективними є центральне і західне Клінцевське родовище (з ураганим вмістом золота до 200 г/т), Аднеамське і Східно-Юрїївське рудні поля - Юрїївське родовище (до 34,5 г/т, ураганні значення до 153,8 г/т), Софїївсько-Бандурська ділянка. Дані родовища і рудопрояви характеризуються ранньопротерозойським віком [62-65].

На Приазовському мегаблоці золоторудна мінералізація представлена Темрюк-Каратюкським і Кічіксу-Кирилівським рудними вузлами, Сорокинською зоною з ділянками: Садовою, Андрїївською, Хутором Сороки, Кримською і Сурозьким родовищем (вміст золота 4 г/т з ураганими значеннями до 66 г/т) [49].

1.5 Результати досліджень розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на Українському щиті

У зв'язку зі встановленою приуроченістю золоторудної мінералізації до розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, розглянемо вивченість даних структур на УЩ. Встановленням ролі тектонічного фактора на розміщення кор вивітрювання і пов'язаних з ними корисних копалин займалися Ю.К. Горєцький, Д.Г. Сапожніков, Н.М. Страхов, В.Є. Хаїн та інші [15, 66]. Неоціненний внесок у вивчення процесів утворення кор вивітрювання і пов'язаних з ними родовищ корисних копалин на Українському щиті, вніс О.Д. Додатко [2, 67].

У 1950-ті роки в Україні у процесі проведення геолого-знімальних робіт, було накопичено великий фактичний матеріал стосовно геологічної будови всієї території України, зокрема, тектоніки щита. Проводилось детальне дослідження кор вивітрювання, як площадних, так і лінійних і приурочених до них родовищ корисних копалин. У ці роки було складено перший комплект карт кор вивітрювання Українського щита у масштабі 1: 500 000 і дрібніше. Виявлені і досліджені численні прояви первинних каолінів та інших видів нерудної сировини (бентонітів, вермикуліту, графіту та ін.). Близько 80 площ із залишковими скупченнями ільменіту, монациту, циркону, апатиту, силіманіту і інших мінералів, близько 40 районів розвитку гіббсітоносних кор вивітрювання, наведено перелік кобальт-нікелевих родовищ Середньопридніпровського і Побузького районів, дані відомості про інші родовища і рудопрояви, приурочені до лінійних кор вивітрювання. У наступні роки, у корі вивітрювання було встановлено близьке до промислового вміст золота і платини, як в Побузькому, так і в інших районах УЩ [2].

Останні 50 років УЩ найбільш детально вивчався з застосуванням геофізичних методів - сейсморозвідки, електророзвідки, магніторозвідки, гравірозвідки. За результатами досліджень будувалися детальні тектонічні карти різних масштабів. При узагальненні геофізичних матеріалів,

К.Ф. Тяпкіним, були сформульовані ознаки виділення розривних порушень різних рангів, а також виявлені зв'язки між розривними порушеннями різних рангів і лінійними кораи вивітрювання [44, 45].

1.6 Висновки, мета, задачі та методи дослідження

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити наступні висновки:

1. На розглянутих щитах Сибірської і Східно-Європейської платформ, золоторудні родовища, в переважній більшості, приурочені до зон розривних порушень і генетично пов'язаних з ними лінійних кор вивітрювання.

2. Актуальним завданням є розробка додаткових економічно доцільних і результативних методів вивчення і трасування розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на щитах і кристалічних масивах, які дозволяють вивчати і прогнозувати пов'язану з ними золоторудну мінералізацію.

Метою роботи є встановлення закономірностей поширення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, а також їх зв'язку з золоторудною мінералізацією на прикладі ділянок Солонянського рудного поля.

Для вирішення сформульованих проблем, необхідно знайти рішення наступних завдань:

1. Виконати аналіз даних, що відображають сучасний стан вивченості порушених зон і пов'язаної з ними рудної і, зокрема, золоторудної мінералізації на щитах Східно-Європейської та Сибірської платформ, у тому числі, на Українському щиті;

2. Удосконалити спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах;

3. Розробити методичну рекомендацію щодо використання методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі для виділення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання;

4. За даними спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі виділити розривні порушення і лінійні кори вивітрювання і

встановити просторові закономірності їх поширення на ділянках родовища Сергіївське, рудопрояву Сонячний;

5. Встановити закономірності між характеристиками природного імпульсного електромагнітного поля Землі в зонах розривних порушень, лінійних кор вивітрювання і приуроченої до них золоторудної мінералізації на ділянках дослідження.

В роботі використано комплексний метод досліджень, який включав: збір та аналіз геологічних матеріалів, метод спостереження ПЕМПЗ, обробку та аналіз результатів спостережень ПЕМПЗ і структурно-геологічної інформації, статистичні методи обробки інформації, порівняльний аналіз проявів золоторудної мінералізації за даними буріння та характеристик поля.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕНЬ, ЛІНІЙНИХ КОР ВИВІТРЮВАННЯ І СУПУТНЬОЇ ЗОЛОТОРУДНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ

2.1 Геофізичні методи розвідки, що використовуються для виявлення розривних порушень на кристалічних щитах

На сьогоднішній день, для виділення розривних порушень у межах Українського щита використовуються наступні геофізичні методи: сейсморозвідка, гравірозвідка, магніторозвідка, електророзвідка.

Найбільш широко використовується сейсморозвідка. Положення та особливості будови розломів вивчаються за матеріалами сейсморозвідки 2D і 3D.

У гравітаційному полі розривні порушення відображаються у вигляді: гравітаційних ступенів і ступенів, накладених на інші аномалії, локальних лінійних аномалій обох знаків і локальних лінійних аномалій, що виявляються у трансформованих функціях, лінійних систем локальних аномалій; кордонів областей з різним малюнком ізоаномал або ізоліній трансформованих функцій; зон порушення кореляції аномалій [6].

У магнітному полі розривні порушення відображаються так само, як і в гравітаційному. При описі характерних особливостей розривних порушень в магнітному полі, більш результативні дані виходять при його кореляції з аномаліями гравітаційного поля [6, 44].

За даними вертикального електрозондування (ВЕЗ), розривні порушення відображаються, як зони зміни типів кривих ВЕЗ. На карті ізоліній сумарної поздовжньої провідності - у вигляді ступенів в рівнях сумарної поздовжньої провідності або у вигляді позитивних лінійних і негативних аномалій [68].

У докембрійському фундаменті розривні порушення відображаються у вигляді контакту різних комплексів порід по різні боки від розлому, зміні геологічних формацій, зміні кількісних співвідношень окремих петрографічних різниць у межах одного і того ж комплексу порід, а також зміні фацій метаморфізму порід одного комплексу. Розривні порушення можна виділяти по розбіжностям структурних планів по різні боки від розлому: зміні домінуючих простягань порід; кордонів областей

поширення різних форм складчастості (лінійної і ізометричної), по межах поширення лінійної складчастості.

За петрографічними особливостями геологічних утворень, розривні порушення характеризуються наявністю тектонітів і метасоматитів. Їх можна виділяти по ділянках проявів вторинних геологічних процесів; по магматичним утворюванням - наявності інтрузивних і ефузивних порід основного і ультраосновного складу, по проявах дайкових комплексів; за наявністю накладених лінійних структур.

При аналізі внутрішньої структури розлому, характерними рисами є: крута ізоклінальна складчастість у межах зони розлому; характерні простягання всередині розлому і на його кордонах, співвідношення кутів падіння складок, ділянки дроблення і тріщинуватості порід. Глибинні розломи можуть також визначатися за мінералогічним складом, рудним формаціям. У корі вивітрювання вони відображаються: на картах ізогіпс рельєфу корінних порід - у вигляді ступенів; локальними лінійними зниженнями або підвищеннями рельєфу; за ступенем його порізаності [68].

У сучасних рухах розривні порушення відображаються у вигляді змін напрямку і швидкості вертикальних рухів блоків; за змінами у поведінці векторів зсуву координатних пунктів, за даними повторних тріангуляцій [69].

2.2 Геофізичні методи досліджень, що використовуються в межах Солонянського рудного поля, Сергіївського родовища і їх результати

У межах Сурської структури проводилися різні види геофізичних зйомок, які дозволили вирішити наступні завдання:

- розчленування порід фундаменту Сурської структури за фізичними властивостями;
- дослідження загальної структури району і його тектонічних особливостей - виділення розривних і складчастих порушень і зон незгоди;
- виділення ділянок, перспективних на пошуки родовищ корисних копалин, у першу чергу, золота.

Основними методами, що використовувались, були:

1. Гравіметрична зйомка М 1:10 000 - 1:25 000.

2. Магнітна зйомка М 1:10 000.

3. Електророзвідка. Метод викликаної поляризації із встановленням середнього градієнту (ВП-СГ) у профільно-ділянковому варіанті використовувався на перспективних ділянках у комплексі з методом часткового вилучення металів (ЧВМ) і газортутною зйомкою.

4. Електророзвідка. Метод дипольного осевого зондування викликаної поляризації (ДОЗ-ВП) – використовується для уточнення структурно-тектонічної позиції виявлених за методом ЧВМ ореолів золота.

5. Біолокаційні методи. Використовуються з метою можливої оперативної оцінки золотоперспективних об'єктів (ділянок), уточнення положення пошукових профілів і деталізації виявлених аномальних зон.

6. Гравімагнітна зйомка, яка робилась у М 1:10 000.

7. Профільні деталізаційні дослідження методами ВП-СГ, ДОЗ-ВП і ЧВМ.

У результаті проведених робіт, отримано такі основні матеріали:

- карта аномалій редукції Буге ($\sigma = 1,9$ і $2,67$ г / см³), М 1:10 000;
- карта аномального магнітного поля М 1:10 000;
- графіки фізичних параметрів за профілями комплексних геофізичних досліджень.

На підставі цих матеріалів, із залученням даних попередніх геолого-геофізичних досліджень, отримані зведені карти гравітаційного і магнітного полів Сурської структури М 1:25 000 і 1:50 000, що послужили основою для комплексної інтерпретації, прогнозування золотоперспективних ділянок, щільнісного моделювання. Для ділянки Сергіївського родовища складені щільнісні і магнітні моделі за серією профілів і схемою комплексної інтерпретації з результатами прогнозування на золото в М 1: 2 000 [69].

Гравірозвідка здійснювалася через мережу 100×50 м, профільні роботи виконувалися з кроком $10 \div 50$ м і детальні дослідження по мережі 20×20 м [68].

Площадна зйомка виконувалася за попередньо розбитою мережею меридіанально і широтно орієнтованих профілів з відстанню між профілями 100 м і пікетами 50 м.

Магнітна зйомка включала площадну зйомку по мережі 100×25 м і профільні спостереження.

За сейсмічними профілями, для деталізації виявлених аномалій, виконані профільні роботи з кроком 5-25 м.

Геоелектрохімічні методи включали: метод часткового вилучення металів, метод дифузійного вилучення (ЧИМ, МДВ), які використовувалися для прямих пошуків золота. Об'єктом вивчення цих методів є ґрунт. Вони засновані на вилученні з ґрунту водорозчинних форм досліджуваних елементів, які мають тісний генетичний зв'язок з первинним зруденінням.

Газотутні випробування виконувалися у варіанті відбору літохімічних проб, за якими проводилось вимірювання вмісту ртуті [68].

У результаті виконаних геофізичних досліджень, було встановлено, що Сергіївське родовище розташоване безпосередньо в зоні контакту південного закінчення Сурської і північній частині Широківської структур. У меридіональному напрямку ділянка перетинається дайками габброїдного складу, прорваними субширотною інтрузією кислих порід, представлених кварцовими порфірами, плагіограніт-порфірами, ріолітами, метадацитами і метаріодацитами.

За даними детальної гравіметричної зйомки, структура розбита на ряд блоків, розділених тектонічними порушеннями північно-східного простягання. Приконтантові частини інтрузії, особливо північна, супроводжуються добре вираженими позитивними аномаліями ΔT_a , які обумовлені магнітними породами середньої і підвищеної щільності, переважно основного складу. Негативна комплексна аномалія, що відповідає кислим породам, простежується через всю ділянку, яка поступово слабіє на північний захід.

Щільнісне і магнітне моделювання, що виконані за серією бурових профілів, підтвердило загальне північно-північно-східне падіння, як самої інтрузії, так і супроводжуючих її магнітоактивних метадіабазів, метабазальтів [68].

В результаті геофізичних досліджень Сергіївського родовища, встановлено:

- перспективними на пошуки золота є області, які характеризуються найбільш низькими значеннями магнітного та гравітаційного полів. Вони відповідають центральним частинам і північному контакту Сергіївського тіла метаріолітів і метадацитів;
- західним кордоном є тектонічне порушення північно-східного простягання, що обмежує із заходу блоки з максимальною потужністю кислої інтрузії. Це порушення, ймовірно, контролює південний підворот західного закінчення родовища;
- на родовищі спостерігаються екзоконтактові частини інтенсивної магнітної аномалії, викликані дайкою щільних магнітних габро-амфіболітів, габро-долеритів, які прорвані кислої інтрузією.

Використання даних геофізичних зйомок дозволило виявляти загальні особливості геологічної і тектонічної будови як структур у цілому, так і складних вузлів і фрагментів в їх межах.

Застосування перерахованих геофізичних методів дозволило трасувати значну кількість золотовмісних ділянок [69].

Вивчення тектонічних особливостей Солонянського рудного поля виконувалося за матеріалами геофізичних досліджень у М 1:50 000 до М 1: 2 000. Однак, деталізація, виділення і трасування розривних порушень зі збільшенням масштабу, призводить до зростання вартості розвідувальних робіт.

2.3 Використання методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі

Так як виділення і трасування розривних порушень зі збільшенням масштабу, призводить до зростання вартості розвідувальних робіт, тому необхідно залучення нових достовірних, детальних і економічних методів розвідки. Одним з таких є метод спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПІЕМПЗ). Розробниками методу спостереження ПІЕМПЗ є: О.А. Воробйов, В.Н. Саломатін, Н.Г. Хатіашвілі та інші [70 - 72].

В основі даного методу закладено прояв в атмосфері та літосфері Землі, крім електромагнітних полів, викликаних діяльністю людини, електромагнітного поля, яке постійно спостерігається, та обумовлено глибинними процесами в надрах Землі і зовнішніх полів, що є наслідком взаємодії сонячної і космічної радіації з процесами, що протікають в оболонці планети.

У роботі М.С. Олександрова, Е.М. Бакленаєва, присвяченій вивченню електромагнітного поля Землі в області СНЧ (в діапазоні частот від одного герца до 30-50 кГц), наведені результати теоретичних і експериментальних досліджень природи природного випромінювання СНЧ, розглянуті питання виникнення штучних перешкод від різних джерел [73].

Найбільший інтерес з точки зору використання ЕМВ для цілей вивчення тектоніки кори вивітрювання і кристалічного фундаменту, представляє дослідження умов причин виникнення ЕМВ у надрах Землі, розглядання його амплітудно-частотних характеристик. У вивченні цих питань, найбільший вклад внесли співробітники Томського політехнічного інституту. Зокрема, О.А. Воробйов у своїй монографії, детально розглядав питання виникнення ЕМВ у гірських породах. Було доведено, що основним джерелом випромінювання є масиви гірських порід, в яких під впливом механічної напруги, відбуваються оборотні і необоротні механічні деформації, а також окислювально-відновні, фільтраційні та інші процеси [74].

При механічних перетвореннях в іонних структурах можуть спостерігатися такі механічні явища:

- зростання на багато порядків іонної електропровідності при деформації твердого тіла;
- виникнення високого потенціалу та заряду на поверхні деформованого кристала, електризація зерен мінералів-неп'єзоелектриків при пластичних течіях (ефект О.В. Степанова);

- електризація при крихкому руйнуванні діелектрика у результаті появи заряду на поверхні, яка щойно утворилася і емісії електронів.

До теперішнього часу, проведені численні лабораторні дослідження по вивченню ЕМВ, у процесі деформування гірських порід, мінералів і штучних матеріалів, що дозволило, в значній мірі, виявити джерела генерування електромагнітних сигналів.

О.А. Воробйовим встановлено, що одним з необхідних умов їх генерації є електризація наявних або новостворених поверхонь гірських порід, що навантажуються. При деформації твердої фази порід, появу зарядів пояснюють рухом заряджених дислокацій в полі механічних напружень (ефект О.В. Степанова), або розривом міжатомних (міжйонних) зв'язків при зростанні тріщин [74, 75].

Н.Г. Хатіашвілі встановив, що проходження акустичної хвилі через породу супроводжується формуванням ЕМВ через звільнення і коливання в поле звукових хвиль заряджених дислокацією, країв мікротріщин, подвійних електричних шарів, змін опору природних електролітів та інших явищ [70].

Ю.Я. Майбуком і Г.О. Соболевим у 1982 р. зроблено відкриття, у якому зазначено, що ЕМВ генерується тільки рудними тілами, що містять мінерали-напівпровідники. Згодом, було експериментально встановлено, що це явище характерне в тій чи іншій мірі практично для всіх гірських порід і багатьох штучних матеріалів. Автори провели дослідження щодо практичного застосування методу і розробили «Спосіб геофізичної розвідки рудних тіл» (пат. № 972453), що дозволяє здійснювати пошук рудних тіл без п'єзоефекту. Даний спосіб був випробуваний на ряді свинцево-цинкових, олов'яних, ртутних і ін. родовищах. За результатами випробування, було виділено близько 80 перспективних аномалій, підтверджених гірничими виробками і свердловинами [76].

Таким чином, виконаний аналіз дозволяє зробити висновки:

1. Електромагнітні імпульси виникають при деформації зразків мінералів,

гірських порід і деяких штучних матеріалів.

2. Частотний діапазон імпульсів становить від одиниць до сотень кілогерц.

3. ЕМВ, що спостерігається у поверхні Землі, є сумарним випромінюванням у результаті деформаційних процесів, що відбуваються у Землі, атмосферних явищ і електромагнітних полів, які викликані діяльністю людини.

Із зроблених висновків випливає, що за результатами спостережень на поверхні Землі, можна судити про динамічні процеси, що відбуваються у товщах гірських порід, у їх напружено-деформованому стані, та про неотектонічні процеси.

Однією з перших спроб вивчення тектоніки, вважаються дослідження з вивчення характеру природного імпульсного випромінювання в Ялтинському тунелі В.Н. Саломатіним і ін. Встановлено, що зонам розривних порушень відповідають мінімуми кількості електромагнітних імпульсів. Тектонічні блоки характеризуються максимумом кількості електромагнітних імпульсів, а ширина зон максимальних значень порівнянна з шириною блоків [71, 77, 78].

Дослідження з використання ПЕМПЗ для вивчення тектоніки різних родовищ, у тому числі і золоторудних, проводилися з 1985 р. [79-84].

Крім того, метод ПЕМПЗ дає можливість вирішувати наступні геологічні завдання:

- за результатами спостережень на денній поверхні виконувати виділення і трасування розривних порушень породного масиву [85 - 87];
- за результатами спостережень виконувати виділення масивів ґрунтів, що знаходяться в різнонапруженому стані;
- визначати ступінь блочності скельного масиву;
- виконувати трасування виходу на поверхню скельного масиву, дайок [88, 89].

Крім того, метод ПЕМПЗ включений у 2004 р. у нормативні документи Державного комітету природних ресурсів України (ЗУКН), як геофізичний

експрес-метод оцінки напружено-деформованого стану (НДС) порід [90].

2.4 Апаратура, що використовувалась для спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі

Для дослідження різних видів динамічних явищ (у тому числі, тектоніки), розроблено цілий ряд індикаторних приладів для реєстрації ПЕМПЗ, наприклад: Апогей 32 і 32 М., Демон, ІПП, Комфорт, СІМЕЇЗ, РХІПДС і інші.

Нами, для виділення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на ділянках, що досліджувалися застосовувався радіохвильовий індикатор пружно-деформованого стану (РХІПДС). Даний прилад розроблений і виробляється на експериментальному заводі геофізичної апаратури Західноукраїнської геофізичної експедиції (м. Львів). Одна з модифікацій розробленого приладу, що використовується в дисертаційних дослідженнях, наведена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Радіохвильовий індикатор пружно-деформованого стану порід (РХІПДС АХІ 2.026.001)

Ця апаратура призначена для якісної оцінки рівня пружно-деформованого стану порід за даними спостереження щільності потоку ПЕМПЗ у діапазоні частот 5-50 кГц. Щільність потоку вимірюється в умовних одиницях (у.о. –

кількість імпульсів у одиницю часу). Основні технічні характеристики приладу наведені за даними робочого паспорта. Перевірка контрольних параметрів була виконана у лабораторних умовах на стендовому обладнанні при генерації однорідного поля. Перевезення обладнання, згідно з паспортом, проводиться будь-яким видом транспорту. Індикатор РХІПДС забезпечує перетворення потоку електромагнітних імпульсів Землі. Реєстрація проводиться за показаннями стрілочного індикатора [91].

РХІПДС є індикаторним приладом, отже, не підлягає метрологічній повірці, згідно з нормативними документами [92].

Нижній поріг дискримінації ПЕМПЗ по напруженості магнітної складової не більше 1×10^{-4} А/м [91].

Індикація щільності потоку імпульсів ПЕМПЗ здійснюється в діапазоні від 0 до 10000 с^{-1} [91].

Динамічний діапазон приймача забезпечує прийом сигналів від 50 мкВ до 100 мкВ [91].

Регулювання чутливості ступеневе, одинадцять сходинок, в умовних одиницях [91].

Діапазон індикації щільності потоку імпульсів розбитий на 5 піддіапазонів: від 0 до 100 с^{-1} ; від 0 до 300 с^{-1} ; від 0 до 1000 с^{-1} ; від 0 до 3000 с^{-1} ; від 0 до 10000 с^{-1} . Час встановлення робочого режиму не більше 1 хв., з моменту включення індикатора [91].

Час безперервної роботи - 8 год.

Комплект живлення складається з 9 елементів типу А 343.

Потужність, що живиться від комплекту живлення не більше 225 мВт.

Довжина кабелю, що з'єднує пульт з блоком антени, становить $1,20 \pm 0,1$ м.

Габаритні розміри, мм: пульта $250 \times 140 \times 100$; блоку антени $390 \times 38 \times 32$;

Маса, кг: робочого комплекту - 3; в укладальному ящику - 7,5;

Середній час безвідмовної роботи не менше 1000 год.

Кліматичні робочі умови застосування: температура навколишнього повітря від -20 до $+50^\circ \text{C}$; відносна вологість повітря до 90% при 30°C .

2.5 Відображення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання в природному імпульсному електромагнітному полі Землі

Вивченням відображення розривних порушень у ПЕМПЗ і моделюванням сигналу над тектонічними порушеннями займалися Й.С. Білий, О.В. Орлінська, Д.С. Пікареня, О.Б. Посудієвський, В.М. Саломатін, В.П. Солдатенко та ін. [8, 71, 78, 82, 83, 85, 88, 93].

Встановлено, що в зонах розривних порушень і лінійних кор вивітрювання при виконанні зйомки методом ПЕМПЗ, спостерігається різке зниження (поглинання) реєстрованого поля і його підвищення на бортах цих зон. На деякій відстані від зони порушення, сигнал ПЕМПЗ стабілізується [74].

Аномалія ПЕМПЗ над зонами з розривними порушеннями виникає внаслідок того, що електромагнітне поле, яке генерується масивом гірських порід, дифрагує в зоні тектонічного порушення, і, як правило, ця зона більше проводить, ніж непошкоджені породи за рахунок її обводнення і, внаслідок цього, спостерігаються мінімальні значення ПЕМПЗ [93].

У 2009 р. В.П. Солдатенко та ін. [93], була опублікована фізико-геологічна модель тектонічного порушення, в якій показано, що за даними ПЕМПЗ, виділяються розривні порушення і приурочені до них зони гідротермально-метасоматичної мінералізації. Було доведено, що при збільшенні потужності перекриваючих порід, знижується чіткість і виразність аномалій.

На підставі моделі, описаній в статті [93], нами були представлені різні умови формування сигналу ПЕМПЗ над зонами розривних порушень і лінійних кор вивітрювання (рис. 2.2-2.7) [94 - 96].

1. Непорушені блоки порід, що знаходяться в рівнонапруженому стані і розділені зоною розривного порушення, відображаються в полі, як симетричні фрагменти підвищених значень ПЕМПЗ, які розділені ділянкою знижених значень (рис. 2.2).

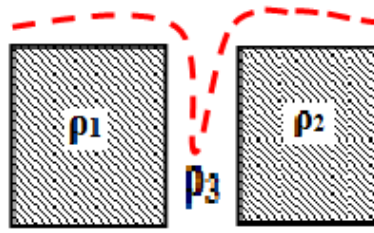


Рисунок 2.2 – Відображення в полі ПЕМПЗ рівнонапружених блоків порід, що мають однорідну геологічну будову та розділені зоною розривного порушення, де $\rho_1 = \rho_2 > \rho_3$, $H_2 = H_1$

2. У випадках, коли блоки, що мають однорідну геологічну будову і розділені розривним порушенням, знаходяться на різних гіпсометричних рівнях, у полі, що реєструється це відображається у вигляді ступені (рис.2.3).

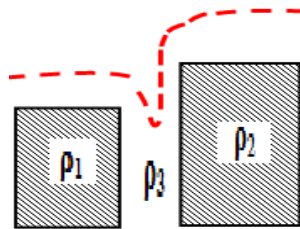


Рисунок 2.3 – Відображення в полі ПЕМПЗ рівнонапружених блоків порід, розділених розривним порушенням, що знаходяться на різних гіпсометричних рівнях, де $\rho_2 = \rho_1 > \rho_3$, $H_2 < H_1$

3. У випадках, коли блоки, що розділені розривним порушенням, знаходяться у різнонапруженому стані, тоді поле, що реєструється знаходить відображення у вигляді ступені, причому блок, що знаходиться в більш напруженому стані, характеризується більш високим рівнем ПЕМПЗ (рис. 2.4).

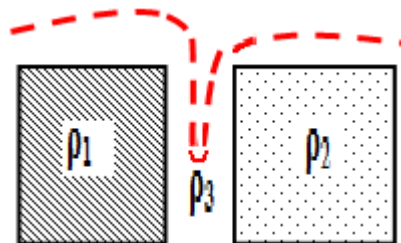


Рисунок 2.4 - Відображення в полі ПЕМПЗ різнонапружених блоків порід, розділених розривних порушенням, що знаходяться в різнонапруженому стані, де $\rho_3 < \rho_2 < \rho_1$, $H_2 = H_1$

4. Далі наведені моделі формування сигналу ПЕМПЗ над зонами з лінійними кораами вивітрювання, які є наступним етапом розвитку розривного порушення (рис. 2.5-2.7).

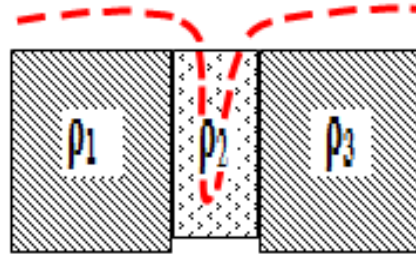


Рисунок 2.5 – Відображення в полі ПЕМПЗ рівнонапружених блоків порід, що мають однорідну геологічну будову, та розділені лінійною корою вивітрювання, де $\rho_2 < \rho_1 = \rho_3$

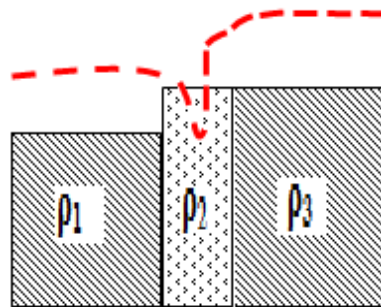


Рисунок 2.6 – Відображення в полі ПЕМПЗ рівнонапружених блоків порід, що знаходяться на різних гіпсометричних рівнях, та розділені лінійною корою вивітрювання, де $\rho_1 = \rho_3 > \rho_2$

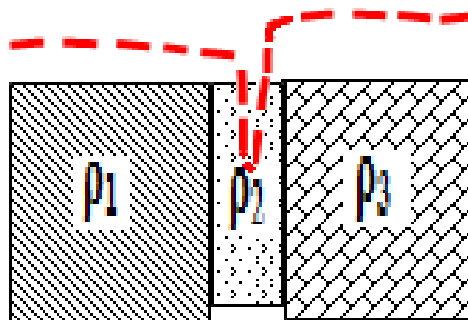


Рисунок 2.7 – Відображення в полі ПЕМПЗ блоків порід, що знаходяться в різнонапруженому стані, та розділені лінійною корою вивітрювання, де $\rho_2 < \rho_3 < \rho_1$

При цьому, чим менше потужність перекриваючих порід, тим більш вираженими є аномалії ПЕМПЗ.

Лінійні кори вивітрювання часто ускладнені впровадженнями жильних утворень, прожилкуванням, окварцюванням. Наприклад, на родовищі Сергіївське, лінійні кори вивітрювання виконані впровадженням кварцових жил, прожилкуваннями, окварцюванням, що характеризуються щільністю вище, ніж щільність порід, що складають блоки (табл. 2.1).

Картина поля над лінійними корама вивітрювання в даному випадку, буде подібною, незважаючи на те, що щільність компонентів, що впроваджуються в окремих випадках буде вище, ніж щільність розущільненої зони (рис. 2.11). Сумарна щільність розущільненої зони, яка обумовлена тріщинуватістю, буде, в цілому, нижче, ніж щільність блоків.

Таблиця 2.1 – Властивості щільності гірських порід Сергіївського родовища [53, 97]

№ п/п	Назва порід	Середня щільність, г/см ³
1	Метадацит порфіровий скловміщуючий	2,72
2	Метадацит порфіровий, катаклазований до серицит-альбіт-кварцового сланцю	2,83
3	Габро-долеріт середньозернистий	3,04
4	Метабазальт офіровий	2,95
5	Метабазальт з магнетитом	2,95
6	Метабазальт мілко-середньозернистий	2,96
7	Метатуф літокристалічний	2,90
8	Сланці кварц-альбіт-карбонат-ціозит-хлоритові	2,88
9	Сланці магнетит-кварц-хлорит-серицит-альбіт-амфібол-ціозитові	2,98

Продолжение табл. 2.1

10	Сланці карбонат-альбіт-хлорит-епідот-кварц-серіцитові	2,90
11	Сланці кварцеві з біотитом, серіцитом, альбітом, хлоритом, епідотом	2,84
12	Граніти, плагіограніти, мігматити	2,70

Лінійні кори вивітрювання часто супроводжуються різними типами кварцової мінералізації: кварцовими жилами, інтенсивним окварцюванням порід і кварцовими прожилкуваннями і прошарками (рис. 2.8).

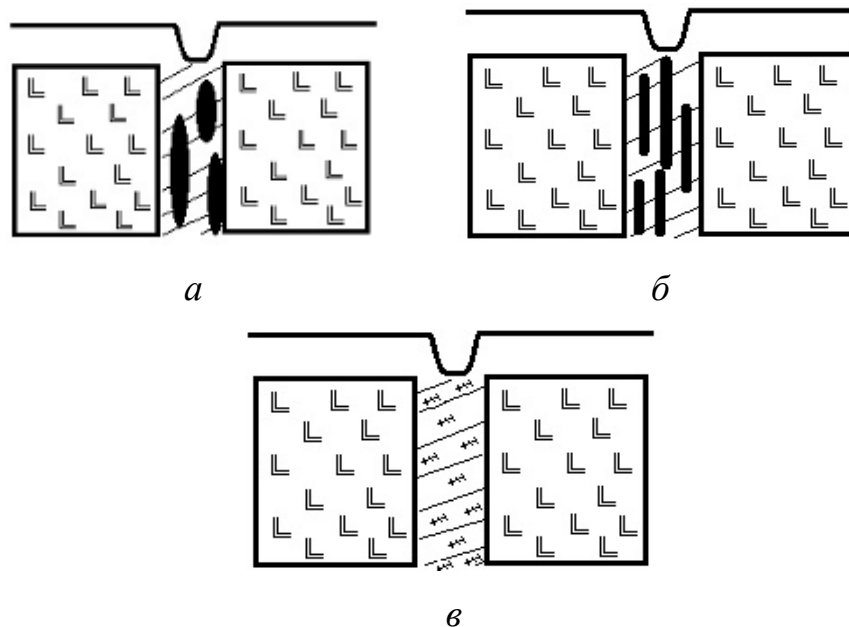


Рисунок – 2.8 Моделі формування сигналу ПЕМПЗ над зонами з розривними порушеннями з різними типами кварцової мінералізації: *а* - кварцові жили; *б* - інтенсивне окварцювання порід; *в* - кварцові прожилкування і прошарки

2.6 Методика спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі на ділянках родовища Сергіївське і рудопрояву Сонячний

Ділянки дослідження були запропоновані КП «Південукргеологія» на

підставі договору про співпрацю між ДВНЗ «Національний гірничий університет» та КП «Південукргеологія».

Розроблено методичну рекомендацію щодо застосування методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) для виділення тектонічних порушень і лінійних кор вивітрювання на Українському щиті з метою подальшого виявлення перспективних зон золоторудної мінералізації. Методична рекомендація затверджена в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (2014 г.) (Додаток А), а також отримано патент України № 99831 «Спосіб виявлення розривних порушень в кристалічних породах» [95].

На **родовищі Сергіївське** спостереження ПЕМПЗ проводилися на одному з найбільш складних у тектонічному відношенні ділянок рудного поля. Спостереження виконувалися за профілями, що прив'язані до опорних свердловин. Ділянка дослідження знаходиться між геологорозвідувальними профілями №№ 16, 16а, 17, 17а, 18, та умовно поділяється на три частини - центральну, північну, південну [98-100].

Профілі спостереження розташовувалися субширотно. Винесення опорних свердловин і профілів спостережень на денну поверхню центральної частини ділянки, виконувалося за допомогою тахеометра Topcon GTS 235N з точністю $\pm (2 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$, точність кутових вимірів - 5".

На північній і південній ділянках прив'язка здійснювалася за допомогою GPS - навігатора Garmin GPSMAP 78 s (точність $\pm 5 \text{ м}$).

Зйомка ПЕМПЗ проводилася в два етапи. На першому етапі були виконані спостереження в центральній частині ділянки (профілі I.I-I.XII). На другому етапі - на північній (профілі II.I-II.VIII) і південній частинах ділянки (профілі III.I-III.IX). Далі, з метою об'єднання ділянок дослідження, профілі II.I і I.XII, а також I.I і III.IX були поєднані. Поєднання проводилося з урахуванням отриманих результатів про ідентичність сигналу ПЕМПЗ, що не залежить від

добових і сезонних коливань (рис. 4.1-4.4).

I.I профіль центральної частини ділянки прив'язаний до свердловин № 1614, 1822; I.XII профіль - до свердловин № 1819, 167.

II.I профіль північної частини ділянки прив'язаний до свердловин № 1614, 1822; II.VIII профіль до свердловин № 1617, 186.

III.I профіль південної частини ділянки прив'язаний до свердловин № 163, 1814; III.IX профіль - до свердловин № 167, 1819.

