

УДК: 551.24+550.380

А.Д. Додатко¹, д-р геол.-мин. наук, проф.,
К.О. Змиевская¹,
Н.А. Козарь², канд. геол.-мин. наук

1 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: lasht-kri-oleg@yandex.ru
2 – КП „Южжургеология“, г. Днепропетровск, Украина

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ УЧАСТКА СЕРГЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЕСТЕСТВЕННОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

A.D. Dodatko¹, Dr. Sci. (Geol. -min.), Prof.,
K.O. Zmiyevskaya¹,
N.A. Kozar², Cand. Sci. (Geol.-min.)

1 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine,
e-mail: lasht-kri-oleg@yandex.ru,
2 – KP “Yuzhukrgeologiya”, Dnepropetrovsk, Ukraine

DETALIZATION OF TECTONIC FEATURES OF THE SERGEYEVSKOYE DEPOSIT BY MEANS OF THE METHOD OF NATURAL IMPULSE ELECTROMAGNETIC FIELD OF THE EARTH

Цель. Выделение разрывных нарушений участка Сергеевского месторождения по данным наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля земли (ЕИЭМПЗ), а также установления приуроченности золоторудных проявлений и интрузивных тел к разрывным нарушениям.

Методика. Базируется на наблюдении ЕИЭМПЗ с помощью радиоволнового индикатора напряженно-деформированного состояния (РВИНДС) и построения схемы плотности потока ЕИЭМПЗ.

Результаты. Установлено, что пространственное положение и формирование докембрийских рудных формаций в разных степенях контролируется глубинными разломами. По результатам наблюдений за электромагнитным полем на поверхности Земли можно судить о динамических процессах, происходящих в толщах горных пород, их напряженно-деформированном состоянии, а также о неотектонических явлениях, что чрезвычайно важно при трассировании разрывных нарушений и выявлении месторождений полезных ископаемых, приуроченных к ним. Результаты исследований позволили детализировать тектонические особенности участка Сергеевского месторождения, выявить фрагменты разрывных нарушений высоких порядков и установить приуроченность к ним золоторудной минерализации.

Научная новизна. По данным съемки ЕИЭМПЗ, на участке Сергеевского месторождения впервые выделены тектонические структуры более высоких порядков, которые дали возможность дополнить существующую тектоническую картину площади исследования и подтвердить приуроченность золоторудной минерализации и интрузивных проявлений к тектоническим нарушениям.

Практическая значимость. Выявленные тектонические нарушения дают возможность рационально планировать дальнейшее изучение месторождения.

Ключевые слова: *Сергеевское золоторудное месторождение, метод ЕИЭМПЗ, разрывные нарушения, тектонические особенности*

Актуальность проблемы. Установлено, что к разломам высоких порядков приурочены проявления гидротермального оруденения.

В связи с этим, актуальной является задача выявления зон тектонических нарушений высоких порядков в пределах месторождения.

Анализ последних исследований. Методике выявления и изучения геофизическими методами раз-

ломных структур в земной коре посвящены работы многих исследователей (К.Ф. Тяпкин, В.М. Беланов, И.М. Этингорф, В.Д. Харитонов), что свидетельствует об актуальности рассматриваемой проблемы.

В настоящее время накоплен опыт изучения разломов земной коры, разработаны теоретические основы, объясняющие закономерности возникновения и формирования разломных структур в земной коре, выработаны критерии их выделения. Изучение разрывной тектоники базируется на применении многих

геолого-геофизических методов: сейсморазведки, гравиразведки, магниторазведки, инклинометрии, квернометрии и т.д. За последние 20 лет параллельно классическим методам изучения тектонических особенностей применяется метод наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля земли (ЕИЭМПЗ) – А.А. Воробьев, В.Н. Саломатин, М.М. Довбнич, Г.М. Стывас.

