МІНЕРАЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ
MINERALOGICAL JOURNAL
(UKRAINE)

https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.03.079
УДК 553.494 (477.42)

Л.А. Фігура, канд. геол. наук, старш. досл., пров. наук. співроб.
E-mail: liuba_figura@ukr.net; https://orcid.org/0000-0001-8009-2854
М.С. Ковальчук, д-р геол. наук, проф., зав. відділу
E-mail: kms1964@ukr.net; https://orcid.org/0000-0001-9265-9707
Інститут геологічних наук НАН України
01601, м. Київ, Україна, вул. О. Гончара, 55-б

ІЛЬМЕНІТОНОСНІСТЬ РІЗНОГЕНЕТИЧНИХ ПРОДУКТИВНИХ ВІДКЛАДІВ ТРОСТЯНИЦЬКОГО РОДОВИЩА

Викладено відомості щодо геологічної будови і рудоносності Тростяницького родовища ільменіту, розташованого у північній частині Володарськ-Волинського масиву основних порід Коростенського плутону. Рудоносність родовища локалізується в корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту та континентальних делювіально-алювіальних і алювіальних відкладах середньої юри — нижньої крейди, які утворились за рахунок розмиву і перевідкладення елювію. Кора вивітрювання разом із алювіальними відкладами утворюють продуктивні поклади родовища. На основі створеної цільової бази даних, яка містить умовні координати свердловин, їх опис і результати опробування, здійснено картографічні побудови (ізогіпси покрівлі, підошви, ізопахіти товщини кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту, алювіальних пісків і перевідкладених каолінів середньої юри — нижньої крейди; латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в корі вивітрювання, у флювіальній товщі середньої юри — нижньої крейди та у продуктивних відкладах, розподіл вмісту ільменіту у вертикальному перетині свердловин). Такі картографічні побудови створено за результатами попередньої (1999) та детальної (2008) геологічної розвідки. Досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків між рельєфом підошви і поверхні, рельєфом підошви і товщиною ільменітоносних утворень, рельєфом підошви та вмістом ільменіту, товщиною відкладів і вмістом ільменіту в корі вивітрювання, відкладах середньої юри — нижньої крейди та в продуктивних відкладах. Отримані результати дали змогу з'ясувати структурні та речовинні параметри рудоносних утворень, латеральний і вертикальний розподіл рудоносності в різногенетичних та різновікових утвореннях.

Ключові слова: *Коростенський плутон, Тростяницьке родовище, кора вивітрювання, середньоюрсько-нижньокрейдовий алювій, ільменіт, рудоносність, кореляційні зв'язки.*

Вступ. Титан належить до стратегічної мінеральної сировини. Необхідність інтенсивного розвитку сировинної бази руд титану зумовлена загальносвітовими тенденціями підвищення попиту на титанову сировину і потребами внутрішнього ринку для різних галузей промисловості, зокрема оборонної, авіакосмічної, хімічної, харчової, паперової, чорної і кольорової металургії тощо. Україна володіє найбільшими в Європі ресурсами і запасами титану, входить до десятки провідних країн світу за обсягом розвіданих запасів руд титану і забезпечує понад 7 % їх світового видобутку. Родовища титанових руд представлені корінними, елювіальними і розсипними геолого-промисловими (гене-

Цитування: Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Ільменітоносність різногенетичних продуктивних відкладів Тростяницького родовища. *Мінерал. журн.* 2024. **46**, № 3. С. 79—92. https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.03.079

© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2024. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

тичними) типами. Розробляються розсипні родовища. Основною мінерально-сировинною базою титану є ільменітові і комплексні рутил-циркон-ільменітові розсипи, більша частина яких розташована в межах Київської, Житомирської, Харківської, Дніпропетровської та Кіровоградської областей. Серед районів, в яких зосереджено основні запаси високоякісних титанових руд, Волинський є найкраще розвіданим і найзначущим. Зважаючи на державну політику щодо залучення інвесторів, зокрема іноземних, до геологічного довивчення і розробки родовищ стратегічної мінеральної сировини, серед яких є й титанові, першочерговими об'єктами для інвестицій є вже відкриті і розвідані родовища, які донині не розробляються і в межах яких продуктивні відклади об'єднують різновікові і різногенетичні утворення (Kovalchuk, 2019). Серед таких родовищ є Тростяницьке родовище ільменіту, в якому продуктивний пласт об'єднує різновікові і різногенетичні утворення, а саме кору вивітрювання кристалічних порід фундаменту та нерозчленовані середньоюрсько-нижньокрейдові континентальні флювіальні відклади. Слід зазначити, що за результатами попередньої і детальної розвідок на родовищі підраховано запаси за категоріями B, C_1, C_2 і визначено його високу перспективність. За наявності інвестора родовище може бути залучене у найближчий час до експлуатації. Зважаючи на це, дослідження його рудоносності з відповідними картографічними побудовами є актуальним.

Фактичний матеріал і методи дослідження. Методико-методологічною основою досліджень були напрацювання відділу літології Інституту геологічних наук НАН України зі структурно-літологічного моделювання розсипів важких мінералів, апробовані на золотовмісних, ільменітових і циркон-ільменітових розсипах Українського щита і оприлюднені на наукових конференціях різного рівня, у наукових статтях і колективних монографіях (Figura, Kovalchuk, 2022; Figura, Kovalchuk, 2023a; Figura, Kovalchuk, 2023b; Ganzha et al., 2023). Фактичним матеріалом для досліджень Тростяницького родовища були виробничі звіти (С.К. Швайберов "Поисково-оценочные работы на Ставищанской, Тростяницкой и Очеретянской россыпях ильменита": Отчет Житомирской геолого-разведочной экспедиции о результатах поисково-оценочных работ, проведенных в 1987—1991 гг. в Житомирской области УССР. Киев, 1991; С.К. Швайберов "Предварительная разведка Тростяницкого россыпного месторождения ильменита в Житомирской области Украины": Отчет Житомирской КГРП о результатах работ на титан, проведенных в 1991—1999 гг. Киев, 1999; Л.М. Базалійська "Розвідка Тростяницького розсипного родовища ільменіту". Київ, 2008).

Для картографічного моделювання структури (рельєфу покрівлі, підошви рудоносних відкладів, їхньої товщини) та якісних показників (розподіл вмісту ільменіту за латераллю і у вертикальному перетині свердловин) рудоносних відкладів була створена цільова база даних, яка містить умовні координати свердловин, їх опис, результати опробування. Картографічні побудови здійснено з використанням ГІС-технологій у програмних забезпеченнях *Inkscape, Golden Software Strater, Golden Software Surfer.* Для побудови карт латерального розподілу ільменітоносності рудоносних відкладів використано його середній вміст у свердловині. Кореляційні зв'язки між мінералами та певними параметрами рудовмісних відкладів досліджено за допомогою *Microsoft Excel.*

Мета роботи. Створення цілісного уявлення про рудоносність Тростяницького родовища на основі дослідження структурних (характер рельєфу підошви, поверхні рудовмісних відкладів та їхньої товщини) і речовинних (літологічний склад, розподіл ільменіту за латераллю і у вертикальному перетині рудоносних відкладів) параметрів продуктивних утворень.