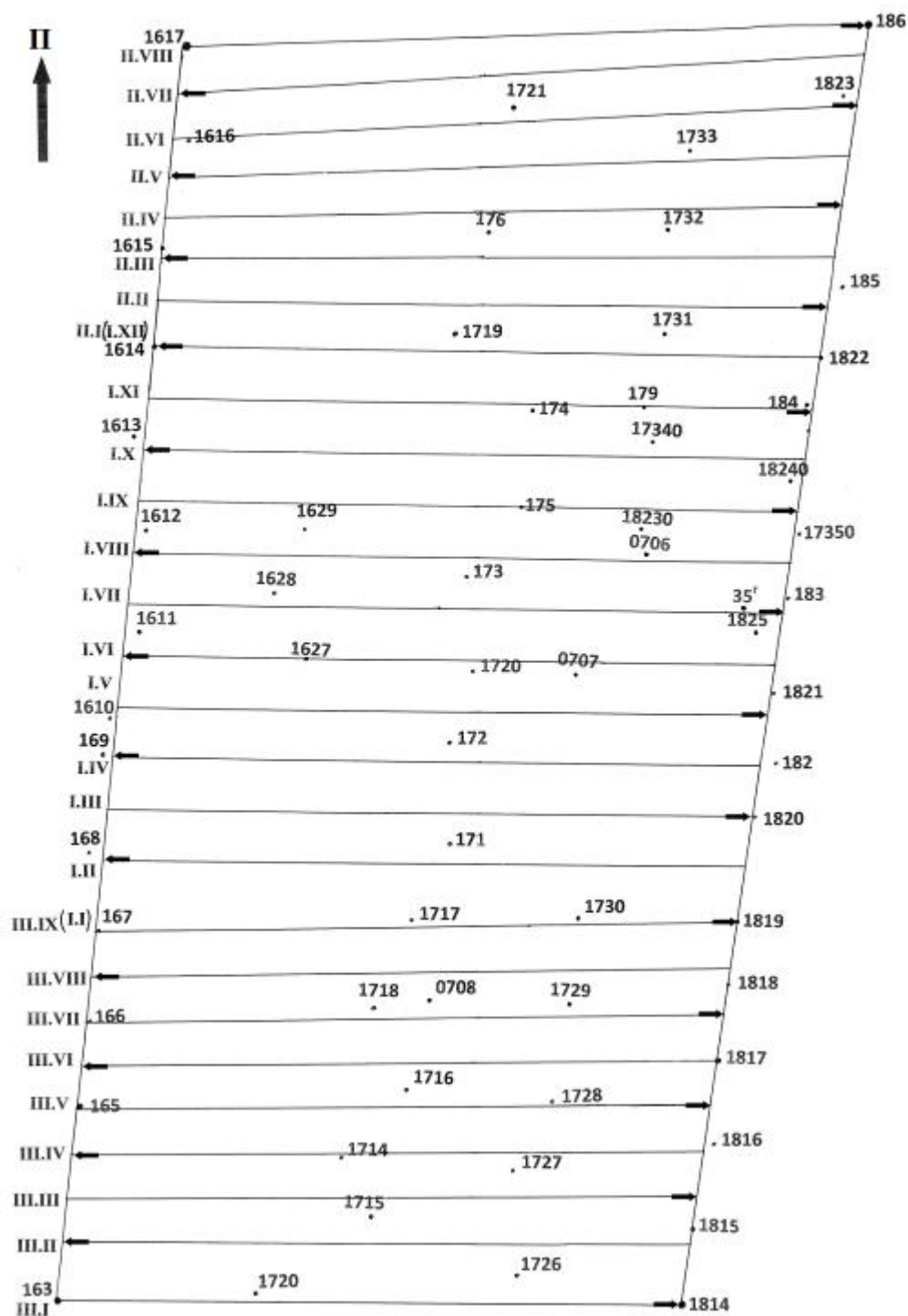
Розміри ділянки: 240×500 (493) м.

Щільність мережі спостереження становила 20×20 м, що обумовлено параметрами зон, що виділялися за даними розвідувальних робіт на досліджуваних ділянках (рис. 2.9) [99, 100].

З метою зменшення впливу техногенних і природних перешкод, положення антени РХПДС під час зйомки було спрямовано вертикально вниз.

Обсяг виконаних спостережень: загальна кількість профілів спостереження – 29. Кількість точок на один профіль – від 12 до 15. Загальна кількість фізичних точок – 403. Обсяг польових робіт – 8060 п. м.

Достовірність отриманих результатів. З метою зниження впливу техногенних перешкод і контролю відтворюваності результатів, на кожній точці Сергіївського родовища виконано по 10 вимірів. Проведено повторні спостереження в обсязі 20% від загального числа фізичних точок (що становить 82 точки) на профілях № I.XII, II.VIII, III.IX.



•171 – свердловина, її номер

I.IV – номер профілю

→ – напрямок ходу

Рисунок 2.9 – Схема розташування профілів ділянки родовища

Сергіївське М 1: 1 000

Достовірність отриманих результатів обумовлена відтворюваністю за даними двох фрагментів ділянки дослідження родовища Сергіївське - при накладенні профілів у північній частині ділянки ($r^2 = 0.70$), при накладенні в південній частині ділянки ($r^2 = 0.71$).

Положення профілів спостереження, щодо розвідувальних свердловин і напрямку ходу спостережень наведені на рис. 2.9. Точність проходження кожного з профілів контролювалося GPS-навігатором.

У межах ділянки **рудопрояву Сонячний**, спостереження також проводилися на одному з найбільш перспективних, але і найбільш складних у тектонічному відношенні ділянок рудного поля (рис. 2.10). Винесення граничних точок (А, В, С, D) і профілів спостереження (I-XI) на денну поверхню ділянки дослідження виконувалося за допомогою навігатора GPS map 60 CSX Garmin (точність ± 5 м).

Розміри ділянки: $200 \times 230 \times 200 \times 222$ м.

Спостереження щільності потоку ПЕМПЗ виконувалися за тією ж методикою, що і на фрагменті ділянки Сергіївського родовища.

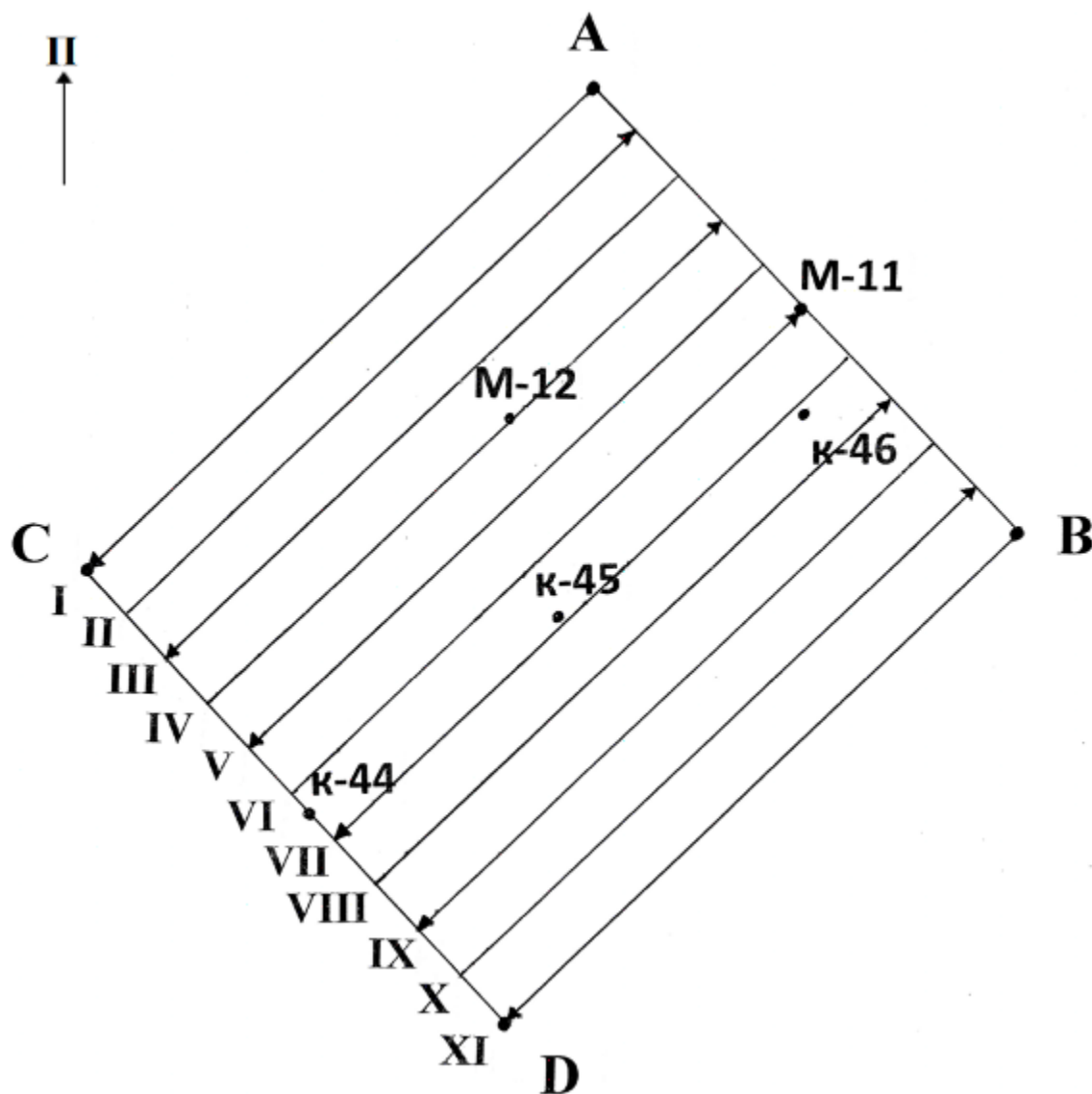
Обсяг виконаних спостережень: загальна кількість профілів - 11, кількість точок на профіль - 13, загальна кількість фізичних точок - 143, обсяг польових робіт - 2860 п. м.

З метою зниження впливу техногенних і природних перешкод, а також контролю відтворюваності результатів, на кожній точці виконано по 10 вимірів, а також були проведені повторні спостереження в обсязі 20% від загального числа фізичних точок, що становить 28 точок на профілі № 11.

Ділянка зйомки ПЕМПЗ характеризувалася значним техногенним навантаженням у вигляді високовольтної лінії електропередач. Крім того, у період спостережень відзначався високий рівень природних електромагнітних завад. Отже, періоди, коли спостерігалися ураганні значення реєстрованого поля, були виключені.

Далі, дані спостережень були оброблені за допомогою програмного забезпечення Golden software - Surfer 9. За цими даними були побудовані схеми

щільності потоку ПЕМПЗ на ділянках родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний.



II – номер профілю

D – гранична точка ділянки

•M-11 – свердловина, її номер

→ – напрямок ходу

Рисунок 2.10 – Схема розташування профілів ділянки рудопрояву

Сонячний М 1: 2 000

Далі, на побудованих схемах щільності потоку ПЕМПЗ, виділялися розривні порушення та лінійні кори вивітрювання з урахуванням методики, розробленої К.Ф. Тяпкіним [44, 45], а також на підставі представлених моделей

формування сигналу над зонами з розривними порушеннями і лінійними корами вивітрювання (рис. 2.2-2.7).

Ідентичність відображення розривних порушень різних рангів у реєстрованих полях дає можливість виконати зіставлення їх властивостей, а саме - просторової орієнтації.

2.7 Комплексування геологорозвідувальних даних, золоторудних проявів і даних спостережень природного імпульсного електромагнітного поля Землі

При інтерпретації отриманих даних спостережень ПЕМПЗ, використовувались матеріали польових журналів [101], надані КП «Південукргеологія».

Проекція кожної з 59 свердловин, пробурених на досліджуваній ділянці родовища Сергіївське, була винесена на побудовану схему щільності потоку ПЕМПЗ. Потім, за матеріалами польових журналів, обрані описи розкритих порід 100 метрових інтервалів. Дані інтервали виносилися на проекції ліній геологічних розрізів 16, 17А (рис. 2.11, 2.12). Обґрунтуванням вибору 100 метрового інтервалу проекції на лінію геологорозвідувального профілю було те, що зона мінімальних значень поля на отриманих схемах щільності потоку ПЕМПЗ, відповідає довжині 100 метрового інтервалу свердловини.

Для кожного з інтервалів, на схемі щільності потоку ПЕМПЗ, було розраховано середнє значення рівня ПЕМПЗ (у.о.). Крім того, для кожного інтервалу, розраховано середній вміст золоторудної мінералізації (г/т), уточнено тип окварцювання і характеристики вміщуючих порід. Всі дані по кожній з розглянутих свердловин, зведені в таблицю поінтервального опису мінералогічного складу, вмісту золота і рівня спостережуваного ПЕМПЗ (табл. 4.6).

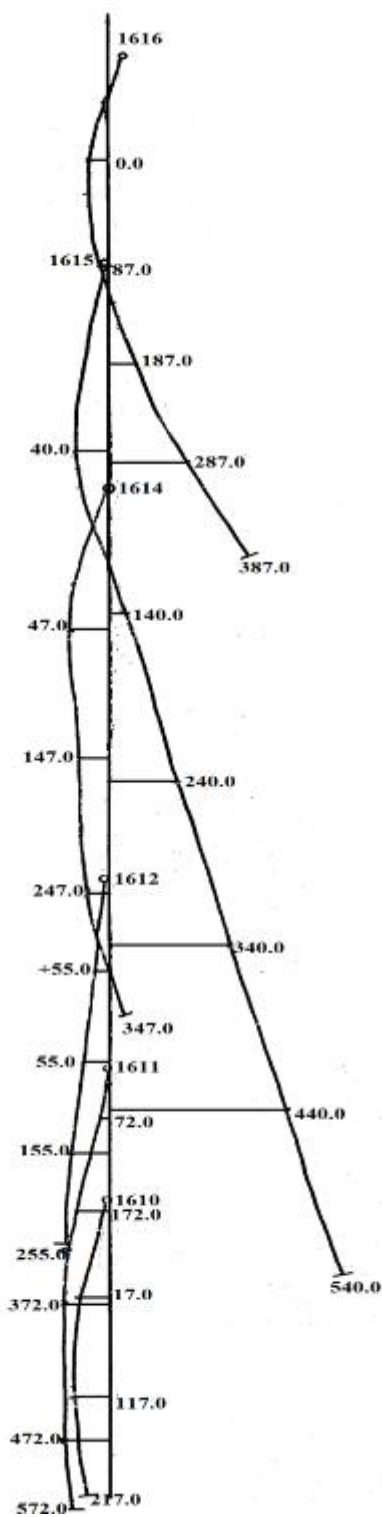


Рисунок 2.11 – Схема проєціювання свердловин на лінії геологорозвідувальних розрізів на прикладі розвідувальної лінії 16 (за М.Ю. Дищуком [102])

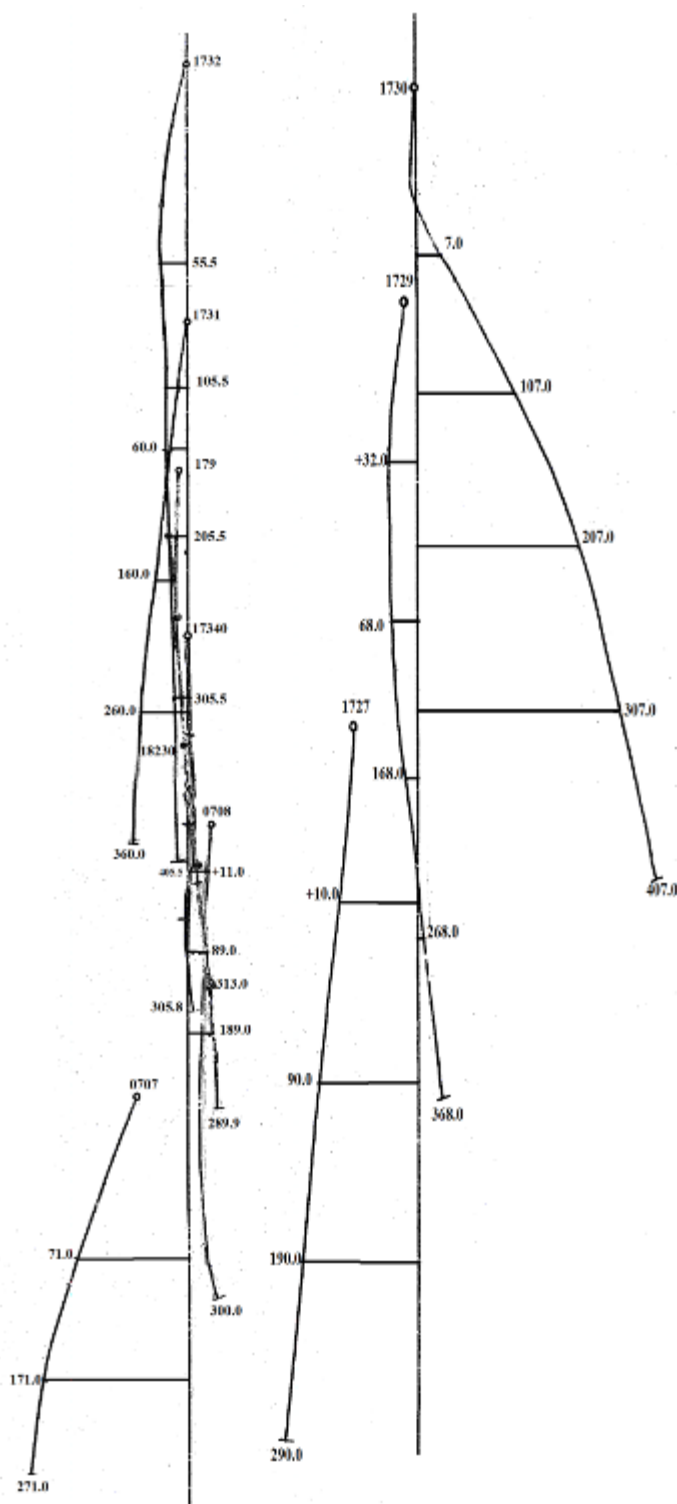


Рисунок 2.12 – Схема проєціювання свердловин на лінії геологорозвідувальних розрізів на прикладі розвідувальної лінії 17^А (за М.Ю. Дищуком [102])

За даними геологічної документації (59 свердловин), було виконано поділ проявів золоторудної мінералізації на три зони.

У **першу зону** віднесені породи з вираженими кварцовими жилами, потужністю від 0,3 до 1,4 м (8 свердловин, що становить 14,6% від загального числа проаналізованих). Це свердловини 1611, 167, 173, 172, 1732, 1822, 18240, 17350. Зона представлена кварц-карбонатними жилоподібними тілами з арсенопіритом і кварц-карбонат-сульфідною з золотом жилою.

У **другу зону** віднесені кварцові прожилкування, потужністю від 0,5 до 1,2 м (27 свердловин, що становить 49% від загального числа). Це свердловини 1615, 1614, 1612, 1611, 1617, 169, 167, 1628, 1721, 1719, 173, 172, 1717, 1715, 1716, 1731 1730, 1729, 185, 1822, 184, 183, 1617, 1732, 1819, 1820 1817. Комплекс порід, що складає цю зону представлений кварц-карбонатним прожилкуванням у метабазальтах.

До **третьої зони** входили свердловини з інтенсивним окварцюванням, імовірно, метасоматичного характеру. Розглядалося 20 свердловин, що становить 36,4% від загального числа. Це свердловини 1616, 1615, 163, 1610, 1629, 1715, 1628, 1627, 176, 174, 171, 0708, 179, 17340, 18230, 0707, 18240, 1818, 1816, 1815.

Окварцювання спостерігається у метадацитах і метабазальтах з різними типами мінералізації.

У кожній з виділених зон також були виявлені і детально розглянуті інтервали з ураганими значеннями вмісту золота.

У першій зоні, яка характеризується вираженими кварцовими жилами - (свердловини 1611, 173, 1732, 17350), ураганні значення вісту золота становили 31,12 г/т, 35,0 г/т, 23,3 г/т і 17 г/т.

У другій зоні, що представлена кварцовим прожилкуванням - (свердловини 183, 184, 1820), ураганні значення вмісту золота, відповідно - 52,4 г/т, 23,0 г/т, 40,2 г / т.

У третій зоні, яка характеризується інтенсивним окварцюванням, ураганні значення вмісту золота спостерігаються у свердловинах 174, 176, 179 1730, 17340. Вміст золота в них відповідно: 34,4 г/т, 15,6 г/т, 32,2 г/т, 17,6 г/т, 25,1 г/т

. Дана група характеризується наступним комплексом порід: окварцьовані метадацити і metabазальти, хлорит-пірит-альбіт-кварцові сланці.

2.8 Спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах

Суть способу полягає у тому, що для підвищення ефективності прогнозу і пошуків рудних корисних копалин, генетично пов'язаних з розривними порушеннями і лінійними корадами вивітрювання, доцільно використовувати метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ).

Таким чином, це дозволило запропонувати спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах.

Параметри способу і умови застосування вибираються з урахуванням стадії і масштабу пошукових геологорозвідувальних робіт. Проведення наземної зйомки виконується після обґрунтування щільності мережі спостереження (крок спостереження, відстань між профілями спостереження, м). Вибір режиму ведення спостереження включає діапазон індикації щільності потоку імпульсів ПЕМПЗ (с^{-1}), час реєстрації сигналу ПЕМПЗ на кожній точці (хв.), Необхідний обсяг статистичної вибірки значень реєстрованого сигналу в кожній точці спостереження - 10 одиниць. Метод може бути застосований, виходячи з досвіду попередніх досліджень, для глибин до 200 м та більше.

Технологічні параметри: розміри ділянки (м), кількість профілів спостереження (од.), кількість точок на один профіль (од.), загальний обсяг польових робіт (п.м.) визначаються поставленими завданнями і стадією геологорозвідувальних робіт.

Апаратура, яка використовується при проведенні спостережень ПЕМПЗ: для винесення профілів і точок спостереження на ділянку дослідження, використовуються: апаратура типу тахеометр Topcon GTS 235N з точністю $\pm (2 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$, точність кутових вимірів - $5''$; GPS - навігатор типу Garmin GPSMAP 78 s (точність $\pm 5 \text{ м}$).

Вимірювання щільності потоку виконуються за допомогою апаратури: індикаторного приладу типу радіохвильовий індикатор пружно-деформованого

стану (РХІПДС), радіохвильових індикаторів моделей Апогей 32, 32 М., Комфорт, дистанційного електромагнітного визначника напруги (ДЕМВН), мікропроцесорного індикатора спонтанного імпульсного електромагнітного випромінювання Землі (СІМЕВЗ) та ін.

Критерій ефективності визначається в порівнянні результатів виконаних геологорозвідувальних досліджень, а також інших геофізичних методів, які паралельно використовуються для виділення розривних порушень. Очікувана ефективність відповідно до результатів отриманих на ділянці дослідження родовища Сергіївське Солонянського рудного поля становить 85,8%.

Удосконалення способу виявлення розривних порушень у кристалічних породах полягає у тому, що при збільшенні щільності мережі спостереження, можна виділяти і трасувати малоамплітудні розривні порушення, що мають параметри по ширині - перші метри. За рахунок цього, можливе підвищення достовірності виявлення на денній поверхні виходів під покривні відкладення розривних порушень, що сприяє збільшенню інформаційної та економічної ефективності геологорозвідувальних робіт.

Висновки по розділу

1. На підставі розробленої та затвердженої «Методическая рекомендация по применению метода наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) для выделения тектонических нарушений и линейных кор выветривания» (Додаток А), показана можливість виявлення і трасування зон розривних порушень, лінійних кор вивітрювання під осадовими відкладеннями в умовах Солонянського рудного поля (родовище Сергіївське, рудопрояр Сонячний).

2. У зонах розривних порушень і лінійних кор вивітрювання спостерігається різке зниження поля, що реєструється, та його підвищення на бортах цих зон. На деякій відстані від зони, сигнал ПЕМПЗ стабілізується.

3. Представлені умовні моделі формування сигналу ПЕМПЗ над зонами розривних порушень і лінійних кор вивітрювання.

4. Обґрунтовано вибір 100-метрового інтервалу проекції на лінію геологорозвідувального профілю.

З ГЕОЛОГО-ТЕКТОНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОДОВИЩА СЕРГІЇВСЬКЕ І РУДОПРОЯВУ СОНЯЧНИЙ

3.1 Аналіз геологічної позиції Солонянського рудного поля (Український щит, Середньопридніпровський мегаблок)

На Українському щиті найбільш дослідженими і прогнозованими є золоторудні об'єкти, що локалізовані в межах ГЗО. Найбільш перспективною і вивченою у Середньопридніпровський ГЗО є Сурська ГЗС з Солонянським рудним полем в його південній частині.

На даний момент, відома група близьких у структурно-речовинному плані родовищ і рудопроявів. На площі Сурської ЗКС виявлені золоторудні родовища і рудопрояви - Сергіївське, Балка Золота, Балка Широка, Сонячний, Новий, Аполлонівський, Східно-Аполлонівський, Розрахунковий, Південно-Петровський, Дорожній, Таніно. Крім вищевказаних родовищ і рудопроявів, на площі рудного поля відомо 4 прояви похованих глибокозалягаючих розсипів і велика кількість (понад 200 точок) підвищеної золоторудної мінералізації [97].

Рудовміщуючі структури більшості золоторудних родовищ представлені лінійними (потужністю від перших десятків метрів і більше 160 м) і протяжними тектоно-метасоматичними зонами [97, 103, 104 - 106]. Таким чином, детальне вивчення лінійних кор вивітрювання є актуальним і перспективним завданням при дослідженні золоторудних родовищ.

В останні роки, дослідженнями Сурської структури займалися Б.З. Берзенін, О.Б. Бобров, М.Ю. Дищук, Л.В. Ісаков, О.К. Малиновський, В.Т. Погрібний, Л.О. Рязанцева, В.В. Сукач та інші [53, 67, 97, 107, 108].

За час дослідження Сурської структури, змінювалися її параметри і визначення. Сурську структуру називали брахісінкліналлю, вулканотектоничною депресією, синклінорієм, прирозломною структурою. Ці назви відповідають складним етапам геологічної історії її формування [102].

Сурська ЗКС має подовжену, асиметричну коритоподібну форму, витягнуту в північно-західному напрямку з розмірами 28×16 км. Північно-

західний борт Сурської ЗКС більш пологий і падає на північний схід під кутами 50-75°. Північно-східний борт характеризується субвертикальним падінням (рис. 3.1) [102].

Поряд із загальними рисами геологічної будови, характерними для всіх ЗКС Середнього Придніпров'я, Сурська структура відрізняється специфічними особливостями глибинної будови - невеликою потужністю сіалічної кори, а також мінімальною вертикальною потужністю вулканогенного комплексу, що досягає 6 км [109].

За даними щільнісного моделювання, глибина залягання зеленокам'яних порід - 5,5-6 км, глибше передбачається наявність масивів габро і габро-піроксенітів неправильної форми [69].

Згідно з даними О.Б. Боброва, Л.В. Ісакова, В.В. Сукача, Сурська ЗКС складена з мезоархейських стратифікованих порід Конкської серії і синхронних з ними інтрузивних і субвулканічних утворень [51, 103, 110].

У складі Конкської серії виділяються (знизу вгору): Сурська світа, аполлонівська товща, алфьорівська світа і пашенівська товща. Інтрузивні аналоги метаморфізованих вулканітів названих стратифікованих підрозділів представлені: верховцевським базіт-ультрабазітовим комплексом і Сергіївською асоціацією метагаброїдів. З кінцевим етапом формування Сурської ЗКС пов'язано формування сурського плагіогранітоїдного комплексу [102].

Наймолодшими неметаморфізованими породами Сурської ЗКС є дайки габро-норитів і камптонітів [102].

Сурська світа. Сурська світа з регіональною незгодою залягає на породах Аульського комплексу. На північно-західному борту структури розкриті високоглиноземисті гнейси з сіліманітом, кордиєритом, ставролітом, які залягають безпосередньо в підшві світи і простежуються у вигляді смуги, шириною від перших метрів до 50 м. Імовірно, ці високоглиноземисті гнейси утворилися за рахунок первинно глинистих порід давньої кори вивітрювання,

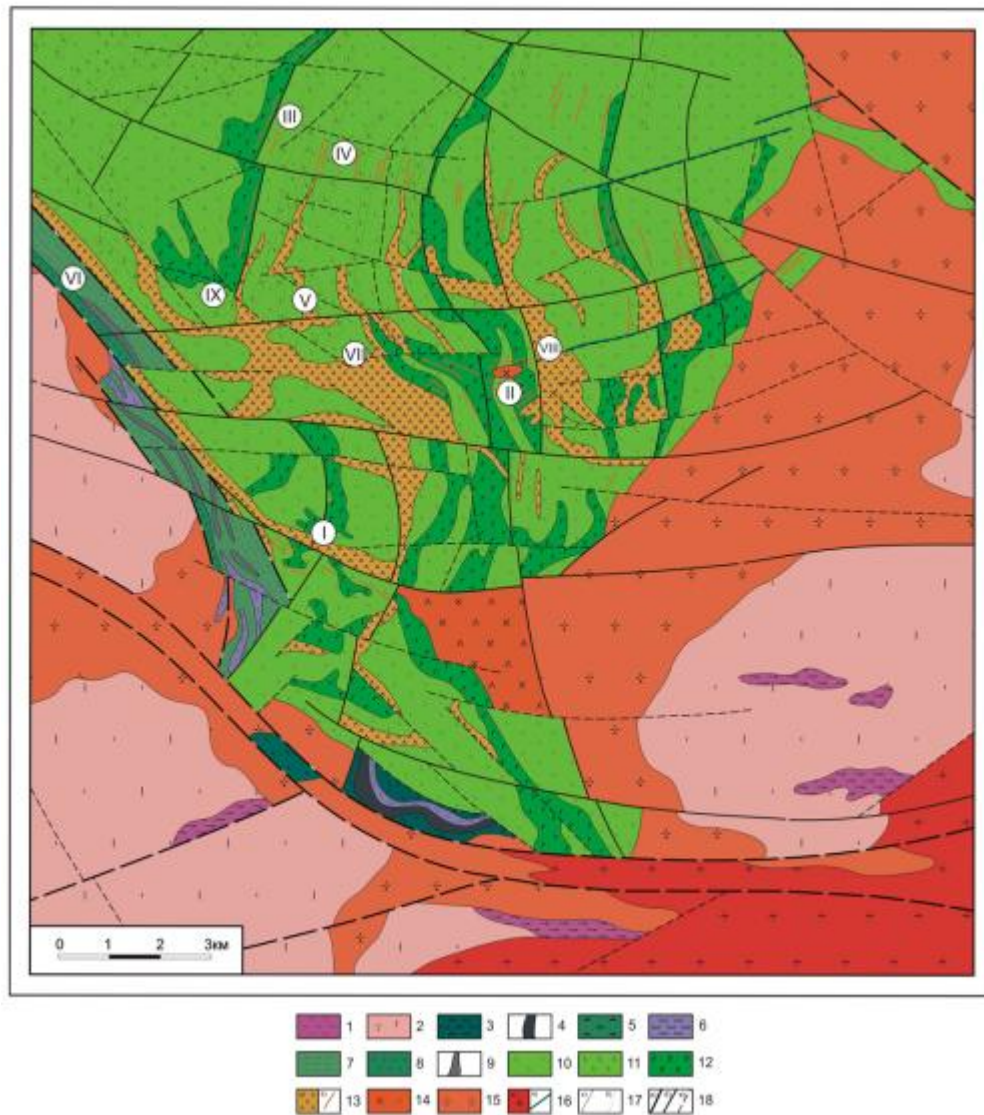
яка представляє собою перехід від Аульського до зеленокам'яного тектономагматичного режиму розвитку регіону. Аналогічні утворення зафіксовані також на бортах Конкської і Білозерської ЗКС [102].

Відповідно до свого стратиграфічного положення, породи Сурської світи виходять на поверхню кристалічного фундаменту на бортових частинах Сурського синклінорію ЗКС. Відсутні вони лише в її північно-східній частині. У розрізі Сурської світи виділяється перша, друга, третя і четверта підсвіти [102].

Перша підсвіта закартована у вигляді переривчастої смуги, шириною від 100 м до 1,5 км, яка простягається вздовж борту Сурської ЗКС. До складу першої підсвіти входять амфіболіти, сланці епідот-плагіоклаз-амфіболові, залізисті кварцити, рідко зустрічаються прошарки ультраосновних порід. Видима потужність першої підсвіти досягає 1200-1500 м [102].

Друга підсвіта представлена ультраосновними метавулканітами (метакوماتіитами), які залягають у вигляді смуги, яка уривається, що виклинюється на північно-східному борту структури. Потужність лав метакوماتіитів, які складені закономірним чергуванням тальк-хлорит-карбонатних, хлорит-тальк-серпентинових, серпентин-амфіболових сланців, серпентинітів, тремолітитів, актінолітитів, не перевищує 500 м. У місцях розширення смуги ультрабазитових порід, серед лавової фації, домінуюче поширення мають субвулканічна і інтрузивна фації, які представлені Петровським, Правдінським, Карнаухівським масивами [102].

Третя підсвіта грає головну роль у розрізі Сурської світи. У напрямку з півдня на північ, ширина виходу порід підсвіти на поверхню кристалічного фундаменту зростає від 500 м до 4,0 км (лінія Сурського структурного профілю) і далі, на північ, різко виклинюється на лівому березі р. Суха Сура, у районі с. Миколаївка [102].



Аульський СФК: 1 - амфіболіти, гнейси; 2 - плагіомігматити, плагіограніти.

Середньопридніпровський СФК. Петровський тип розрізу. *Джеспіліт-коматіт-толейтова формація.* Нерозчленована: 3 - амфіболіти, тальк-карбонатні породи; 4 - залізисті кварцити; *толейтова формація:* 5 - сланці плагіоклаз-амфіболові, амфіболіти; *коматіт-толейтова підформація:* 6 - тальк-карбонатні породи, серпентиніти, актінолітіти, тремолітіти; *сланцево-джеспіліт-толейтова підформація:* 7 - метаморфізовані туфопісковики, туфоалевроліти, туфолави і туфи основного і середнього складу, пісковики, алевроліти, ріоліти, ріодацити; 8 - метакоматіти; 9 - пласти залізистих кварцитів.

Центральносурський тип розрізу. *Толейтова формація:* 10 - metabasites, rarely metapicrobasites; 11 - metadolerites; *габро-долеритова*

формація: 12 - метагабро-долерити, метадолерити, метагабро; *дацит-тоналіт-порфірова формація*: 13 - метадацити, метаріодацити (а) і їх дайки поза масштабу (б); 14 - метатоналіт-порфіри; 15 - плагіограніти сурського комплексу; 16 (а) – двупольошпатові граніти; 16 (б) - позамасштабні дайки меланогабро; 17 - геологічні (а) і літологічні (б) межі; 18 - розломи регіональні (а), головні (б), другорядні (в). Цифри у колі - родовища золота: I - Сергіївське, II - Балка Золота; рудопрояви золота: III - Аполлонівський, IV - Східно-Аполлонівський, V - Розрахунковий, VI - Південно-Петровський, VII - Дорожній, VIII - Новий, IX - Тетянин.

Рисунок 3.1 – Геологічна карта Солонянського рудного поля
(за В.В. Сукачем [103])

Характерною особливістю третьої підсвіти є її строкатий осадово-вулканогенний породний склад: метатуфолави і метатуфи основного і середнього складу, метатуфопісковики, метапісковики, метатуфоалевроліти, метаалевроліти, смугасті залізисті кварцити, кварц-серицитові сланці (метаріодацити, метаріоліти), тальк-карбонатні сланці. Залізисті кварцити і метатуфопісковики приурочені до середньої і верхньої частини підсвіти. Потужність метавулканогенно-осадових порід третьої підсвіти може досягати 2-2,5 км [102].

Четверта підсвіта завершує розріз Сурської світи, перекриваючи породи третьої підсвіти. Вона бере участь у будові тільки Петровсько-Миколаївської моноклінали, тягнучись згідно, у вигляді вузької смуги, шириною 150-500 м від с. Петрівське на півдні і до с. Миколаївка на півночі. За породним складом четверта підсвіта повністю метакоматітова – це серпентиніти і сланці, мінеральний парагенезис яких визначають такі типові для метаультрабазитів мінерали, як: тальк, серпентин, карбонат, хлорит, актиноліт, тремоліт, магнетит [102].

Аполлонівська товща. Аполлонівську товщу закартовано у центральній і південно-східній частині ЗКС, яка становить приблизно 70% її площі. Це

базитова за складом стратиграфічна одиниця, в якій домінують метабазальти і ефузивні метадолерити при підпорядкованій ролі метакоматітів (тальк-карбонатні, тальк-хлорит-карбонатні сланці) і метаріодацити. Метавулканіти аполлонівської товщі разом з комагматичними їм інтрузивно-субвулканічними тілами метагабро-долеритів утворюють єдину аполлонівсько-сергіївську ВПА, яка містить більшу частину золоторудних об'єктів, виявлених у межах структури. Щодо співвідношення інтрузивних і ефузивних утворень, у складі аполлонівсько-сергіївської ВПА, відзначається різке домінування лавових фацій у північній частині Сурської ЗКС і зростання ролі інтрузивних тіл на півдні структури, де зосереджені золоті зруденіння [102].

Основні метавулканіти аполлонівської товщі представлені потужними потоками і покривами, слабо деформованими або недеформованими зовсім, з чіткою структурно-текстурною, а, можливо, і внутрішньою диференціацією.

Абсолютний вік утворень Сурської світи, які залягають нижче і проривають метадацити, метатоналіт-порфіри першої фази сурського комплексу, складає близько 3 млн. років. Потужність метабазитів аполлонівської товщі становить понад 3300 м [102].

Алфьорівська світа. До Алфьорівської світи віднесені ультраосновні метавулканіти, які виявлені у центральній частині Сурської ЗКС. Вони складають витягнуте у субмеридіональному напрямку на 8-10 км тіло, яке структурно приурочено до ядерної частини Сурської синкліналі і контролюється Сурсько-Михайлівським розломом. У складі породної асоціації Алфьорівської світи, головну роль відіграють розшаровані метакоматітові лави, які приурочені до верхньої частини її розрізу [102].

У нижній частині розрізу поширені металави, метатуфи основних вулканітів. Іноді метатуфіти, що безпосередньо перекривають метабазальти аполлонівської товщі. Для метакоматітової світи характерна збереженість різноманітних типів структури спініфекс. Потужність Алфьорівської світи у межах структури коливається від 200-400 м [102].