Основные определения. Разлом – крупная дизъюнктивная дислокация земной коры, распространяющаяся на большую глубину и имеющая значительную протяженность и ширину. Разломы обычно разделяют тектонические блоки и развиваются длительное время, в течение которого движение по ним то усиливается, то ослабевает.

По опыту изучения Украинского щита (УЩ) можно сделать вывод, что каждая система разломов представлена взаимоортогональными разломами разных порядков (К.Ф. Тяпкин). Между разломами I–II порядков прослеживаются разломы более высоких порядков.

Изложение основного материала. Методы изучения. Район исследования расположен в пределах золоторудного месторождения Сергеевское, Сурской структуры, Солонянского рудного поля. Сурская структура является наиболее изученной зеленокаменной структурой Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита, особенно ее южная часть. Все наиболее перспективные рудопроявления золота расположены в южной части Сурской структуры.

Зеленокаменные структуры Среднеприднепровской гранит-зеленокаменной области сложены раннедокембрийским комплексом слабометаморфизированных осадочно-вулканогенных и интрузивных пород, являются одними из наиболее продуктивных структур Украинского щита относительно полезных ископаемых.

Участок детально разбурен, по отобраным образцам керна выполнялся комплекс лабораторных исследований.

Сергеевское месторождение. Расположено в пределах Среднеприднепровского мегаблока (СПМБ) Солонянского рудного поля, в 2,5 км к северу от с. Сергеевка. Территория района относится к степной зоне. Рельеф района – слабо всхолмленная равнина.

В геологическом строении месторождения принимают участие метабазалты и метадолериты аполлоновской толщи и метадациты сурского комплекса, слагающие Сергеевское субвулканическое тело. Сергеевское субвулканическое тело, располагаясь в центральной части месторождения, имеет субширотное простираие с падением на север, под углами 50–65° и мощностью от 60–150 м на западе до 300–400 м на востоке. Западной границей месторождения является Южно-Петровский разлом СЗ простираия. Субмеридиональные разломы – Центральный и Восточный, контролируют развитие габброидов сергеевского комплекса. Северо-Сергеевский разлом субширотного простираия является наиболее поздним, контролирующим внедрение Сергеевского субвулканического тела. К узлам пересечения Северо-Сергеевского разлома с Центральным и Вос-

точным разломами приурочены, соответственно, золотое и молибденовое оруденения.

На поверхности кристаллических пород развита площадная кора выветривания, мощностью 20–60 м. Кора выветривания перекрыта осадочными отложениями палеогенового и четвертичного возрастов (суглинки, глины, пески), мощностью 40–70 м (А.Б. Бобров, М.Ю. Дыщук, Л.В. Исаков, В.В. Сукач, М.Т. Цима).

Поисковые работы в пределах Сергеевского месторождения направлены на решение следующих геолого-геофизических задач (М.Ю. Дыщук, А.К. Малиновский):

- выполнение геофизических работ методами сейсморазведки, гравиразведки, электроразведки, применение скважинных геофизических методов для детализации тектонического строения, литологического расчленения, выделение трещиноватых зон в кристаллических породах, выделение интервалов сульфидной и магнетитовой минерализации, определение зон повышенной радиоактивности;

- изучение морфологии, химического состава самородного золота и отдельных минералов из руд кристаллических пород, их коры выветривания и осадочного чехла;

- установление структурно-минералогических особенностей локализации самородного золота в рудах;

- картирование и оценка золотоносности Солонянского субвулканического тела, его северного и южного экзоконтактов путем бурения поисково-картировочных скважин;

- оценка перспектив ранее выявленных и новых рудопроявлений золота путем прослеживания их по простираию и падению наклонными скважинами до 300 м;

- изучение вещественного состава и технологических свойств руд;

- комплексная оценка полезных сопутствующих компонентов (медь, серебро и др.).

Однако все выполненные работы не позволяли выделить разрывные нарушения высоких порядков.