Аналіз попередніх робіт. Протягом 1964—1970 рр. на території розміщення родовища виконано геолого-знімальні роботи масштабу 1:50 000 в комплексі з геофізичними дослідженнями під керівництвом В.П. Бухарєва, М.Т. Вадімова, В.І. Шунька, М.Ю. Крамаренка, М.І. Хворова, Г.М. Хворової, в результаті яких установлено рудопрояви ільменіту в корах вивітрювання габроїдів та осадових відкладах, що їх перекривають. Упродовж 1974—1976 рр. пошуково-рекогнос-

цирувальними роботами під керівництвом Г.П. Проскуріна і В.М. Тімофєєва виявлено поховані долини, виповнені ільменітовмісними осадовими утвореннями. Завірочне буріння підтвердило ільменітоносність відкладів, що виповнюють пониження в породах кристалічного фундаменту та їхніх корах вивітрювання. Протягом 1975—1978 рр. на ділянці родовища під керівництвом Г.П. Проскуріна, С.К. Швайберова і Л.Г. Токарської пробурено 99 свердловин, за результатами буріння яких виокремлено два ільменітових поклади — Північний та Південний. Згодом Південний поклад був відбракований через переважання в складі рудоносних відкладів кори вивітрювання, а Північний поклад перейменували в Тростяницький. 1977 року Челябінський філіал науково-дослідного і проєктного інституту судових покриттів на підставі лабораторних досліджень проб Тростяницької ділянки дійшов висновку щодо можливості використання концентрату на пігментний двоокис титану сірчанокислотним методом за умов пониження вмісту сидериту. Окрім того, у разі зниження в концентраті вмісту оксиду фосфору є можливість отримання оксиду титану високої якості. Упродовж 1987—1991 рр. у межах Тростяницької ділянки під керівництвом С.К. Швайберова та В.І. Ковальова виконано пошуково-оціночні роботи зі згущенням сітки свердловин і бурінням пухких відкладів, зокрема кори вивітрювання. За результатами буріння 213 свердловин здійснено підрахунок запасів категорії C_2, оцінено перспективні ресурси категорії P_1 та підтверджено промислову цінність родовища. Відтак техніко-економічні розрахунки, виконані Інститутом мінеральних ресурсів (м. Сімферополь), довели необхідність дослідження усіх запасів родовища, розрахованих за бортового вмісту ільменіту в пробі алювію — 18 кг/м^3, і пробі кори вивітрювання — 25 кг/м^3. Протягом 1987—1991 рр. геологи Житомирської геологорозвідувальної експедиції під керівництвом С.К. Швайберова здійснили пошуково-оціночні роботи в межах Ставищанського, Тростяницького і Очеретянського розсипів ільменіту. У період 1991—1999 рр. під керівництвом С.К. Швайберова організовано попередню розвідку, а

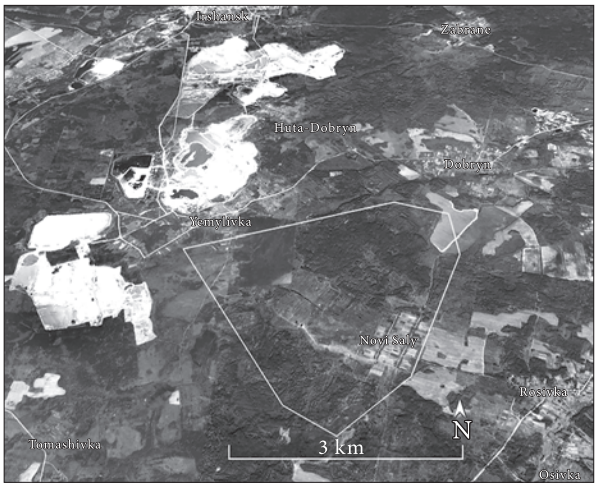

Рис. 1. Карта розміщення Тростяницького родовища на космознімку з порталу *Google Earth Pro*
Fig. 1. Map of the location of the Trostyanytsky deposit on a satellite image from the Google Earth Pro portal

2008 р. під керівництвом Л.М. Базалійської — детальну геологічну розвідку Тростяницького родовища розсипного ільменіту.

Результати дослідження. Тростяницьке родовище ільменіту розміщене в Житомирському районі Житомирської обл. (рис. 1). Займає заплавну і присхилову частину струмка Добринка, який є правим припливом р. Ірша. У геолого-структурному відношенні родовище приурочене до північної частини Володарськ-Волинського масиву основних порід Коростенського плутону. На північному заході розсип безпосередньо примикає до Межирічного родовища. За 3 км на південь знаходяться Очеретянський, Видибірський і Федорівський розсипи. У палеогеоморфологічному плані родовище розміщене в палеодолині ранньоюрського закладання, яка має неясно виражені форми з пологими бортами за експозиції схилів не більше 1—2°, нерівне із западинами днище і незначний північно-східний нахил. Ширина долиноподібного пониження в межах ділянки родовища досягає 2 км.

У геологічній будові Тростяницького родовища беруть участь породи основного складу протерозою, кора вивітрювання кристалічних порід фундаменту, нерозчленовані середньоюрсько-нижньокрейдові континентальні флювіальні відклади, які утворились унаслідок розмиву і перевідкладення елювію, а також пухкі осадові утворення кайно-

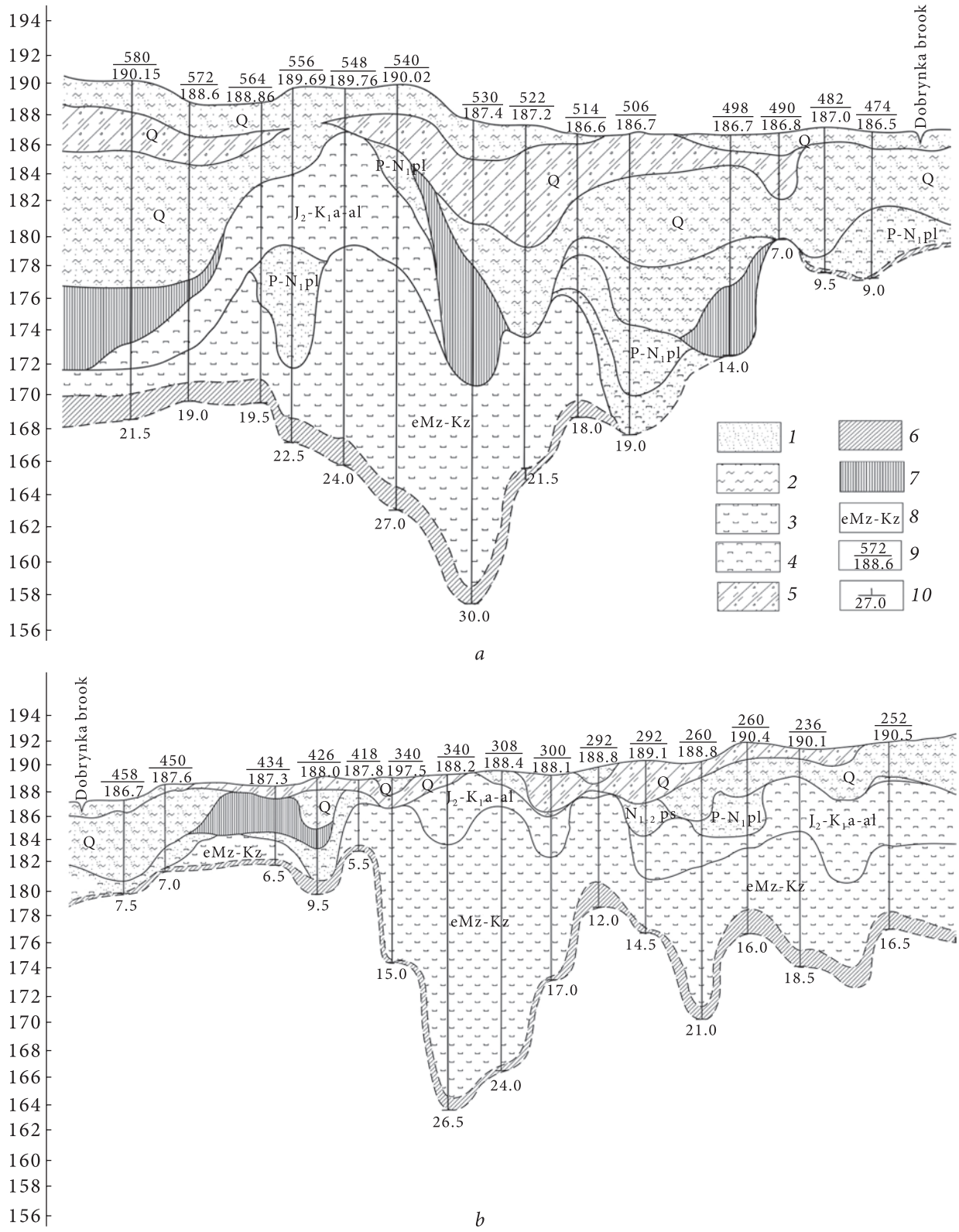

Рис. 2. Геологічні розрізи Тростяницького родовища (побудовано за даними С.К. Швайберов, 1999) (*a, b*): *1* — пісок; *2* — глина; *3* — каолін елювіальний; *4* — каолін флювіальний; *5* — моренні суглинки; *6* — кора вивітрювання; *7* — продуктивний горизонт; *8* — вік; *9* — номер свердловини / висота; *10* — глибина