Пашенівська товща. Пашенівська товща виділена у північній частині Сурської структури. На поверхні кристалічного фундаменту виходи порід товщі утворюють неправильну лінзоподібну форму північно-західного простягання, довжиною 12 км, яка ускладнена прямолінійним субширотним відгалуженням. У складі товщі, домінуюча роль належить основним метавулканітам: метабазальтам, їх метатуфолавам, метатуфам, рідше метадолеритам. Присутні прошарки магнетит-хлоритових сланців. Вони виступають досить важливим літологічним і геофізичним членом, який маркує породні асоціації пашеновської товщі. Над окремими прошарками магнетит-хлоритових сланців, або їх скупченнями, фіксуються контрастні лінійні і дугоподібної аномалії, які в сукупності формують властиве тільки для пашеновської товщі магнітне поле. Потужність утворень пашеновської товщі не перевищує 2000 м [102].

Верховцевський базит-ультрабазитовий комплекс. У верховцевський комплекс входять інтрузивні комагматити метавулканітів Сурської свити, які в сукупності формують вулкан-плутонічні асоціації основного і ультраосновного складу. Виділяються верхня і нижня метакоматіт-дуніт-гарцбургітові ВПА. Верхня ВПА фіксується уздовж контакту між Сурською світою і Аполлонівською товщею. В її складі домінують метавулканіти, на що вказують їх полосоподібні виходи на поверхню кристалічного фундаменту, які і обумовлюють залягання порід у вигляді стратифікованих пластів. Найбільш вивчена нижня ВПА, яка переривчастою смугою тягнеться вздовж крайових частин Сурської ЗКС. Саме у цій смузі і розташовані масиви верховцевського комплексу: Карнаухівський, Правдинський, Петровський. В їх будові беруть участь метадуніти і метагарцбургіти, перетворені у тальк-карбонатні сланці, серпентиніти, актиноліти, тремоліти, серпентинітові сланці [102].

Карнаухівський ультраосновний масив має у своєму складі малопотужні дайкові тіла плагіогранітів, альбітитів, пегматоїдних гранітів, простягання яких узгоджується з субмеридіональним розташуванням масиву [102].

Сергіївська асоціація габроїдів. Породи основного складу, такі, як глибинні комагмати метабазальтоїдів аполлонівської товщі південної частини Сурської структури, були виділені у Сергіївський комплекс.

Метагаброїди переважно складають крутопадаючі (до 85°) подовжені дайкоподібні тіла і пологозалягаючі (25-35°). Для лінійно витягнутих тіл характерно субмеридіональне S-подібне простягання, яке підкреслює систему розривних структур, які є магмапідводячими і переважно тріщинного характеру вивержень. Їх потужність варіює від перших десятків метрів до 500-600 м, а довжина становить 2-9 км. У будові дайкоподібних інтрузивних тіл у напрямку від їх крайових частин до центральних, спостерігається фаціально-генетична неоднорідність. Простежується зональність перетворень від метадолеритів до метагабро-долеритів, рідко метагабро. У складі інтрузивної асоціації є також ультраосновні породи: серпентиніти і тальк-карбонатні сланці [102].

У межах Сергіївського золоторудного родовища, метагаброїди складають розшарований пластоподібний інтрузив, у розрізах якого виділяються 4 шари, що виконані долеритом, габро-долеритом. Метагаброїдні асоціації є одними з найбільш щільних порід зеленокам'яного комплексу, завдяки чому вони добре виділяються на гравімагнітних картах контрастними аномаліями субмеридіонального простягання. Верхня вікова межа порід Сергіївської асоціації габроїдів встановлюється за віком субвулканічних порід першої фази сурського комплексу, які їх проривають - 3,080 млн. років [102].

Сурський комплекс. До складу комплексу входять породи плутоно-субвулканічної тоналіт-плагіогранітної формації. Вони утворюють масиви різного розміру, які приурочені до контактів структури, найбільші серед яких - Сурський і Оленівський. Дрібні інтрузії сурського комплексу тяжіють до внутрішніх частин ЗКС. У складі сурського комплексу виділяються три фази. Перша фаза представлена порфіровими метадацитами, метаріодацитами, біотитовими плагіограніт-порфірами, метатоналіт-порфірами. Вони складають невеликі за розмірами золотопроductive і рудоконтролюючі інтрузії, субвулканічні тіла, штоки і дайки [102].

Друга фаза – це кварцові діорити, тоналіти і плагіограніти, часто порфіроподібні. До другої фази можна віднести Оленівський масив [102].

Третя фаза представлена плагіогранітами і тоналітами мусковит-біотитовими, біотитовими і біотит-амфіболовими породами, які складають Сурський масив, що тягнеться уздовж північно-східного борту структури [101].

Як було доведено дослідженнями В.В. Сукача [103], головна роль золотого зруденіння належить першій фазі Сурського комплексу. Площа компактного поширення субвулканічних і дайкових тіл цієї фази, визначає просторові межі Солонянського рудного поля, де сконцентровані головні золоторудні об'єкти Сурської ЗКС. Для утворень формації характерний тісний просторовий зв'язок з метабазитами аполлонівсько-сергіївської ВПА. Вони складають тіла різноманітної морфології і розміру, які об'єднуються у три групи:

- порівняно невеликі субвулканічні тіла (масиви), площею перші км². За формою в плані серед них розрізняються: лінійно витягнуті (Сергіївське субвулканічне тіло); неправильної, амебоподібної форми з численними відгалуженнями (Солонянське і Східно-Солонянське субвулканічні тіла); ізометричної або правильної геометричної форми (Східно-Сергіївський масив).

- штокоподібні, іноді овальної форми тіла (Західне і Східне тіла метатоналіт-порфірів);

- дайки, які супроводжують вищезгадані штокоподібні і субвулканічні тіла (масиви).

Тіла дацит-тоналіт-порфірової формації є різко незгодні по відношенню до субмеридіонального структурного плану сергіївсько-аполлонівської ВПА і фіксують розвиток нового, субширотного структурного напрямку. Вони часто погоджуються з більш ранньою, викликаною субмеридіоною тектонічною системою. У таких випадках, нерідко спостерігаються хрестоподібні (західна частина Солонянського тіла) або Т-подібні (західний фланг Сергіївського тіла) зчленування субвулканічних тіл кислого складу [102].

Для найбільш вивчених субінтрузивів дацит-тоналіт-порфірової формації спостерігається як круте (75-90°), так і порівняно полого (50-55°) падіння їх

контактів. У ендоконтактових частинах часто зустрічаються ксеноліти змінених метабазитів різноманітної форми та розмірів. Як правило, енто- та екзоконтакти, що супроводжуються зонами інтенсивного катаклазу і метасоматичних змін, розвитком кварцових і кварц-карбонатних жил і прожилків, що характерно для лінійних кор вивітрювання. Саме з такими тектоно-метасоматичними зонами пов'язані практично всі золоторудні об'єкти Солонянського рудного поля. Найважливішими серед них є родовища Сергіївське та Балка Золота, що приурочені до приконтактових частин Сергіївського, Солонянського та Східно-Солонянського субвулканічних тіл, які, в більшості випадків, представлені лінійними корама вивітрювання [101, 102].

Дайкові тіла дацит-тоналіт-порфірової формації тісно асоціюються з більшими, ніж вони за розмірами субінтрузивами, розташовуючись відповідно у їх екзоконтактах. Дайкові тіла складені, головним чином, порфіровими метадацитами, в менших обсягах – метатоналіт-порфірами, фельзитоподібними породами, порфіровими метаріодацитами [102, 103].

Дайкові комплекси активізації. У межах Сурської ЗКС за породним складом виділяються два дайкових комплекси, що представлені неметаморфізованими габроїдами і лампрофірами, що залягають відповідно. Встановлено, що вони проривають зеленокам'яні породи. Це дає підставу віднести обидва комплекси до протерозойського етапу тектономагматичної активізації. Перший з них, більш ранній, об'єднує середньозернисті олівінові меланогабро, габро, рідше габро-норити, які складають три дайки у північно-східній частині структури, де вони контролюють систему субширотних розломів [102].

У Сурській ЗКС виділені дайки лужних порід, потужністю 8-10 м, які проривають метабазальти аполлонівської товщі. За формою залягання, розмірами тіл та мінералогічним складом, ці породи віднесені до жильних гіпабіссальних утворень. Від середнього складу камптонітів, вони відрізняються більш високим вмістом титану, оксиду заліза і меншим вмістом

кремнезему. Вік дайок датується як протерозойський на підставі петрографічних особливостей порід, які не несуть слідів метаморфічних перетворень і січних взаємин з вміщаючих їх архейських утворень [102].

Розломну тектоніку Сурської структури визначають чотири основні системи розривів, існування яких фіксується у геофізичних полях та підтверджується результатами буріння: рання субширотна; діагональна північно-західна і північно-східна; субмеридіональна; пізня субширотна [56, 69].

Рання субширотна система містить у собі найбільш древні розривні порушення. Такими є зони Девладівського, Широківського-Шмаківського глибинних розломів, які поділяють великі тектонічні блоки у межах сialічного фундаменту Середньопридніпровської ГЗО [102].

Діагональна система північно-західного простягання представлена Західно-Сурським і Дніпродзержинським розломами, закладення яких в Аульському фундаменті пов'язано з початком формування Сурської рифтоподібної западини [102].

Тектонічна система субмеридіонального напрямку забезпечує становлення аполлонівсько-сергіївської ВПА. У цій системі чітко виділяються у фізичних полях і підтверджуються результатами буріння свердловин такі головні розломи (із заходу на схід): Аполлонівський, Центрально-Сергіївський, Східно-Сергіївський, Центрально-Золотобалкінський та інші [102, 111].

Закладення пізньої субширотної системи відбувалося слідом за субмеридіональною. Її елементами є (з півночі на південь): Солонянський, Південно-Солонянський і Північно-Сергіївський головні розломи. Вони контролюють розвиток субвулканічних, штокоподібних і дайкових тіл першої фази сурського комплексу. До пізньої субширотної системи належать також серія Петровсько-Павловських розломів, які січуть Петровсько-Миколаївську монокліналь. Субширотний Правлінський розлом є південним кордоном для Грушевської синкліналі, а Пашеновський - обмежує однойменну синкліналь. У

північно-західній системі виділяються Сурсько-Михайлівський розлом, який контролює розвиток ультрабазитів центральної частини структури [102].

Таким чином, Сурська ЗКС, є накладеною рифтоподібною западиною - синкліналлю, утвореною між Дніпродзержинським і Західно-Сурським глибинними розломами. Прибортові її частини інтенсивно дислоковані, зім'яті в складки з крутим падінням порід, а в осьових частинах відзначаються слабо деформовані, зеленокам'яні товщі, що залягають полого [101, 102].

Практично всі золоторудні родовища Солонянського рудного поля (Сергіївське, Балка Золота та ін.), пов'язані з розвитком кварцових і кварц-карбонатних жил і прожилків, що приурочені до лінійних кор вивітрювання.

3.2 Дослідження геологічної будови родовища Сергіївське

Особливості геологічної будови родовища Сергіївське описані у роботах О.Б. Боброва, М.Ю. Дищука, Л.В. Ісакова, І.В. Жильцової, М.В. Рузіної, Л.О. Рязанцевої, В.В. Сукача, М.Т. Цими та інших [51, 52, 97, 101, 103, 109, 110, 112-115].

Сергіївське родовище розташоване на території Солонянського району Дніпропетровської області, біля села Сергіївка, в 7 км на південь від с.м.т. Солоне (рис.3.2). Воно локалізоване у південній частині Солонянського рудного поля. Родовище відкрито О.Б. Бобровим при ГГК-50 Сурської ГСЗ у 1982-1985 р.р. [51, 101].

Геологічними межами Сергіївського родовища у межах південної частини Сурської ЗКС є: на сході і заході - Східно-Сергіївський та Південно-Петровський розломи, південним та північним є кордони субширотних зон розсланцювання (рис. 3.3, 3.4) [102].

Породи, що беруть участь у геологічній будові родовища, представлені осадово-вулканогенними утвореннями верхньої частини Сурської світи (третя

підсвіта, нижній структурний поверх), а саме: метабазитами аполлонівської товщі, габроїдами Сергіївського комплексу і субвулканічними метадацитами першої фази сурського комплексу [117].

Домінуюча роль у складі серії належить метавулканогенним породам основного складу. У підпорядкованій кількості присутні метаморфізовані осадові, туфогенно-осадові, хемогенно-осадові породи і вулканіти ультраосновного складу. Ця група порід тяжіє до нижньої частини розрізу Конкської серії і є периферією південно-західної частини Сурської структури. У складі Конкської серії виділяються сурська світа і аполлонівська товща ВПА [102].



 – контури району досліджень: родовище Сергіївське, рудопрозяв Сонячний

Рисунок 3.2 – Положення родовища Сергіївське та рудопрозяву Сонячний у межах Солонянського району Дніпропетровської області
М 1: 100 000 (топографічна карта [116])

Сурсько-Верховцевська ВПА об'єднує базит-ультрабазитові утворення Сурської свити і синхронні з ними інтрузії верховцевського комплексу. У межах асоціації за породним складом формуються два її різновиди: основного (метатолейт-габро-діабазового) і ультраосновного (метакоматіт-дуніт-гарцбургітового) складів [102].

Аполлонівсько-Сергіївська ВПА представлена лавами metabazaltoidів аполлонівської товщі і інтрузивними тілами метагабро-долеритами Сергіївського комплексу [102].

Сурська світа. У розрізі конкської серії, яка складає південно-західну і західну частини родовища, світа займає найнижче стратиграфічне положення. Вона з регіональною стратиграфічною і кутовою незгодою, залягає на породах аульського структурно-формаційного комплексу. За речовинним складом, Сурська світа представлена джеспіліт-коматіт-толейтовою формацією, яка виділяється у рамках літофаціального комплексу коматіт-толейтової і джеспіліт-толейтової формацій [102].

Серед порід, провідна роль належить метатуфоловам і метатуфам основного, рідше середнього складів, плагіоклаз-амфіболовим сланцям і амфіболітам по метавулканітам основного складу, а також метаморфізованим туфопісковикам, туфоалевролітам, алевролітам. У підпорядкованій кількості присутні ультраосновні породи і залізисті кварцити. Другорядними складовими у складі літофаціального комплексу є метавулканіти кислого складу, що тяжіють до його верхніх рівнів. За домінуванням певного набору породних асоціацій, їх внутрішньої впорядкованості в обсязі джеспіліт-коматіт-толейтової формації від низу до верху чітко відокремлюються три підформації: нижня-толейтова, середня - коматітова і верхня - сланцево-джеспіліт-толейтова. У межах родовища виявлена тільки верхня, третя світа. В її складі провідна роль належить метаморфізованим вулканогенно-осадовим і осадовим породам: туфопісковикам, туфоалевролітам, алевролітам. Вони характеризуються сланцевою, рідше масивною текстурою і карбонат-кварц-хлорит-серицит-плагіоклазовим складом, що варіюється. У тісній асоціації з вулканогенно-

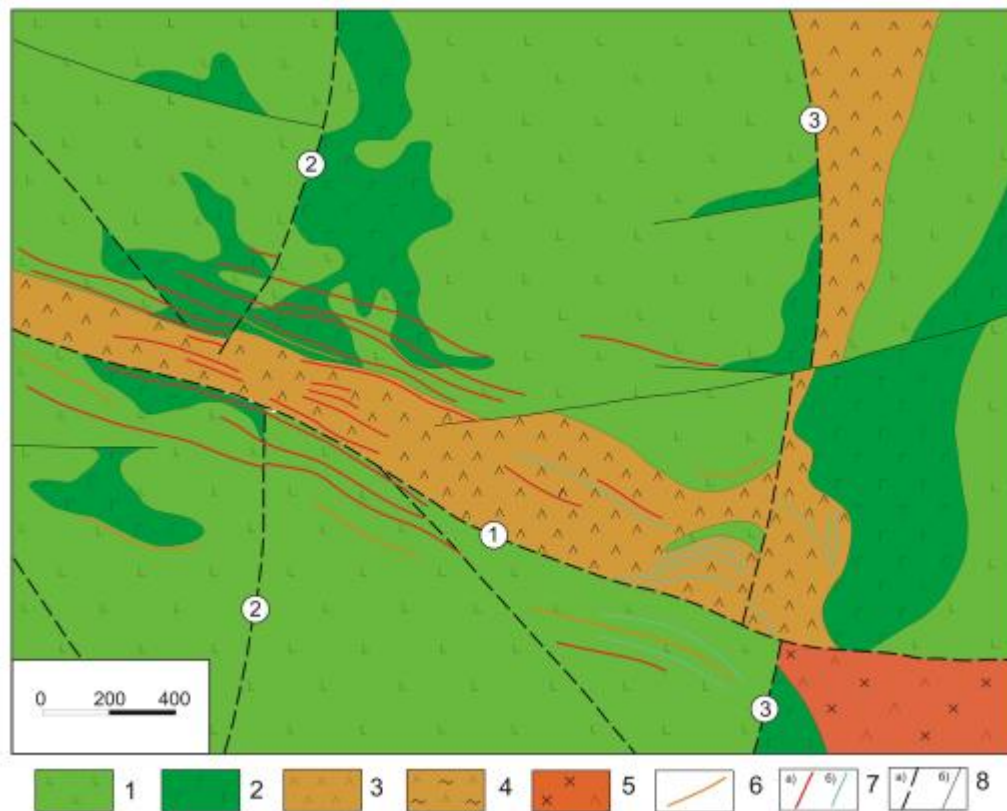
осадовими і теригенно-осадовими породами знаходяться хемогенно-осадові залізисті породи - джеспіліти, що складаються з магнетиту, кварцу і силікатів. У плані вони утворюють лінзоподібні або пластові тіла, протяжністю до 1600 м при потужності не більше 150 м. Пачки порід, що містять залізисті кварцити, не мають чіткої латеральної і вертикальної фіксації у розрізах, і можуть бути присутніми на будь-якому стратиграфічному рівні третьої підсвіти. Відзначається приуроченість залізистих кварцитів до ультраосновних метавулканітів. Породний комплекс, що вміщує джеспіліти, представлений метатуфопісковиками, метатуфоалевролітами, метаалевролітами (рис. 3.3) [13, 52, 102, 108].

Частка метавулканітів основного і середнього складу - не більше 10% обсягу третьої підсвіти. Найбільш важливим різновидом для макро- і мікроскопічної діагностики метавулканітів є літо- і крісталокластичні туфи і туфолави. Уламкова складова цих порід представлена плагіоклазом, хлоритом, філітоподібними сланцями, породами кислого складу, рідко зернами кварцу [102].

Ультраосновні породи третьої підсвіти представлені тальк-карбонатними сланцями, актинолітитами і тремолітитами, а також кварц-карбонат-хлоритовими сланцями [102].

Метавулканіти кислого складу представлені лавами порфірових ріолітів, що утворюють одиничні пластовидні тіла, потужністю від перших до десятків метрів [113].

Метатуфоалевроліти і метаалевроліти також представляють собою близькі за структурно-текстурованими ознаками і мінеральним складом породні різновиди, які просторово і генетично пов'язані між собою, а також з метатуфопісковиками і метапісковиками. Мінеральний склад порід наступний: кварц, альбіт, хлорит, серицит, лейкоксен, рутил, епідот, кліноцоїзит, турмалін. Розподіл мінералів у філітоподібних сланцях найчастіше нерівномірний [101].



1 – метабазальти; 2 – метагабро-долеріти, метадолеріти; 3 – метадацити порфірові; 4 - фельзітоподібні породи; 5 – метатоналіт-порфіри; 6 – позамасштабні дайки метадацитів і метатоналіт-порфірів; 7 – зони зруденіння золота (*a*) і молібдену (*б*); 8 – головні (*a*) і другорядні (*б*) розломи. Цифри у колі - номери розломів: 1 – Північно-Сергіївський, 2 – Центрально-Сергіївський, 3 – Східно-Сергіївський.

Рисунок 3.3 – Геологічна карта Сергіївського родовища золота
(за В.В. Сукачем [103])

Залізисті кварцити – це чітко смугасті, іноді плямисто-смугасті, пloidчаті породи. Смугастість обумовлена контрастним кольором різних мінеральних асоціацій, що складають кожну зі смуг [114].

Вміст кварцу і магнетиту варіює до утворень мономінеральних магнетитових, рідше кварцових порід. У якості другорядних складових присутні карбонат і хлорит [102].

Тальк-карбонатні сланці поширені незначно. Порода складається з мілколускато тальку і більш крупнокристалічного карбонату. Уздовж площин розсланцювання розвивається хлорит, зазвичай з дрібними вкрапленнями магнетиту, рутилу, зрідка турмаліну. Зміст хлориту пропорційно залежить від інтенсивності розсланцювання. Карбонат відзначений не менше, ніж у двох генераціях. Одна з них представлена первинним магнезитом, у вигляді роздрібнених, тріщинуватих виділень з пилюватими включеннями магнетиту, друга - грубозернистими ідіоморфними кристалами карбонату [102].

Тальк виділено у вигляді двох морфологічних різновидів або генерацій. На тлі мілколускато агрегату виділяються більші листоподібні форми [106].

Магнетит представлений нерівномірно розсіяними кристалами і тонкими смужками і ланцюжками, що складаються з більш дрібних зерен. Актиноліти і тремоліти рідко зустрічаються у вигляді чистих мономінеральних різновидів [102].

Крім породоутворюючого амфіболу в породі присутній хлорит. Серед акцесорних мінералів зустрічаються сфен, рутил, магнетит і хроміт. Породи сланцюваті, рідше масивні [101].

У групі ультраосновних порід, широко поширені кварц-карбонат-хлоритові сланці. Текстура кварц-карбонат-хлоритових сланців - плямисто-полосчата, лінзоподібно-полосчата. Полосчатість обумовлена нерівномірним розподілом хлориту, карбонату, який асоціюється, як правило, з кварцом. Акцесорні мінерали представлені рутилом, турмаліном, лейкоксеном [106].

Порфірові ріоліти (кварцові кератофіри, мікрофельзити) - це сланцюваті породи з реліктовою порфіровою, мікропорфіровою структурою. Основна маса складається з агрегату кварцу, альбіту, серициту, карбонату, хлориту, що представляє собою продукт розкристалізації і заміщення первинного вулканічного скла. Серед акцесорних мінералів присутні лейкоксен, сфен. Порфірові вкрапленники представлені кварцом, або плагіоклазом [101].

Аполлонівська товща. Утворення аполлонівської товщі у розрізі займають найбільш високе стратиграфічне положення. Серед інших порід

зеленокам'яного комплексу вони найбільш широко поширені. Аполлонівська товща у чинній стратиграфічній схемі синхронна чортомлицькій світі. Час її утворення характеризується досить інтенсивною магматичною діяльністю, яка проявилася у накопиченні практично у всіх ЗКС Середнього Придніпров'я потужних товщ вулканітів, переважно основного складу [102].

Аполлонівська товща представлена метабазальтами різних петрографо-структурних різновидів. У дуже незначних кількостях присутні мікробазальти. Метавулканіти лавової фації складають окремі потоки і потужні покриви, рідше зустрічаються утворення туфолавової і туфової фацій. Склад таких порід представлений тонкозернистим, рідше дрібнозернистим лепідогранобластовим агрегатом хлориту і альбіту. Спостерігаються карбонат, актиноліт, епідот-цоїзит. У порфірових породах вкраплення представлені плагіоклазом і псевдоморфозами по піроксену. У межах окремих лавових горизонтів формуються виділення плагіоклазу, або піроксену. Рідше спостерігається присутність обох мінералів. Залежно від складу вкраплень, виділяються плагіоклазові і піроксенові порфірові метабазальти [114].

У метабазальтах зустрічаються зони міндалекам'яних порід, що фіксують верхні горизонти потужних лавових потоків. Мигдалини мають округлу, злегка еліпсоподібну форму [102].

Прихованозернисті різновиди лавових вулканітів основного складу представлені афанітовими метабазальтами. Склад цих порід характеризується мікролітовою, вітрофіровою або варіолітовою структурами. Ступінь розкристалізації метабазальтів у центральних частинах лавових тіл може підвищуватися, утворюючи дрібно-середньозернисті, крупно-і гігантозернисті структури. Це призводить до утворення повнокристалічних порід – ефузивних метадолеритів [52].

Головні породоутворюючі мінерали метадолеритів представлені актинолітом, плагіоклазом, хлоритом. Для цього різновиду порід часто відзначаються підвищений зміст епідоту (цоїзиту). Епідот є також характерною

компонентою тонкомілкозернистих metabазальтів карбонат-плагіоклаз-актиноліт-хлоритового складу [102].

Дані про вік порід аполлонівської товщі відсутні. Верхній віковий кордон цих утворень відповідає віку інтродуючих метатоналіт-порфірів і метадацитів першої фази сурського комплексу – 3,080 млн. років. Формування метавулканітів аполлонівської товщі визначено тимчасовим відрізком 3,168-3,080 млн. років [102].

Інтрузивні породи представлені габроїдами сергіївського і гранітоїдами сурського комплексів [101].

Сергіївський комплекс. Повнокристалічні породи основного складу, які виділяються в якості глибинних комагматів metabазальтоїдів аполлонівської товщі, складають переважно крутопадаючі (80-85°) тіла, потужністю від перших десятків метрів до 500-600 м, протяжністю – від перших сотень метрів до більш 2 км. У складі аполлонівсько-сергіївської ВПА, утворення Сергіївського комплексу знаходяться у підпорядкованій кількості і фіксуються у центральній частині родовища. Сергіївський комплекс представлений метадолерітами, метагабро-долерітами, метагабро. Долеріти представлені масивними, грубозернистими, рідше середньозернистими породами. Мінеральний склад наступний: амфібол, плагіоклаз, титаномagnetит, кварц-альбіт, хлорит, епідот. Амфібол представлений алотриаморфними зернами актинолітової рогової обманки, що мають ізометричну округлу або овальну форму [102].

Габро-долерити представляють середньозернисту, рідше мілкозернисту породу з чітко вираженою реліктовою габро-офітовою структурою. Поряд з ідіоморфними призмами амфіболу, виділяються менш ідіоморфні таблиці плагіоклазу, який зустрічається у ксеноморфних відокремленнях. Склад габро-долеритів наступний: амфібол, плагіоклаз, епідот, магнетит, хлорит, карбонат, пірит. Вік порід сергіївського комплексу визначається за віком січних їх субвулканічних порід сурського комплексу – 3080 млн. років [101].

Сурський комплекс. Утворення сурського плагіогранітоїдного комплексу мають широке поширення на родовищі. Йому належить важлива рудогенеруюча і рудоконтролююча функція [102]. Сурський комплекс виділяється в обсязі двох формацій тоналіт-плагіогранітного ряду: субвулканічного дацит-тоналіт-порфірового і плутонічного тоналіт-плагіогранітного, відповідно першої і другої його фаз [102].

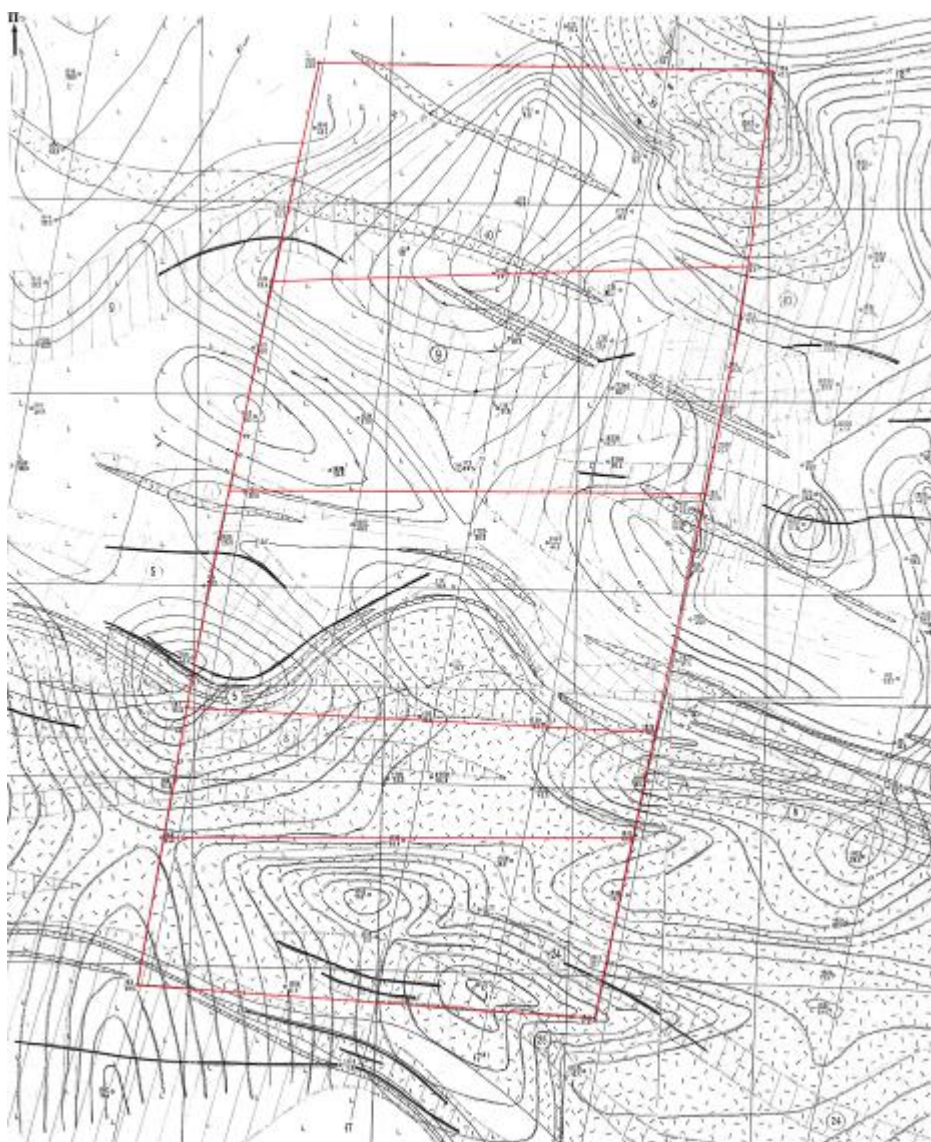
Перша фаза проявлена лише у межах ЗКС, друга локалізована в її зовнішній, приконтатовій зоні, по її периметру [52]. Вона представлена метаморфізованими порфіровими дацитами, тоналітами гранодіорит-порфірами і порфіроподібними тоналітами (гранодіоритами), порфіровими ріодацитами і фельзитоподібними породами, що складають Сергіївське субвулканічне тіло і супроводжуючі його дайки і апофізи. Воно являє собою пластовидібну (дайкоподібну) інтрузію шириною від 150 м до 400 м і простежується на відстані понад 3,8 км [102].

Субвулканічне тіло має захід-північно-західне простягання 298° з плавним підворотом західного флангу на північний захід. Після підвороту, воно зливається з однотипним за складом тілом, яке трасується уздовж Південно-Петровського розлому протягом понад 5 км (рис. 3.4) [114].

Східний фланг Сергіївського субвулканічного тіла утворює складне структурне зчленування з субмеридіональним відгалуженням. Падіння тіла на північ-північний схід 28° під кутами $50-60^\circ$ у центральній і східній частинах. Більш полого падіння ($45-50^\circ$) спостерігається у західній частині. Потужність інтрузії коливається від 80 до 180-200 м [102].

Контакти Сергіївського тіла різкі, січні і супроводжуються брекчуванням вміщуючих порід.

У геологічній будові Сергіївського тіла беруть участь порфірові метадацити, метатоналіт-порфири і порфіроподібні метатоналіти, які фіксуються на східному фланзі. У крайових частинах інтрузії розвинені ділянки фельзитоподібних порід.



– контур ділянки дослідження ПЕМПЗ



– метадацити, метабазальти, метагаброїди нерозчленованої конкської серії, аполлонівської товщі ($AR_3 a$)



– субвулканічні дацити і ріодацити I фази сурського плагіогранітного комплексу ($AR_3 s$)



– рудні зони і їх номери (розсланцювання, катаклаз, кварц-карбонатне прожилкування, сульфідізація)



– рудні тіла по борту 1,0 г/т (жили і прожилки кварцового, кварц-карбонатного і карбонатного складу з сульфідною мінералізацією)

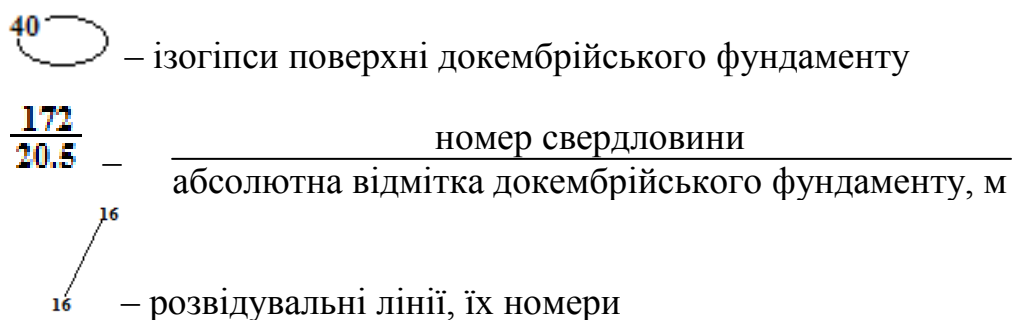


Рисунок 3.4 – Фрагмент геологічної карти докембрійського фундаменту центральної частини Сергіївського родовища з виділеною на ній ділянкою дослідження ПІЕМПЗ М 1: 1000 (за М.Ю. Дищуком [102])

Субвулканічні порфірові метадацити представляють собою масивні світло-сірі або сланцюваті породи. Основна їх маса має серицит-кварц-альбітовий склад, в якому присутні фенокристали плагіоклазу, кварцу, і окремі форми хлоритизованого біотиту. Для порфірових різновидів метадацитів, характерна слабка піритизація мінералу [52].

Порфіроподібні метатоналіти (гранодіорити) мають повнокристалічну структуру, в якій на тлі дрібно-середньозернистої кварц-плагіоклазової маси виділяються більші індивіди кварцу і плагіоклазу. У якості темнокольорового мінералу виступає крупнолускатий, частково хлоритизований біотит.

Фельзитоподібні породи – світло-сірі з кремовим відтінком утворення кислого складу (дацити, ріодацити), часто смугасті. Полосчатість обумовлена нерівномірним ступенем кристалічності породи, або присутністю смуг, збагачених сріблясто-сірим серицитом і кремовато-білим альбітом [106]. Вік субвулканічних утворень першої фази сурського комплексу становить 3080 ± 20 млн. років.

Друга фаза представлена породами плутонічної тоналіт-плагіогранітної формації: біотитовими плагіогранітами і тоналітами (гранодіоритами). Вони частково проявлені у східній частині родовища [102].

Плагіограніти другої фази – це масивні світло-сірі середньозернисті породи. Головні породоутворюючі мінерали представлені кварцом,

плагіоклазом і біотитом. Серед акцесорних мінералів відзначається сфен, платиніт і циркон. Вік порід другої фази сурського комплексу становить 2950 ± 15 млн. років [102].

На думку М.Ю. Дищука і В.В. Сукача, в локалізації золотого зруденіння, одну з головних ролей відіграють два фактори: структурний і літолого-формаційний [108, 114].

Перший структурний – обумовлений тим, що головною структурою, яка рудовмісна є широтна зона розсланцювання і зминання, яка перетинає всі породні комплекси, які беруть участь у будові родовища [113].

Структурні особливості родовища обумовлені, у першу чергу, формаційним фактором, вираженим у поєднанні різноманітних елементів геологічних формацій. Геологічну будова Сергіївського родовища визначають породи двох структурних поверхів кінкської серії – нижнього, представленого верхами сурської світи, і верхнього, складеного аполлонівською товщею. Кордон між поверхами вважається тектонічним і має падіння на північ-північний схід під кутами $50-60^\circ$, виступаючи у ролі розмежування між двома блоками порід різного складу. Останнє виражено у різному породно-речовинному складі, ступені метаморфічних і метасоматичних перетворень, у співвідношенні з гранітоїдами обрамлення сурського комплексу [102].

Осадово-вулканогенні утворення, що складають нижній поверх, як давніші, метаморфізовані інтенсивніше інших і перетворені в орто- і парасланці строкатого складу. Серед порід розвинені сульфідноносні горизонти, магнетитзмістовні кварцити і пласти з карбонатним і кварц-карбонатним прожилкуванням. Простягання відкладень північно-західно-південно-східне з падінням на північний схід. На описані породи насунені вулканіти більш молодого віку верхнього поверху. Вони складені, в основному, слабометаморфізованими базальтами лавової фації. Утворення обох структурних поверхів прорвані габроїдами меридіональною орієнтування у центральній частині розглянутої площі. Завершує будову родовища –

Сергіївська інтрузія, що впровадилась у широтну зону розсланцювання, яка перетинає всі перераховані геологічні утворення [102].