Золотое оруденение, в основном, приурочено к северному и южному экзоконтактам Сергеевского субвулканического тела, также экзоконтактовым частям сопровождающих его даек того же состава. В меньшей степени оруденение развито в пределах самого субвулканического тела. Рудные тела приурочены к минерализованным зонам расщепления, содержащим кварцевые, карбонат-кварцевые прожилки, иногда амфибол-кварц-карбонатные жилы. В меньшей степени развиты золотоносные зоны вкраплено-прожилковой и вкрапленной сульфидной минерализации. Мощность минерализованных зон от первых сотен метров до 30–40 м. Наиболее распространенным рудным минералом является пирит, в подчиненном количестве присутствуют: пирротин, арсенопирит, халькопирит, редко – молибденит, галенит, теллуриды, сфалерит, самородный висмут, козалин, самородное золото.

В связи с установленным фактом приуроченности золоторудной минерализации Солонянского рудного поля Сурской структуры к тектоническим нарушениям, целесообразно более детально изучить тектонику района. Для решения этой задачи был выбран метод

ЕИЭМПЗ, позволяющий выделить разрывные нарушения более высоких порядков [1–3].

Основные результаты исследования. *Обоснование выбора площадки.* Для выделения разрывных нарушений высоких порядков был использован метод наблюдений ЕИЭМПЗ. Наблюдения проводились на одном из наиболее сложных участков рудного поля, по профилям, которые были привязаны к опор-

ным скважинам. Вынесение опорных скважин и профилей наблюдений на дневную поверхность участка Сергеевского месторождения выполнялось с помощью тахеометра Topcon GTS 235.

I профиль привязан к скважинам № 1614, 1822; XII профиль – к скважинам № 1819, 167. Профили наблюдения располагались параллельно, на расстоянии 20 м друг от друга (рис. 1).