Fig. 2. Geological sections of the Trostyanytsky deposit (constructed according to the data of S.K. Shvaiberov, 1999) (*a, b*): *1* — sand; *2* — clay; *3* — kaolin eluvial; *4* — kaolin fluvial; *5* — moraine loamns; *6* — cruast weathering; *7* — productive horizon; *8* — age; *9* — well number / high; *10* — depth

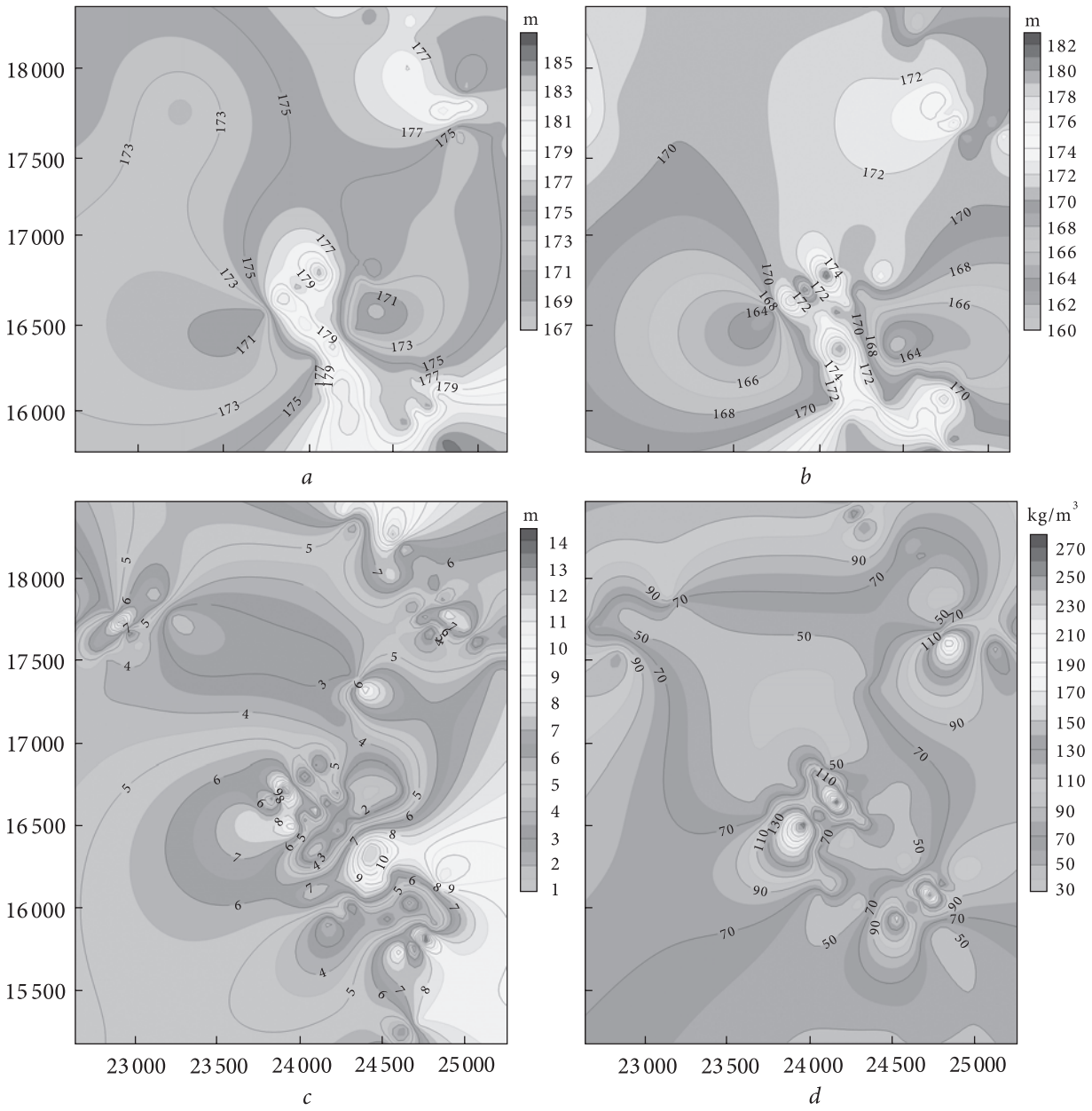

Рис. 3. Ізогіпси покрівлі (*a*), підошви (*b*), ізопахіти товщини (*c*) кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту та латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в елювії (*d*). За даними попередньої геологічної розвідки

Fig. 3. Isogypses of the top (*a*), bottom (*b*), isopachites of the thickness (*c*) of the weathering crust of the crystalline rocks of the foundation and the lateral distribution of the average content of ilmenite in the eluvium (*d*). According to preliminary geological survey data

зойського віку. Інтрузивні породи представлені коростенським комплексом порід основного, кислого і гібридного складу. Типовий геологічний розріз родовища представлений на рис. 2, *a, b*. Породи основного складу містять залізо-титанову мінералізацію та є корінними джерелами ільменіту для кір вивітрювання і розсипів.

На кристалічних породах повсюдно залягає мезозой-кайнозойська кора вивітрювання площового морфологічного типу. Поверхня підошви і покрівлі кори вивітрювання слабо хвиляста з підвищеннями і западинами (рис. 3, *a, b;* 4, *a, b*). Абсолютні відмітки покрівлі становлять 167,51—185,34 м (попередня розвідка) і 158,97—188,55 м (детальна