Таким чином, автори [101] відзначають на площі родовища чотири породні асоціації, що відрізняються одна від одної фізико-механічними, хімічними властивостями:

- осадово-вулканогенні відкладення строкатого складу Сурської світи - смугасті, гетерогенні, різної компетентності;
- метавулканіти основного складу аполлонівської товщі – масивні, монотонні, відносно гомогенні і пластичні;
- масивні габроїди Сергіївського комплексу – високомагнітні, сульфідно - і магнетитоносні, розкристалізовані породи;
- субвулканічні дацит-порфіри I фази сурських гранітоїдів – гомогенні, масивні, тендітні.

Залежно від структурної позиції вміщуючого середовища і генезису, золоте зруденіння у межах Сергіївського родовища має свої різновиди. М.Ю. Дищуком вперше виділені чотири структурні позиції локалізації золотого зруденіння, які автором пропонується відносити до структурних блоків: Західного, Східного, Центрального і Сергіївського. У сукупності, блоки утворюють Сергіївську рудоносну систему, яка, за попередніми даними, має протяжність 3,8 км [101, 102].

Західний рудоносний блок представлений породами Сурської світи у висячому і лежачому боках Сергіївської інтрузії в області зони розсланцювання. Протяжність становить 1,8 км, при ширині 0,5 км. Просторовими межами блоку виступають: на заході – Південнопетровський розлом, на сході – тектонічна незгода і складні контакти субмеридіонального тіла габроїдів, з півдня і півночі – межі зони розсланцювання [102].

Руди, які локалізовані тут, представлені шароподібними тілами метавулканітів кислого і основного складів з прошарками і лінзами колчеданів, у першому випадку і лінійними штокверками кварц-карбонатного прожилкування в другому. Зруднення представлено комплексом осадово-

вулканогенних формацій з накладеною більш пізньою гідротермально-метасоматичною мінералізацією (окварцювання, карбонатизація, сульфідизація), найчастіше, формуючи лінійні кори вивітрювання [106].

Східний рудоносний блок складений породами аполлонівської товщі і займає більшу частину території родовища – його протяжність становить 2,0 км при ширині від 0,75 до 1,75 км на заході і сході відповідно. Він характеризується більш складною будовою у плані дислоційованості порід. Якщо породи сусіднього блоку мають явно виражений стратифікований вигляд і більш схильні до зім'яття, то породи східного блоку мають масивну текстуру і розбиті на більш дрібні тектонічні блоки з дорудною і післярудною тектонікою. Золоторудні прояви мають січний характер і представлені жилами і прожилковими зонами, а також прожилково-вкрапленими рудами без чітких геологічних кордонів.

Центральний рудоносний блок за обсягом займає підлегле значення – $0,5 \times 0,75$ км. Його межами є інтрузивні нерівні контакти тіла, яка складно побудовані (або групи тіл) габроїдів у межах впливу зони розсланцювання. Породи перетворені у сланці, збагачені магнетитом. Руди, що локалізовані тут, також мають січний характер і представлені жилами, прожилковими зонами і вкрапленими рудами без чітких геологічних кордонів [102].

Сергіївська інтрузія являє собою відносно єдиний породний блок, у межах якого проявлена фаціальна зональність, яка виражена у зміні зі сходу на захід плагіогранітами, ріолітами, ріодацитами і дацитами. Тіло розбите серією розломів північно-східного простягання на окремі мікроблоки, які зміщені відносно один одного на десятки метрів. Золота мінералізація виявлена у вигляді окремих кварцових жил і прожилкових зон у східній частині і зон прожилково-вкраплених і вкраплених сульфідних руд без чітких меж у західній. Протяжність становить 3,8 км, ширина у західній частині – 150 м, у східній – до 400 м [101].

Самородне золото у лінійних корах вивітрювання. На площі Сергіївського родовища широко поширені лінійні кори вивітрювання, в

окремих зонах яких відзначається підвищений вміст золота. Здебільшого, вони представляють собою продовження рудних тіл, які виходять на поверхню кристалічних порід. У зв'язку з тим, що рудні тіла родовища являють собою зони інтенсивного окварцювання вміщуючих порід з серією кварцових жил, прожилків і сульфідної (піритової) мінералізації, у корі вивітрювання присутні досить великі уламки жильного кварцу, іноді з включеннями золота, желваків гідроксидів заліза і стягіння вторинних карбонатитів [102].

У нижній (першій) зоні вивітрювання часто відзначається золотовмісна дресва порід, що вивітрились. У разі присутності телуридів – вони руйнуються, і золото переходить в пилоподібний стан. Ступінь вивітрювання золотовмісних порід залежить від того, в якій зоні гіпергенезу знаходиться рудна зона. Морфологічно продуктивна кора вивітрювання характеризується лінійним і лінійно-тріщинним типом. Вміст золота по окремих перетинах становить від 6,6 до 45 г/т при потужності 1-2 м [118].

При наявності у корінних породах рудних зон з тонким золотом, у певних умовах, у корі вивітрювання можуть утворюватися (шляхом механічного перегрупування пиловатих частинок, можливо, під впливом інфільтраційних вод) концентричні і сигароподібні золотини, що складаються з численних тонких золотинок. В основному ж, в корі вивітрювання переважає залишкове золото [101, 118].

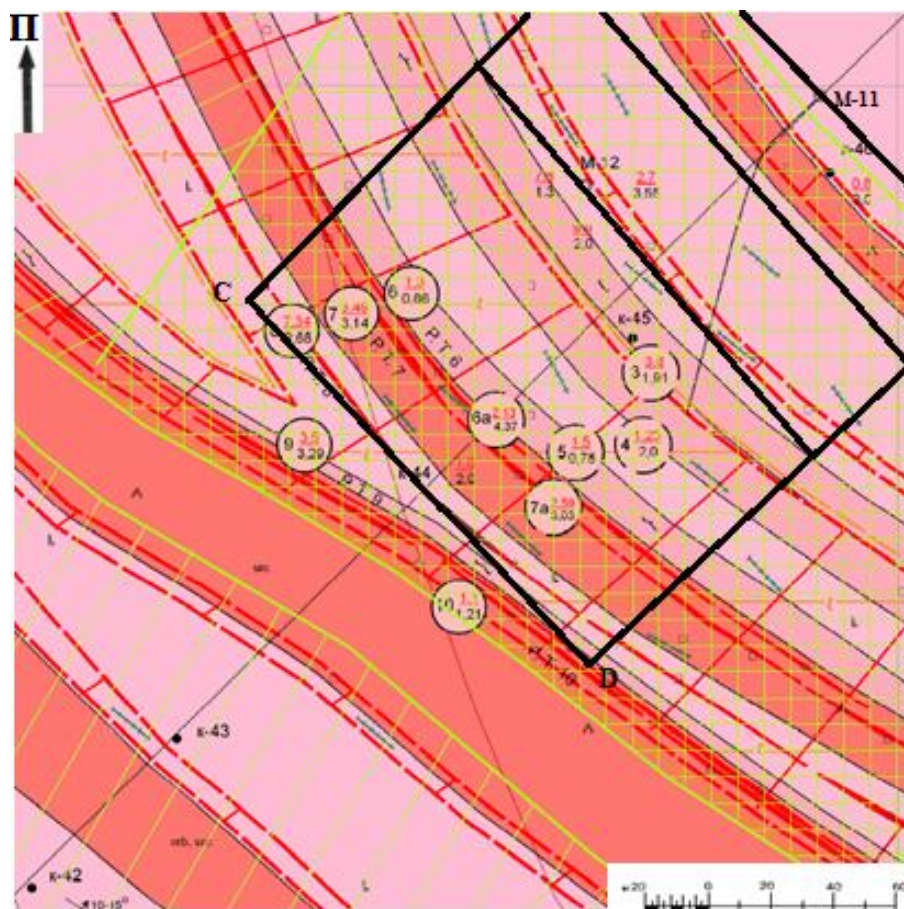
3.3 Дослідження геологічної будови рудопрояву Сонячний

Рудопроярв Сонячний розташований на західному фланзі Андріївської ділянки, на лівому березі р. Тритузна (рис. 3.2). У геологічному плані рудопроярв приурочений до північного енто- екзоконтакту Південно-Петровського розлому з азимутом простягання 320° . Крім золота (до 14 г/т), тут виявлено підвищені концентрації срібла, нікелю, миш'яку та інших супутніх компонентів [118].

Рудопроярв Сонячний приурочений до клиноподібної смуги інтенсивно катаклазованих і змінених осадово-вулканогенних і вулканогенних утворень нижньої частини розрізу аполлонівської товщі, прорваної серією субпаралельних дайок кислого складу – субвулканітів сурського комплексу. Ширина смуги у центральній частині ~ 700 м з виклинцюванням у південно-східному напрямку. З півдня комплекс порід обмежений Південно-Петровським субвулканічним тілом захід-північно-західного простягання, яке контролюється Південно-Петровським розломом північно-західного напрямку. З північного сходу товща обмежена Західно-Андріївським розломом північно-західного простягання. Крім того, рудопроярв Сонячний ускладнений порушеннями різних рангів субширотного, меридіонального і діагональних напрямків [97]. Породи, які містять руду на рудопроярві Сонячний розкриті пошуково-картіровочними свердловинами (профіль Х) М-11, М-12 (рис. 3.5). Вони представлені перешарованими інтенсивно зміненими і катаклазованими вулканітами основного складу і дайкоподібними субвулканічними тілами катаклазованих, метасоматично перетворених вулканітів кислого складу, потужністю від перших метрів до 55 м. У підпорядкованій кількості виділяються прошарки лиственітоподібних порід серицит-тальк-кварц-карбонатного складу, часто сульфідизованих - по ультрабазитам і, як правило, на контактах основних і кислих вулканітів. Їх потужність від 4,2 м до 19,7 м. Загальна потужність зон розвитку лиственітизованих метасоматитів досягає 61,9 м [97].

Розрізи свердловин М-11 і М-12, розташованих у межах досліджуваного

фрагмента ділянки рудопрояву Сонячний, чітко корелюються між собою, з падінням контактів порід на північний схід під кутами від 60° до 80° [97].



Умовні позначення до рис. 3.5

М-11 – номер свердловини

$\overbrace{\text{P.T. 10}}$ – рудні тіла та їх номери

$\text{10} \frac{1.37}{1.37}$ – $\frac{\text{зміст золота}}{\text{істинна потужність, м}}$

$\text{2.7} \frac{2.7}{3.55}$ – $\frac{\text{зміст золота, г/т}}{\text{стовбурова потужність, м}}$

$\begin{bmatrix} L & L & L \\ L & L & L \end{bmatrix}$ – метабазальти (AR₂ap)

$\begin{bmatrix} \wedge & \wedge & \wedge \\ \wedge & \wedge & \wedge \end{bmatrix}$ – метадацит-порфіри (ζAR₂s)

$\boxed{C, D}$ – граничні точки ділянки зйомки ПІЕМПЗ

--- – жили і прожилки кварц-карбонатного, хлорит-кварц-карбонатного складу;

src (серицитизація); crb (карбонатизація); $\blacksquare$ (пірітизація) – гідротермальні зміни порід

Рисунок 3.5 – Схематична геологічна карта досліджуваної ділянки рудопрояву Сонячний М 1:2 000 (за Л.О. Рязанцевою [97])

Для всіх різновидів порід характерні катаклазитові, лінзоподібні, очково-лінзовидні смуги, іноді брекчійовидні текстури і інтенсивний розвиток вторинних мінералів - серициту, карбонату, а у лиственітоподібних породах і тальку [97].

У всіх різновидах геологічних утворень рудопрояву Сонячний, спостерігається розвиток інтенсивних зон прожилкування кварц-карбонатного, хлорит-кварц-карбонатного складу з сульфідами (піритом). Їх потужність - від перших міліметрів до 5-10 см, іноді й більше. Метабазити і їх туфи, що вміщують, в основному, тонкокристалічні, часто змінені до кристалосланців, основний мікрокристалічний базис яких складний кварцом, карбонатом, хлоритом, у меншій мірі плагіоклазом [97].

У північному висячому блоці рудопрояву, на верхніх горизонтах розрізу, свердловиною М-11 в інтервалі 108,7-220,3 м розкрита потужна товща метабазитів – тонкокристалічних, масивних, місцями сланцюватої, полосчатої текстури, іноді брекчіє подібних, а на глибині 158,8 м розкрити мета базальти з центричною гломеробластовою структурою і лепідогранобластовою структурою основного базису. Текстура породи сланцювата. Характерним для породи є наявність скупчень призматичних і лучеподібних індивідів хлорита. На глибині 167,5 м мікрокристалічні метабазити перетворені до карбонат-серицит-хлоритових кристалосланців. Структура порід – лепідогранобластова, реліктова, текстура – сланцювата. Вони складені: кварцом, плагіоклазом, карбонатом, серицитом і хлоритом. Місцями відмічаються мікрокристалічні вкраплення рудного мінералу і окремі його ксеноморфні зерна. На глибині 174 м, на тлі інтенсивного заміщення породоутворюючих мінералів хлоритом, у міжзерновому просторі спостерігаються агрегати серициту і променисті зерна актиноліту [97].

На глибині 167,5 м виявлено кварц-карбонатне прожилкування. Форма зерен карбонату у прожилках таблитчаста. Уздовж зальбандів спостерігаються лусочки серициту. Загалом, для описаної товщі метабазитів, характерна підвищена насиченість прожилковим матеріалом і сульфідизація. На глибинах

172,6-172,75 м, 173,3-173,7 м спостерігаються брекчієподібні кварц-карбонатні жили з лінзочками і тонкими прожилками хлориту. У екзоконтактових частинах жил розвиваються зони метасоматично змінених порід [97].

На площі рудопрояву Сонячний, широко розвинені метасоматити березит-лиственітового типу, у більшості сульфідизовані, золотовмісні. Характерні представники цих метасоматитів розкриті свердловиною, М-11 на глибинах 178,4 м і 184,7 м, в інтервалах 213,9-233,7 м і 266,5-276,0 м. Структура порід порфіробластова з лепідогранобластовою текстурою основної маси. Текстура сланцювата, полосчата, плейчаста [97]. Значна частина метасоматитів складена сульфідами – в основному, піритом. Зерна рудних мінералів ізометричні, ксеноморфні, гіпідіоморфні, іноді, ідіоморфні. Навколо рудних порфіробластів розвивається ксеноморфний кварц і призматичні зерна хлориту. Рудний мінерал відзначається також у вигляді лінзочок серед волокнистих агрегатів серпентину, по мікротріщинам вздовж сланцюватості.

Свердловиною М-12 також значною мірою розкриті лиственітоподібні породи - кварц-талек-карбонатного складу, які часто сульфідизовані (інтервал 149,5-170,2 м, 259,5-273,2 м, 281,8-297,5 м). Малопотужні прошарки лиственітів зустрінуті серед кислих вулканітів (глибина 177,7 м, 193,0 м) [97]. Структура порід порфіробластова, з нематогранобластовою і нематолепідогранобластовою будовою основної маси. Текстура сланцювата, полосчата, локально плейчаста. До складу порід входять кварц (декількох генерацій), карбонат, талек, серицит, хлорит, рудний мінерал. Характерний також розвиток рудного мінералу – піриту. Навколо зерен піриту утворюється кварц більш пізньої генерації і хлорит. Порода перетинається системою епігенетичних мікротріщинок, виконаних кварцом, орієнтованих перпендикулярно полосчатості основної маси. Зерна кварцу у прожилках ксеноморфні [97].

Субвулканічні тіла сурського комплексу у межах рудопрояву Сонячний – дайкоподібної морфології, потужністю від перших метрів до 80 м, продовжують структурний план Солонянського субвулканічного тіла. У південній частині рудопрояву простягається Південно-Петровське

субвулканічне тіло північно-західного простягання, потужністю до 300 м, яке виклиняючись у південно-східному напрямку, спостерігається до субширотної зони Південно-Солонянського розлому [97].

Інтрузіви складені порфіровими метадацитами, інтенсивно катаклазованими, карбонатизованими і серицитизованими. Це породи світло-сірого кольору, іноді з зеленуватим, або бежевим відтінком з характерними блискучими, білувато-перламутровими тонколускатими агрегатами світлої слюди (серициту, іноді мусковіту) по площинах катаклазовані та розсланцьовані.

Південно-Петровське субвулканічне тіло кислого складу зустрінуто на глибині 184,0 м. З півдня субвулканічне тіло контролюється однойменним тектонічним порушенням з падінням площини розлому під кутами 80-85°. Падіння північного контакту кислого тіла північно-східне, під кутами 55-65° [97]. Метадацит-порфіри, що складають Південно-Петровське тіло, характеризуються нечітко полосчатими, іноді, масивними текстурами. У ендоконтактах і, особливо в нижній частині розрізу, поступово стають інтенсивно катаклазованими. На окремих ділянках вони перем'яті, з елементами брекчіювання, практично повсюдно нерівномірно сульфідизовані [97].

3.4 Дослідження тектонічних особливостей родовища Сергіївське і рудопрояву Сонячний

Просторовими межами Солонянського рудного поля виступають: на сході і південному сході – інтрузивні контакти зеленокам'яних порід з гранітоїдами обрамлення сурського комплексу, на заході – зона Південно-Петровського розлому, північною межею служить Солонянський розлом широтного орієнтування, безпосередньо на півдні, поле обмежується Сергіївською гілкою Південно-Петровського розлому, яка дугоподібно з'єднує західний і східний кордони [101].

Утворення сучасного контуру Солонянського рудного поля почалося на завершальних етапах формування зеленокам'яних товщ, після прояву основних і ультраосновних дайок, що відносяться до жерлової фації і мають у межах Сурської структури меридіональне орієнтування [102, 103]. Скиди, що спостережуються, виникали або у результаті зривів східних і західних бортів структури, що мають тектонічне походження, або утворювалися у більш пізній час. До них відноситься Сергіївська гілка Південно-Петровського розлому. Порушення представлено потужною зоною розсланцювання, що виникла, ймовірно, при тривалому процесі скидоутворення. Амплітуда переміщень у таких порушеннях досягає декількох сотень метрів.

Геолого-структурна позиція Солонянського рудного поля визначається наступними факторами:

- кільцевою структурою з центрами виливу основного і кислого вулканоплутонічного магматизму;
- максимальним розвитком верхньої частини продуктивної контрастної бімодальної магматогенної вулканоплутонічної серії дацит-базальтової формації;
- перетином близьширотними порушеннями Девладівської системи південної частини Сурської структури з утворенням блоку підвищеної проникності;
- наявністю полів розвитку магматичних штоків і дайкових тіл Солонянського субвулканічного комплексу;
- наявністю ділянок перетину різноорієнтованих розривних структур, виконаних гетерогенними речовинними комплексами (субвулканічні габроїди і дацит-порфіри).

Наявність і поєднання всіх цих факторів зумовило складну внутрішню тектоніку золоторудного поля, інтенсивну порушенність і, відповідно, проникність розглянутої частини Сурської синкліналі [102, 118].

Тектонічні особливості Сергіївського родовища і рудопрояву Сонячний вивчали: Б.З. Берзенін, М.Ю. Дищук, Л.В. Ісаков, В.М. Кравченко,

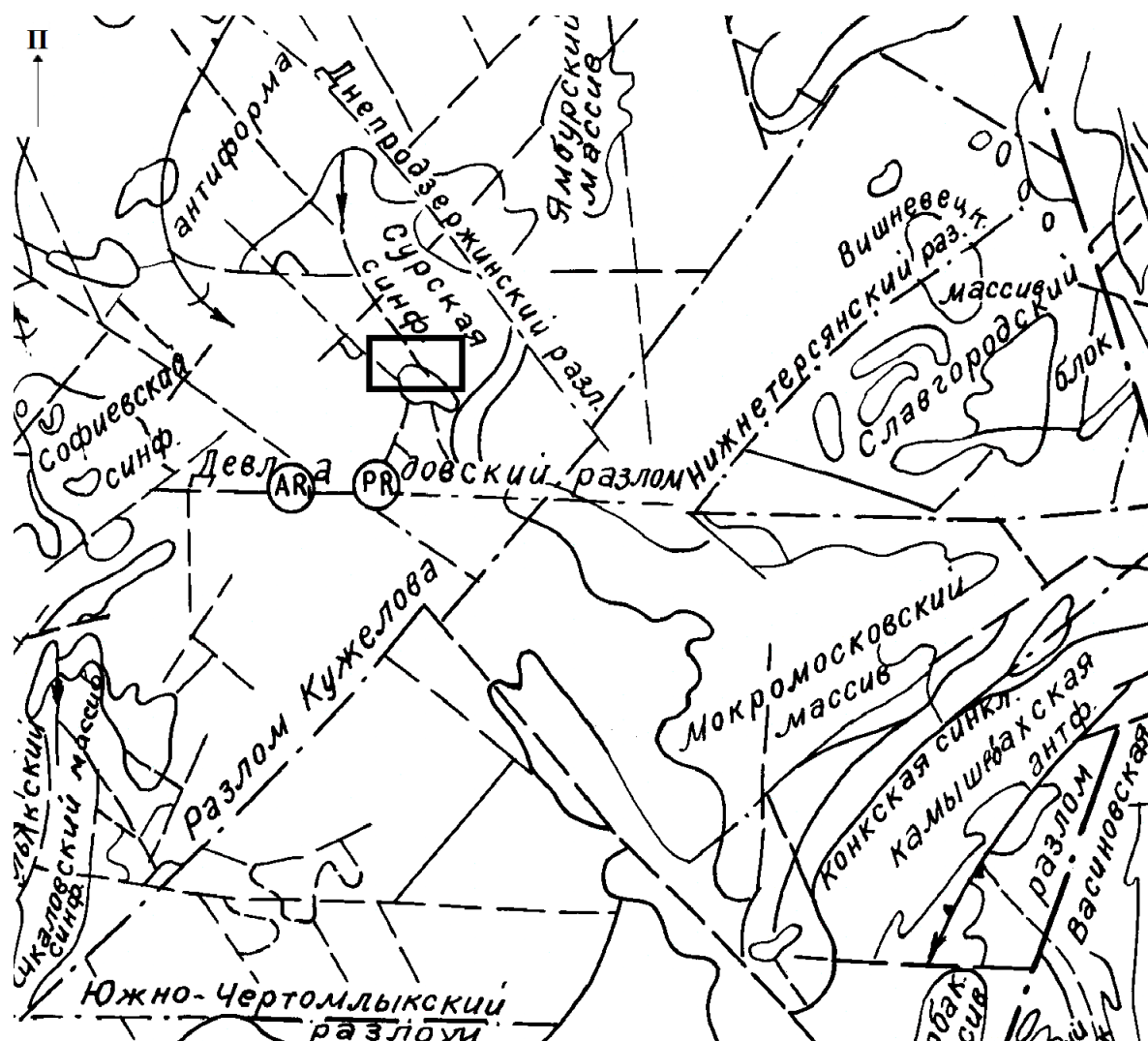
К.К. Малиновський, В.В. Сукач та ін. [48, 51, 52, 69, 101, 103, 110, 113, 114, 119].

У межах СПМБ, К.Ф. Тяпкіним, виділено шість пар взаємно ортогональних систем докембрійських розломів другого порядку з відстанню між ними 75 км при ширині від 13 до 21 км. Основні азимути їх простягання: 0° і 270° , 17° і 287° , 35° і 305° , 45° і 315° , 62° і 332° , 77° і 347° [6, 44].

В.М. Кравченко та ін. були проаналізовані рудопрояви, які пов'язані з різними системами розломів. На Сурській ЗКС рудоносними є п'ять з шести систем. При цьому, вузли перетину цих систем розглядаються в якості головного структурного рудоконтролюючого фактора: більшість рудопровів різних корисних копалин приурочені до подібних ділянок перетину різноорієнтованих розломів. Основні азимути простягання найбільш продуктивних систем - 45° і 315° , 17° і 287° , 35° і 305° . Системи розломів з азимутами простягання 62° і 332° , 77° і 347° - є менш рудоносні, при цьому, система 0° і 270° представляється безперспективною на рудоносність [48, 104].

У результаті досліджень взаємозв'язку систем глибинних розломів з проявом рідкісних і благородних металів М.В. Рузіною, О.Д. Додатко, І.В. Жильцовою та ін., було встановлено, що висока рудоносність Сурської ЗКС пояснюється тим, що на її площі розташована значна кількість вузлів перетину розломів. Імовірність проявів родовищ підвищується з ростом числа глибинних розломів, які грають роль рудного кластера, що концентрує різні за віком та складом родовища благородних металів і інших корисних копалин. Таким чином, Сурська ЗКС може бути віднесена до розряду кластера [104, 120].

Розломна тектоніка Сурської структури була проаналізована за матеріалами Б.З. Берзеніна. Її визначають чотири головні складові розривних порушень: рання субширотна, діагональна північно-західна і північно-східна, субмеридіональна та пізня субширотна (рис. 3.6) [111].



Умовні позначення до рис. 3.6

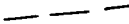
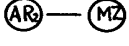
-  – ділянки дослідження (родовище Сергіївське, рудопрояр Сонячний)
-  – глибинні розломи
-  – регіональні розломи
-  – розривні порушення високих порядків
-  – час закладення і підновлення розломів
-  – осі антиклінальних структур
-  – осі синклінальних структур

Рисунок 3.6 – Фрагмент тектонічної схеми докембрійських утворень Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита М 1: 1 000 000 (за Б.З. Берзеніним [111])

Крім діз'юнктивних порушень, серед яких виділяються регіональні, головні і другорядні, відзначаються зони, що їх супроводжують – розсланцювання, які часто виступають в якості тектонічних елементів, які розвиваються самостійно [101]. З півдня Сурська ГЗС обмежується зоною широтного Девладівського розлому, яка виражається мілонітами і катаклазітами, потужністю 1,0-1,5 км [102].

Як показав В.А. Рябенко, з Девладівським розломом пов'язані тіла ультрабазитів і діабазові дайки. Розлом уявляє собою просторову розривну зону, що складається з дрібних блоків, що утворилися у результаті перетину різноспрямованих розломів другого, третього порядків і більш високих. З ними пов'язані зони підвищеної тріщинуватості. До виділених структур тяжіють лінійні кори вивітрювання, до яких часто приурочена золоторудна мінералізація [121].

Як наведено у роботах Л.С. Галецького та ін., Центральноукраїнська мегазона – найбільша й найпротяжніша, що простежується вздовж 48° північної широти, перетинає весь Український щит і пролягає далеко за ним. У її межах зосереджено понад 60% рудопроявів і родовищ. Майже всі золоторудні об'єкти Українського щита, містяться у зоні впливу Центральноукраїнської наскрізної мегазони активізації. У межах Українського щита зосереджені головні родовища золота (Сергіївське, Балка Золота, Балка Широка), що пов'язані з граніт-зеленокам'яними комплексами. Ця зона характеризується згущенням субширотних розривів, окремі з яких простежуються через усю земну кору. Глибинний характер зони засвідчують дані глибинних геофізичних методів ГСЗ і МТЗ, а також прояви базитових, сублужних і лужних формацій [132].

Зона Широківського-Шмаківського розлому простежується з деяким вигином у місці зчленування з зоною Девладівського розлому і, найімовірніше, є прямим його продовженням. Діагональна система південно-західного простягання представлена Західно-Сурським і Дніпродзержинським розломами (325°). Зона Західно-Сурського розлому виступає у якості кордону між

структурно-формаційними зонами, а зона Дніпродзержинського глибинного розлому в якості північно-східного кордону Сурського синклінорію [53, 102].

Передбачається, що до найбільш ранньої групи тектонічних порушень відносяться також глибинні діагональні розломи північно-східного простягання, що обмежують Сурську ГЗС по простяганняю. Один з таких передбачуваних розривів «заліковано» південним флангом Сурського плагіогранітоїдного масиву.

В цілому, діагональні системи розривних порушень є структуровизначаючими. З ними узгоджується простягання стратифікованих товщ, які залягають моноклінально, що входять до складу південнопетровського типу розрізу. Глибинні розломи цієї системи контролюють також розвиток базит-ультрабазитових структур [69]. Тектонічні порушення субмеридіонального напрямку характеризуються субвертикальним або крутим ($80-85^\circ$) падінням площини сместителю у східній частині Сурської структури – Золотобалкінський розлом, або західної – Центрально-Золотобалкінський, Східно-Сергіївський, та інші розломи [102].

Закладення пізньої субширотної системи відбувалося слідом за субмеридіональною. Її елементами є: Солонянський, Південно-Солонянський і Північно-Сергіївський розломи. Вони контролюють розвиток субвулканічних штокоподібних і дайкових тіл кислого складу. Субмеридіональна тектонічна система зазнавала оновлення, що призвело до формування метадацитових тіл субмеридіонального простягання [102].

Другорядні розломи, за якими простежуються лінійні кори вивітрювання, носять локальний характер і підпорядковані тектонічним системам більш високих рангів. Поряд з зонами розсланцювання, вони є головними рудовміщуючими структурами. Золотоносні руди, у більшості своїй, локалізуються у верхній частині контрастної бімодальної магматогенної вулканоплутонічної серії дацит-базальтової формації. Золоторудна мінералізація просторово приурочена до центрів основного і кислого

вулканоплутонічного магматизму і контролюється ареолами розвитку порід кислого складу солонівської світи [52, 106].

Розвиток тіл магматичних порід кислого складу контролюється зонами тектонічних порушень, які зумовили особливості їх формування. При цьому, кисла магма, що впроваджувалася по ослабленим зонам і наступні за нею мінералізовані розчини оновлювали і активізували тектонічні структури ранніх етапів. Особливо чітко, це проявляється у розвитку дайок кислого складу з зонами прожилково-вкрапленого типу в тектонізованих і метасоматично перетворених приконтактних частинах тіл габро-долеритів [102]. У локалізації золоторудних зон відзначено два основних плани розвитку тектонічних структур: найбільш ранній субмеридіональний, який трасується тілами габро-долеритів, малими тілами ультраосновних порід і є субширотний, за яким формувалися великі тіла порід кислого складу [110]. По відношенню до елементів ранньої габро-базальтової асоціації, прояв якої можна пов'язати з розсувними структурами, субвулканічні тіла кислого складу різко дискордантні і, найчастіше, мають посічено-інтрузивні взаємини. Рудні зони, при цьому, приурочені до екзоконтактних ділянок великих субвулканічних тіл і дайок кислого складу, в меншій мірі до їх внутрішніх частин. Структури, які є рудовмісні представлені мінералізованими зонами розсланцювання і метасоматичної переробки. Вони містять лінійні і лінійно-штокверкові зони кварцових, пірит-карбонат-кварцових, карбонат-кварцових і істотно карбонатних, а також сульфідно-амфібол-карбонат-кварцових прожилків. Потужність мінералізованих зон від перших метрів до 50-60 м [101]. Золоторудна мінералізація також просторово приурочена до великих субвулканічних тіл кислого складу. Вона локалізується у зонах їх екзоконтактів – метасоматичної зміни основних порід [51]. Рідше, золоторудна мінералізація зустрічається всередині великих утворень порід (першої фази сурського комплексу) або одиничних малопотужних дайок [113, 119].

Детальне вивчення тектонічного плану Сурської структури показало, що крім площадної кори вивітрювання, що розвинена на докембрійських

кристалічних породах, присутні і лінійні кори вивітрювання. Площадний тип кори вивітрювання розвинений у більшій мірі, середня її потужність у межах південної частини Сурської структури, складеної метавулканогенними утвореннями, становить 30-50 м при максимальних значеннях до 90 м. У середньому, потужність кори вивітрювання становить 54,5 м [102].

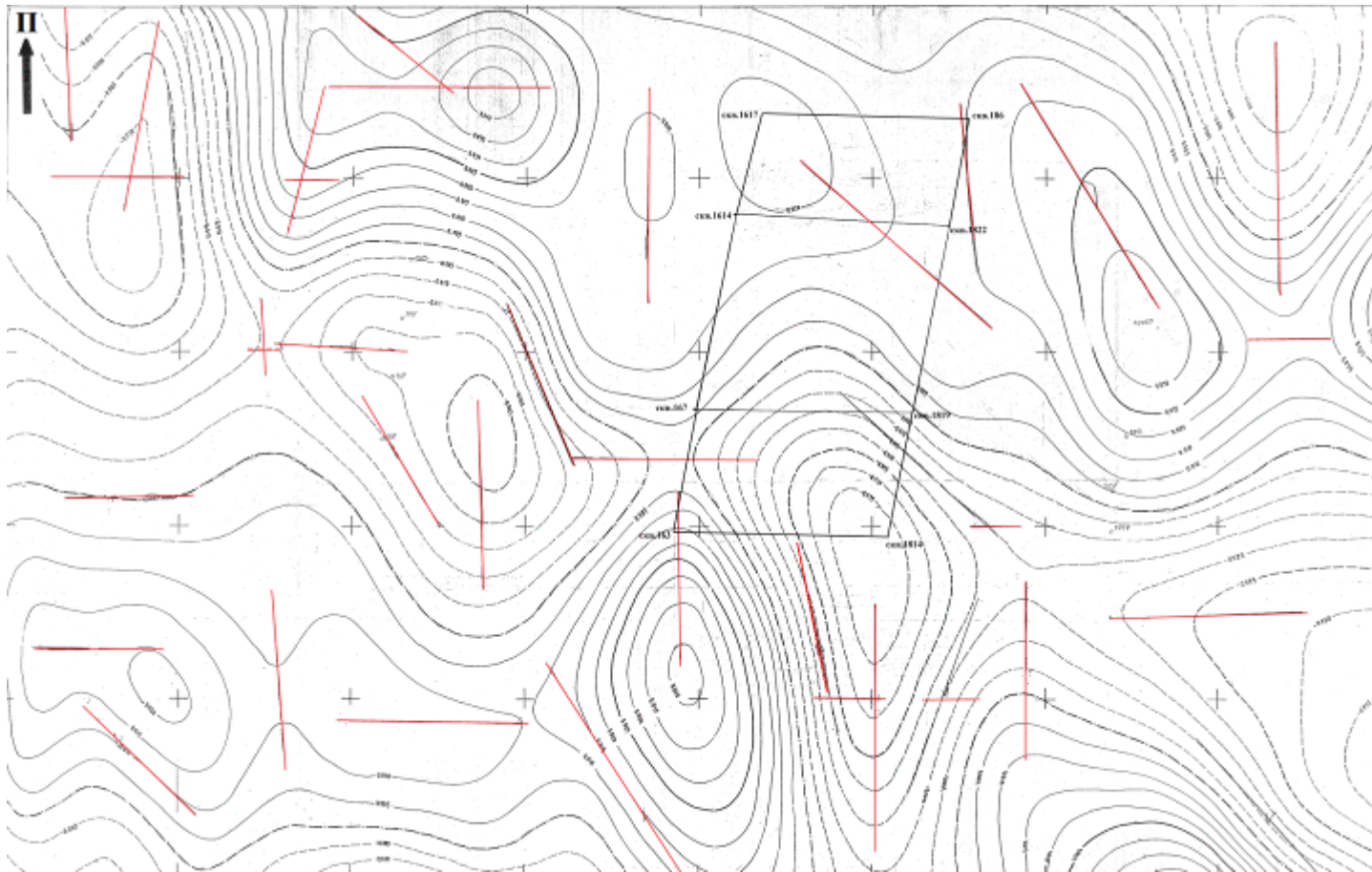
Лінійні кори вивітрювання мають локальне поширення і розвинені, в основному, уздовж ослаблених зон тектонічних порушень і контактів літологічних різниць порід, утворюючи при цьому, у розрізі, вузькі (шириною до перших десятків метрів) лінійні западини, які ширші у зонах регіональних розломів (Солонянський, Південносолонянський та інші). Глибина розвитку лінійних кор вивітрювання становить 150-165 м і більше [102]. Більш детально, розривні порушення у межах Сергіївської ділянки, виділялися за матеріалами геофізичних досліджень О.К. Малиновського (М 1: 2 000) [69].

Найбільш інформативними для виділення розривних порушень є дані карт залишкових гравітаційних аномалій ($\Delta g_{\text{зал.}}$) та аномального магнітного поля (ΔT_a), що наведені на рис. 3.7, 3.8.

На наведених картах О.К. Малиновського, нами були виділені за методикою К.Ф. Тяпкіна осі основних структур.