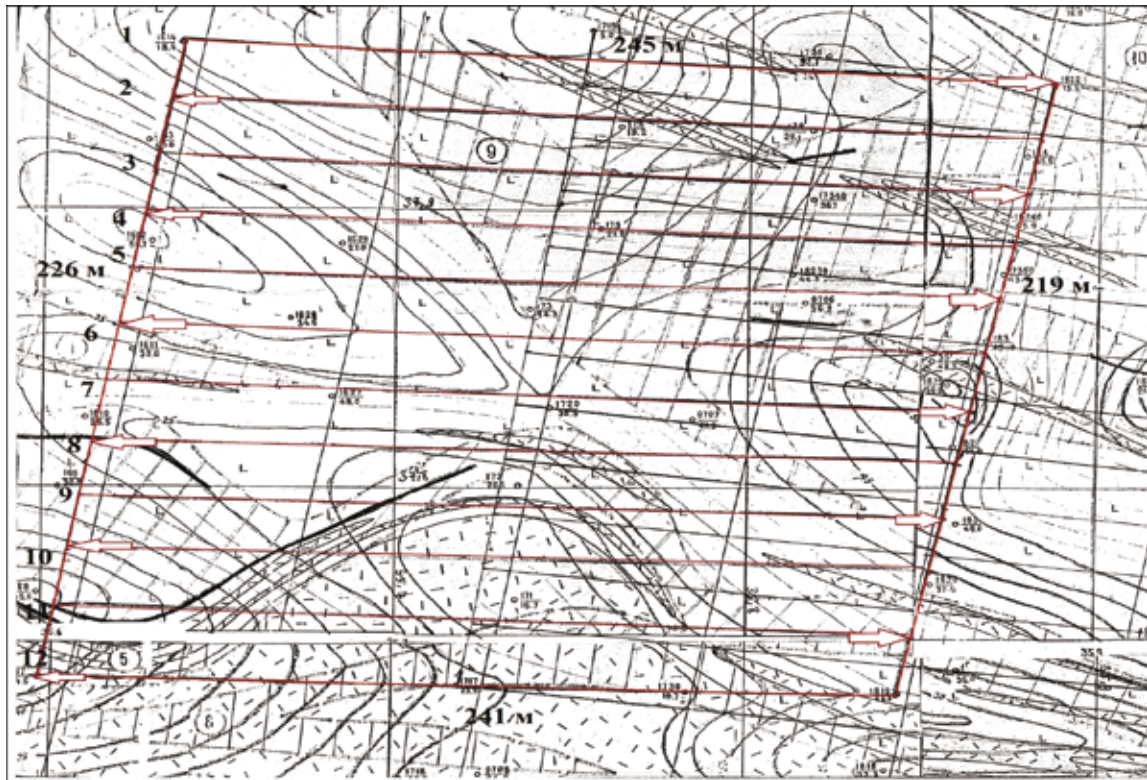


Рис. 1. Профили наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля земли на участке геологической карты Сергеевского месторождения. Условные обозначения:

– профиль направления хода; – метадиориты, метабазальты, метагабброиды нерасчлененные Конской серии, аполлоновской толщи (AR_{3S}); – субвулканические дациты и риодациты I фазы сурского плагиогранитного комплекса (AR_{3S}); – изогипсы поверхности докембрийского фундамента; – рудные тела по борту 1.0 г/т. Жилы и прожилки кварцевого, кварц-карбонатного и карбонатного состава с сульфидной минерализацией; 1614 – номер скважины; 18,4 – абсолютная отметка докембрийского фундамента

Размеры площадки: 227x245x222x241 м.

Аппаратура, используемая для наблюдений ЕИЭМПЗ: прибор типа РВИНДС (радиоволновой индикатор напряженно-деформированного состояния).

Объем выполненных наблюдений: общее количество профилей наблюдения – 12. Шаг наблюдения – 20 м.

Количество точек на один профиль – 12.

Объем полевых работ – 2918 п. м.

Общее число физических точек – 144.

Достоверность полученных результатов. С целью снижения влияния техногенных помех и контроля вос-

производимости результатов, на каждой точке выполнено по 10 замеров и произведены повторные наблюдения в объеме 20% от общего числа физических точек, что составляет 24 точки (442 м), на профиле №12.

На построенной с помощью программного обеспечения Golden software – Surfer 9 схеме плотности потока ЕИЭМПЗ (рис. 2) выделены основные структурные элементы с учетом методики, разработанной К.Ф. Тяпкиным.

В целом, рисунок поля не однородный. Основными индикаторами разрывных нарушений были следую-

щие: линейные аномалии в виде ступенек, локально-линейные протяженные аномалии, линейные нарушения регулярного поведения изоаномалий, линейные границы области с разными рисунками поля.

В центральной части поля прослеживается наиболее крупная, однородная зона пониженных значений, имеющая субширотный азимут простирания и плотность потока от 1 до 6 у.е. По всей вероятности, она

прослеживается через всю площадку исследования, но в восточной части она разделяется зоной повышенных значений. С севера и юга эта зона также обрамлена зоной повышенных значений от 7 до 18 у.е.

Южнее выделенной зоны располагаются, чередуясь параллельно ей, зоны повышенных и пониженных значений меньших размеров. Их конфигурация позволяет выделить диагональные зоны неоднородности.