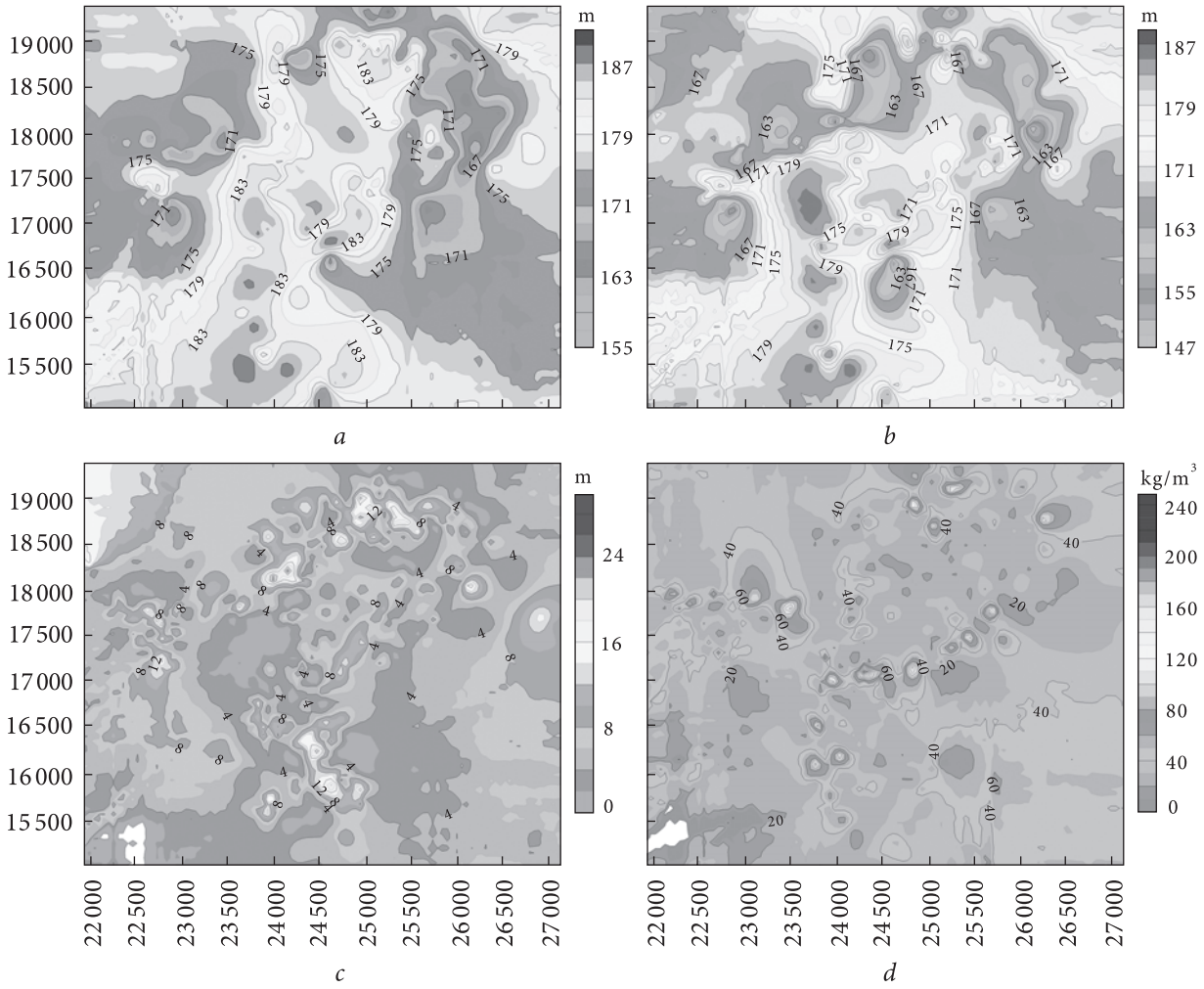

Рис. 4. Ізогіпси покрівлі (*a*), підошви (*b*), ізопахіти товщини (*c*) кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту та латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в елювії (*d*). За даними детальної геологічної розвідки

Fig. 4. Isogypses of the top (*a*), bottom (*b*), isopachites of the thickness (*c*) of the weathering crust of the crystalline rocks of the foundation and the lateral distribution of the average content of ilmenite in the eluvium (*d*). According to detailed geological survey data

розвідка); підошви, відповідно, 160,53—182,88 і 147,45—186,89 м залежно від структурно-тектонічного плану поверхні кристалічного фундаменту. Товщина кори вивітрювання досліджуваної території (див. рис. 3, *c;* 4, *c*), за даними попередньої розвідки, змінюється від 0,5 до 25,5 м, за середнього значення 5,45 м; за даними детальної розвідки товщина елювію 0,5—27,5 м (середнє 6,62 м).

У вертикальному перетині кори вивітрювання виокремлено три зони (знизу вгору): дезінтеграції і вилуговування, каолініт-гідрослюдиста, каолінітова. Переходи між усіма зонами поступові, умовні.

Зона дезінтеграції та вилуговування представлена слабо каолінізованими тріщинуватими кристалічними породами і їх щебенем. Вміст новоутворених глинистих мінералів 1—30 %. Каолініт-гідрослюдиста зона представлена жорствяно-піщаною породою, в якій поряд із глинистими мінералами містяться гіпергенно змінені зерна мінералів материнських порід. Каолінітова зона представлена елювіальним каоліном, де поряд із каолінітом, який переважає за вмістом, наявні гідрослюда, іноді монтморилоніт і нонтроніт. Забарвлення породи біле, світло-, зеленувато-сіре подекуди — буре. У незначній кількості є залишки

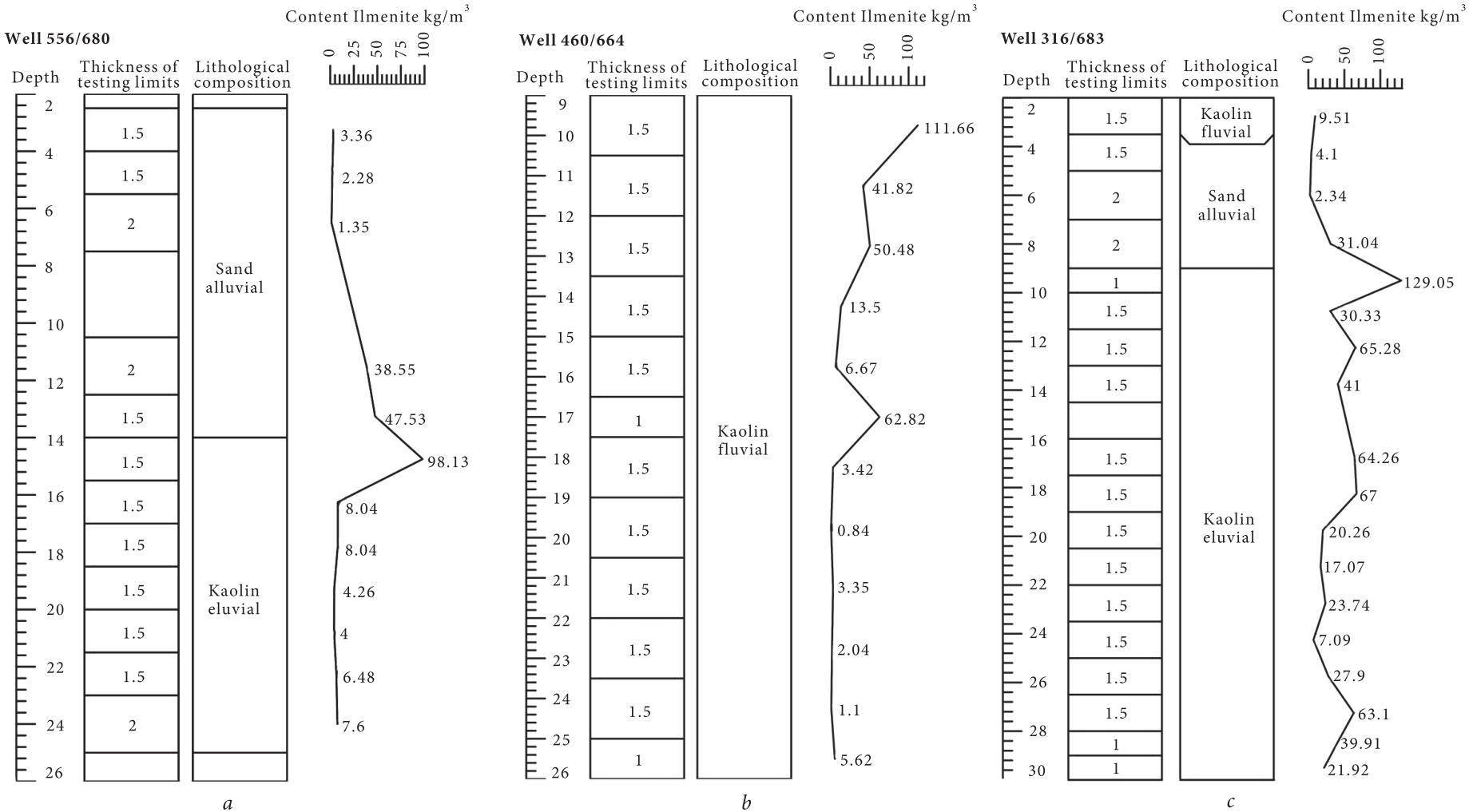

Рис. 5. Колонки розподілу ільменіту у вертикальному перетині свердловин: *a* — 556/680; *b* — 460/664; *c* — 316/683

Fig. 5. Columns of distribution of ilmenite in the vertical cross section of wells: *a* — 556/680; *b* — 460/664; *c* — 316/683