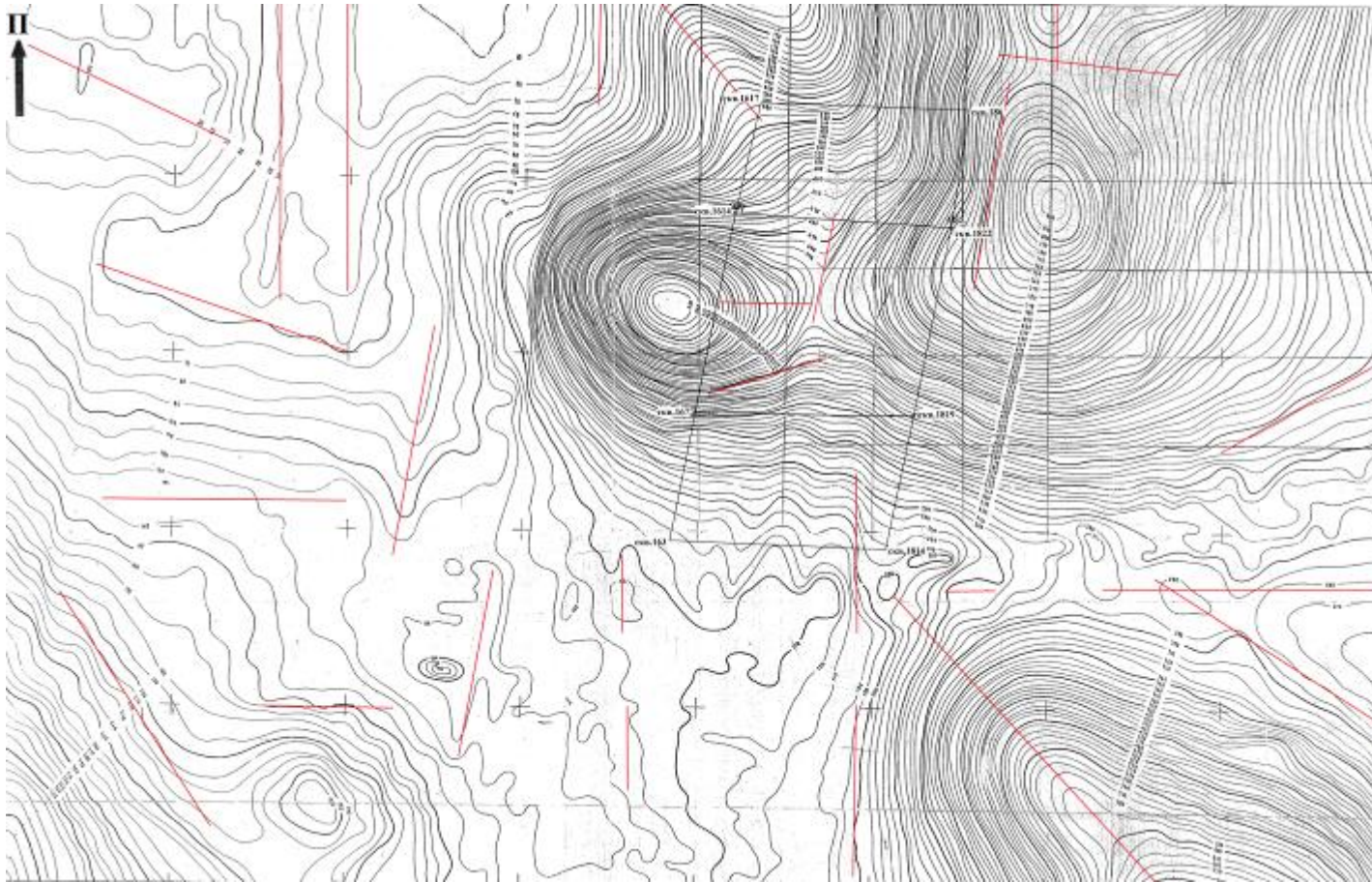
Азимути їх простягання на мапі залишкових гравітаційних аномалій ($\Delta g_{\text{зал.}}$): 0° - 360° , 12° - 17° , 90° (270°), 310° - 315° , 332° , 340° , 347° , 355° . На карті аномального магнітного поля (ΔT_a), азимути простягання основних структур складають: 0° - 360° , 10° - 12° , 30° і 300° , 35° і 305° , 60° - 62° і 327° , 90° (270°), 275° , 287° - 290° , 315° .

Далі, було виконано зіставлення і аналіз азимутів простягання виділених розривних порушень різними дослідниками за різномасштабним геологічними та геофізичними матеріалами. Результати аналізу наведені у розділі 4.



 – виділені осі розривних порушень

Рисунок 3.7 – Карта залишкових гравітаційних аномалій ($\Delta g_{\text{зал.}}$) Сергіївської ділянки М 1:2 000
(за О.К. Малиновським [69])



 – виділені осі розривних порушень

Рисунок 3.8 – Карта аномального магнітного поля ($\Delta T\alpha$) Сергіївської ділянки М 1:2 000
(за О.К. Малиновським [69])

Висновки по розділу

1. Солонянське рудне поле розташоване на СПМБ, у південній частині Сурської ЗКС і складено верховцевським базит-ультрабазитовим комплексом, сергіївською асоціацією метагаброїдів, сурським плагіогранітоїдним комплексом.

2. Солонянське рудне поле ускладнене розривними порушеннями субширотної системи (Девладівським, Широківського-Шмаківським глибинними розломами), діагональної системи північно-західного простягання (Західно-Сурським і Дніпродзержинським розломами), діагональної системи північно-східного простягання – розломом Кужелова.

3. Лінійні кори вивітрювання у межах Солонянського рудного поля поширені локально і розвинені уздовж ослаблених зон тектонічних порушень і контактів літологічних різниць порід, утворюючи при цьому, в розрізі вузькі (шириною до перших десятків метрів) лінійні западини, які ширші у зонах регіональних розломів (Солонянського, Південносолонянського та інших). Глибина розвитку лінійних кор вивітрювання становить 150-165 м і більше, до яких приурочені золоторудні родовища.

4. Сергіївське родовище розташоване у південній частині Солонянського рудного поля та складено осадово-вулканогенними утвореннями верхньої частини Сурської світи.

5. Домінуючими розривними порушеннями є порушення субширотної системи (що субпаралельні Девладівському, Північно-Сергіївському розломам).

6. Золоторудні прояви на Сергіївському родовищі тяжіють до кварцових жил і прожилкових зон, а також прожилково-вкраплених руд, які приурочені до лінійних кор вивітрювання.

7. Рудопрояв Сонячний розташовано на північному заході Солонянського рудного поля. З півдня він обмежений Південно-Петровським субвулканічним тілом захід-північно-західного простягання, яке контролюється Південно-Петровським розломом північно-західного простягання. З північного сходу

рудопрояв обмежений Західно-Андріївським розломом північно-західного простягання. Він ускладнений порушеннями різних рангів субширотного, меридіонального і діагонального напрямків.

8. Рудопрояв Сонячний являє собою смугу інтенсивно катаклазованих і змінених осадово-вулканогенних і вулканогенних утворень нижньої частини розрізу аполлонівської товщі, прорваною серією субпаралельних дайок кислого складу – субвулканітів сурського комплексу.

9. Золоторудна мінералізація на рудопрояві Сонячний тяжіє до жильних зон, що виконані метасоматитами березит-лиственітового типу, які у більшості випадків є сульфідизовані.

10. За матеріалами геофізичних досліджень, на Сергіївській ділянці виділялися основні розривні порушення та пов'язані з ними лінійні кори вивітрювання.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ВИДІЛЕННЯ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕНЬ І ЛІНІЙНИХ КОР ВІВІТРЮВАННЯ НА ДІЛЯНКАХ ДОСЛІДЖЕННЯ РОДОВИЩА СЕРГІЙВСЬКЕ І РУДОПРОЯВУ СОНЯЧНИЙ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ЗОЛОТОРУДНОЮ МІНЕРАЛІЗАЦІЄЮ

4.1 Експериментальні спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі у різні часи доби і року

При виконанні спостережень ПІЕМПЗ на великих площах, необхідно враховувати, що змінюються природні умови (зміни електромагнітних полів), а також спостерігаються локальні техногенні перешкоди.

Техногенні перешкоди умовно діляться на: електричні впливи – лінії електропередач, електрокабелі, електростанції, електротранспорт, електрифіковані залізниці і електромагнітні впливи – робота радіостанцій, телецентрів, деякі промислові установки, широке застосування теле- і радіоапаратури, радіоелектроніки.

До природних перешкод відносяться: грози, перетворення в іоносфері, варіації магнітного поля Землі, атмосферні перешкоди, магнітні бурі, які змінюються у різний час доби і року.

У зв'язку з цим, постає питання про суміщення на ділянках результатів зйомки ПІЕМПЗ, проведеної у різні часи.

Візуальний аналіз графіків ПІЕМПЗ у більшості випадків не дає повну картину результатів спостережень. Отже, актуальним завданням було проведення досліджень щодо можливості зіставлення результатів спостереження ПІЕМПЗ, виконаних у різний час доби та сезонів.

Дослідження добових і сезонних варіацій ПІЕМПЗ проводилися на експериментальній ділянці, яка характеризується низьким техногенним навантаженням. Вони виконувалися на двох профілях, розташованих на відстані 10 м один від одного з відомим положенням розривного порушення (аномальної зони).

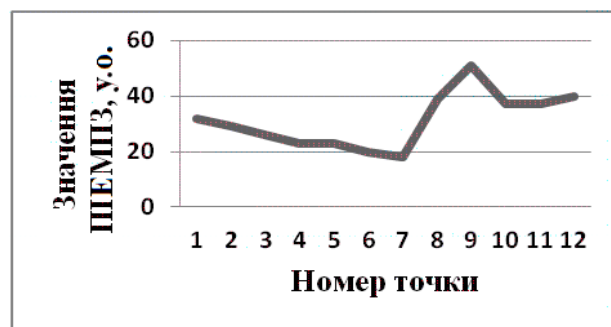
На першому етапі, спостереження ПІЕМПЗ проводилися у різний час доби

- вранці 10-12 годин та ввечері 17-19 годин. Графіки щільності потоку представлені на рис. 4.1.

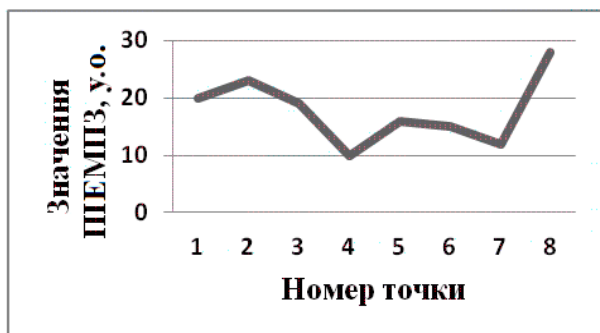
Профіль I, час 10-12 годин



Профіль II, час 10-12 годин



Профіль I, час 17-19 годин



Профіль II, час 17-19 годин



Рисунок 4.1 – Графіки щільності потоку ПЕМПЗ на профілях I, II у різні часи доби (вранці 10-12 годин та ввечері 17-19 годин)

За даними спостережень у різні часи доби, були проведені дослідження кореляційних зв'язків для профілю I та для профілю II. Залежності наведені на рис. 4.2, а, б.

Розраховані коефіцієнти кореляції $r^2 = 0.985$ - за результатами спостереження на I профілі, $r^2 = 0.982$ - за результатами спостереження на II профілі.

Високі коефіцієнти кореляції за даними спостережень ПЕМПЗ у різний час доби на обох профілях свідчать про те, що, не дивлячись на різні значення щільності потоку, що спостережується, зміна характеру кривих і відображення порушеної зони на обох профілях ідентичні.

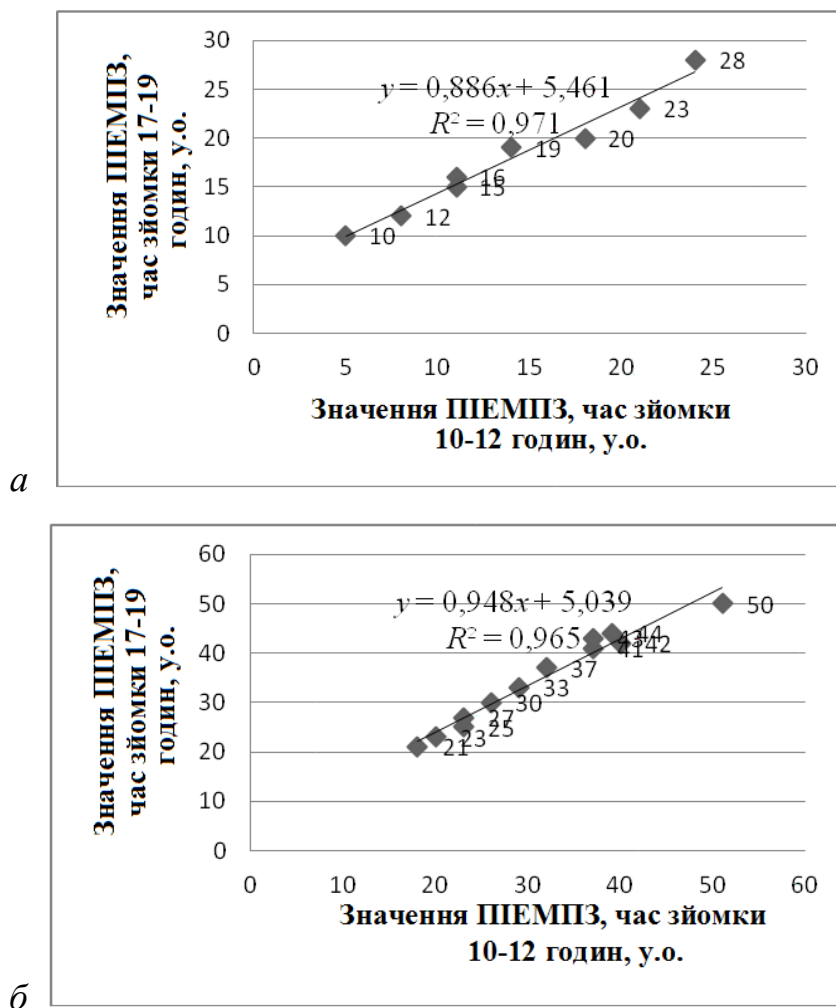


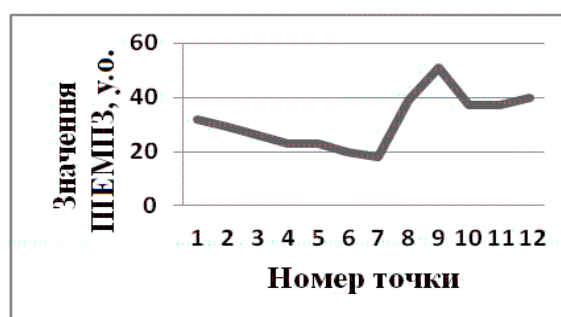
Рисунок 4.2 – Графік кореляції даних за добовими варіаціями ПЕМПЗ (10-12 та 17-19 годин) по I профілю (а); графік кореляції даних за добовими варіаціями ПЕМПЗ (10-12 та 17-19 годин) по II профілю (б)

На другому етапі проведення експерименту, були розглянуті сезонні варіації ПЕМПЗ на тих же профілях (I, II) у періоди весна-літо. Дані спостереження наведені на рис. 4.3.

Профіль І, весна



Профіль ІІ, весна



Профіль І, літо



Профіль ІІ, літо

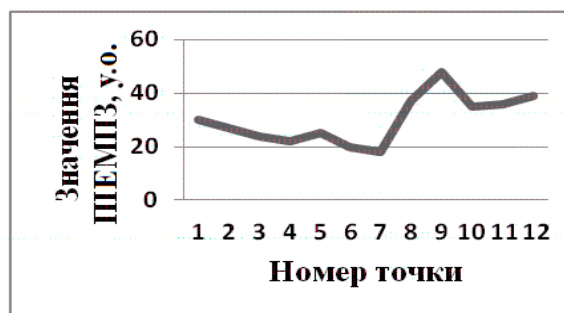
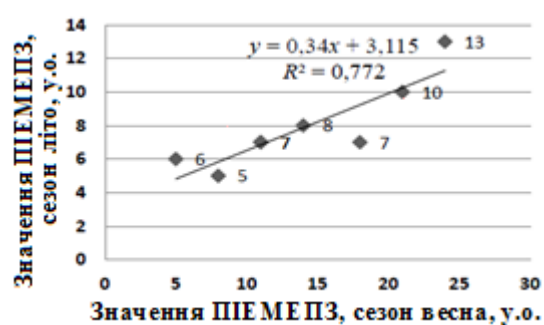
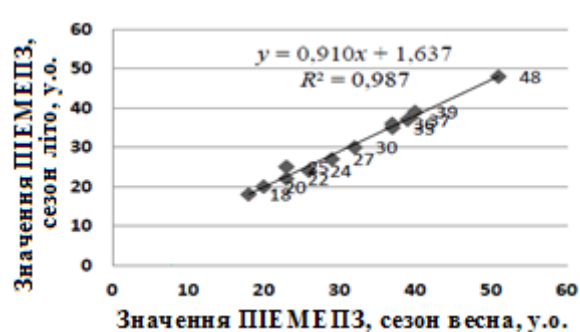


Рисунок 4.3 – Графіки спостереження ПЕМПЗ на профілях І, ІІ у різні пори року (весна-літо)

Розраховані коефіцієнти кореляції, що складають: для І профілю - $r^2 = 0,878$, і для ІІ профілю - $r^2 = 0,993$, які представлені на рис. 4.4 а, б.



а



б

Рисунок 4.4 – Графік кореляції даних по сезонності ПЕМПЗ (весни та літа) за І профілем (а); Графік кореляції даних по сезонності ПЕМПЗ (весни та літа) за ІІ профілем (б)

З рисунків 4.1, 4.3 слідує, що у всіх випадках зони знижених значень ПЕМПЗ однаково простежуються у кожному циклі спостережень, що дозволяє зробити висновок про те, що підсумкова картина поля не залежить від добових і сезонних коливань.

Далі, відповідно до розробленої методичної рекомендацією (Додаток А), виконувалися спостереження ПЕМПЗ на ділянках родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний.

4.2 Комплексний аналіз даних спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі і геологічної карти ділянок родовища Сергіївське і рудопрояву Сонячний

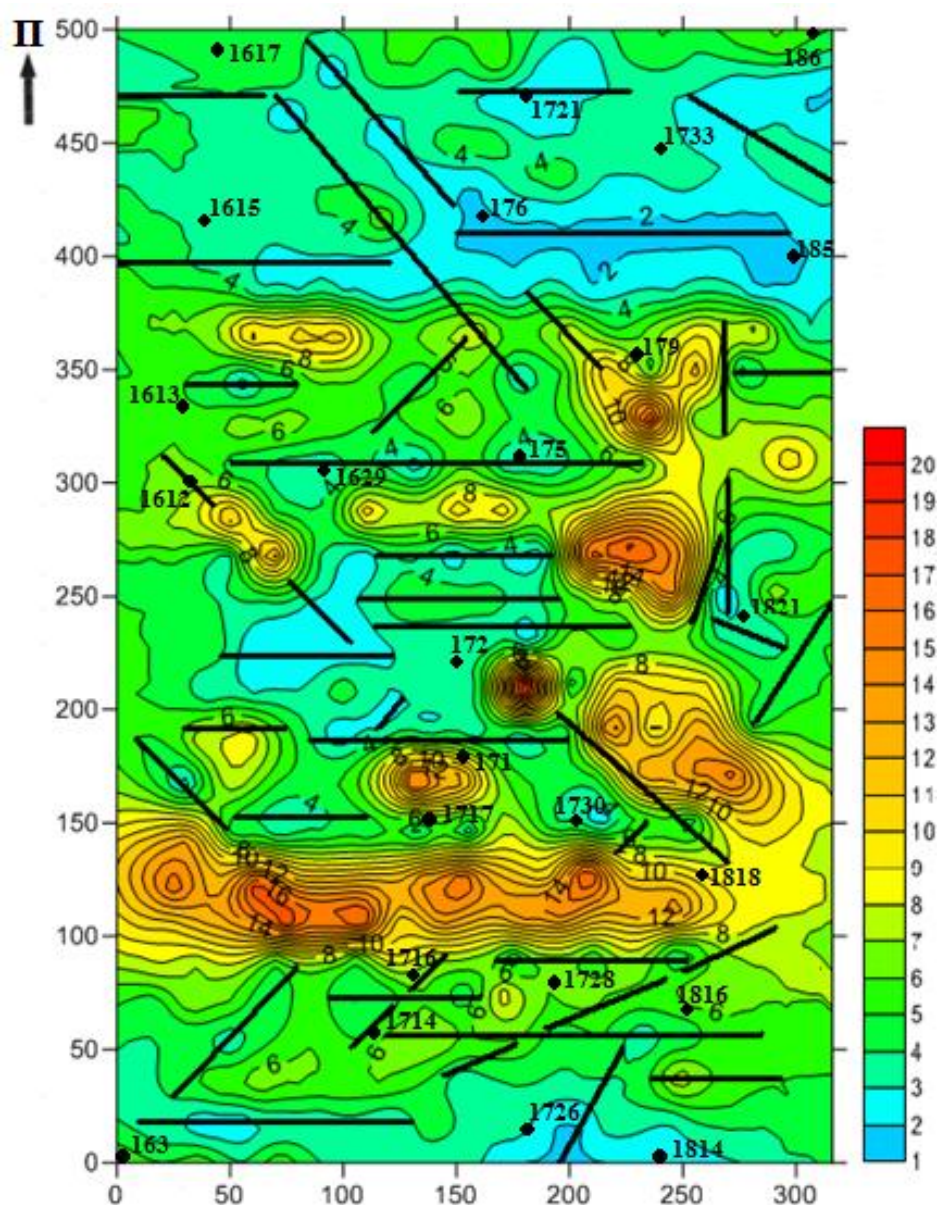
Ділянка родовища Сергіївське. Для виявлення тектонічних особливостей на досліджуваній ділянці, були проведені спостереження ПЕМПЗ і побудована схема щільності потоку (рис. 4.5). Щільність потоку ПЕМПЗ змінюється від 1 до 20 у.о. При розгляді отриманої схеми, звертає на себе увагу субширотна спрямованість виділених структур поля. Це може знайти пояснення у тому, що Сергіївське родовище знаходиться у зоні впливу субширотного Девладівського розлому.

Північна територія ділянки характеризується досить низькими значеннями поля (від 1 до 6 у.о.) та однорідністю малюнка, в якій простежуються субширотні, чітко оконтурені структури.

Підвищені значення щільності потоку (від 7 до 20 у.о.) спостерігаються у центральній частині ділянки, яка найбільш диференційована.

Південна частина ділянки характеризується, як зона більш однорідних значень поля (від 1 до 7 у.о.), вона ускладнена субширотними, рідше діагональними структурами.

Для всієї ділянки досліджень, найбільш характерною особливістю у малюнку поля є лінійність виділених структур, осі яких наведені на рис. 4.5.



Умовні позначення до рис.4.5

□ — ізолінії щільності потоку ПЕМПЗ, у.о.

— осі виявлених тектонічних порушень

Рисунок 4.5 – Схема щільності потоку ПЕМПЗ з виділеними осями розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на ділянці родовища

Сергіївське М 1: 1 000

У подальшому, було виконано зіставлення побудованої схеми щільності потоку ПЕМПЗ і ділянки геологічної карти Сергіївського родовища за даними М.Ю. Дищука (див. рис. 3.4) [102]. Для зручності зіставлення, виділено п'ять інтервалів за вертикальною координатою ділянки.

Інтервал ПК 0-90 м. Поле, що спостережується, характеризується досить однорідним малюнком із значеннями щільності потоку, які мало змінюються (1-8 у.о). У полі, що регистрирується простежуються лінійно витягнуті структури, переважно субширотного напрямку які, пов'язані з формуванням Девладівського розлому.

На геологічній карті, цей фрагмент розташований між свердл. 163 і 165 та свердл. 1814 і 1817, що характеризується зростанням значень ізогипс поверхні докембрійського фундаменту від 5 до 20 м, та мають в плані лінійно витягнуту субширотну структуру.

Від свердл. 1714 спостерігається зміна малюнка ізогипс докембрійського фундаменту у напрямку до свердл. 1817, що дозволяє припустити наявність розривного порушення. На схемі щільності потоку ПЕМПЗ ця зона відображається у вигляді зміни структури ізоліній, що мають такий же північно-східний напрямок. Між свердл. 1715, 0720, 1726 і у 10 м від свердл. 1815 простежується серія рудних тіл у вигляді жил і прожилків кварцового і кварц-карбонатного складу з сульфідною мінералізацією. Вони приурочені до зон мінімальних значень щільності потоку ПЕМПЗ 3-5 у.о. Можливо, вони є фрагментом лінійної кори вивітрювання. У безпосередній близькості до свердл. 1726 відзначається зниження ізогипс докембрійського фундаменту, яке відображається у зниженні рівня щільності потоку ПЕМПЗ від 4 до 1 у.о.

Інтервал ПК 90-160 м. На схемі щільності потоку ПЕМПЗ даний інтервал характеризується широтно-витягнутою зоною підвищених значень від 8-16 у.о., та має досить складну конфігурацію.

На геологічній карті цей фрагмент, що розташований на ділянці між свердл. 165 і 167, та свердл. 1817 і 1819, характеризується підвищенням ізогипс поверхні докембрійського фундаменту до 20-35 м.

Весь фрагмент ділянки між свердл. 163 і 168, та свердл. 1814 і 1819 ускладнений впровадженням інтрузивного тіла, що складено субвулканічними дацитами і ріодацитами сурського плагіогранітного комплексу.

Інтервал ПК 160-250 м. На схемі ПЕМПЗ він характеризується неоднорідним малюнком поля зі значеннями щільності потоку від 2 до 20 у.о.

У східній частині даного інтервалу спостерігаються структури з найбільш високими значеннями поля до 20 у.о., які розташовані між свердл. 1610, 1611, та свердл. 167, 168, свердл. 172 1720, свердл. 1819, 1820, які характеризуються підвищенням ізогипс докембрійського фундаменту. До них приурочені інтрузивні тіла (дайки субвулканічних дацитів, поблизу яких простежуються рудні тіла).

У напрямку до західної частини, на схемі щільності потоку ПЕМПЗ, значення поля знижуються і стабілізуються – стають більш однорідними (2-7 у.о.). У цій зоні виділені розривні порушення та лінійні кори вивітрювання субширотного напрямку і спостерігаються окремі порушення північно-західного і північно-східного напрямів. На геологічній карті, між свердл. 168 і 172, за даними буріння, виділена група рудних тіл, що мають складну конфігурацію та змінюють свій напрямок з північно-західного на північно-східний. Ізогипси поверхні докембрійського фундаменту на цій ділянці змінюються у межах 20-50 м на заході та 35-20 м на сході.

На схемі щільності потоку ПЕМПЗ дана група лінійних рудних тіл оконтурює зону підвищених значень (8 у.о.), проходячи по зоні знижених значень (4-3 у.о.), які, за нашими уявленнями, є фрагментами взаємно ортогональних розривних порушень.

Інтервал ПК 250-380 м. На схемі ПЕМПЗ цей інтервал характеризується значеннями поля 3-20 у.о. Підвищення рівня поля до 9-20 у.о. спостерігається локально, переважно у східній частині ділянки.

На більшій частині ділянки простежуються структури субширотного напрямку, які характеризуються зниженими значеннями поля 6-4 у.о. Крім того, спостерігаються діагональні взаємно ортогональні структури.

На геологічній карті фрагмент цієї ділянки розташований між свердл. 1611 і 1614, свердл. 183 і 185. Значення ізогипс поверхні докембрійського фундаменту складають 10-45 м. Поблизу свердл. 174, 179, 1731, 17340, 18240

спостерігаються інтрузивні тіла (дайки), що представлені субвулканічними дацитами і ріодацитами. У районі свердл. 179 і 0706 виділені рудні тіла, що характеризуються ізогіпсами поверхні докембрійського фундаменту, що зростають до 25-30 м.

Рудне тіло, виділене біля свердл. 179 розташоване поруч з серією дайок, що мають північно-західне простягання. На карті щільності потоку ПЕМПЗ, на цьому фрагменті, виділяється структура підвищених значень (до 20 у.о.), що має також північно-західне простягання. Поблизу свердл. 0706 виділено невелике рудне тіло, субширотного простягання, яке тяжіє до виділеної за даними ПЕМПЗ зоні знижених значень (4-6 у.о.). У районі свердл. 1612 виділена значна за розмірами (близько 170 м) лінійно витягнута куполоподібна структура, яка характеризується підвищенням значень ізогіпс докембрійського фундаменту до 35-45 м, та має північно-західне простягання. На схемі щільності потоку ПЕМПЗ цей фрагмент відображається також у вигляді лінійно витягнутої куполоподібної структури, протяжністю близько 90 м і характеризується зростанням щільності потоку до 11 у.о. та північно-західним напрямком.

Інтервал ПК 380-500 м. На схемі щільності потоку цей інтервал характеризується стабільними, зниженими значеннями поля 2-6 у.о. Домінуючими напрямками виділених розривних порушень і лінійних кор вивітрювання є субширотне і північно-західне простягання.

На геологічній карті цей фрагмент ділянки розташований між свердл. 1614 і 1617, та свердл. 185 і 186. Він характеризується значеннями ізогіпс поверхні докембрійського фундаменту 10-40 м. У його центральній частині спостерігається зниження докембрійського фундаменту, що характеризується зниженням щільності потоку ПЕМПЗ.

На території даного фрагмента в районі свердл. 1721, 1731, простежуються інтрузивні тіла, які складені субвулканічними дацитами і ріодацитами, що мають північно-західне простягання. За даними ПЕМПЗ, ця частина також характеризується лінійно витягнутими структурами знижених значень

північно-західного простягання, які, на наш погляд, є лінійними корами вивітрювання.

За методиками К.Ф. Тяпкіна, В.П. Солдатенка [45, 93, 122], нами, у межах досліджуваної ділянки родовища Сергіївське, були виділені аномальні зони знижених значень, що відповідають розривним порушенням і лінійним корам вивітрювання та винесені осі виділених структур. Вони мають такі азимути простягання: 0° - 360° , 27° - 30° , 45° , 50° , 65° , 90° , 290° , 300° , 305° , 310° , 315° , 320° (рис. 4.5).

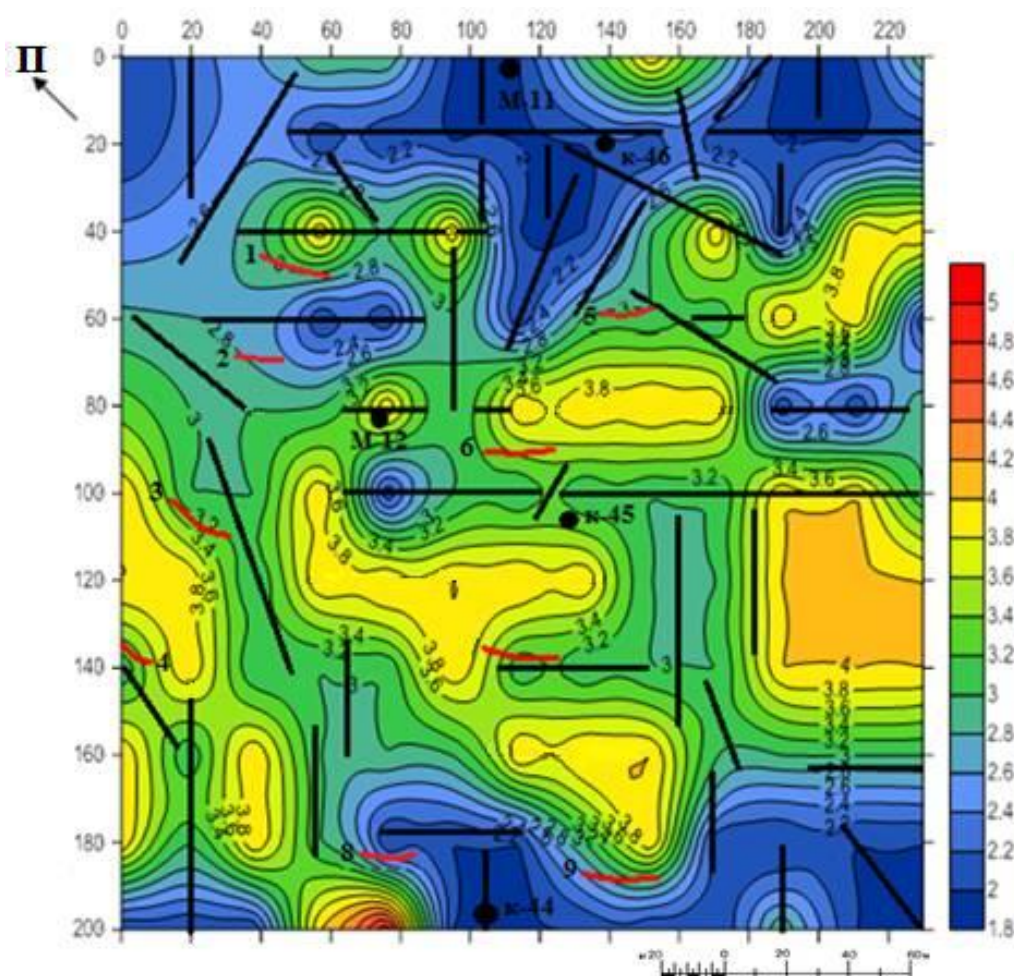
Рудопрояв Сонячний. Щільність потоку на цій ділянці змінюється від 1 до 5 у.о. (рис. 4.6). У північно-західній та північно-східній частинах простежується однорідний малюнок поля. Центральна частина ділянки дослідження характеризується зонами підвищених значень, що мають субширотні, субмеридіональні та діагональні азимути простягання.

Далі, нами було виконано зіставлення побудованої карти щільності потоку ПЕМПЗ і ділянки геологічної карти рудопрояву Сонячний за даними Л.О. Рязанцевої (див. рис. 3.5) [97]. Для зручності зіставлення, нами було виділено три інтервали.

ПК 0-40 м по лініях АС і ВD. Щільність потоку характеризується як зона знижених значень поля 2-2,6 у.о. У даний інтервал потрапляє золоторудна зона з аномально високим вмістом золота. На схемі щільності потоку ПЕМПЗ виділені осі розривних порушень і лінійної кори вивітрювання.

ПК 40-100 м. У даному інтервалі також розташована золоторудна зона з аномально високим вмістом золота. У північно-західній частині ділянки вона характеризується зниженими значеннями ПЕМПЗ - 2,2-3 у.о.

У південно-східній частині ділянки також спостерігається прояв аналогічної зони з характерними зниженими значеннями ПЕМПЗ 2,2-2,8 у.о.



Умовні позначення до рис. 4.6

-  – ізолінії щільності потоку ПЕМПЗ, у.о. (умовні одиниці)
-  – осі виявлених розривних порушень
-  – жили і прожилки кварц-карбонатного, хлорит-карбонат-кварцового складу, метасоматити березит-лиственітового типу

Рисунок 4.6 – Схема щільності потоку ПЕМПЗ з виділеними на ній розривними порушеннями і лінійними кораами вивітрювання на ділянці рудопрояву Сонячний та положенням жильних зон (М 1: 2 000)

У межах цієї зони виділено чотири жили і прожилки кварц-карбонатного, хлорит-кварц-карбонатного складу, які потрапляють у зони найбільш низьких значень поля - 2,6-3 у.о.

ПК 100-222 м по лінії А-С та **ПК 100-230 м** по лінії В-D. Виділену зону

можна диференціювати як за структурними напрямками, так і на схемі щільності потоку ПЕМПЗ. У межах цієї зони виділено п'ять жил і прожилків кварц-карбонатного, хлорит-кварц-карбонатного складу, які повністю потрапляють у зони знижених значень ПЕМПЗ - 2,2-3,6 у.о.

За результатами зйомки ПЕМПЗ, у межах ділянки рудопрояву Сонячний, так само, як і на Сергіївському родовищі, були виділені і трасовані аномальні зони знижених значень, які відповідають розривним порушенням та лінійним корам вивітрювання. Азимути простягання виділених структур: 12°, 25° -30°, 40°, 45°, 70° -75°, 90°, 315°, 340° -345°, їх осі винесені на схемі щільності потоку ПЕМПЗ (див. рис . 4.6).

З наведеної схеми щільності потоку ПЕМПЗ слідує, що домінуючим напрямком на ділянці є північно-західний (315°-320°), що збігається з напрямком Південно-Петровського розривного порушення.

На підставі вищевикладених досліджень, представляється можливим сформулювати **наукову новизну** отриманих результатів: вперше, з використанням методу спостереження ПЕМПЗ, у корінних породах, що перекриті осадовими відкладами, на ділянках родовища Сергіївське (М 1: 1 000) і рудопрояву Сонячний (М 1: 2 000), виділені розривні порушення і пов'язані з ними лінійні кори вивітрювання, що характеризуються зниженими значеннями щільності потоку, на родовищі Сергіївське – менше 9 у.о., на рудопрояві Сонячний – менше 3 у.о. Доведено, що виділення структур не залежить від добових та сезонних коливань ПЕМПЗ.