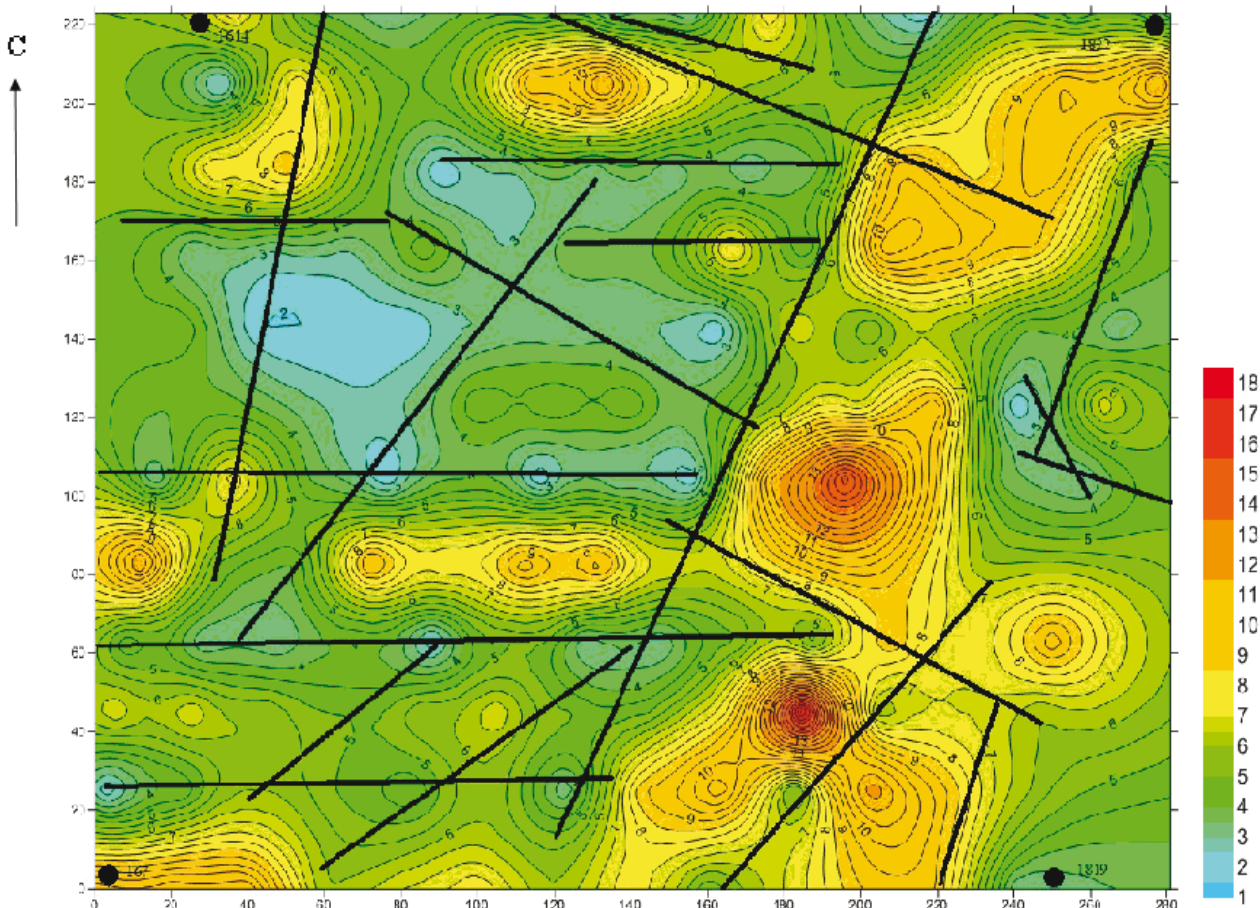


Рис. 2. Схема плотности потока ЕИЭМПЗ на участке Сергеевского месторождения. Условные обозначения к схеме плотности потока полей ЕИЭМПЗ:

● 167 – опорные скважины; — 6 – изолинии плотности потока ЕИЭМПЗ, у.е.; — — оси выявленных тектонических нарушений

В пределах участка можно трассировать, согласно критериям К.Ф. Тяпкина, аномальные зоны следующих азимутов простирания: 30° , 40° , 60° , 90° , 290° , 300° , оси которых приведены на карте плотности потока ЕИЭМПЗ (рис.2).

Выделенные азимуты простирания на участке Сергеевского месторождения и азимуты разрывных нарушений, выделенных на тектонической карте Украины (СПМБ, район Солонянского рудного поля имеют азимуты простирания: 10° , 40° , 60° , 90° , 290° , 300° , 310° , 320°), в большинстве случаев совпадают.

Затем было проведено совмещение геологической карты участка наблюдения с полученной схемой

плотности потока ЕИЭМПЗ. Совмещенная схема приведена на рис. 3.