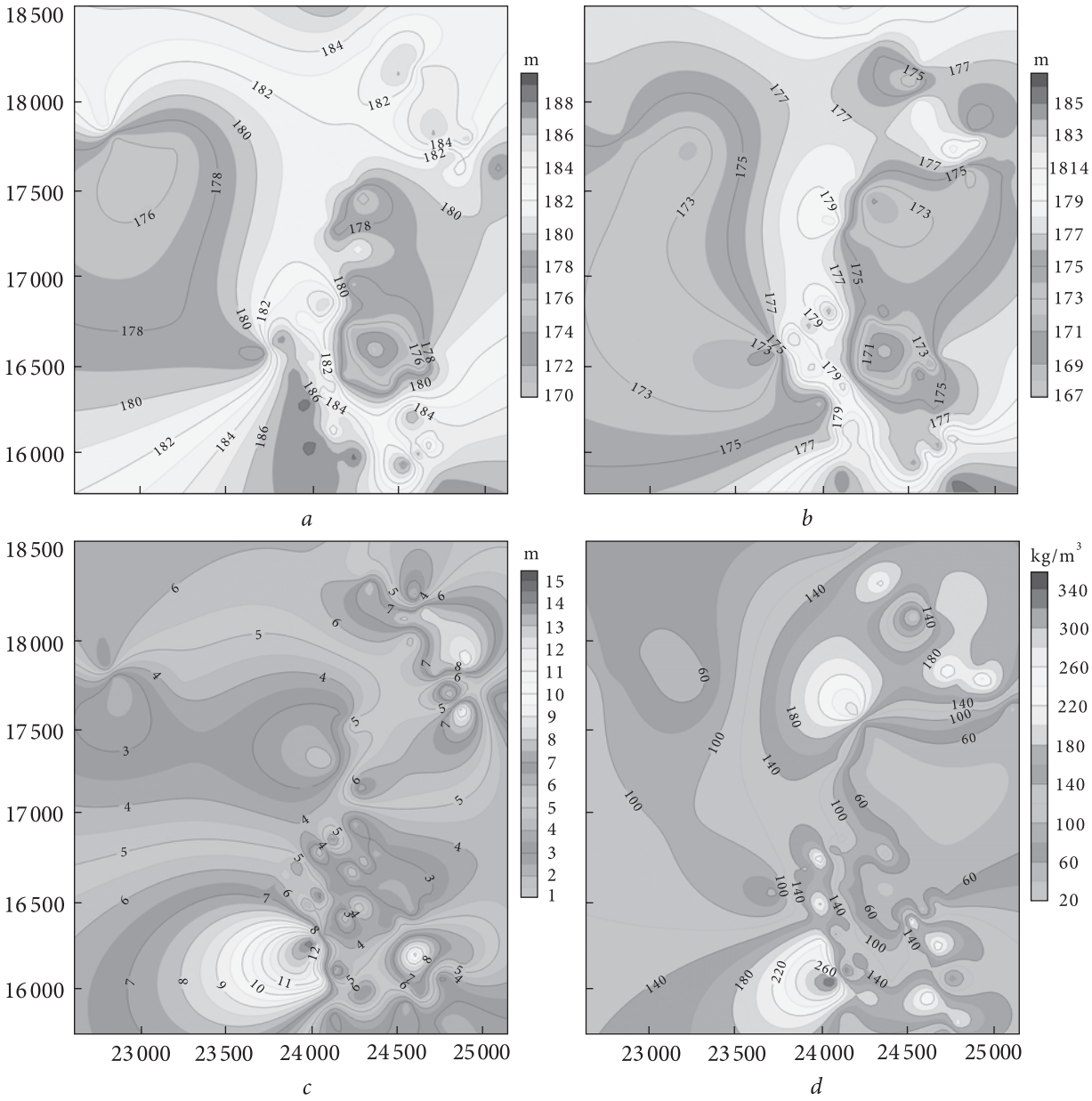

Рис. 6. Ізогіпси покрівлі (*a*), підошви (*b*), ізопахіти товщини (*c*) середньоюрсько-нижньокрейдових алювіальних відкладів та латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в алювії (*d*). За даними попередньої геологічної розвідки

Fig. 6. Isogypses of the top (*a*), bottom (*b*), isopachites of the thickness (*c*) of the Middle Jurassic-Lower Cretaceous alluvial deposits and the lateral distribution of the average ilmenite content in the alluvium (*d*). According to preliminary geological survey data

зерен польового шпату, ільменіту, рутилу, циркону та інших мінералів. У розрізі кори вивітрювання переважає (70 %) каолінітова зона. Основним рудним мінералом кори вивітрювання є ільменіт. Розмір зерен ільменіту переважно 0,1—1,0 мм (75,66 %); превалює фракція 0,1—0,5 мм (44,26 %). Частину ільменіту виявлено у зростках з іншими мінералами материнських порід. Гіпергенними процесами ільменіт змінений незначно. Вміст в ільменіті, %: TiO_2 — 51,8—57,0; Fe_2O_3 — 17,78—25,71; FeO — 19,44—23,39; P_2O_5 — 0,01—0,03; V_2O_5 — 0,22—0,27. Відношення FeO/Fe_2O_3 — 0,78—1,65.

Ільменіт у вигляді дрібної вкрапленості й гніздоподібних скупчень розподілений в елювіальній товщі нерівномірно. Латеральний розподіл ільменіту і його середній

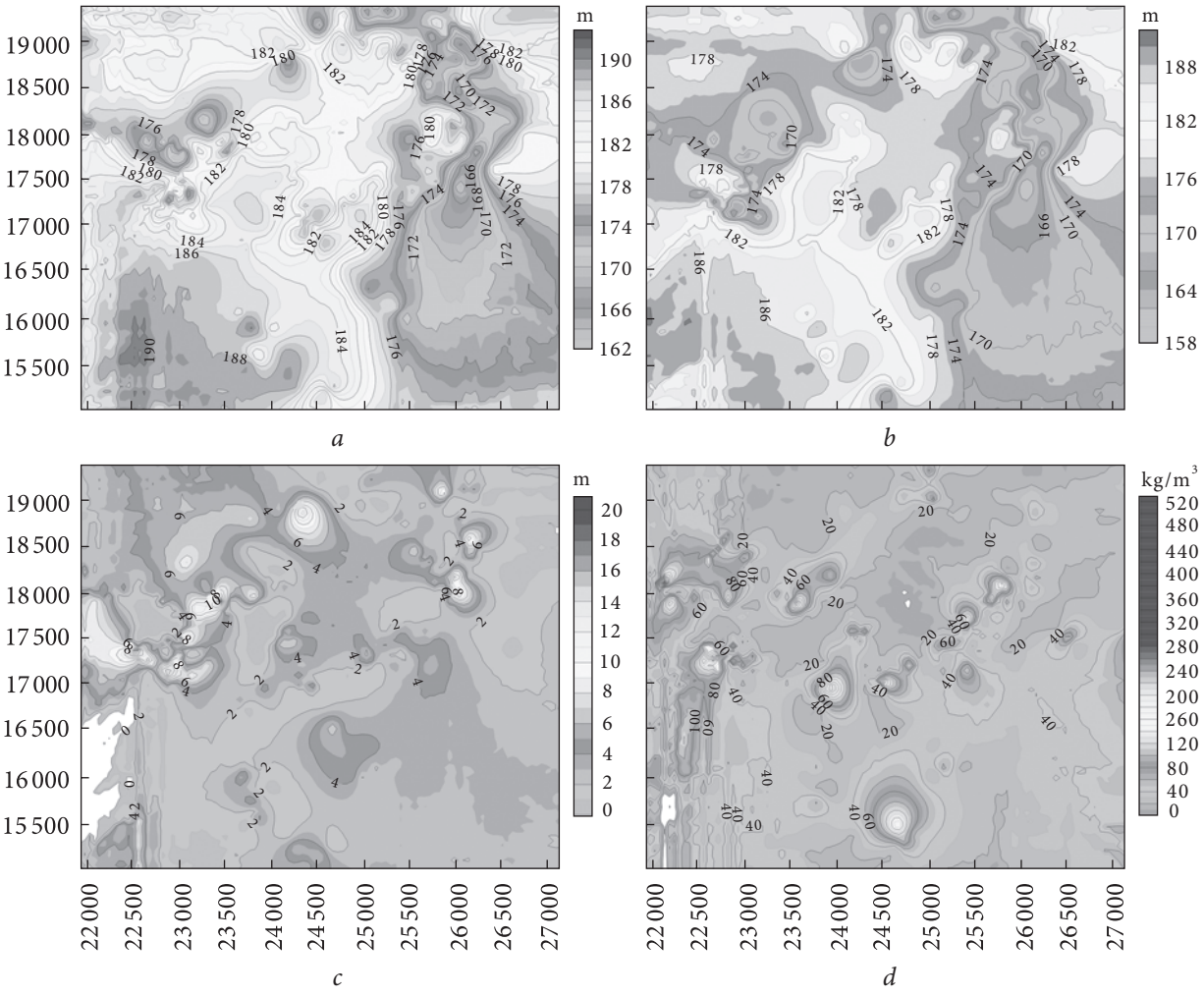

Рис. 7. Ізогіпси покрівлі (*a*), підошви (*b*), ізопахіти товщини (*c*) середньоюрсько-нижньокрейдових алювіальних відкладів та латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в алювії (*d*). За даними детальної геологічної розвідки