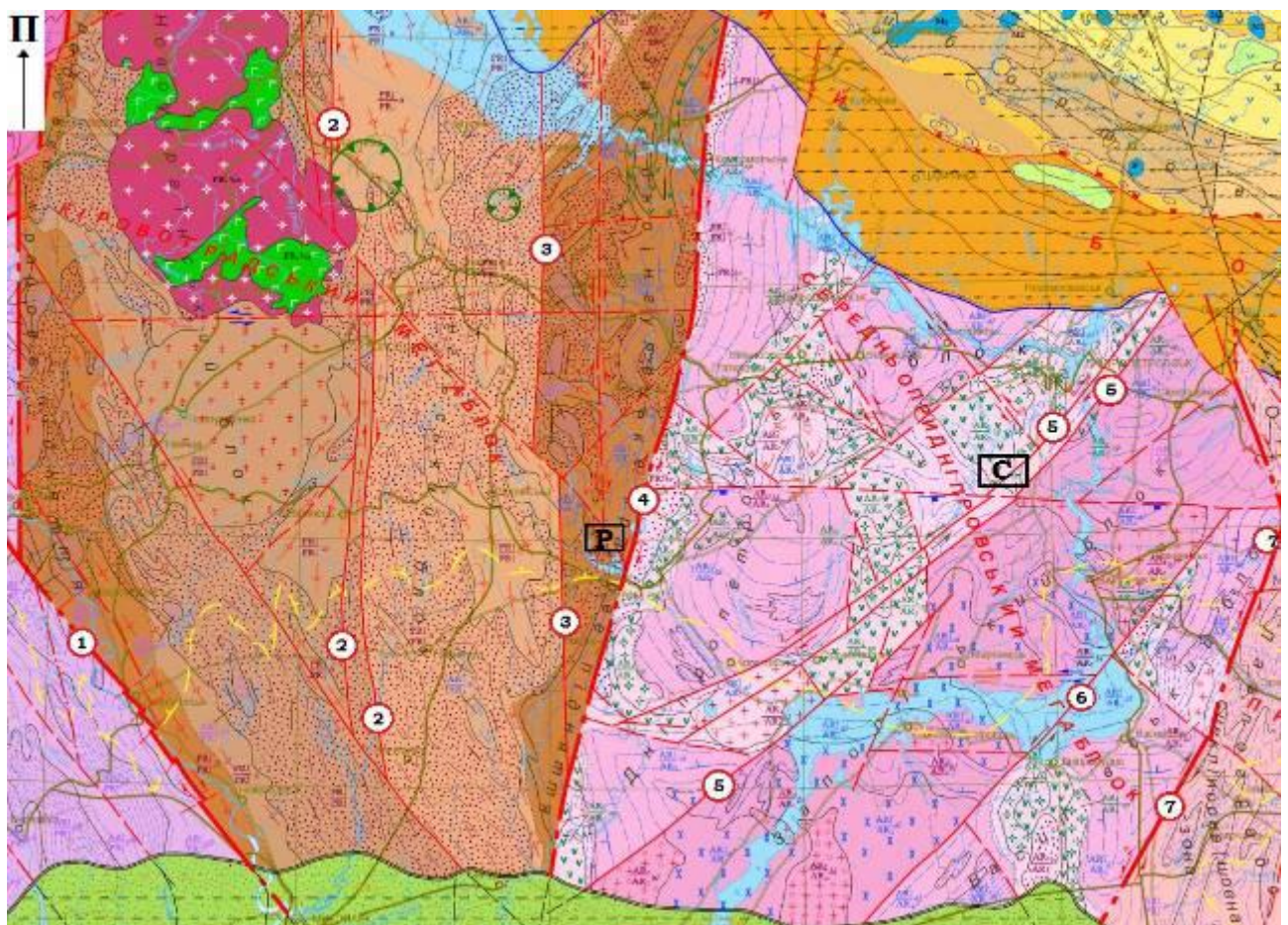
4.3 Аналіз просторових закономірностей розвитку розривних порушень і лінійних кор вивітрювання на Солонянському рудному полі за даними дослідження фізичних полів

Далі, для підтвердження достовірності отриманих результатів спостережень ПЕМПЗ на Сергіївському родовищі, було виконано аналіз основних азимутів простягання структур, що виділені за комплексом раніше

виконаних геофізичних досліджень О.К. Малиновським (рис. 3.7, 3.8) [69].

Для встановлення закономірностей формування мережі розривних порушень у межах Солонянського рудного поля, використовувалися дані розривної тектоніки СПМБ. Крім того, було проведено зіставлення даних розривних порушень сусіднього мегаблоку (Інгульського), а також окремого його фрагмента – Родіонівської ділянки.

Також, для порівняльного аналізу були використані матеріали тектонічної карти Українського щита (рис. 3.6) [111] та її фрагментів: СПМБ, ІМБ (рис. 4.7) [123].



Умовні позначення до рис. 4.7

-  – розломи: 1 - Первомайський; 2 - Кіровоградський; 3 - Західноінгулецький; 4 - Криворізько-Кременчуцький; 5 - Дерезуватський; 6 - Малокатеринівський; 7 - Орехово-Павлоградський.
-  – розривні порушення вищих порядків

 – розривні порушення другого порядку

Р – майданчик дослідження на Родионовській ділянці

С – майданчик дослідження на родовищі Сергіївське та
Рудопрояві Сонячний

Рисунок 4.7 – Фрагмент тектонічної карти Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита М 1:1 000 000 (за Д.С. Гурським та ін. [123])

Розломи Українського щита, переважно глибинні, за даними О.К. Малиновського, відображаються у гравітаційному полі у вигляді лінійних аномалій типу ступенів, зміни малюнка поля, зміни знака спостережуваного поля. У магнітному полі, ці структури виділяються за позитивними, або негативним лінійно-витягнутими аномаліями [68].

Порівняння виконувалося нами за картами М 1: 1 000, М 1: 2 000 і М 1: 1000 000. Дані геофізичних досліджень представлені на картах М 1: 2 000 (карти залишкових аномалій, $\Delta g_{\text{зал.}}$ та аномального магнітного поля, ΔT_a , рис. 3.7, 3.8) [68]. Далі, за даними матеріалами була складена зведена таблиця азимутів простягання основних тектонічних структур (табл. 4.1). З огляду на складність конфігурації структури геофізичних полів, точність визначення азимутів простягання розривних структур становить приблизно $\pm 5^\circ$.

З таблиці 4.1 випливає, що спільними системами азимутів простягання розривних порушень, виділених різними геофізичними методами, є: 0° і 90° , $12-17^\circ$ і 287° , $25-30^\circ$ і $300-305^\circ$, 50° і $320-325^\circ$.

Дані закономірності дають можливість зробити висновок, що причини, що сформували спостережувану мережу розривних порушень в межах СПМБ, зумовили виникнення порушень на Солонянському рудному полі.

Таблиця 4.1 – Азимути простягання основних тектонічних структур, виділених на ділянці СПМБ за даними тектонічної карти України [123], а також за даними геофізичних досліджень [68], та за результатами спостережень ПЕМПЗ

Азимути простягання, що виділені за тектонічною картою України, СПМБ	Азимути простягання, що виділені по карті залишкових аномалій $\Delta g_{\text{зал.}}$	Азимути простягання, що виділені по карті аномального магнітного поля $\Delta T\alpha$	Азимути простягання, що виділені за результатами зйомки ПЕМПЗ на ділянці Сергіївського родовища	Азимути простягання, що виділені за результатами зйомки ПЕМПЗ на ділянці рудопрояву Сонячний
1	2	3	4	5
–	0°-360°	0°-360°	0°-360°	–
10-12°	12°	10-12°	–	12°
–	17°	–	–	–
30° и 300-305°	–	30° и 300°	27° и 300°	25-30°
305°	–	35° и 305°	30° и 305°	–
–	–	–	45° и 310-315°	40-45° и 315°
40-45° и 315°	–	60-62° и 327°	50° и 320°	–
50° и 325°	–	–	65°	70° и 340°
–	–	–	65°	70° и 340°
–	–	–	–	70° и 340°
–	90° (270°)	–	–	–
85°	–	275°	90° (270°)	–
95°	310-315°	287-290°	–	–
–	332°	315°	290°	–
290°	340°	–	–	–
–	347°	–	–	–
330°	355°	–	–	–

На підставі вищевикладених досліджень, представляється можливим сформулювати **наукову новизну** отриманих результатів: встановлено, що золоторудна мінералізація на Сергіївському родовищі тяжіє до систем розривних порушень: 40°-45° і 315°; 30°-32° і 305°-310°; 0° і 90° (270°), а на Сонячному рудопрояві жильна і прожилкова золоторудна мінералізація тяжіє до систем порушень: 70°-75° і 340°-345°; 12°-17°, що дозволило підтвердити, що деформаційні процеси, які сформували мережу розривних порушень у межах

СПМБ, у цілому, зумовили виникнення розривних порушень на Солонянському рудному полі.

4.4 Порівняльний аналіз просторових закономірностей розвитку розривних порушень на фрагментах ділянок Середньопридніпровського і Інгульського мегаблоків Українського щита

Для порівняння просторових закономірностей розвитку розривних порушень і лінійних кор вивітрювання у межах СПМБ та ІМБ (рис. 4.7), а також на окремих ділянках (родовища Сергіївське, рудопроаяв Сонячний, Родіонівської ділянки) [123, 124], було проведено зіставлення виділених азимутів простягання, що наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Азимути простягання розривних порушень і лінійних кор вивітрювання Середньопридніпровського та Інгульського мегаблоків УЩ і окремих їх фрагментів

СПМБ	Сергіївське родовище (за даними ПЕМПЗ)	Сонячний рудопроаяв (за даними ПЕМПЗ)	ІМБ	Родіонівська ділянка (за даними ПЕМПЗ)
1	2	3	4	5
0°-360°	0°-360°	—	0°-360°	0°-360°
—	—	—	7°	7°
12°	—	12°	12°	10-12° и 280°
17° и 290°	—	—	17°	—
25°	—	25°	—	—
30° и 300°	27° и 300°	30°	30°	27° и 300°
35° и 305°	30° и 305°	—	—	30° и 305°
40-45° и 310-315°	45° и 310-315°	40-45° и 315°	42-47°	—
50° и 320°	50° и 320°	—	56° и 320°	—
—	65°	—	—	67°
—	—	70-75° и 340-345°	—	—
85°	—	—	85° и 355°	—
90° (270°)	90° (270°)	90° (270°)	90° (270°)	90° (270°)
—	290°	—	—	—
330-335°	—	—	—	—
340°	—	—	345°	345-347°
350°	—	—	—	350°

Як видно з табл. 4.2, домінуючими напрямками розвитку розривних порушень на обох мегаблоках, є напрямки граничного розлому - Криворізько-Кременчуцького ($12-17^\circ$) та широтно-меридіональний ($0-90^\circ$). У межах кожного з мегаблоків розвинені діагональні системи. На СПМБ це: $12-17^\circ$ і 290° , 40° і 310° , 50° і 320° , на ІМБ - $45-47^\circ$ і 320° . Окремі порушення мають азимути простягання, що не укладаються у системи: $10-12^\circ$, 17° , 30° , $50-56^\circ$, 90° , $340-345^\circ$, $350^\circ-355^\circ$, їх кількість невелика [125].

У межах фрагментів ділянок родовища Сергіївське, рудопрояву Сонячний та на ділянці Родіонівська, основними напрямками розривних порушень є: $0-360^\circ$, $10-12^\circ$, $27-30^\circ$, $65-67^\circ$, 90° , $300-305^\circ$ і $340-345^\circ$. Крім того, простежуються загальні системи розломів, характерні як для СПМБ, так і для ІМБ: $0^\circ - (360^\circ)$ і 270° , $40-45^\circ$ і 315° , 47° і 320° , 85° і 355° [126].

Далі, були використані дані геофізичних досліджень (карти залишкових аномалій $\Delta g_{\text{зал.}}$, аномального магнітного поля $\Delta T\alpha$, залишкових аномалій магнітного поля $\Delta T_{\text{зал.}}$) за матеріалами О.К. Малиновського [68, 69], що були виконані на фрагментах Солонянського рудного поля та Родіонівської ділянки. Азимути простягання розривних порушень наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Азимути простягання розривних порушень за результатами геофізичних досліджень на фрагментах Солонянського рудного поля і Родіонівської ділянки

Азимути простягання, що виділені по карті залишкових аномалій, $\Delta g_{\text{зал.}}$	Азимути простягання, що виділені по карті аномального магнітного поля $\Delta T\alpha$	Азимути простягання, що виділені по карті залишкових аномалій магнітного поля $\Delta T_{\text{зал.}}$	Азимути простягання, що виділені по карті аномального магнітного поля $\Delta T\alpha$	Азимути простягання, що виділені по карті залишкових аномалій гравітаційного поля $\Delta g_{\text{зал.}}$
Ділянка Сергіївська, СПМБ		Ділянка Родіонівська, ІМБ		
1	2	3	4	5
0°	0°	0°	0°	0°
—	—	5	—	5
—	—	$7-8^\circ$	—	$7-8^\circ$
$12-17^\circ$	12°	$12-15^\circ$	12°	12°

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5
—	—	22° и 290-292°	20-25°	25°
—	30-35° и 300-305°	—	30-35° и 300-305°	—
—	—	42-45° и 310-320°	40°	40-45° и 310-320°
—	60-62°	62-65° и 330-335°	60° и 330-335°	64-65° и 330-337°
90° (270)°	90° (270)°	90° (270)°	90° (270)°	90° (270)°
—	287-290°	—	—	290°
—	—	300°	—	—
300-315°	315°	—	315-320°	—
332°	—	—	—	—
340°	—	340°	340°	340°
350-355°	—	350°	350°	350°

Як видно з табл. 4.2 і 4.3, домінуючими напрямками розвитку розривних порушень на обох мегаблоках, є напрямок граничного розлому - Криворізько-Кременчуцького (12° -17°) та широтно-меридіональне (0° -90°).

У межах кожного з мегаблоків розвинені діагональні системи на СПМБ - 12-17° і 290°, 40° і 310°, 50° і 320°, на ІМБ - 45-47° і 320° [126].

Окремі порушення мають азимути простягання, що не укладаються в системи: 25-30°, 300-305°, 330-335°, 340-345°, 350-355°, але їх кількість також невелика.

У межах ділянок родовища Сергіївське, рудопрояву Сонячний і ділянки Родіонівська, що знаходяться в безпосередній близькості від глибинних розломів – Девладівського і Криворізько-Кременчуцького, простежуються основні системи розломів, характерні як для СПМБ, так і для ІМБ. На СПМБ це: 12-17° і 290°, 40° і 310°, 50° і 320°, на ІМБ - 45-47° і 320°.

За результатами карт геофізичних спостережень (залишкових гравітаційних аномалій, аномального магнітного поля, залишкового магнітного поля, ПЕМПЗ) у межах родовища Сергіївське та ділянки Родіонівська, найбільш загальними азимутами простягання є: 0° -90°, 12-17°, 27-30° і 300-305°, 40-47° і 310°, 50° і 320°.

Таким чином, за якими би матеріалами не виділялися розривні порушення, азимути простягання більшості виділених порушень будуть збігатися.

Дослідженнями систем глибинних розломів і їх зв'язку з рудною мінералізацією на УЩ, в цілому, і в межах СПМБ, у різні часи займалися: І.В. Жильцова, В.М. Кравченко, М.В. Рузіна, К.Ф. Тяпкін та інші [6, 48, 104, 115, 127]. Дані їх досліджень за різномасштабним геологічними та геофізичними матеріалами узагальнені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Зведені дані про просторові закономірності розвитку розривних порушень на СПМБ Українського щита

Автор досліджень	Масштаб, матеріали за якими виділялися розривні порушення	Домінуючі азимути простягання розривних порушень	Характеристика рудоносності
1	2	3	4
К.Ф. Тяпкін	М 1:1000000 М 1:500000 М 1:200000 М 1:50000 Магнітне, гравітаційне, електричне поля	0° и 270° 17° и 287° 35° и 305° 45° и 315° 62° и 332° 77° и 347°	Залізорудні родовища, мідь, ртуть, золото, кобальт, цинк, свинець, молібден
В.М. Кравченко, М.В. Рузіна	М 1:1000000 За матеріалами геологічних і геофізичних карт	45° и 315° 35° и 305° 17° и 287°	Найбільш продуктивні системи розломів
		62° и 332° 77° и 347°	Менш рудоносні системи розломів
		0° и 90°-270°	Безперспективна система розломів
І.В. Жильцова, М.В. Рузіна	М 1:1000000 М 1:500000 М 1:200000 М 1:50000 М 1:10000 Аналіз матеріалів геологічних карт і карт систем глибинних розломів	0° и 270° 17° и 287° 77° и 347°	Золотовмісна, рудоконтролююча метаріодацитова формація
		17° и 287°	Золотовмісна метадуніт-гарцбургітова формація

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4
К.О. Змієвська	М 1:1000 М 1:2000 ПЕМПЗ	0° и 90°-270° 12-17° и 287° 25-30° и 300-305° 50° и 320-325°	Зони з вираженими кварцовими жилами, зони з кварцовим прожилкуванням і прошарками, зони інтенсивного окварцування, до яких тяжіє золоторудна мінералізація

З таблиці 4.4 видно, що авторами, за різними і різномасштабними матеріалами виділені системи розломів, з якими пов'язані різні типи рудної мінералізації. Незважаючи на наведені дані різномасштабних карт, простежуються єдині закономірності зв'язку глибинних розломів і рудної мінералізації.

4.5 Дослідження зв'язку геологічної будови, золоторудної мінералізації і рівня природного імпульсного електромагнітного поля Землі, що спостережується на прикладі ділянки Сергіївського родовища та рудопрояву Сонячний

З метою дослідження зв'язку геологічної будови, золоторудної мінералізації та рівня ПЕМПЗ, що спостережується, нами були розглянуті щільнісні характеристики непорушених гірських порід Сергіївського родовища (табл. 4.5) [102].

Відомо, що при формуванні розривного порушення і лінійної кори вивітрювання, під впливом тектонічних сил, відбувається деструкція порід, яка призводить до зменшення їх початкової щільності, що відображається в зниженні рівня реєстрованої щільності потоку ПЕМПЗ.

Так, при формуванні лінійної кори вивітрювання, у зоні розривного порушення на Сергіївському родовищі, відбувалося впровадження кварцовмісних включень: альбіт-кварц-карбонат-хлоритових мікросланців у вигляді кварцових і кварц-карбонатних жил; жил і зон прошарків тальк-кварц-амфібол-хлорит-карбонатного складу; прошарків хлориту і розвиток інтенсивного окварцювання [102, 128].

Таблиця 4.5 – Властивості щільності непорушених гірських порід Сергіївського родовища [97, 102]

№ п/п	Назва порід	Щільність г / см ³ мін.- макс.
1	Метадацити порфірові	2,58-2,78
2	Метадолерити	2,81-3,05
3	Габро-долерит середньозернистий	2,97-3,04
4	Метабазальти	2,79-3,17
5	Метатоналіти порфірові	2,59-2,76
6	Фельзїти	2,62-2,76
7	Метатиф літокристалічний	2,90
8	Сланці кварц-альбіт-карбонат-цоїзит-хлоритові	2,88
9	Сланці магнетит-кварц-хлорит-серицит-альбіт-амфібол-цоїзитові	2,98
10	Сланці карбонат-альбіт-хлорит-епідот-кварц-серицитові	2,90
11	Сланці кварцові з біотитом, серицитом, альбітом, хлоритом, епідотом	2,84
12	Метагабродолерити	2,75-3,16

Для виявлення зв'язку зон золоторудної мінералізації та рівня ПЕМПЗ, що спостережується у межах досліджуваної ділянки Сергіївського родовища, були зіставлені дані про геологічну будову, золоторудну мінералізацію з відповідним рівнем спостережуваного поля.

Для цього, відповідно до викладеної методичної рекомендації (Додаток А), були узагальнені дані польових журналів і поля, що спостережувалось. Результати узагальнення наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Поінтервальні описи мінералогічного складу, вмісту золота (за даними М.Ю. Дищука [102]) та рівня ПЕМПЗ, що спостережувалось

100 м інтервал	Середній інтервал	Опис порід	Зміщення на південь	Зміщення на схід чи захід	Вміст золота, г/т	Рівень ПЕМПЗ, у.о.
1	2	3	4	5	7	8
Свердловина № 1617, глибина 390 м						
390-290	340	–	8,5	С 0,6	–	–
290-190	240	–	6,5	С 0,3	–	3
190-90	140	Метабазальти з кварц-карбонатним прожилкуванням. В інтервалі 182,2-182,7 м карбонатна жила. Сульфід 2-3%.	4,5	0	2,3	3
90-0	45	–	2,4	3 0,1	–	3
Свердловина №1616, глибина 540 м						
387-287	337	Альбіт-кварц-карбонат-хлоритова порода, розсланцьована на глибині 333,0 м, має брекчійований вид. Сульфідів по шару 3-7%.	7,9	С 1,0	3,5	7
287-187	237	Метадацити кварцові, порода досить тріщинувата, слабо катаклазована. Метасоматити кварц-карбонатного і хлорит-кварц-карбонатного складу з пірит-піротиновою мінералізацією. Метабазальти.	5,9	С 0,4	8,3	3
187-87	137	–	4,0	3 0,1	–	3
87-0	44	–	2,1	3 0,3	–	3
Свердловина № 1615, глибина 540 м						
540-440	490	Метабазальти карбонатизовані і хлоритизовані. Порода розсланцьована з прожилками кварц-карбонатного та карбонатного складу.	16,1	С 2,4	1,6	4
440-340	390	–	12,7	С 1,6	–	11

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
340-240	290	Метасоматично змінені породи кислого та основного складу, розсланцьовані, порода слабо окремнена. Містить кристалики піриту до 2%. Кварц-карбонат-хлорит-альбітова порода.	9,9	С 0,9	1,2	5
240-140	190	–	6,5	С 0,2	–	4
140-40	90	Метабазальти у різній ступені вивітрілі. Сульфідів 1-2% до 3-5%.	3,5	3 0,4	1,7	6
Свердловина № 1614, глибина 347 м						
347-247	297	Метадацити кварцові. Прожилки кварцового, кварц-турмалінового і карбонат-кварцового складу. В інтервалі 286,5-286,8 м – брекчійована зона кварцу і піриту.	7,5	3 0,3	2,7	7
247-147	197	Карбонатизовані метабазальти. В інтервалі 178,6-178,8 м – дайка змінених порід кислого складу, сульфідів 5-7%. Товща габроподібних порід. Кварцові карбонатні прожилки.	5,0	3 0,4	2,3	5
147-47	97	–	2,7	3 0,6	–	5
Свердловина № 1613, глибина 304 м						
304-204	254	–	6,1	3 0,7	–	5
204-104	154	–	4,2	3 0,6	–	5
104-4	54	–	2,2	3 0,3	–	5
Свердловина № 1612, глибина 255 м						
255-155	205	Зона екзоконтакту субвулканічного тіла метадацитів. Метабазальти з прожилками кварцу. Сульфідна мінералізація. Піриту до 10%.	5,1	3 0,5	6,6	4
155-55	105	–	3,5	3 0,4	–	5
55-0	28	–	1,7	3 0,2	–	7
Свердловина №1611, глибина 572 м						
572-472	522	–	20,9	С 0,7	–	4
472-372	422	–	17,4	С 0,4	–	6
372-272	322	–	13,9	С 0,2	–	12
272-172	222	Метабазальти з метадацитами катаклазовані. Кварц-карбонатне жилоподібне тіло з арсенопіритом.	10,4	3 0,3	31,12	13

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
172-72	122	Метабазальти середньо-мілко-зернисті слабо катаклазовані з кварц-карбонатним прожилкуванням. В інтервалі 140,7-140,9 – зона катаклазу і брекчіювання.	6,9	3 0,6	8,0	5
72-0	36	–	–	3,4	3 0,6	–
Свердловина № 1610, глибина 217 м						
217-117	167	Брекчія. Метасоматично пропрацьовані метабазальти і фельзити. Зона контакту метабазальтів з кислою дайкою. Метадацити окварцовані.	3,7	3 0,4	9,0	5
117-17	67	–	1,9	3 0,4	–	5
Свердловина № 169, глибина 402 м						
402-302	352	–	13,6	3 1,4	–	5
302-202	252	–	10,5	3 1,7	–	7
202-102	152	Метабазальти сульфідизовані. Сульфідна мінералізація прожилкова у вигляді пірит-кварцових прожилків по основним породам, що порушені вивітрюванням.	7	3 1,9	1,2	9
102-2	52	Метабазальти націло вивітрілі. Сульфідна вкрапленість, окремі ділянки дроблення і мілонітизації.	3,8	3 2,0	16,4	6-7
Свердловина № 168, глибина 362 м						
362-262	312	–	11,7	С 1,1	–	4
262-162	212	–	9,0	С 0,3	–	6
162-62	112	Контакт з кислими різницями. Сланці по метадациту з прошарками зелених сланців по метабазальту. Породи вивітрілі.	6,1	3 0,4	2,6	12
62-0	31	Кора вивітрювання гідрохлоритова. Кора вивітрювання гідросерицит-каолінітового складу, вкрапленість піриту.	3,3	3 1,1	2,4	8-9
Свердловина № 167, глибина 337 м						
337-237	287	Метабазальти катаклазовані, кварц-карбонатне прожилкування.	8,3	3 1,2	6,6	4

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
237-137	187	Метабазальти, ділянки катаклазованих порід, кварц-карбонатне прожилкування.	5,5	3 1,2	5,5	5
137-37	87	Кора вивітрювання каолінова з реліктами гідрохлоритів. Кора вивітрювання гідросерицит-каолінова з вивітріним піритом. Кора вивітрювання біла, обломки твердих порід і обломки кварцових жил білого кольору.	3,0	3 0,9	6,6	11
Свердловина № 166, глибина 300 м						
300-200	250	–	6,6	3 0,7	–	4
200-100	150	–	4,5	3 0,7	–	5
100-0	50	–	2,3	3 0,3	–	7
Свердловина № 165, глибина 242 м						
242-142	192	–	3,9	С 0,7	–	4
142-42	92	–	2,0	С 0,6	–	4
Свердловина № 163, глибина 300 м						
300-200	250	–	6,1	3 0,4	–	–
250	–	–	6,1	3 0,4	–	–
100-0	50	–	2,1	3 0,5	–	–
Свердловина № 1629, глибина 336 м						
336-236	286	–	6,4	3 0,4	–	3
236-136	186	Метадацити оквацовані, епідотизація. Перешарування метасоматично змінених розсланцьованих метабазальтів з метадацитами, окварцювання, хлоритизація.	4,2	3 0,6	12	4
136-36	86	–	2,1	3 0,5	–	4
Свердловина № 1628, глибина 295 м						
295-195	245	–	5,4	3 1,2	–	3
195-95	145	Метабазальти тріщинуваті, кварц-карбонатне прожилкування. Метадацити тріщинуваті, окварцовий метабазальт.	3,7	3 0,9	2,5	3
95-0	47	–	1,9	3 0,5	–	7
Свердловина № 1627, глибина 253 м						
253-153	203	–	4,1	С 0,5	–	4
153-53	103	Метабазальти розсланцьовані, окварцовані. Карц-карбонат-тремоліт-сульфідно-золоторудна мінералізація.	2,3	С 0,3	6,5	3

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
Свердловина № 1722, глибина 456 м						
456-356	406	–	12,0	С 1,3	–	3
356-256	306	–	9,0	С 0,8	–	3
256-156	206	–	6,0	С 0,3	–	3
156-56	106	–	2,9	3 0,2	–	–
Свердловина № 1721, глибина 411 м						
411-311	361	–	7,2	3 1,3	–	3
311-211	261	Метабазальти катаклазовані з кварц-карбонатним прожилкуванням, з сульфідною мінералізацією і епідотизацією.	5,5	3 1,5	12,7	2
211-111	161	–	4,0	3 1,7	–	2
111-11	61	–	2,0	3 1,3	–	3
Свердловина 176, глибина 397 м						
397-297	347	Метадацити афірові хлоритизовані. Катаклазит по окварцованому метадациту.	7,5	3 1,4	2,9	5
297-197	247	Тектонічна зона у хлоритизованих метабазальтах. Слаботріщинуваті щільні метабазальти, окварцовані, прожилки кварцу катаклазовані та брекчіювані.	5,7	3 1,1	15,6	7
197-97	147	–	3,9	3 0,7	–	4-5
97-0	47	–	2,2	3 0,2	–	3
Свердловина № 1719, глибина 585 м						
585-485	535	Метабазальти метасоматично змінені хлоритизовані з кварц-карбонатним прожилкуванням.	14,2	3 1,3	3,9	3
485-385	435	–	11,4	3 1,6	–	3
385-285	335	–	8,7	3 1,9	–	7
285-185	235	–	6	3 1,4	–	5
185-85	135	–	3,2	3 0,8	–	5
Свердловина № 174, глибина 334 м						
334-234	284	Метабазальти слаботріщинуваті, слаборозсланцьовані. Метадацити окварцовані з сульфідною мінералізацією.	5,9	С 0,5	34,4	6
234-134	184	Метабазальти масивні. Слабобрекчіювані метабазальти з кварц-карбонатним цементом і сульфідами.	4,5	С 0,5	1,4	4

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
134-34	84	–	2,5	С 0,4	–	3
Свердловина № 175, глибина 271 м						
271-171	221	–	5,5	С 0,6	–	3
171-71	121	–	3	С 0,3	–	6
71-0	35	–	1,5	С 0,3	–	5-6
Свердловина № 173, глибина 265 м						
265-165	215	Метабазальти з плагіоклазом. Лінзи і прожилки кварцу, катаклаз. Піротин. Кварц-карбонат- сульфідна з золотом жила. Тремоліт-кварц-карбонатна жила.	3,8	3 1,4	35	4
165-65	115	–	2,5	3 1,2	–	3-4
65-0	33	–	1,3	3 1,0	–	3-4
Свердловина № 1720, глибина 560 м						
560-460	510	–	21,6	С 1,8	–	2-3
460-360	410	–	18	С 1,2	–	3
360-260	310	–	14,2	С 0,7	–	7
260-160	210	–	10,6	С 0,1	–	14
160-60	110	–	7	3 0,4	–	6-7
60-0	30	–	3,4	3 0,2	–	6-7
Свердловина № 172, глибина 197,0 м						
197-97	147	Метадацити з кварцовими прожилками, слаботріщинуваті з сульфідною мінералізацією і елементами катаклазу та розсланцювання. Бластомілонітизована кварц- карбонатна жила.	3,0	3 0,4	9,0	4-5
97-0	47	–	1,5	3 0,3	–	3-4
Свердловина № 171, глибина 400 м						
400-300	350	–	12,3	С 1,9	–	6
300-200	250	–	9,2	С 1,2	–	5
200-100	150	Зона розсланцювання, будинажа, взаємного прожилкування метабазальтів та метадацитів. Метадацити з вкрапленнями кварцу, вкрапленість піриту до 1%.	6,0	С 0,5	8,2	15
100-0	50	–	2,8	С 0,2	–	5
Свердловина № 1717, глибина 331 м						
331-231	281	Метабазальти з густою мережею кварц-карбонатних прожилків, сульфідна мінералізація.	7,4	3 1,0	2,0	5

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
231-131	181	Зона перешарування метадацитів з metabазальтами. Породи розсланцьовані. Сульфідна мінералізація представлена піритом, піротином.	5	3 1,2	21,1	8
131-31	81	—	2,6	3 1,2	—	13-14
Свердловина № 0708, глибина 310 м						
310-210	260	Метабазальти мілкозернисті, хлоритизовані, окварцовані. Вкрапленість піриту.	7,5	С 0,8	9,4	5
210-110	160	—	5	С 0,5	—	5
110-10	60	—	2,5	С 0,5	—	7
Свердловина № 1718, глибина 300 м						
300-200	250	—	6,4	3 1,1	—	5-6
200-100	150	—	4,1	3 1,3	—	5
100-0	50	—	2	3 1,7	—	10
Свердловина № 1716, глибина 300 м						
300-200	250	—	5,4	3 0,2	—	4
200-100	150	—	3,5	3 0,3	—	6
100-0	50	—	1,7	3 0,2	—	6
Свердловина № 1715, глибина 260,4 м						
260-160	210	Метабазальти метасоматично змінені з прожилками кварц-карбонатного складу. Породи катаклазовані, перем'яті.	4	3 0,6	0,9	1-2
160-60	110	Метадацити окварцовані. Кварц-карбонатне прожилкування. Пірит, піротин, вкрапленики блакитного кварцу.	2,7	3 0,8	1,8	2-3
60,4-0	30,2	—	1,5	3 0,7	—	2-3
Свердловина № 1733, глибина 401 м						
401-301	351	Габро-діабаз. Порода катаклазована. Пірит, магнетит, метадацит.	12	0	9,3	11
301-201	251	—	9	3 0,2	—	7-8
201-101	151	Метабазальти. Прожилки, гнізда та вкрапленість піриту, халькопіриту і піротину.	6	3 0,2	6,4	3-4
101-1	51	—	3	3 0,2	—	2

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
Свердловина № 1732, глибина 405,5 м						
406-306	355	Метадацити метасоматично змінені, сланці хлорит-пірит-альбіт-кварцові. Катаклази по метадацитах. Порфірові дацити.	11,7	3 0,3	23,3	7-8
306-206	256	—	8,7	3 0,4	—	14
206-106	156	Метабазальти з кварц-карбонатним прожилкуванням.	5,7	3 0,4	10,93	6-7
106-6	56	—	2,7	3 0,5	—	2-3
Свердловина № 1731, глибина 360 м						
360-260	310	Зона зминання і кварц-карбонатного прожилкування, хлоритизація, вилуговування. Метадацити. Метабазальти змінені, хлоритизовані.	7,4	3 1,0	5,0	6
260-160	210	Чередування змінених метабазальтів та порід кислого складу, метабазальти на контактах з кислими породами, сульфідна мінералізація.	4,7	3 0,7	1,9	12
160-60	110	Зона тектонічного порушення. Метабазальти інтенсивно розсланцьовані. Карбонат-кварцове прожилкування, до якого тяжіє піротин-халькопіртова мінералізація. В інтервалі 158,3-162,0 м породи сильно подріблені.	2,5	3 0,3	1,6	7
Свердловина № 179, глибина 313 м						
313-213	263	Метадацити окварцовані, метабазальти. Метабазальти карбонат-хлоритового складу. Зона контакту з субвулканічним тілом	7,5	С 0,2	32,2	15
213-113	163	Метабазальти хлоритизовані. В інтервалі 129,5-132,0 м подріблена дайка метадацитів.	5,0	С 0,1	1,8	7

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
113-13	63	Розсланцьовані хлоритизовані metabазальти з карбонатними прожилками, вивітрелі сланці, серицит-хлоритові прошарки з карбонатом та лінзочками халцедоноподібного кварцу. До 5% піриту. Тектонічна зона виповнена карбонатом і слюдою з порожнинами вилуговування.	2,7	3 0,2	5,1	12
Свердловина № 17340, глибина 305,8 м						
306-206	256	Зона контакту порід основного і кислого складу. Порода тріщинувата. Змінені метадацити, окварцювання, альбітизація. Вкрапленність піриту та піротину. Сульфідів 5-7% (пірит, піротин, рідше- халькопірит).	5,3	0	25,1	16
206-106	156	—	3,5	С 0,1	—	10
106-6	56	—	1,9	0	—	6
Свердловина № 18230, глибина 289,9 м						
290-190	240	Група дайок кислого складу окварцованих, розсланцьованих. Карбонатизація, біотітизація, сульфідна мінералізація. Метадацити, розсланцьовані.	4,4	С 0,5	6,6	12
190-90	140	—	3	С 0,4	—	16-17
90-0	45	—	1,6	С 0,2	—	13
Свердловина № 0707, глибина 271 м						
271-171	221	Метадацити. Піритізація. Вкрапленники блакитного кварцу. Метадацити розсланцьовані. Окварцювання, хлоритизація, альбітизація. Пірит.	5,5	3 2,7	5,1	4
171-71	121	—	3,8	3 2,3	—	15-16
71-0	35	—	2,0	3 1,7	—	5-6
Свердловина № 1730, глибина 407 м						
407-307	357	Змінені metabазальти, кварц-карбонатні прожилки. Пірит.	10,0	С 4,0	2,7	5-6