Как видно на рис. 3, большая часть золоторудных проявлений тяготеет к выделенным субширотным разрывным нарушениям, исключение составляют, находящиеся в юго-восточной части площадки, золоторудные проявления, которые тяготеют к диагональным системам нарушений (азимуты простирания 60° , 310° , 320°).

Интрузивные тела (субвулканические дациты и риодациты I фазы сурского плагιοгранитного комплекса) строго приурочены к выявленным диагональным системам нарушений (азимуты простирания 60° , 310° , 320°).

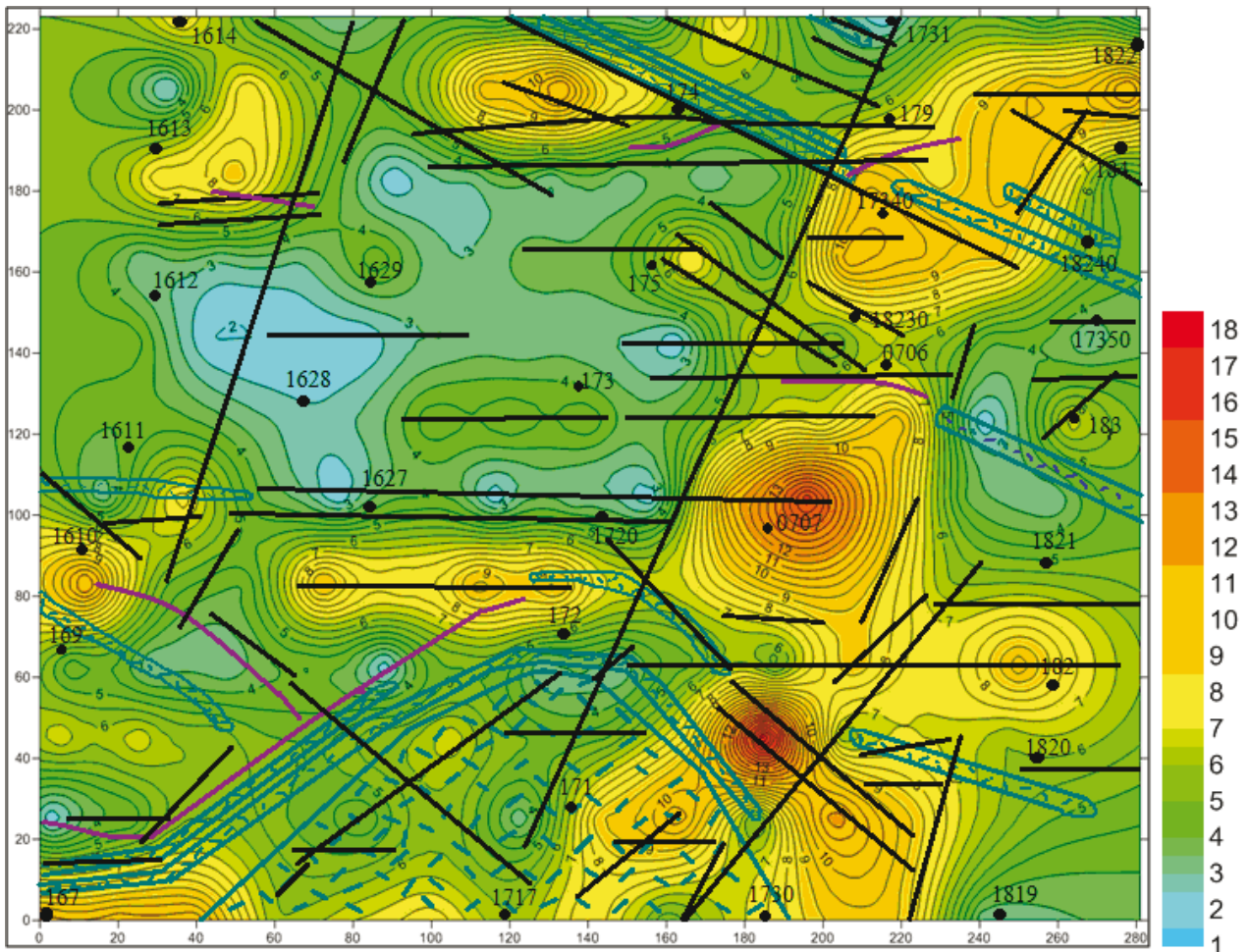


Рис. 3. Взаимосвязь золоторудных проявлений и структурных особенностей, выделенных по данным наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля земли на участке Сергеевского месторождения

Выводы.