Fig. 7. Isogypses of the top (*a*), bottom (*b*), isopachites of the thickness (*c*) of the Middle Jurassic-Lower Cretaceous alluvial deposits and the lateral distribution of the average ilmenite content in the alluvium (*d*). According to detailed geological survey data

вміст у корі вивітрювання більш-менш рівномірний із локальними ділянками його підвищеного вмісту і визначений розподілом і вмістом у материнських породах фундаменту, за рахунок яких утворилась кора вивітрювання (див. рис. 3, *d*; 4, *d*). Вертикальний розподіл ільменіту в профілі кори вивітрювання також майже рівномірний, або характеризується декількома чітко вираженими рівнями збагачення (рис. 5, *a, c*). Вміст ільменіту в корі вивітрювання від перших кілограмів до 100—200, а подекуди до 423,9 кг/м^3. Середній вміст ільменіту за свердловинами становить 29,6—295,6 (попередня розвідка) і 12,2—239,4 кг/м^3 (детальна розвідка); середнє значення 75,55 і 35,54 кг/м^3 відповідно. Бортовий вміст ільменіту в корі вивітрювання 15 кг/м^3. Ільменітоносна кора вивітрювання — це єдиний великий поклад складної конфігурації. Мінералогічний аналіз у корі вивітрювання, окрім ільменіту, дав змогу діагностувати, кг/м^3: лейкоксен — до 3,49; апатит — до 4,8; циркон — до 0,44; пірит — до 7,39; сидерит — до 70,63; лімоніт — до 0,41; у знакових кількостях — рутил, гранат, ставроліт, турмалін, магнетит тощо.

За допомогою кореляційного аналізу встановлено (перше значення — за результатами попередньої, друге — детальної роз-

відки), що кореляційний зв'язок між рельєфом покрівлі та підошви кори вивітрювання — прямий середній (+0,64) і прямий сильний (+0,73); між рельєфом підошви і товщиною елювію — обернений середній (–0,60) і (–0,57); між рельєфом підошви елювію і вмістом ільменіту — прямий дуже слабкий (+0,13) і (+0,11); між товщиною елювію і вмістом ільменіту кореляційний зв'язок відсутній в обох випадках.

Безпосередньо з розмивом у пониженнях палеорельєфу кори вивітрювання залягають нерозчленовані середньоюрсько-нижньокрейдові флювіальні континентальні відклади. Генетично відклади складені делювіально-алювіальними і алювіальними утвореннями. У літологічному плані середньоюрські-нижньокрейдові відклади представлені перевідкладеними каолінами і пісками каолінистими. Піски від дрібно-, середньо- до великозернистих. Часто породи містять гальку кварцу, стяжіння кременів і вуглисту речовину. У гранулометричному аспекті в пісках переважають фракції 0,25—0,5 і 0,5—1,0 мм, сумарний вміст яких становить 58 %. Вміст глинистої складової в пісках до 30 %. Перевідкладені каоліни світло-, жовтувато-сірого забарвлення, піщанисті з гравієм та галькою кварцу і стяжіннями кременю залягають переважно в бортових частинах палеодолини та верхній частині розрізу середньоюрських-нижньокрейдових відкладів. У перевідкладених каолінах вміст каолініту до 60 %, вміст піщаної фракції до 23,0 %.

Для континентальних флювіальних відкладів кора вивітрювання є плотиком і місцевим джерелом ільменіту та інших розсипних мінералів. Рельєф підошви і покрівлі середньоюрсько-нижньокрейдових відкладів нерівний із підвищеннями і пониженнями (рис. 6, *a, b*; 7, *a, b*). Абсолютні відмітки покрівлі 170,01—188,65 (попередня розвідка) та 162,34—190,29 м (детальна розвідка); підошви — 167,51—185,34 і 158,97—188,55 м відповідно. Товщина континентальних флювіальних відкладів (див. рис. 6, *c*; 7, *c,*) за результатами попередньої розвідки 0,5—16,0 (середнє 4,80 м); за результатами детальної — 0,5—20,0 (середнє 3,81 м). Загалом латеральний розподіл товщини відкладів рівномірний із невеличкими локальними ділянками її збільшення.

Основним рудним мінералом алювію є ільменіт, максимальний вміст якого становить 523,2 кг/м^3. Середній вміст ільменіту за свердловинами становить 4,10—359,4 (попередня розвідка) і 6,10—523,20 кг/м^3 (детальна розвідка); середнє значення, кг/м^3: 126,37 і 45,86 відповідно. Бортовий вміст ільменіту в алювії 10 кг/м^3. Перевідкладеним каолінам притаманний вищий вміст ільменіту, ніж піщаним відкладам. Розмір зерен ільменіту здебільшого 0,1—1,0 мм, переважає фракція розміром 0,1—0,3; середній розмір ільменіту 0,44 мм. Частина ільменіту лейкоксенізована (до 2 %). Вміст у ільменіті, %: TiO_2 — 49,14—65,34; Fe_2O_3 — 15,12—24,05; FeO — 9,93—21,8; P_2O_5 — 0,013—0,05; V_2O_5 — 0,23—0,25. Відношення FeO/Fe_2O_3 — 0,38—1,74.

Латеральний розподіл ільменіту і його середній вміст у середньоюрсько-нижньокрейдових відкладах нерівномірний з локальними ділянками його підвищеного вмісту і визначений декількома чинниками: вмістом в елювії, рельєфом покрівлі кори вивітрювання і фаціальними умовами утворення відкладів (див. рис. 6, *d*; 7, *d*).

Вертикальний розподіл ільменіту в делювіально-алювіальних утвореннях нерівномірний, зокрема в піщаних літофаціях підвищений вміст ільменіту притаманний нижній частині розрізу і поступово зменшується угору за розрізом (див. рис. 5, *a, c*), натомість у глинистих літофаціях рівні збагачення ільменітом спостережені переважно у центральній і верхній частинах розрізу (див. рис. 5, *b*).

Кореляційний зв'язок (перше значення за результатами попередньої розвідки, а друге — детальної) між рельєфом покрівлі і підошви алювію — прямий сильний (+0,77) і (+0,82); між рельєфом підошви і товщиною алювію — обернений дуже слабкий (–0,19) і прямий помірний (+0,41); між рельєфом підошви алювію і вмістом ільменіту — прямий помірний (+0,31) і відсутній; між товщиною алювію і вмістом ільменіту — прямий помірний (+0,35) і прямий дуже слабкий (+0,1).