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
307-207	257	Зона контакта метадацитів з вміщуючими метабазальтами. Переважає кисла складова. Породи окварцовані.	7,5	С 3,1	17,6	6-7
207-107	157	—	5	С 2,0	—	10
107-0	57	—	2,5	С 0,5	—	11
Свердловина № 1729, глибина 369 м						
368-268	318	—	9,2	С 0,2	—	2-3
268-168	218	Метабазальти зеленувато-сірі, хлоритизовані, прожилки кварц-карбонатного складу.	6,8	3 0,2	2,4	5
168-68	118	—	4,7	3 0,6	—	5-6
68-0	34	—	2,4	3 0,7	—	7
Свердловина № 1728, глибина 337 м						
337-237	287	Зона контакту кислих та основних порід.	8,7	3 0,9	2,2	1-2
237-137	187	Сланці по метадациту. Зони зминання, мікроскладчатості, прожилкування, сульфідизація. Метадацити. Метабазальти.	5,6	3 1,0	6,4	3
137-37	87	—	2,9	3 0,7	—	4-5
Свердловина № 1727, глибина 290 м						
290-190	240	—	7,8	3 2,3	—	2
190-90	140	—	5,2	3 1,9	—	3
90-0	45	—	2,6	3 1,6	—	3-4
Свердловина № 186, глибина 414,5 м						
653-553	603	—	22	С 2,5	—	7
553-453	503	—	18,9	С 1,9	—	5-6
453-353	403	—	16,2	С 1,3	—	8
353-253	303	—	12,1	С 0,8	—	6
253-153	203	—	8,2	С 0,3	—	3
153-53	103	—	4,3	3 0,3	—	3-4
Свердловина № 185, глибина 400 м						
400-300	350	Метабазальти хлоритизовані з прожилками кварцу. Порода тріщинувата, уздовж тріщин – хлорит. Дайка метадациту. Піритизація. Метадацити.	10,7	С 1,6	7,8	5
300-200	250	—	7,7	С 0,7	—	7
200-100	150	—	4,8	С 0,4	—	6
100-0	50	—	1,7	0	—	3

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
Свердловина № 1822, глибина 385 м						
385-285	335	Метадацити з кварц-карбонатним прожилкуванням.	10,5	С 1,8	1,2	5
285-185	235	Метабазальти карбонатизовані. Кварц-карбонатна жила.	7	С 1,0	6,1	7
185-85	135	–	3,7	0	–	6
85-0	40	–	1,2	0	–	6
Свердловина № 184, глибина 341 м						
341-241	291	Дайка кислих порід. Зона розсланцювання, кварц-карбонатного прожилкування, метабазальти, хлоритизація, брекчіювання. Метадацити.	7	3 0,3	23,0	4
241-141	191	Дайка метадацитів, метабазальти розсланцьовані з кварц-карбонатним прожилкуванням, біотитизація, сульфідизація.	1,3	3 0,1	1,1	6-7
141-41	91	Габро-долерити, зона розсланцювання, кварц-карбонатне прожилкування.	1,3	3 0,1	1,1	6-7
Свердловина № 18240, глибина 306,5 м						
306-206	256	Метабазальти. Дайка метадацитів. Кварц-карбонат-тремолітова жила з сульфідною мінералізацією. Зона розсланцювання, окварцювання і карбонатизації у метабазальтах.	5	С 0,3	13	3
206-106	156	Зона метасоматично перероблених метабазальтів, прокварцованих, карбонатизованих.	2,8	С 0,3	5,9	6
106-6	56,5	–	0,5	С 0,1	–	7
Свердловина № 17350, глибина 350 м						
350-250	300	–	7,8	С 1,0	–	4
250-150	200	Кисла порода змінена. Кварц-карбонатна жила, тремолітизована, з сульфідною мінералізацією.	5,5	С 0,5	17	6
150-50	100	–	3,2	С 0,2	–	3-4
Свердловина № 183, глибина 269 м						
269-169	219	Метабазальти з кварц-карбонатним прожилкуванням: сульфідизація.	3,8	3 0,2	52,4	3-4

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
169-69	119	Кора вивітрювання гідрохлоритова. Інтенсивно вивітрілі metabазальти. Перехідна різниця між корою і metabазальтами з кварц-карбонатним прожилкуванням. Метабазальти з елементами вилуговування.	1,5	С 0,5	6,3	4
Свердловина № 1821, глибина 246 м						
246-106	196	–	4,5	С 0,3	–	6
106-66	96	–	1,8	0	–	4-5
Свердловина № 182, глибина 206 м						
206-106	156	–	2,4	С 0,4	–	6-7
106-6	56	–	0,4	0	–	5
Свердловина № 1820, глибина 451 м						
451-351	401	–	13,5	С 2,5	–	6
351-251	301	Метабазальти з кварц-карбонатним прожилкуванням. Сульфідна мінералізація. Турмалінізація, епідотізація.	11	С 1,5	40,2	6
251-151	201	Метадацити розсланцьовані, місцями тріщинуваті. Кварц-карбонатне прожилкування. Пірит-піроїтинова мінералізація.	8,5	С 2,0	2,1	11
151-51	101	–	4,5	С 0,8	–	7
51-0	25	–	2,0	С 0,5	–	14-15
Свердловина 1819, глибина 465 м						
465-365	410	Метабазальти з кварц-карбонатним прожилкуванням. Сульфідна мінералізація. Метабазальти катаклазовані, тріщинуваті, сульфідна мінералізація.	16,5	С 2,0	12,2	1
365-265	310	Метабазальти зеленувато-сірі, з кварц-карбонатним прожилкуванням. Сульфідна мінералізація.	12,5	С 1,5	2,8	6
265-165	210	Метадацити афірові, метасоматично змінені, з рідкими вкрапленнями кварцу. Фельзити окварцовані, метасоматично змінена порода кварц-карбонатного складу, розсланцьована. Пірит.	9,0	С 0,8	3,7	6
16565	110	–	6,0	0	–	6

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7
65-0	35	–	2,0	0	–	9
Свердловина 1818, глибина 412 м						
412-312	382	–	13	С 1,5	–	1
312-212	282	Метадацити сірі з порфіровими вкрапленнями кварцу, плагіоклазу. Пірит.	9,2	С 1,0	1,2	6-7
212-112	182	–	5,2	0	–	6
112-0	82	–	1,7	3 0,2	–	11
Свердловина 1817, глибина 390 м						
390-290	340	–	12,8	С 0,8	–	2
290-190	240	Метабазальти слабозсланцьовані, з малопотужними кварцовими прожилками. В інтервалі 285,2-285,6 м породи окварцовані.	9,5	С 0,5	11,7	3
190-90	140	–	5,7	0	–	8
90-0	45	–	4,0	0	–	5
Свердловина №1816, глибина 347,1						
347-247	297	Метабазальти, окварцювання, епідотизація.	9,5	С 1,5	6,8	1
247-147	197	Метадацити світло-сірі, розсланцьовані, окварцовані, катаклазовані, тріщинуваті.	6	С 0,3	2,5	3
147-47	97,1	–	1,5	С 0,2	–	5
Свердловина № 1815, глибина 327 м						
327-227	277	–	9	С 0,5	–	2
227-127	177	Метадацити кварцові, тріщинуваті, окварцювання, прожилки кварцу та карбонат-кварцу.	6,5	0	2,0	2
127-27	77	Метадацити кварцові, породи тріщинуваті. Катаклиз, мілонітизація.	3	3 0,3	2,8	2

За результатами аналізу узагальнень поінтервального опису мінералогічного складу, вмісту золота та рівня ПЕМПЗ, що спостережувалось (77 інтервалів), нами було виконано розрахунок ефективності запропонованого способу. Він полягав у визначенні співвідношення кількості інтервалів свердловин, що потрапляють у зони знижених значень спостережуваного поля (менше 9 у.о. - 66 інтервалів) і мають золоторудну мінералізацію, по відношенню до загальної кількості проаналізованих інтервалів. Відповідно до

виконаних розрахунків, ефективність способу становить 85,8%.

Далі, нами, були виділені три зони з характерними мінералогічними ознаками золоторудної мінералізації.

У першу виділену зону віднесені **породи з вираженими кварцовими жилами**, потужністю від 0,3-1,4 м, що становить 14,6% від загального обсягу.

Виражені кварцові жили представлені: кварц-карбонатним жилоподібним тілом з арсенопіритом (свердл. 1611), уламками кварцових жил білого кольору у корі вивітрювання (свердл. 167, 1732), кварц-карбонат-сульфідною жилою з золотом (свердл. 173), бластомілонітизованою кварц-карбонатною жилою (свердл. 172), кварц-карбонатною жилою у metabasalts (свердл. 1822), кварц-карбонат-тремолітовою жилою з сульфідною мінералізацією (свердл. 18240), кварц-карбонатною жилою, тремолітизованою, з сульфідною мінералізацією (свердл. 17350) [128].

До другої зони віднесені **кварцові прожилкування і прошарки**, потужністю від 0,5-1,2 м, що становить 49% від загального обсягу.

Кварцове прожилкування і прошарки представлені: metabasalts карбонатизованими і хлоритизованими, з розсланцьованими породами з прожилками кварц-карбонатного і карбонатного складу (свердл. 1615), метадацитами кварцовими з прожилками кварцового, кварц-турмалінового і карбонат-кварцового складу (свердл. 1614), metabasalts з прожилками кварцу (свердл. 1612), metabasalts середньо-дрібнозернистими, слабо катаклазованими з кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 1611), metabasalts сульфідизованими, сульфідна прожилкова мінералізація у вигляді пірит-кварцових прожилків по основним породам, що порушені вивітрюванням (свердл. 169, 1617), metabasalts катаклазованими з кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 167, 1721), metabasalts тріщинуватими з кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 1628), metabasalts метасоматично зміненими, хлоритизованими з кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 1719), лінзами і прожилками кварцу (свердл. 173), метадацитами з кварцовими прожилками (свердл. 172),

метабазальтами з густою мережею кварц-карбонатних прожилків (свердл. 1717), метабазальтами метасоматично зміненими з прожилками кварц-карбонатного складу (свердл. 1715), кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 1716), зоною зминання і кварц-карбонатного прожилкування (свердл. 1731), зміненими метабазальтами з кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 1730), метабазальтами зеленувато-сірими, хлоритизованими з прожилками кварц-карбонатного складу (свердл. 1729), метабазальтами хлоритизованими з прожилками кварцу (свердл. 185), метадацитами з кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 1822), зонами розсланцювання, кварц-карбонатного прожилкування у метабазальтах (свердл. 184), метабазальтами з кварц-карбонатним прожилкуванням і сульфідизацією (свердл. 183), метабазальтами з кварц-карбонатним прожилкуванням (свердл. 1617, 1732, 1819, 1820), метабазальтами слабзорозсланцьованими, з малопотужними кварцовими прожилками (свердл. 1817) [128].

До третьої зони увійшли **породи, що характеризуються інтенсивним окварцюванням** – 36,4% від загального обсягу.

Окварцювання, згідно з даними геологічної документації, представлено: альбіт-кварц-карбонат-хлоритовою породою, метадацитами кварцовими, метасоматитами кварц-карбонатного і хлорит-кварц-карбонатного складу з пірит-пірротиною мінералізацією (свердл. 1616), кварц-карбонат-хлорит-альбітовою породою (свердл. 1615), метасоматично зміненою кварц-карбонатною породою з метабазальтами (свердл. 163), метадацитами окварцованими (свердл. 1610, 1629, 1715), окварцованими метабазальтами (свердл. 1628), метабазальтами розсланцьованими, окварцованими (свердл. 1627), катаклазитом по окварцованому метадациту, слаботріщинуватими щільними метабазальтами з окварцюванням (свердл. 176), метадацитами окварцованими з сульфідною мінералізацією (свердл. 174), метадацитами з вкрапленнями кварцу (свердл. 171), метабазальтами дрібнозернистими, хлоритизованими, окварцованими (свердл. 0708), метадацитами окварцованими і метабазальтами (свердл. 179), зміненими метадацитами з окварцюванням

(свердл. 17340), групами дайок кислого складу окварцованих, розсланцованих (свердл. 18230), метадацитами з пірітізацією і вкрапленнями блакитного кварцу (свердл. 0707), зоною розсланцювання, окварцювання і карбонатізації у metabazальтах і зоною метасоматично перероблених metabazальтів, прокварцованих, карбонатизованих (свердл. 18240), метадацитами сірими з порфіровими вкрапленнями кварцу (свердл. 1818), metabazальтами і метадацитами світло-сірими, розсланцьованими, окварцованими, катаклазованими, тріщинуватими (свердл. 1816), метадацитами кварцовими, тріщинуватими з окварцюванням (свердл. 1815) [128].

У кожній з виділених зон порід, були виявлені і детально розглянуті ураганні значення вмісту золота, що зустрінуті в окремих пробах.

У першій зоні (свердл. 1611, 173, 1732, 17350), ураганий вміст золота становить: 31,12 г/т, 35,0 г/т, 23,3 г/т і 17 г/т, вони представлені кварц-карбонатним жилоподібним тілом з арсенопіритом і кварц-карбонат-сульфідною з золотом жилою.

У другій зоні (свердл. 183, 184, 1820), ураганий вміст золота відповідно: 52,4 г/т, 23,0 г/т, 40,2 г/т. Комплекс порід, з якого складається ця зона, представлений кварц-карбонатним прожилкуванням у metabazальтах.

У третій зоні, ураганні значення вмісту золота спостерігаються у свердл. 174, 176, 179 1730, 1732, 17340. Вміст золота у них відповідно: 34,4 г/т, 15,6 г/т, 32,2 г/т, 17,6 г/т, 23,3 г/т, 25,1 г/т. Ця група характеризується наступним комплексом порід: окварцованими метадацитами і metabazальтами, хлорит-пірит-альбіт-кварцовими сланцями.

Виділені зони з ураганними значеннями не надають істотного впливу на отримані в подальшому результати.

Далі, для кожної з виділених трьох зон (груп), були розраховані усереднені значення щільності потоку ПЕМПЗ і середні значення золоторудної мінералізації та побудований графік їх зв'язку (рис.4.8) [129].

У першій групі інтервалів (виражені кварцові жили), рівень ПЕМПЗ, що спостережується становить 8 у.о. Такі фрагменти ділянки мають відносно

підвищені характеристики щільності порід. Середній вміст золота у породах цієї групи 18,3 г / т.

До другої групи віднесені інтервали з вираженими кварцовими прожилками, що характеризуються рівнем ПЕМПЗ – 5 у.о. Середній вміст золота у породах цієї групи 8 г/т.

Третя група інтервалів, представлена породами з окварцюванням та характеризується рівнем ПЕМПЗ – 6 у.о. Середній вміст золота в породах цієї групи – 9 г/т.

За результатами узагальнення, отримана квадратична залежність середнього вмісту золота (г/т) і усередненого значення рівня ПЕМПЗ (у.о.) для кожного з інтервалів (рис. 4.8).

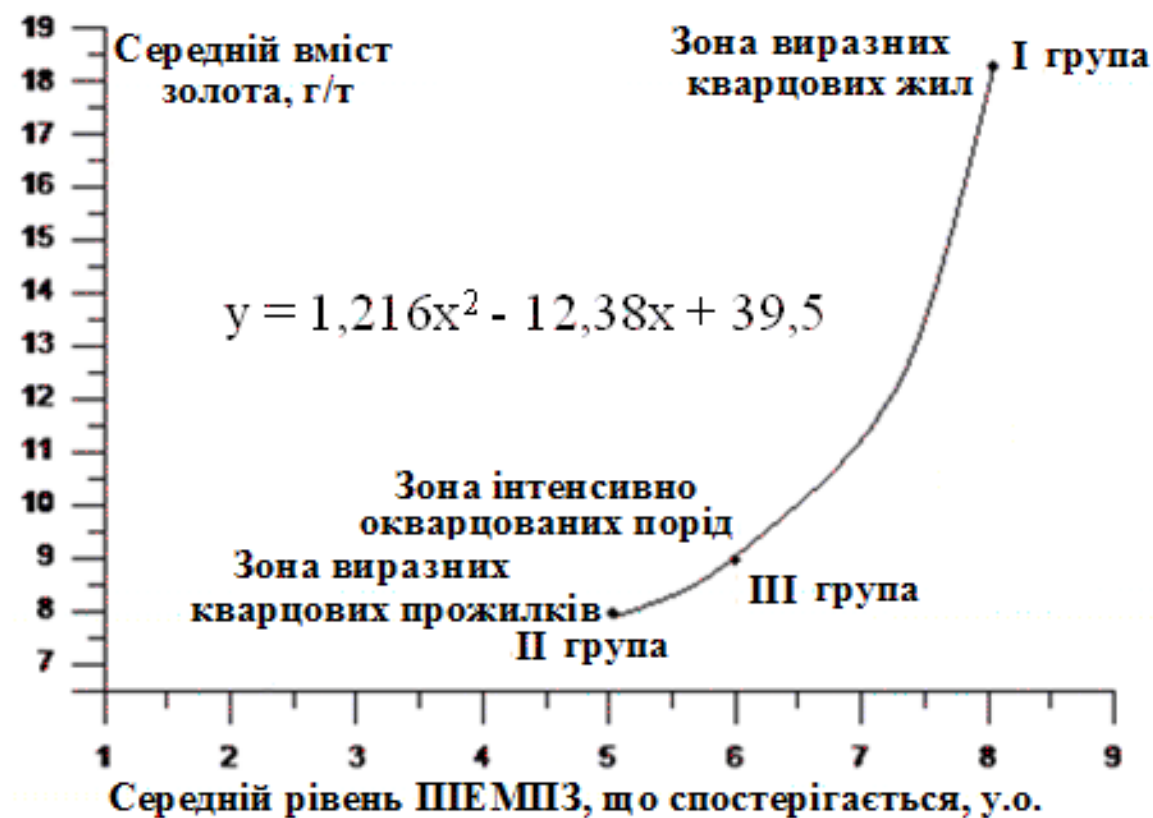


Рисунок 4.8 – Графік зв'язку рівня щільності потоку ПЕМПЗ (у.о.) і середнього вмісту золота в свердловинах (г/т) для виділених зон порід, де: x - рівень поля ПЕМПЗ в у.о., y - усереднене значення вмісту золота, г/т

Як видно з рис. 4.8, всередині зони розривного порушення, спостерігається зростання золоторудної мінералізації при підвищенні рівня ПЕМПЗ.

При аналізі ураганих значень золоторудної мінералізації, простежується їх тяжіння до вузлів перетину розривних порушень. При цьому, одним з домінуючих напрямків розривних порушень є зона Девладівського розлому (рис. 4.5).

На ділянці рудопрояву Сонячний, виявлені жили і прожилки кварц-карбонатного, хлорит-карбонат-кварцового складу, метасоматити березит-лиственітового типу, які, в більшості випадків, сульфідизовані і розглядаються як золотовмісні [97].

Характерні представники даних метасоматитів були простежені у свердловині М-11 на глибинах 178,4 м і 184,7 м, в інтервалах 213,9-233,7 м і 266,5-276,0 м [97] (див. рис.4.6). Всього, на території ділянки дослідження, виявлено 9 жильних зон. Всі жильні зони і зони прожилкування тяжіють до знижених значень спостережуваного ПЕМПЗ (менше 3,8 у.о.).

За даними буріння (свердл. М-11), золотовмісні породи простежуються на глибинах 226,0 м, середній вміст золота становить 1,1-1,5 г/т. В результаті проєцювання свердловини М-11 на отриману схему щільності потоку ПЕМПЗ, було встановлено, що інтервал золоторудної мінералізації у свердловині тяжіє до зон знижених значень – 2,2-2,4 у.о.

У свердловині М-12 золотовмісні породи поширені на глибині 176,1 м, з середнім вмістом золота 0,2-1,1 г/т [97]. При проєцюванні свердловини, М - 12 на отриману схему щільності потоку ПЕМПЗ, також простежується приуроченість золоторудної мінералізації до знижених значень ПЕМПЗ (2,8-3 у.о.).

За цими даними, було побудовано графік зв'язку кількості жильних і прожилкових зон та рівня ПЕМПЗ, що спостережується рис. 4.9.

Як можна спостережати, на рис. 4.9, у зонах знижених значень поля, що спостерігаються (характерних для розривних порушень та лінійних кор вивітрювання), кількість виділених прожилкових і жильних зон зростає при

збільшенні рівня поля.

Отримані кореляційні залежності дають можливість запропонувати метод спостереження ПЕМПЗ в якості додаткової прогностичної ознаки для виділення і трасування зон розривних порушень і лінійних кор вивітрювання [128, 130, 131, 134].

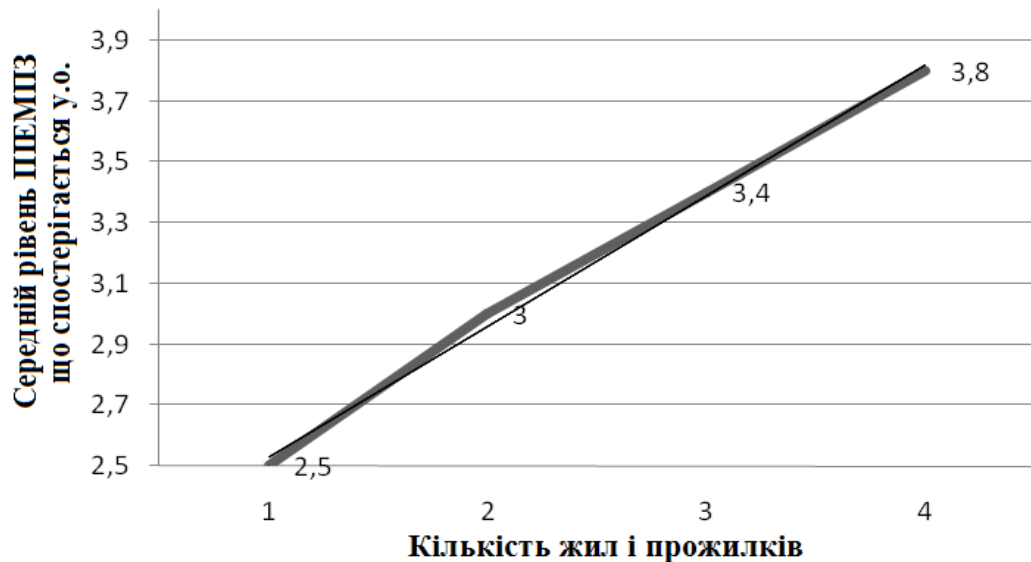


Рисунок 4.9 – Графік зв'язку кількості жильних і прожилкових зон та рівня ПЕМПЗ, що спостережується ($y = 0,43x + 2,1$, де: x - кількість жил і прожилків, y - рівень поля ПЕМПЗ в у.о.)

На підставі вищевикладених досліджень, представляється можливим сформулювати **наукову новизну** отриманих результатів: вперше встановлено зв'язок рівня ПЕМПЗ та золоторудної мінералізації у зонах розривних порушень і лінійних корах вивітрювання для родовища Сергіївське, що апроксимується квадратичною залежністю, а для рудопрояву Сонячний – лінійною.

Висновки по розділу

1. Сигнал ПЕМПЗ може залежати від добових і сезонних коливань, але картина поля при цьому залишається однотипною: зони розривних порушень і лінійних кор вивітрювання спостерігаються в полі у вигляді аномальних зон

знижених значень. Коефіцієнти кореляції при добових спостереженнях змінюються у межах $r^2 = 0,985-0,982$, сезонних - $r^2 = 0,878-0,993$.

2. В результаті зіставлення схеми щільності потоку ПЕМПЗ і геологічної карти ділянок Сергіївського родовища і рудопрояву Сонячний, встановлено, що основні структури геологічної карти (рельєф докембрійського фундаменту, рудні тіла, інтрузії, жили і прожилки) знаходять відображення на схемі щільності потоку ПЕМПЗ.

3. В результаті зіставлення схеми щільності потоку ПЕМПЗ і геологічної карти ділянки родовища Сергіївське, встановлено, що виділені розривні порушення та лінійні кори вивітрювання характеризуються лінійно-втягнутими зниженими значеннями поля (менше 9 у.о.). До них тяжіють жильні зони з золоторудною мінералізацією.

4. В результаті зіставлення схеми щільності потоку ПЕМПЗ і геологічної карти ділянки рудопрояву Сонячний, встановлено, що більшість золоторудних зон з аномально високим вмістом золота і зона потенційно перспективна щодо розвитку золоторудної мінералізації, а також жили і прожилки кварц-карбонатного і хлорит-кварц-карбонатного складу, відображаються на схемі щільності потоку ПЕМПЗ у вигляді зон з низькими і зниженими значеннями поля (менше 3,8 у.о.).

5. Виділені розривні порушення та лінійні кори вивітрювання на ділянці Сергіївського родовища мають наступні азимути простягання: $0^\circ - 360^\circ$, $27-30^\circ$, 45° , 50° , 65° , 90° , 290° , 305° , 300° , 310° , 315° , 320° . Найбільш інтенсивно розвинені порушення контролюються: Південно-Петровським (320°), Девладівським (Північно-Сергіївським, $90-270^\circ$), Дніпродзержинським (325°) розломами, та розломом Кужелова (45°).

6. Виділені розривні порушення та лінійні кори вивітрювання на ділянці рудопрояву Сонячний мають наступні азимути простягання: 12° , $25-30^\circ$, 40° , 45° , $70^\circ - 75^\circ$, 90° , 315° , $340-345^\circ$. Домінуючим напрямом на ділянці є північно-західний ($315-320^\circ$), що збігається з Південно-Петровським розривним порушенням.

7. За даними геофізичних спостережень (карт залишкових аномалій гравітаційного $\Delta g_{\text{зал.}}$ і магнітного полів $\Delta T\alpha$), виконаних на ділянці родовища Сергіївське, були виділені основні напрямки розривних порушень. Їх азимути простягання збігаються з азимутами простягання лінійних структур, виділених за даними ПЕМПЗ.

8. Азимути простягання розривних порушень і лінійних кор вивітрювання ділянок родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний повторюють основні напрямки азимутів простягання порушень Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита.

9. Зіставлення отриманих азимутів простягання розривних порушень, виділених різними геофізичними методами, дозволило зробити висновок про те, що деформаційні процеси, що сформували спостережувану мережу розривних порушень у межах Середньопридніпровського мегаблоку, в цілому, зумовили виникнення розривних порушень на Солонянському рудному полі.

10. На Середньопридніпровському та Інгульському мегаблоках спостерігаються як загальні, так і індивідуальні азимути простягання розривних порушень. У межах кожного з мегаблоків, розвинені свої діагональні системи - на Середньопридніпровському: $12-17^\circ$ і 290° , 40° і 310° , 50° і 320° , на Інгульському: $45-47^\circ$ і 320° . Окремі порушення мають азимути простягання, які не вкладаються в системи: $25^\circ - 30^\circ$, $300^\circ - 305^\circ$, $330^\circ - 335^\circ$, $340^\circ - 345^\circ$, $350^\circ - 355^\circ$.

11. За даними геофізичних спостережень (карт залишкових гравітаційних аномалій, аномального магнітного поля, залишкового магнітного поля, ПЕМПЗ) у межах родовища Сергіївське та Родіонівської ділянки, найбільш загальними азимутами простягання виділених лінійних структур є: $0^\circ - 360^\circ$, $27-30^\circ$, $65-67^\circ$, 90° , $300-305^\circ$.

12. За результатами поінтервального аналізу мінералогічного складу, вмісту золота і рівня спостережуваного ПЕМПЗ, виділені три зони порід, що приурочені до розривних порушень і лінійних кор вивітрювання:

- до першої зони віднесені кварцові жили, що характеризуються усередненими значеннями ПЕМПЗ - 8 у.о. і вмістом золота - 18,3 г/т;
- до другої зони віднесені інтенсивно окварцовані породи, що характеризуються усередненими значеннями ПЕМПЗ - 6 у.о. і вмістом золота - 9 г/т;
- до третьої зони віднесені породи з кварцовими прожилкуваннями і прошарками, що характеризуються усередненими значеннями ПЕМПЗ - 5 у.о. і вмістом золота - 8 г/т.

13. При аналізі ураганних значень золоторудної мінералізації, простежується їх тяжіння до вузлів перетину розривних порушень. При цьому, одним з домінуючих напрямків розривних порушень є зона Девладівського розлому.

14. Встановлено зв'язок між золоторудною мінералізацією і рівнем ПЕМПЗ для ділянки Сергіївського родовища: $y = 1,216x^2 - 12,38x + 39,5$. У зонах розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, в яких спостерігаються знижені значення поля, рівень золоторудної мінералізації зростає з підвищенням рівня ПЕМПЗ.

15. Встановлено зв'язок між жильними зонами, зонами прожилкування, що виділені на Сонячному рудопрояві, до яких найчастіше приурочена золоторудна мінералізація і рівнем спостережуваного поля: $y = 0,43x + 2,1$.

16. Запропонована додаткова прогностична ознака, що базується на відображенні у спостережуваному ПЕМПЗ основних геологічних структур, на встановлених статистичних закономірностях між проявами золоторудної мінералізації та рівнем спостережуваного ПЕМПЗ. Прояви підвищеної золоторудної мінералізації тяжіють до зон розривних порушень і лінійних кор вивітрювання, що характеризується зниженими значеннями рівня поля.

ВИСНОВКИ

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою у галузі загальної та регіональної геології, у ході якої вирішувалася актуальна наукова задача, що полягає у встановленні закономірностей зв'язку характеристик природного імпульсного електромагнітного поля Землі і золоторудної мінералізації, що дозволило удосконалити спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах.

1. На розглянутих щитах Сибірської і Східно-Європейської платформ (Анабарському, Алдано-Становому, Балтійському, Українському), золоторудні родовища (Рябіновське, Лебединське, Таборне, Куранахське, Бодран, Дует, Нагірне, Оночалах, Гора Рудна, Подвійне, Клич, Сарилах, Кючус, Сентачан, Сурікуосікко, Майське, Балка Золота, Сергіївське, Сонячний, Балка Широка, Клінцевське, Юр'ївське, Сурозьке), в більшості, тяжіють до зон розривних порушень і генетично пов'язаних з ними лінійних кор вивітрювання.

2. Розроблено методичну рекомендацію щодо застосування методу спостереження природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) для виділення тектонічних порушень і лінійних кор вивітрювання з метою виявлення перспективних зон золоторудної мінералізації, отримано патент України «Спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах».

3. Експериментально доведено, що сигнал ПЕМПЗ може залежати від добових і сезонних коливань, але картина поля при цьому залишається однотипною. Зони розривних порушень і лінійних кор вивітрювання спостерігаються у полі у вигляді аномальних зон знижених значень. Коефіцієнти кореляції при добових спостереженнях змінюються у межах $r^2 = 0,97-0,98$, сезонних - $r^2 = 0,87-0,98$.

4. На побудованих схемах щільності потоку ПЕМПЗ виявлені розривні порушення і генетично пов'язані з ними лінійні кори вивітрювання, що характеризуються зниженими значеннями сигналу ПЕМПЗ. На родовищі

Сергіївське щільність потоку має значення менше 9 у.о., на рудопрояві Сонячний - менше 3,8 у.о., у той час, як непорушені ділянки характеризуються підвищеними значеннями сигналу ПЕМПЗ.

5. За результатами зіставлення геологічної карти докембрійського фундаменту та схеми щільності потоку ПЕМПЗ ділянки Сергіївського родовища встановлено, що основні структури геологічної карти (рельєф докембрійського фундаменту, рудні тіла, інтрузії, жили та прожилки), знаходять відображення на схемі щільності потоку ПЕМПЗ.

6. Золоторудна мінералізація на Сергіївському родовищі тяжіє до систем розривних порушень: 40° - 45° і 315° ; 30° - 32° і 305° - 310° ; 0° і 90° (270°), а на Сонячному рудопрояві жильна і прожилкова золоторудна мінералізація тяжіє до систем порушень: 70° - 75° і 340° - 345° ; 12° - 17° , що дозволило підтвердити, що деформаційні процеси, які сформували мережу розривних порушень у межах СПМБ, у цілому, зумовили виникнення розривних порушень на Солонянському рудному полі. Найбільш інтенсивно розвинуті порушення контролюються: Південно-Петровським (320°), Девладівським, Північно-Сергіївським (90° - 270°), Дніпродзержинським (325°), розломом Кужелова (45°).

7. Зіставлення азимутів простягання розривних порушень, виділених різними геофізичними методами, дозволило підтвердити висновок про те, що деформаційні процеси, що сформували наявну мережу розривних порушень у межах Середньопридніпровського мегаблоку, в цілому, зумовили виникнення розривних порушень на Солонянському рудному полі.

8. За результатами поінтервального аналізу мінералогічного складу, вмісту золота і рівня ПЕМПЗ, що спостерігалось на ділянці родовища Сергіївське, виділено три зони порід (виразні кварцові жили, виразні кварцові прожилки, породи з інтенсивним окварцюванням), що приурочені до розривних порушень і лінійних кор вивітрювання. Встановлено зв'язок рівня поля і золоторудної мінералізації у зонах розривних порушень і лінійних кор вивітрювання для родовища Сергіївське, що апроксимується квадратичною залежністю – $y = 1,216x^2 - 12,38x + 39,5$. Для рудопрояву Сонячний встановлено зв'язок рівня

поля та виявлених жил і прожилків кварц-карбонатного, хлорит-карбонат-кварцового складу, апроксимується лінійною залежністю – $y = 0,43x + 2,1$.

9. Згідно виконаним розрахункам, ефективність запропонованого способу виявлення розривних порушень у кристалічних породах з використанням методу спостереження ПЕМПЗ, на прикладі родовища Сергіївське, складає 85,8 %.

10. Основні результати виділення розривних порушень і лінійних кор вивітрювання прийняті до використання в КП «Південукргеологія». Отримана довідка про впровадження результатів дослідження лінійних кор вивітрювання на окремих ділянках родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний від 07.06.2013 р.

Список використаних джерел

- 1 Гинзбург И.И. Типы древних кор выветривания, формы их проявления и классификация / И.И. Гинзбург // В кн.: Кора выветривания. – М.: АН СССР, 1963. – Вып. 6. – С.71-101.
- 2 Додатко А.Д. Древние коры выветривания и методы их изучения: учебное пособие / А.Д. Додатко. – Днепропетровск: НГУ, 2004. – 103 с.
- 3 Гзовский М.В. Математика в геотектонике / М.В. Гзовский. – М.: Недра, 1971. – 243 с.
- 4 Петров В.П. Основы учения о древних корах выветривания / В.П. Петров. – М.: Недра, 1967. – 343 с.
- 5 Четвериков Л.И. Геокинематика коры выветривания / Л.И. Четвериков // Вестник Воронежского университета. Геология. – Воронеж, 2005. – № 1. – С.11-17.
- 6 Тяпкин К.Ф. Изучение тектоники докембрия геолого-геофизическими методами / К.Ф. Тяпкин. – М.: Недра, 1972. – 258 с.
- 7 Золотоносные проявления зеленокаменных поясов Украинского щита: Критерии поисков и перспективы промышленной золотоносности Украины. – К.: Изд-во АН Украины, 1988. – С.155-162.
- 8 Орлинская О.В. Системы разломов и золоторудная минерализация в зеленокаменных структурах Среднего Приднепровья / О.В. Орлинская, Н.В. Билан, Р.Б. Камков // Науковий вісник НГУ. - № 6, 2003. – С.80-82.
- 9 Савко А.Д. Коры выветривания в геологической истории Восточно-Европейской платформы / А.Д. Савко, А.Д. Додатко // Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1991. – 228 с.
- 10 Калинин Ю.А. Золотоносные коры выветривания юга Западной Сибири: Особенности распространения, состава и строения, условия формирования: автореф. дис. на соискание научн. степени д-р геол.-мин. наук : спец. 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» / Калинин Юрий Александрович ; Объединенный институт геологии, геофизики

и минералогии Сибирского Отделения Российской Академии Наук. – Новосибирск, 2003. – 40 с.

11 Змиевская К.О. Сравнительный анализ кор выветривания щитов Восточно-Европейской и Сибирской платформ / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Науковий вісник НГУ. – Днепропетровск, 2012. – № 4. – С.22-29.

12 Паффенгольц К. Н. Геологический словарь в 2 т. / К.Н. Паффенгольц. – М.: Недра, 1973. – 486 с.

13 Короновский Н.В. Основы геологии / Н.В. Короновский, А.Ф. Якушова // М.: Высшая школа, 1991. – 416 с.

14 Глинка К.Д. Исследования в области процессов выветривания. Выветривание биотита / К.Д. Глинка. – СПб: К. Маттисен, 1905. – 28 с.

15 Страхов Н.М. Развитие литогенетических идей в России и СССР / Н.М. Страхов // Тр. ГИН АН СССР. – М.: Наука, 1971. – Вып. 228. – 622 с.

16 Петров В.П. Современные проблемы учения о коре выветривания. – в кн.: Неметаллические полезные ископаемые коры выветривания. М., Наука, 1977. – С. 9-38.