1. По данным наблюдения ЕИЭМПЗ, на Сергеевском месторождении были выделены нарушения, имеющие следующие азимуты простирания: 30° , 40° , 60° , 90° , 290° , 300° .

2. Азимуты простирания разрывных нарушений площадки исследования совпадают с азимутами простирания Орехово-Павлоградского, Дерезоватского разломов и другими разломами первого-второго порядков, выделенных на территории Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита.

3. При совмещении построенной схемы плотности потока ЕИЭМПЗ и геологической карты докембрийского фундамента центральной части Сергеевского месторождения М 1:1000, установлены следующие закономерности:

– большинство золоторудных проявлений тяготеют к выделенным высокоградиентным аномалиям субширотного простирания;

– интрузивные тела, состоящие из субвулканических дацитов и риодацитов, контролируются нарушениями диагональных систем, имеющими азимуты простирания: 30° , 40° , 50° , 60° , 290° , 300° , 310° .

4. Полученные результаты дали возможность показать, что золоторудные тела и интрузии контролируются нарушениями высоких порядков.

Список литературы / References

1. Малиновский А.К. Прогноз золоторудной минерализации в Верховцевской и Сурской золоторудных структурах / Малиновский А.К., Берзенин Б.З. // Науковий вісник НГАУ – Дніпропетровськ, 2001. – №5. – С. 57–58. – Библиогр.: С. 144

Malinovskiy, A.K. and Berzenin, B.Z. (2001), "Forecasting of the gold mineralization in Verkhovtsevsky and Sursky gold mining structures", *Naukovyi visnyk NGAU*, no.5, pp. 57–58.

2. Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ України / [О.Б. Бобров, А.О. Сиворонов, Д.С. Гурський та ін.]. – К.: УкрДГРІ, 2004. – 368 с.

Bobrov, O.B., Sivoronov, D.S. and Gurskiy, D.S. (2004), *Geologo-genetychna typizatsiya zolotorudnykh rodovysch Ukrainy* [Geological-Genetic Types of Gold Deposits of Ukraine], Ukr.DGRI, Kiev, Ukraine.

3. Сукач В.В. Типізація золоторудних об'єктів Солянського рудного поля / Сукач В.В., Ісаков Л.В., Цима М.Т. // Науковий вісник НГУ – Дніпропетровськ, 2005. – № 9. – С. 10–15. – Библиогр.: С. 104

Sukach, V.V., Isakov, L.V. and Tsyra, M.T. (2005), "Typification of gold objects of the Solonianske ore field", *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no.9, pp. 10–15.

4. Орлинская О.В. Анализ пространственных взаимосвязей золоторудной минерализации в зеленокаменных структурах и систем разломов Среднего Приднепровья / Орлинская О.В., Билан Н.В. // *Науковий вісник НГУ – Дніпропетровськ*, 2003. – №9. – С. 50–52.

Orlinskaya, O.V. and Bilan, N.V. (2003), "Analysis of spatial relationships in the gold mineralization of greenstone mining structures and systems faults of the Middle Dnieper", *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no.9, pp. 50–52.

5. Гурский Д.С. Тектонична карта України М 1:1 000 000 / Д.С. Гурский, С.С. Круглов – К.: Державна геологічна служба. – 2004.

Gurskiy, D.S. and Kruglov, S.S. (2004), "Tectonic map of Ukraine", Scale 1:1000 000, State Geological Service, Kiev, Ukraine.