Окрім ільменіту алювіальні відклади містять циркон, рутил, апатит та інші мінерали. У пісках вміст, кг/м^3: циркону — 0,01—0,84;

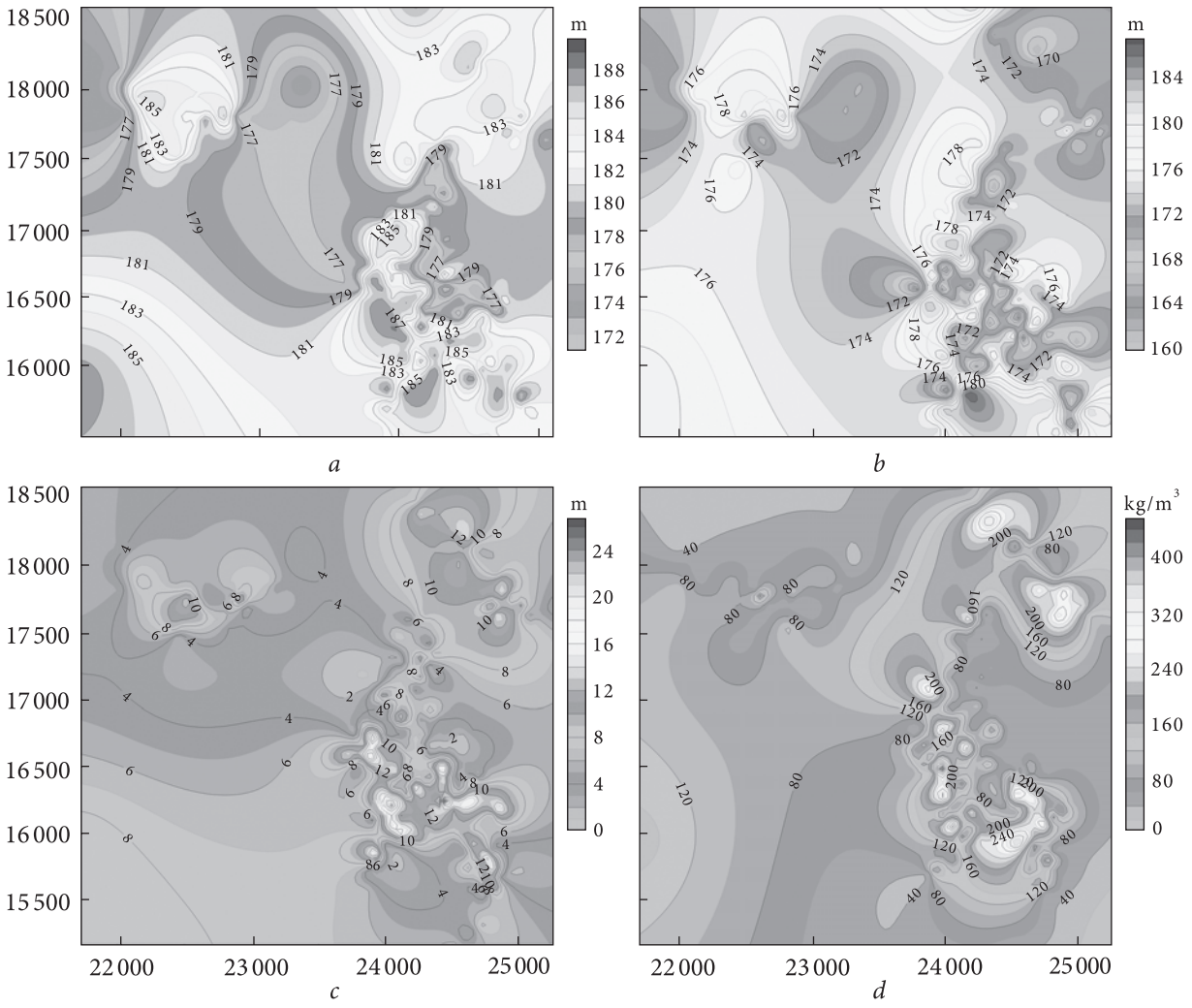

Рис. 8. Ізогіпси покрівлі (*a*), підошви (*b*), ізопахіти товщини (*c*) кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту разом з середньоюрсько-нижньокрейдовими алювіальними відкладами та латеральний розподіл у цій товщі порід середнього вмісту ільменіту (*d*). За даними попередньої геологічної розвідки

Fig. 8. Isogypses of the top (*a*), bottom (*b*), isopachites of the thickness (*c*) of the weathering crust of the crystalline rocks of the foundation together with the Middle Jurassic-Lower Cretaceous alluvial deposits and the lateral distribution of rocks with an average ilmenite content in this layer (*d*). According to preliminary geological survey data

рутилу — 0,08—0,37; лейкоксену — 0,02—13,59; апатиту — 0,01—1,36.

Між мінералами алювію встановлено такі кореляційні зв'язки: прямий дуже слабкий між середнім вмістом ільменіту і циркону (+0,11), ільменіту і рутилу (+0,19), лейкоксену і циркону (+0,14), апатиту і циркону (+0,12); прямий слабкий між середнім вмістом ільменіту і апатиту (+0,26); прямий помірний — між середнім вмістом ільменіту і лейкоксену (+0,36); прямий середній — між середнім вмістом циркону і апатиту (+0,55). Між середнім вмістом лейкоксену і апатиту кореляційний зв'язок відсутній.

За результатами попередньої та детальної розвідки кора вивітрювання і середньоюрські-нижньокрейдові піски та перевідкладені каоліни за головними якісними і технологічними характеристиками вважаються єдиним промисловим пластом. У загальному об'ємі покладу частка жорстви 6,0 %, каоліну елювіального 47,6 %, пісків флювіальних 21,1 %, каолінів перевідкладених 25,3 %. Рельєф поверхні і підошви промислового пласта нерівномірний з підвищеннями і западинами (рис. 8, *a, b*; 9, *a, b*). Сумарна товщина продуктивного пласта (див. рис. 8, *c*; 9, *c*) за результатами попередньої розвідки

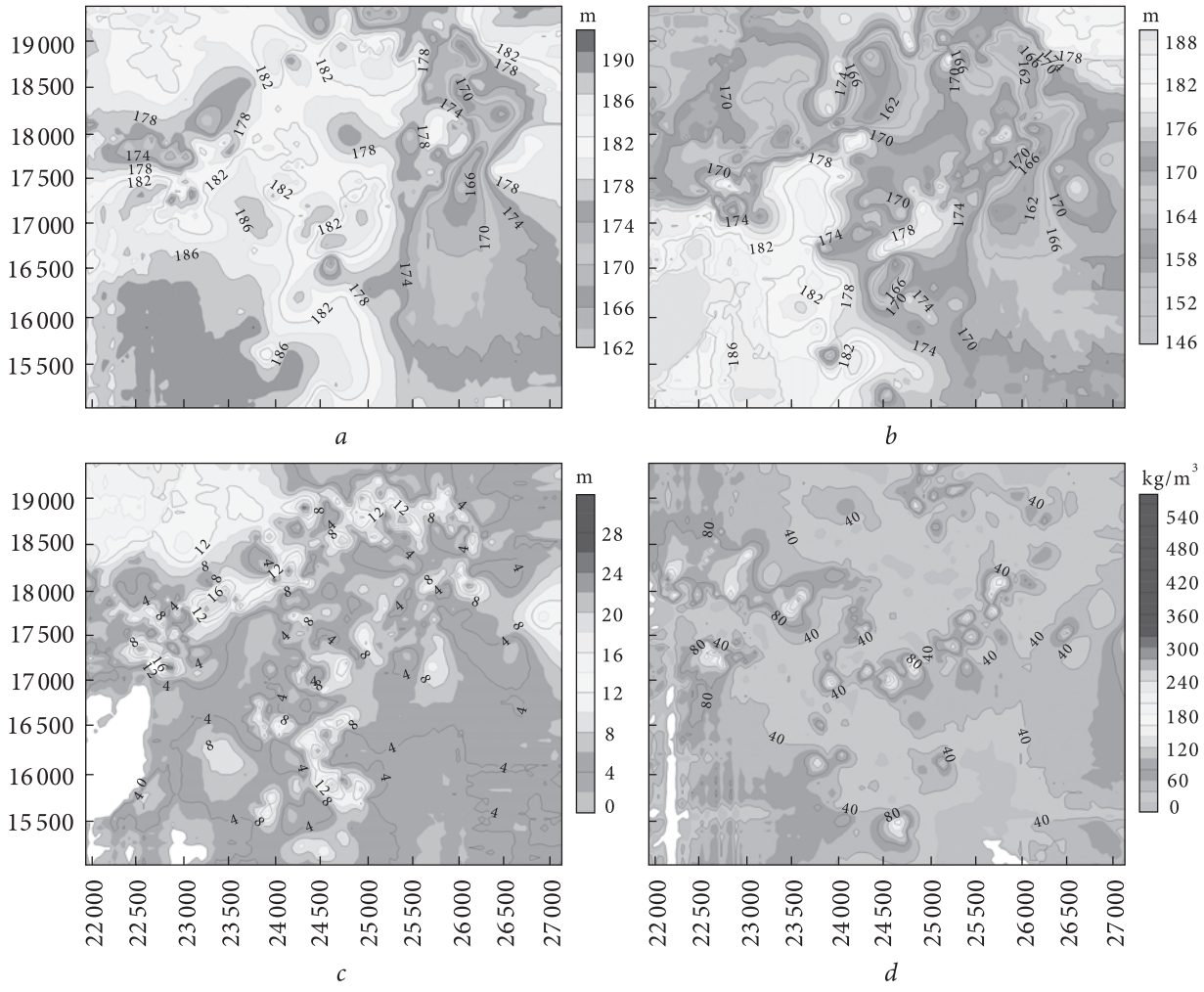

Рис. 9. Ізогіпси покрівлі (*a*), підошви (*b*), ізопахіти товщини (*c*) кори вивітрювання кристалічних порід фундаменту разом з середньоюрсько-нижньокрейдовими алювіальними відкладами та латеральний розподіл у цій товщі порід середнього вмісту ільменіту (*d*). За даними детальної геологічної розвідки