17 Михайлов Б.М. Некоторые вопросы геохимии древней коры выветривания / Б.М Михайлов // В кн.: Исследование и использование глин. – Львов: Изд-во Львовского университета, 1958. – С.163.

18 Константинов М.М. Золоторудные месторождения России / М.М. Константинов. – М. «Акварель», 2010. – 349 с.

19 Богданов А.А. Международная тектоническая карта Европы / А.А. Богданов, 1960.

20 Кудинова Е.А. Геотектоническое развитие структуры центральных областей Русской платформы / Е.А. Кудинова. – М.: Издательство академии наук СССР (Якутский филиал Сибирского отделения), 1961 – 96 с.

21 Гаврилов В.П. Как устроены и чем богаты наши недра / В.П. Гаврилов. – М.: Недра, 1981 – 192 с.

22 Константинов М.М. Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов мира / М.М. Константинов. – М.: Недра, 1984. – 165 с.

23 Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т.4. Сибирская платформа / ред.: Н.С. Малич, Е.П. Миронюк [и др.]. – Л.: Недра, 1987. – 448 с.

24 Анисимова И.В. Возраст и геодинамические обстановки формирования зеленокаменных поясов западной части Алданского щита : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. геол.-мин. наук : спец. 25.00.01 «Общая и региональная геология» / Анисимова Ирина Валерьевна ; Институт геологии и геохронологии докембрия. – Санкт-Петербург, 2007. – 21 с.

25 Милановский Е.Е. Геология СССР. Введение. Древние платформы и метаплатформенные области / Е.Е. Милановский. – Ч.1. – М.: МГУ, 1987. – 416 с.

26 Милановский Е.Е. Геология СССР. Урало-Монгольский подвижный пояс и смежные метаплатформенные области / Е.Е. Милановский. – Ч.2. – М.: МГУ, 1989. – 271 с.

27 Милановский Е.Е. Геология СССР. Средиземноморский и Тихоокеанский подвижные пояса. Заключение / Е.Е. Милановский. – Ч. 3. – М.: МГУ, 1991. – 272 с.

28 Хомич В.Г., Структурная позиция крупных золоторудных районов Центрально-Алданского (Якутия) и Аргунского (Забайкалье) супертеррейнов / В.Г. Хомич, Н.Г.Борискина // Геология и геофизика, 2010. – 51. – № 6. – С.849-862.

29 Гаврилов В.П. Историческая геология и региональная геология СССР / В.П. Гаврилов. – Москва: Недра, 1979. – 301 с.

30 Стогний В.В., Метелогеническое районирование Алдано-Становой золотоплатинометалльной провинции / В.В. Стоний, Г.А. Стоний // Изв. Вузов. Геология и разведка, 2003. – №1. – С.17-21.

31 Дворник Г.П. Морфометрическая характеристика золоторудных тел и изменчивость качества руд Рябиновского поля / Г.П. Дворник. – Изв. высш. уч.

зав. Геол. и разв., 2010. – № 2. – С.36-39.

32 Дворник Г.П. Условия образования серицит-микроклиновых метасоматитов и золото порфирового оруденения Рябиновского рудного поля (Алданский щит) / Г.П. Дворник. – Современные освоения минеральных ресурсов: Сб. научн. тр. «Гос. Ун-т цвет. и золота»: Красноярск, 2006. – С.46-52.

33 Кратц К.О. Геохронология докембрия Балтийского щита / К.О. Кратц, Э.К. Герлинг, С.Б. Лобач-Жученко // В кн.: Геология докембрия. – Л., 1968. – Международный геологический конгресс. XXIII сессия. Доклады советских геологов. Проблема 4.

34 Лобанов К.В. Структурно-петрофизические условия локализации раннепротерозойских пегматитовых и магматических месторождений северо-восточной части Балтийского щита : автореф. дис. на соискание научн. степени д-р геол.-мин. наук : спец. 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых; минерагения» / Лобанов Константин Валентинович ; Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии. – Москва, 2008. – 70 с.

35 Афанасьев А.В. Фанерозойские коры выветривания Балтийского щита и связанные с ними полезные ископаемые / А.В. Афанасьев. – Л.: Наука, 1977. – С.244.

36 Кратц К.О. Балтийский щит в кн. Тектоника Европы / К.О Кратц, Н. Мангуссон, А. Симонен, О. Хольтедаль // М., 1964.

37 Кратц К.О., Герлинг Э.К., Лобач-Жученко С.Б., Геохронология докембрия Балтийского щита, в кн.: Геология докембрия, Л., 1968 (Международный геологический конгресс. XXIII сессия. Доклады советских геологов. Проблема 4).

38 Золоторудная минерализация в истории формирования раннедокембрийских комплексов юго-восточной части Балтийского щита / [О.А. Богатилов, А.В. Самсонов, Ю.О. Ларионова, А.А. Носова, А.М. Ручьев, Г.А. Беззубов] // Материалы Всероссийской конференции «Самородное золото:

типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». – Москва, 2010. – Том 1. – 325 с.

39 Ручьев А.М. Структурные особенности сдвиговых дислокаций, контролирующих благородно-металлическую минерализацию и пегматитогенез в гнейсах Чупинской свиты (Беломорский комплекс Балтийского щита) / А.М. Ручьев. – Геология и полезные ископаемые Карелии, 2009. – № 12. – С.65-87.

40 Єсипчук К.Ю. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (пояснювальна записка) / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк, М.П. Щербак [та ін.] // К.: УкрДГРІ, 2004. – 30 с.

41 Крюченко В.А. Особенности глубинного строения центральной части Украинского щита и их влияние на металлогению района / В.А. Крюченко. – Геологический журнал, 1993. – №3. – С.44-53.

42 Нечаев С.В. Региональная зональность оруденения Украинского щита: современный план и палеотектонические реконструкции / С.В. Нечаев, Г.Б. Наумов // Геология рудных месторождений, 1998. – Т. 40. – №2. – С.124-136.

43 Савко А.Д. Коры выветривания и связанные с ними полезные ископаемые / А.Д. Савко, Ю.Ю. Бугельский, В.М. Новиков, А.Д. Слукин, Л.Т. Шевирев // Москва-Воронеж, 2007. – 230 с.

44 Тяпкин К.Ф. Системы разломов Украинского щита / К.Ф. Тяпкин, В.М. Гонтаренко // К.: Наукова думка, 1990. – 184 с.

45 Тяпкин К.Ф., Изучение разломных структур геолого-геофизическими методами / К.Ф. Тяпкин, Г.Г. Кивелюк // М.: Недра, 1982. – 239 с.

46 Орлинская О.В. Анализ пространственных взаимосвязей золоторудной минерализации в зеленокаменных структурах и систем разломов Среднего Приднепровья / О.В. Орлинская, Н.В. Билан // Науковий вісник НГУ, 2003. – № 9. – С.50-52. – Библиогр.: С.100.

47 Гурский Д.С. Металлические полезные ископаемые Украины / Д.С. Гурский, К.Е. Єсипчук, В.И. Калинин [и др.] // Киев-Львов: Изд-во «Центр

Европы», 2005. – 785 с.

48 Кравченко В.М. Роль региональных разломов Среднего Приднепровья в размещении проявления благородных металлов среди зеленокаменных структур / В.М. Кравченко, М.В. Рузина // Відомості Акад. гірн. Наук України, 1997. – №4. – С.104-105.

49 Бобров А.Б. Геолого-генетическая типизация золоторудных месторождений Украины / Бобров А.Б., Сиворонов А.О., Гурский Д.С. [и др.] // . – Киев: УкрГГРИ, 2004. – 336 с.

50 Драгомирецкий А.В. Литологические особенности золотосодержащих отложений докембрия (на примере Украинского щита) / А.В. Драгомирецкий. – Литология и полезные ископаемые. – К., 2004. – № 2. – С.173-184.

51 Сукач В.В. Новітні дані з геології та металогенії золота Солонянського рудного поля (Сурська зеленокам'яна структура, Середнє Придніпров'я) / В.В. Сукач, М.А. Малих, О.Б. Бобров // Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції «Наукові основи прогнозування, пошуків та оцінки родовищ золота». – Львів: ЛДУ ім. І. Франка, 1999. – 134 с.

52 Дыщук М.Ю. Некоторые закономерности локализации золотого оруденения Южной части Сурской структуры на примере Сергеевского месторождения (Среднее Приднепровье) / М.Ю. Дыщук // Актуальні проблеми геології, географії та екології: Зб. наук. пр. – Дніпропетровськ: «Навчальна книга», 1999. – Т. 3. – С.31-46.

53 Малиновский А.К. Прогноз золоторудной минерализации в Верховцевской и Сурской золоторудных структурах / А.К. Малиновский, Б.З. Берзенин // Науковий вісник НГУ, 2001. – №5. – С.57-59.

54 Собко Б.Е. Классификация россыпных месторождений Украины / Б.Е. Собко. – Науковий вісник НГУ, 2007. – № 7. – С.32-36.

55 Ковальчук М.С. Особливості міграції золота в еволюційно-генетичному ряду залишкових кор вивітрювання і золотоносних розсипів / М.С. Ковальчук. – Геологічний журнал. – 2001. – №2. – С.94-103.

56 Ковальчук М.С. Геологічні передумови пошуку розсипних родовищ золота в Україні / М.С. Ковальчук. - Геологічний журнал, 2003. – № 4. – С.16-23.

57 Константинов М.М. Геолого-формационные основы прогноза россыпей золота / М.М. Константинов. – Отечественная геология, 2009. – № 2. – С.34-41.

58 Ковальчук М.С. Золото з осадових комплексів Українських Карпат / М.С. Ковальчук. – Геологічний журнал, 2002. – № 2. – С.55-65.

59 Яценко Г.М. Металогенія золота центральної області золоторудної провінції Українського щита / Г.М. Яценко, Д.С. Гурський, О.К. Бабинін [та ін.] // Мінеральні ресурси України, 2003. – № 1. – С.14-19.

60 Рузина М.В. Структурные особенности метасоматических пород Среднеприднепровского мегаблока / М.В. Рузина, И.В. Жильцова // Науковий вісник НГУ, 2008. – № 2. – С.55-56.

61 Драгомирецкий А.В. Золотоносные формации центральной части Украинского щита: (Закономерности размещения, основы прогноза и поисков, оценка перспектив) / А. В. Драгомирецкий // М-во образования и науки Украины. Одес. нац. ун-т им. И.И. Мечникова. – Одесса: Астропринт, 2001. – 225 с.

62 Калашник А.А. Роль систем разломов в локализации оруденения / Калашник А.А. – Науковий вісник НГУ, 2003. – № 8. – С.54-58. – Библиогр.: 100 с.

63 Бабынин А.К. Особенности формирования золоторудной минерализации на Кировоградском блоке Украинского щита / А.К. Бабынин, Гурський Д.С. // Геологический журнал. – №4, 1992. – С.103-110.

64 Драгомирецкий А.В. Геолого-генетические модели гипергенных золоторудных систем как основа формирования промежуточных коллекторов золота в докембрии (на примере Украинского щита) / А.В. Драгомирецкий // Вестник ОНУ, 2011. – Т. 16. – С.163-175.

65 Драгомирецкий А.В. Закономерности размещения промышленных золоторудных формаций в гнейсо-гранулит-гранитовых комплексах

центральной части Украинского щита / А.В. Драгомирецкий // Геолого-минерало-гичний вісник, 2003. – № 1. – С.13-18.

66 Хаин В.Е. Геотектоника с основами геодинамики / В.Е. Хаин, М.Г. Ломидзе // М.: МГУ, 1995. – 480 с.

67 Додатко А.Д. Типовые профили кор выветривания кристаллических пород Украинского щита / А.Д. Додатко, Д.П. Хорошева, В.Т. Погребной, Н.И. Бучинская // Кора выветривания и связанные с ней полезные ископаемые. - К.: Наукова думка, 1975. – 182 с. – Библиогр.: С.35-81.

68 Малиновський О.К. Звіт про геофізичне вивчення надр. Випереджаючи геофізичні дослідження масштабу 1:10000-1:25000 під загальні пошуки на Родіонівській площі (аркуші L-36-7-A-a,б; M-36-139-B-в), 2005-2006 рр. / О.К. Малиновський // Титул 229/04. – 2006 р. – ДГЕ «Дніпрогеофізика».

69 Малиновский А.К. Результаты опережающих геофизических работ под ГДП-50 с общими поисками золота в Сурском районе за 1991-1996 гг. / – Днепропетровск. – Днепрогеофизика, 1996.

70 Хатиашвили Н.Г. Электрические явления при деформации и разрушении горных пород и минералов / Н.Г. Хатиашвили. – Сб. «Физические свойства горных пород при высоких давлениях и температурах». – Тбилиси, 1974. – С. 290-293.

71 Саломатин В.Н. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния пород методом регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) / В.Н. Саломатин, Ш.Р. Маслов, Л.А. Защинский // Симферополь: КИПКС, КОСНИО, 1991 – 88 с.

72 Воробьев А.А. Тектонические явления и возникновение естественного импульсного поля Земли – ЕИЭМПЗ / А.А. Воробьев. – Часть 3, деп. в ВИНТИ. – № 380-80., 1980. – 245 с.

73 Александров М.С., Флуктуации электромагнитного поля Земли в диапазоне СНЧ / М.С. Александров, Э.М. Бакленаева, Н.Д. Гладштейн и др. // Тр. Института радиотехники и электроники АН СССР. – М.: Изд. «Наука», 1972. – 194 с.

74 Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах / А.А. Воробьев. – Томск: Изд. Томского университета, 1960. – 211 с.

75 Воробьев А.А. О возможности электрических разрядов в недрах Земли / А.А. Воробьев. – «Геология и геофизика», 1970. – № 1. – С.3-14.

76 Шевцов Г.И., Электризация полевых шпатов при их деформации и разрушении / Г.И. Шевцов, Н.Н. Летунов, Г.А. Соболев // Док. АН СССР, 1975. – Т.225. – № 2. – С.313-316.

77 Саломатин В.Н., Опыт регистрации естественного импульсного электромагнитного поля при обследовании Ялтинского тоннеля / В.Н. Саломатин, И.Н. Васильев, Ш.Р. Матов // «Инженерная геология», 1983. – № 5. – С.93-98.

78 Саломатин В.Н. Обзор применения геофизического экспресс-метода ЕИЭМПЗ / О.Б. Жиленко, В.Н. Саломатин // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. – Симферополь: НАПКС, 2006. – Вып.15-16. – С.213-216.

79 Патент № 64222, Україна, МПК G01V 3/08. Спосіб виявлення ділянок замочування покрівлі підземної споруди / Й.С. Білий, М.М. Довбніч, Г.П. Кузіна, Г.М. Стовас; заявник і патентовласник УкрДГРІ. – u 2003042908; заявл. 03.04.2003; опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2/2004.

80 Патент № 8085, Україна, МПК G 01V 3/08. Спосіб виявлення геодинамічних зон в масиві гірничих порід / Й.С. Білий, В.Я. Кириченко, Г.М. Стовас, А.В. Шмиголь; заявник і патентовласник Й.С. Білий, В.Я. Кириченко, Г.М. Стовас, А.В. Шмиголь – u 94176052; заявл. 05.07.94; опубл. 26.12.1995, Бюл. № 4 / 1995.

81 Патент № 64221, Україна, МПК G01V 3/08. Спосіб виділення на площі ділянок неоднорідної будови ґрунтового масиву / Й.С. Білий, М.М. Дов-бніч, Г.П. Кузіна, Г.М. Стовас; заявник і патентовласник УкрДГРІ. – u 2003042907; заявл. 03.04.2003; опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2/2004.

82 А.с. № 1382221, СССР, Способ прогноза тектонической нарушенности угольных пластов / А.Б. Посудиевский, В.Н. Саломатин, Г.М. Стовас, А.Н. Михалев – № 1382221; Бюл. № 10 от 17.03.87.

83 А.с. № 1766182, СССР, Способ прогноза геодинамических зон в массиве горных пород / И.С. Белый, А.Б. Посудиевский, Г.М. Стовас – № 1766182; Бюл. № 22 от 20.04.90.

84 Семенов А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля / А.С. Семенов. – Л.: Недра, 1974. – 391 с.

85 Возможности метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли для поисков гидротермально-метасоматической рудной минерализации / Д.С. Пикареня, О.В. Орлинская, П.И. Гладун, С.В. Вагин // Коренные и рассыпные месторождения алмазов и важнейших металлов: Тез. докл. Междунар. научн.-практич. конф., 15-21 сент., 2008, г. Симферополь – Судак. – С.151-152.

86 Орлинская О.В. Глубинные разломы мелкоамплитудная нарушенность угольных пластов и естественные поля Земли / О.В. Орлинская, М.М. Довбнич // Сб. научн. тр. НГАУ. – 1998. – № 2. – С.224-228.

87 Пикареня Д.С. Взаимосвязь гидротермально-метасоматической минерализации с ортогональной системой разломов / Д.С. Пикареня, О.В. Орлинская, Г.М. Стовас, О.А. Терешкова / Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2007. – № 11. – С.77-82.

88 Методические рекомендации по изучению напряженного состояния горных пород методом ЕИЭМПЗ – Симферополь: Изд-во ИМР, 1991. – 27 с.

89 Демин В.М. О природе механоэлектрического излучения рудных тел / В.М. Демин, Г.А. Соболев, В.Ф. Лось [и др.] // ДАН ССР. – Наука, 1981. – Т.260. – № 2, С.306-309.

90 Збірник укрупнених кошторисних норм (ЗУКН). – Розділ 7 Електро-розвідка. – К.: Державний комітет природних ресурсів України, Департамент геологічної служби, УкрДГРІ, 2004. – С.363-371.

91 Паспорт радиоволновой индикатор напряженно-деформированного состояния пород РВИНДС. АХИ2. 026. 001 ПС. Львовский завод геофизической аппаратуры, 1984. – 7 с.

92 ГОСТ 8.513-84 ГСИ. Проверка средств измерений. Организация и порядок проведения / Государственный стандарт Союза ССР. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 11 с.

93 Солдатенко В.П. Моделирование геофизических полей над зонами гидротермально-метасоматически измененных пород / В.П. Солдатенко, М.М. Довбнич, Д.С. Пикареня // Науковий вісник НГУ. – № 3, 2009. – С.38-43.

94 Змиевская К.О. Роль тектонического фактора при разведке и разработке рудных и нерудных месторождений / К.О. Змиевская // Геотехнічна механіка. Міжвідомчий збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: Національна академія наук України. Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова, 2014. – № 118. – С.104-113.

95 Патент на корисну модель. Україна, МПК G01V 3/00. Спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах / Змієвська К.О.; заявник і патентовласник Змієвська К.О. – № 99831; заявл. 05.01.2015; опубл. 25.06.2015, Бюл. №12/2015.

96 Змиевская К.О. Роль тектонического фактора при разведке и разработке рудных и нерудных месторождений / К.О. Змиевская // XII конференция молодых ученых «Геотехнические проблемы разработки месторождений». – Днепропетровск: Национальная академия наук Украины. Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова, 2014.

97 Звіт про пошукові роботи. Пошуки золота в західній частині Солонянського рудного поля Сурської структури (Андріївська ділянка) за 1998-2009 р.р.: звіт о НДР: Казенне підприємство «Південукргеологія»; відповідальний виконавець Рязанцева Л.А. – Дніпропетровськ, 2009. – 231 с. – № ГРУ-02-117/1. – Інв. № 4299.

98 Змиевская К.О. Особенности линейных кор выветривания и тектонических нарушений высоких порядков на примере месторождения

Сергеевское Солонянского рудного поля / К.О. Змиевская, А.Д. Додатко // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ: «Літограф», 2013. – № 42. – С.11-17.

99 Змиевская К.О. Детализация тектонических особенностей участка Сергеевского месторождения с использованием метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская, Н.А. Козар // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ: НГУ, 2013. – № 1. – С.5-10.

100 Змиевская К.О. Предпосылки проведения исследований методом ЕИЭМПЗ для детализации тектонической схемы Сергеевского месторождения / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Наукова весна – 2012: матеріали третьої всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. – Дніпропетровськ: НГУ, 2012. – С.162-163.

101 Составление геолого-прогнозной карты золотоносности Среднеприднепровской и Западно-Приазовской гранит-зеленокаменных областей масштаба 1 : 200 000 с врезками масштаба 1 : 50 000 и крупнее по золоторудным полям: отчет о НИР: Казенное предприятие «Южукргеология»; ответственный исполнитель Ю.И. Дыщук. – Новомосковск, 2000. – 192 с. – № ГРУ-98-102/16. – Инв. № 3996.

102 Отчет по горно-буровой разведке Сергеевского месторождения за 1992-1996 гг.: отчет о НИР: Казенное предприятие «Южукргеология», Новомосковская комплексная геологическая партия; ответственный исполнитель Ю.И. Дыщук. – Новомосковск, 2000 – 1106 с. – № ГРУ-У-94-88-8. – Инв. № 4121.

103 Геолого-формаційні типи золотого зруднення та мінералого-геохімічна характеристика самородного золота зеленокам'яних комплексів Середнього Придніпров'я: звіт о НДР /. Український державний геологорозвідувальний інститут, Дніпропетровське відділення; автори: Сукач В.В., Ісаков Л.В. – Дніпропетровськ, 2006. – 220 с. – Инв. № 1487.

104 Кравченко В.М. Рудоконтролирующая и рудогенерирующая роль систем разломов Приднепровского гранит-зеленокаменного блока Украинского щита / В.М. Кравченко, М.Ю. Дыщук, М.В. Рузина [и др.] // Сборник научных трудов НГА Украины. – Днепропетровск, 2002. – Т.4 – №3. – С.27–31.

105 Бобров А.Б. Геология и структура золоторудного месторождения Балка Золотая (Среднее Приднепровье) / А.Б. Бобров, В.В. Сукач, М.М. Малых и [др.] // Відомості академії гірничих наук України. – К., 1997. – № 4. – С.67-74.

106 Дыщук М.Ю. Геолого-структурные особенности золотого оруденения Сергеевского месторождения / М.Ю. Дыщук. – Науковий вісник НГАУ. – Дніпропетровськ, 2000. – № 4. – С.14-15.

107 Полохова Л.О. Про перспективи золотоносності північної частини Сурської структури / Л.О. Полохова, Б.З. Берзенін // Науковий вісник НГУ. – 2003. – №6. – С.6-8.

108 Сукач В.В. Геологічна будова та перспектива золотоносності Солонянського рудного поля (Середнє Придніпров'я) / В.В. Сукач. – Дон. НАНУ. – 1999. – № 6. – С.139-142.

109 Поиски месторождений золота в Приднепровье (Белозерский, Кременчугский, Сурский и другие участки): отчет о НИР: Южно-Украинское производственное геологическое объединение «Южукргеология». Новомосковская геологоразведочная экспедиция; ответственный исполнитель Н.Т. Цыма. – Новомосковск, 1988. – 203 с. – № ГР 39-85-32/2. – № ГР 39-86-27/31. – Инв. № 3443.

110 Сукач В.В. Типізація золоторудних об'єктів Солонянського рудного поля / Сукач В.В., Л.В. Ісаков, М.Т. Цима // Науковий вісник НГУ. – № 9. – 2005. – С.10-15.

111 Берзенин Б.З. Геологическая карта докембрийских образований Приднепровского и Приазовского районов Украинского щита (с палеозойским обрамлением), М 1:200 000 [Карты]: Министерство геологии СССР, ЮУ ПГО «Южукргеология», НГРЭ, 1988 г.

112 Рузина М.В. Метакоматииты со структурой «спинифекс» Конкской зеленокаменной структуры Среднеприднепровского мегаблока (Украинский щит) / М.В. Рузина, А.М. Бестужев, И.В. Жильцова, В.М. Кичурчак // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої 50-річчю УкрДГРІ «Прикладна наука сьогодні: здобутки та проблеми» (8-12 жовтня 2007р.). – Київ: УкрДГРІ, 2007. – С.138-140.

113 Дищук М.Ю. Геологічна будова Сергієвського родовища золота / М.Ю. Дищук, О.М. Коваль, М.І. Лебідь, Е.П. Маляров // Мінеральні ресурси України, 1995. – №3-4. – С.4-7.

114 Дыщук М.Ю. Особенности геологического строения Сергеевского месторождения золота (Украинский щит, среднее Приднепровье) / М.Ю. Дыщук // Пр. Між нар. Наук. конф. «Наукові основи прогнозування, пошуків та оцінки родовищ золота». – Львів: ЛДУ ім. І. Франка, 1999. – С.46-47.

115 Рузина М.В. Эволюция процессов гидротермально-метасоматического рудообразования в зонах тектоно-магматической активизации систем глубинных разломов Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 1. – С.51-53.

116 Топографическая карта Днепропетровской и Запорожской областей. Соленое, т 36-142. М 1:100000 / Топографические карты Генерального штаба, 1991.

117 Прогнозно-металлогеническая оценка золотоносности Сурской структуры Украинского щита: отчет о НИР: Украинский государственный институт минеральных ресурсов; ответственный исполнитель Н.Я. Ященко. – Симферополь, 2000. – 259 с. – Инв. № 4001.

118 Особливості речовинного складу самородного золота та золотовміщуючих руд зеленокам'яних комплексів Середнього Придніпров'я (за 2004-2006 р.р.): звіт о НДР: Казенне підприємство «Південукргеологія»; відповідальний виконавець Н. Гаєва. – Новомосковськ, 2006. – 266 с. – Інв. № 4155.

119 Иванов В.Н. Некоторые особенности рудной минерализации Сергеевского месторождения в Среднем Приднепровье / В.Н. Иванов, М.Ю. Дыщук // Актуальні проблеми геології, географії та екології: Зб. наук. пр. – Дніпропетровськ: «Навчальна книга», 1999. – Т.3. – С.46-57.

120 Рузина М.В. Лиственит-березиты Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита и их рудоносность / М.В. Рузина, О.А. Терешкова, Д.В. Яцына, А.Д. Додатко // Науковий вісник НГУ. – № 1. – 2013. – С.24-32.

121 Рябенко В.А. Основные черты тектонического строения Украинского щита / В.А. Рябенко. – К.: «Наукова думка», 1970. – С.117-118.

122 Тяпкин К.Ф. Новая ротационная гипотеза структурообразования и её геолого-математическое обоснование / К.Ф. Тяпкин, М.М. Довбнич // Днепропетровск-Донецк: Ноулидж, 2009. – 342 с.

123 Гурский Д.С. Тектонічна карта України М 1:1 000 000 / Д.С. Гурский, С.С. Круглов [та ін.] // К.: Державна геологічна служба. – 2004.

124 Яговдік О.В. Розробка комплексу прогностно-пошукових критеріїв та ознак благородно-поліметалевого зруднення в межах Інгулецько-Криворізької зон Українського щита / В.В. Яговдік / ДВ «УкрДГРУ». – Тема 537, 2009. – 129 с.

125 Zmiyevskaya K.O. Comparative analysis of spatial regularities of the development of high-order breaking failures within the areal fragments of Srednepridneprovskii and Ingulskii megablocks of Ukrainian shield / K.O. Zmiyevskaya. – Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ: НГУ. – 2014. – № 44. – С17-21.

126 Zmiyevskaya K. Faults and linear crusts of weathering as a gold-controlling factor / K. Zmiyevskaya // In: New developments in mining engineering 2015, 2015. – CRC Press/ Balkema. – Leiden, The Netherlands. – P.415-417.

127 Рузина М.В., Рудоносность метасоматитов Среднего Приднепровья / М.В. Рузина, И.В. Жильцова // Матер. Межд. научно-практической конф. «Проблемы комплексного освоения горнодобывающих регионов». – Днепропетровск: НГУ, 2004. – С.28-31.

128 Змиевская К.О. Анализ золоторудной минерализации и уровня наблюдаемого естественного импульсного электромагнитного поля Земли на примере участка Сергеевского месторождения / К.О. Змиевская. – Зб. Наук. праць НГУ. – Дніпропетровськ: НГУ. – 2015. – № 46. – С.18-24.

129 Змиевская К.О. Анализ связи золоторудной минерализации и уровня наблюдаемого ЕИЭМПЗ / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Наукова весна 2014: матеріали п'ятої всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених. – Дніпропетровськ: НГУ, 2014. – С.216-217.

130 Змиевская К.О. Применение метода наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля Земли при детальной разведке золоторудных месторождений / К.О. Змиевская. – Сб. «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр». / Под ред. акад. К.Н.Трубецкого / Составители: А.Г. Красавин, И.В. Милетенко. – М.: ИПКОН РАН, 2014. – С.215-218.

131 Змиевская К.О. Особенности распространения разрывных нарушений и линейных кор выветривания и их связь с золоторудной минерализацией на участке рудопроявления Солнечное (Солонянское рудное поле) / К.О. Змиевская. – Зб. Наук. праць НГУ. – Дніпропетровськ: НГУ. – 2015. – № 48. – С.23-29.

132 Галецкий Л.С. Основні типи рудоносних структур України / Л.С. Галецкий, У.З. Науменко, Н.М. Чернієнко. – Мінеральні ресурси України. – 2016. – № 4. – С. 12-19.

133 Белевцев Я.Н. Эпохи и зоны активизации Украинского щита и связь с ними оруденения / Я.Н. Белевцев, Г.И. Каляев, Л.С. Галецкий. - Закономерности размещения полезных ископаемых. – М., 1975. – Т. XI. С. 230-235.

134 Змиевская К.О. Отражение геологических структур участков Солонянского рудного поля в физических полях / К.О. Змиевская. – Сб. «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр». / Под ред. акад. К.Н.Трубецкого / Составители: А.Г. Красавин, Н.А. Милетенко. – М.: ИПКОН РАН, 2016. – С. 184-186.

ДОДАТОК А
(копія)
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧЕСКОЇ МЕХАНІКИ ІМ. Н.С. ПОЛЯКОВА

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИГТМ НАН Украины,
академик НАН Украины
А.Ф. Булат
«22» августа 2014 г.



Методическая рекомендация
по применению метода наблюдения естественного импульсного
электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) для выделения тектонических
нарушений и линейных кор выветривания

Заведующий отделом проблем
технологий подземной разработки
угольных месторождений
д. т. н., проф.



К.К. Софийский
«22» августа 2014 г.

Исполнитель:
инженер II категории,
Змиевская К.О.

г. Днепропетровск – 2014

ДОДАТОК Б

(копія)



Державна служба геології та надр України
Казенне підприємство «Південукргеологія»

Підприємство оцінено і сертифіковано у відповідності до вимог ISO 9001:2000. Сертифікат HU 07/2497 від 11.04.2007 р.



Україна, 49005, м. Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 11. Код ЄДРПОУ - 01432150, телефон 32-37-43, телефакс (056)-370-16-35, E-mail: ukrgeo@rambler.ru; uzukreg@ua.fm р./р. основний 26002052340100 в Дніпропетровській обласній дирекції «Райффайзен Банк Аваль» МФО 305653, р./р. 26009310225301 в АКБ «Новий» МФО 305062.

№ 03/02- 38
від 07.06.2013р.

**Довідка впровадження
результатів дослідження лінійних кір вивітрювання на окремих
ділянках родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний**

Заклучення, виконане аспірантом Державного вищого навчального закладу (ДВНЗ) «Національний гірничий університет» Змієвською К.О. «Результати дослідження лінійних кір вивітрювання на окремих ділянках родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний» прийнято Казенним підприємством (КП) «Південукргеологія» для використання при складанні звітів, щодо дослідження золотоносності родовища Сергіївське та рудопрояву Сонячний, та включення методу ПІЕМПЗ в подальшому в комплекс пошукових робіт на кольорові та благородні метали в межах Сурської ЗКС.

Головний геолог
КП «Південукргеологія»
кандидат геол. наук

Козар М.А.



ДОДАТОК В

Список публікацій здобувача та відомості про апробацію результатів дисертації

1. Додатко А.Д., Сравнительный анализ кор выветривания щитов Восточно-Европейской и Сибирской платформ / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Науковий вісник НГУ, №4, 2012, - с. 22-29 (особистий внесок – аналіз фактичного матеріалу по короутворенню на щитах Східно-Європейської та Сибірської платформ, встановлення приуроченості рудних родовищ до зон розломів або вузлів їх перетину).

2. Додатко А.Д. Детализация тектонических особенностей участка Сергеевского месторождения с использованием метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская, Н.А. Козар // Науковий вісник НГУ, №1, 2013, - с. 5-10. (особистий внесок – проведення польових робіт по виділенню розривних порушень за даними спостереження ПЕМПЗ).

3. Додатко А.Д. Особенности линейных кор выветривания и тектонических нарушений высоких порядков на примере месторождения Сергеевское Солонянского рудного поля / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Зб. наук. пр. Національного гірничого університету, Вип. 42, 2013, - с. 11-17. (особистий внесок – встановлення причетності золоторудних проявів та інтрузивних тіл до розривних порушень).

4. Zmiyevskaya K.O. Comparative analysis of spatial regularities of the development of high-order breaking failures within the areal fragments of Srednepridneprovskii and Ingulskii megablocks of Ukrainian shield // Зб. наук. пр. Національного гірничого університету. - 2014. – Вип. 44, с. 17-21.

5. Змиевская К.О. Роль тектонического фактора при разведке и разработке рудных и нерудных месторождений // Сб. научн. тр. Геотехническая механика. - 2014. – Вып. 118, с. 104-113.

6. Змиевская К.О. Анализ золоторудной минерализации и уровня наблюдаемого естественного импульсного электромагнитного поля Земли на примере участка Сергеевского месторождения // Зб. наук. пр. Національного гірничого університету. - 2015. – Вип. 46, с. 18-24.

7. Змиевская К.О. Особенности распространения разрывных нарушений и линейных кор выветривания и их связь с золоторудной минерализацией на участке рудопроявления Солнечное (Солонянское рудное поле) // Зб. наук. пр. Національного гірничого університету. - 2015. Вип. 48. с. 23-29.

8. Zmiyevskaya K. Faults and linear crusts of weathering as a gold-controlling factor // Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining, New developments in mining engineering. – 2015. - P. 415-417.

9. Змиевская К.О. Результаты сопоставления золотоносности участков Солонянского рудного поля: Сб. научн. тр. Качество минерального сырья. – Кривой Рог, 2017. - Том I. с.442-450.

10. Патент № 99831, Україна, МПК G01V3/00 Спосіб виявлення розривних порушень у кристалічних породах / Змієвська К.О. (Україна) ; заявник і патентоволодар Змієвська К.О. – и 2015 00013; заявл. 05.01.2015 ; опубл. 25.06.2015 ; пріоритет від 25.06.2015, Бюл. №12. – 5 с.

11. Додатко А.Д. Предпосылки проведения исследований методом ЕИЭМПЗ для детализации тектонической схемы Сергеевского месторождения / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Матеріали ІІІ всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених: «Наукова весна – 2012» 29 березня 2012 р., м. Дніпропетровськ. Дніпропетровськ: НГУ, 2012 р. - с. 162-163.

12. Додатко А.Д. Анализ связи золоторудной минерализации и уровня наблюдаемого ЕИЭМПЗ / А.Д. Додатко, К.О. Змиевская // Матеріали V всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених: «Наукова весна 2014» 26-27 березня 2014 р., м. Дніпропетровськ.

Дніпропетровськ: НГУ, 2014 р. - с. 216-217.

13. Змиевская К.О. Применение метода наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля Земли при детальной разведке золоторудных месторождений / К.О. Змиевская // Материалы международной конференции международной научно школы академика К.Н. Трубецкого: «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» 23-27 июня 2014 г., г. Москва. М.: ИПКОН РАН, 2014. - с. 215-218.

14. Змиевская К.О. Отражение геологических структур участков Солонянского рудного поля в физических полях / К.О. Змиевская // Материалы международной конференции международной научно школы академика К.Н. Трубецкого: «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» 20-24 июня 2016 г., г. Москва. М.: ИПКОН РАН, 2016. - с. 184-186.

15. Змиевская К.О. Суточные и сезонные вариации естественного импульсного электромагнитного поля Земли и их влияние на итоговую картину наблюдаемого поля / К.О. Змиевская // Международная научная школа молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке – глазами молодых» 21-25 ноября 2016 г., г. Москва. М.: ИПКОН РАН, 2016. - с. 38-40.

Апробація результатів дисертації

Основні положення та окремі результати роботи доповідались на III та V всеукраїнських науково-технічних конференціях студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна – 2012, 2014». (м. Дніпропетровськ – 29 березня 2012 р., 26-27 березня 2014 р., форма участі - очна), на першій та другій міжнародній науковій школі академика К.Н. Трубецького «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр» (м. Москва – 23-27 червня 2014 р., 20-24 червня 2016 р., форма участі - заочна), на 13 міжнародній науковій школі молодих вчених та спеціалістів «Проблемы

освоения недр в XXI веке – глазами молодых» (м. Москва – 21-25 листопада 2016 р., форма участі - заочно).