6. Некоторые аспекты применения метода наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля земли (ЕИЭМПЗ) для решения геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических задач / Довбнич М.М., Белый И.С., Кузина Г.П., Стовас Г.М. // Конф. „Минерально-сырьевой комплекс Украины и АР Крым, состояние, проблемы, перспективы“ – Симферополь, 2006. – С. 53–54.

Dovbnich, M.M., Belyy, I.S., Kuzina, G.P. and Stovas, G.M. (2006), "Some aspects of application of a method of supervision of a natural pulse electromagnetic field of the earth (NIEMFE) for the solution of geological, engineering and geological and hydro-geological tasks", *Proc. of the Conf. "Mineral and raw complex of Ukraine and AR Crimea, condition, problems, prospects"*, pp. 53–54, Simferopol, Ukraine.

Мета. Виділення розривних порушень ділянки Сергієвського родовища за даними спостереження природного імпульсного електромагнітного поля землі (ПЕМПЗ), а також встановлення причетності золоторудних проявів і інтрузивних тіл до розривних порушень.

Методика. Дослідження базується на спостереженні природного імпульсного електромагнітного поля землі (ПЕМПЗ) за допомогою радіохвильового індикатора напружено-деформованого стану (РХІНДС) та побудови схеми щільності потоку ПЕМПЗ.

Результати. Встановлено, що просторове положення та формування докембрійських рудних формацій у різних ступенях контролюється глибинними розломами. За результатами спостережень за електромагнітним полем на поверхні Землі можна судити про динамічні процеси, що відбуваються в товщах гірських порід, їх напружено-деформованому стані, а також про неотектонічні явища, що надзвичайно важливо при трасуванні розривних порушень і ви-

явленні родовищ корисних копалин, приурочених до них.

Результати досліджень дозволили деталізувати тектонічні особливості ділянки Сергієвського родовища, виявити фрагменти розривних порушень високих порядків і встановити приуроченість до них золоторудної мінералізації.

Наукова новизна. За даними зйомки ПЕМПЗ, на ділянці Сергієвського родовища вперше виділено тектонічні структури вищих порядків, що дали можливість доповнити існуючу тектонічну картину району дослідження та підтвердити приуроченість золоторудної мінералізації й інтрузивних проявів до тектонічних порушень.

Практична значимість. Виявлені тектонічні порушення дають можливість раціонально планувати подальше вивчення родовища.

Ключові слова: Сергієвське золоторудне родовище, метод ЕИЭМПЗ, розривні порушення, тектонічні особливості

It is established, that the spatial position and formation of the Precambrian ore formations depends on deep faults in a varying degree. According to the results of the electromagnetic field observations of the surface of the Earth we can judge the dynamic processes occurring in the rock mass, its stressed state, neotectonic phenomena, which is extremely important when tracing faults and identifying mineral deposits located near them.

Purpose. To select the fault sections of Sergeyevskoye deposit by the results of the NIEMFE observation and to establish affinity of gold ore locations and intrusive bodies to the faults.

Methodology. The research was based on the observation of the natural impulse electromagnetic field of the earth (NIEMFE) with the help of radio-wave indicator of the stressed state (RWISSS) and construction of schemes of flux density of NIEMFE.

Findings. The results make it possible to specify the tectonic features of the site, to identify the fragments of fractures of high order and to determine the associated gold mineralization.

Originality. Due to the data of NIEMFE we have located the isolated tectonic structures of higher orders at the field of the Sergeyevskoye deposit, which made it possible to supplement the existing tectonic picture of the studied area and to confirm relations between the gold mineralization and the intrusive bodies near tectonic faults.

Practical value. The identified tectonic faults give us the possibility to plan further prospecting of the field more efficiently.

Keywords: *Sergeyevskoye gold deposit, method of ENIEMFE, fault, tectonic features*

Рекомендовано до публікації докт. геол. наук М.М. Довбнічем. Дата надходження рукопису 30.10.12.