Fig. 9. Isogypses of the top (*a*), bottom (*b*), isopachites of the thickness (*c*) of the weathering crust of the crystalline rocks of the foundation along with the Middle Jurassic-Lower Cretaceous alluvial deposits and the lateral distribution of rocks with an average ilmenite content in this layer (*d*). According to detailed geological survey data

0,5—28,0 (середнє 7,72 м); за результатами детальної — 0,5—30,5 (середнє 7,39 м). Середній вміст ільменіту за свердловинами становить 4,10—517,10 (попередня розвідка) і 10,3—566,0 кг/м^3 (детальна); середнє значення 122,8 і 51,41 кг/м^3 відповідно. Латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в промисловому пласті характеризується наявністю локальних ділянок значного його вмісту (див. рис. 8, *d*; 9, *d*).

Кореляційний зв'язок (перше значення за результатами попередньої, друге — детальної розвідки) між рельєфом покрівлі і підошви продуктивного пласта — прямий помірний (+0,42) і прямий середній (+0,60); між рельєфом підошви і товщиною продуктивного пласта — обернений середній (–0,64) і (–0,66); між рельєфом підошви продуктивного пласта і вмістом ільменіту — в обох випадках відсутній; між товщиною пласта і вмістом ільменіту — прямий слабкий (+0,23) і прямий дуже слабкий (+0,15). Кореляційний зв'язок між вмістом ільменіту в корі вивітрювання і в нерозчленованих середньоюрсько-нижньокрейдових флювіальних утвореннях відсутній; між вмістом ільменіту в алювії та рельєфом поверхні кори вивітрювання прямий помірний (+0,33) і відсутній.

За літологічним складом розкривні породи представлені пісками різної зернистості і

глинистими породами (суглинками, супісками, глинами, перевідкладеними каолінами) та містять ільменіт у кількості 0,5—10 кг/м^3.

Висновки. Рудоносність і продуктивний пласт Тростяницького родовища ільменіту представлені корою вивітрювання кристалічних порід фундаменту та середньоюрсько-нижньокрейдовими делювіально-алювіальними, алювіальними відкладами.

На основі аналізу та інтерпретації результатів попередньої і детальної геологічних розвідок досліджено структурні й речовинні параметри рудоносних відкладів і продуктивного пласта, а також створено картографічні побудови, що відображають ці параметри.

Продуктивні відклади залягають не глибоко від поверхні (до 32,5 м). Для кори вивітрювання, делювіально-алювіальних і алювіальних відкладів характерні значні перепади висот їхньої покрівлі й підошви. Зокрема на підставі результатів попередньої і детальної розвідок перепад висот поверхні кори вивітрювання становить 17,83 і 29,58 м відповідно; висот підошви — 22,35 і 39,44 м. Перепад висот поверхні делювіально-алювіальних і алювіальних відкладів на підставі результатів попередньої і детальної розвідок становить 18,64 і 27,95 м відповідно; висот підошви — 17,83 і 29,58 м. Аналіз результатів двох геологічних розвідок показав, що, порівняно з попередньою розвідкою, за детальної розвідки товщина кори вивітрювання збільшена на 2,0 м, делювіально-алювіальних і алювіальних відкладів — на 4,0 м.

Основною корисною копалиною родовища є ільменіт, латеральний і вертикальний розподіл вмісту якого в корі вивітрювання і нерозчленованих утвореннях середньої юри — нижньої крейди нерівномірний. Вертикальний розподіл ільменіту в профілі кори вивітрювання більш-менш рівномірний, або ж характеризується декількома чітко вираженими рівнями збагачення. В піщаних літофаціях середньоюрсько-нижньокрейдових відкладів підвищений вміст ільменіту притаманний нижній частині розрізу і поступово зменшується угору за розрізом, а в глинистих літофаціях рівні збагачення ільменітом властиві центральній і верхній частинам розрізу. Рудоносність кори вивітрювання зумовлена рудоносністю кристалічних порід фундаменту, за рахунок яких вона утворилась, а рудоносність середньоюрсько-нижньокрейдових відкладів — рудоносністю кори вивітрювання, фаціальними умовами утворення та іноді рельєфом поверхні елювіальних утворень. У флювіальних континентальних утвореннях вміст ільменіту більший, ніж у корі вивітрювання. Серед середньоюрсько-нижньокрейдових пісків і перевідкладених каолінів більший вміст ільменіту міститься у перевідкладених каолінах. Аналіз результатів попередньої і детальної геологічних розвідок показав, що унаслідок другої вміст ільменіту в корі вивітрювання зменшено на 56,2 кг/м^3; в континентальних флювіальних відкладах — збільшено на 163,8; у промисловому пласті — збільшено на 50,9 кг/м^3. Переважний розмір зерен ільменіту 0,1—1,0 мм (переважає фракція розміром 0,1—0,3 мм). Ільменіт слабо змінений гіпергенними процесами (лише 2 % ільменіту лейкоксенізовано). Відношення FeO/Fe_2O_3 в ільменіті з кори вивітрювання і континентальних флювіальних відкладів переважно 0,90.

Зважаючи на різні чинники, що обумовлюють ільменітоносність різновікових і різногенетичних просторово суміщених відкладів і частковий розмив відкладів у ході геологічного розвитку території, кореляційні зв'язки між структурними і речовинними параметрами рудоносних порід різні як для різних петротипів порід і промислового пласта загалом, так і за результатами попередньої та детальної геологічної розвідки. Зокрема, кореляційний зв'язок між рельєфом покрівлі і підошви кори вивітрювання, делювіально-алювіальних та алювіальних відкладів прямий, середній або сильний і зменшується у продуктивному шарі до помірного. Кореляційний зв'язок між рельєфом підошви і товщиною ільменітоносних утворень обернений дуже слабкий, середній і прямий помірний; між рельєфом підошви рудоносних утворень і вмістом ільменіту — прямий дуже слабкий, прямий помірний і відсутній; між товщиною рудоносних утворень і вмістом ільменіту відсутній, прямий дуже слабкий, слабкий помірний. Кореляційний зв'язок між вмістом ільменіту в корі вивітрювання і в нерозчленованих середньоюрсько-нижньокрейдових флювіальних

утвореннях відсутній, що вказує на більшу кількість чинників, які його визначають у континентальних флювіальних утвореннях.

Цільова база даних, отримані результати та картографічні побудови, що візуалізують латеральний розподіл товщини і середнього вмісту ільменіту в ільменітоносних продуктивних відкладах, є інформаційною основою наукового супроводу робіт з видобутку ільменіту на Тростяницькому родовищі.

REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

Kovalchuk, M.S. (2019), *Coll. Theses Sci. conf. dedicat. 50th anniver. M.P. Semenenko IGMOF, May 14-16, 2019,* Kyiv, in 2 vols, Kyiv, Vol. 2, pp. 53-54 [in Ukrainian].

[Ковальчук, М.С. (2019), *Здобутки і перспективи розвитку геологічної науки в Україні*: Зб. тез наук. конф., присв. 50-річчю ІГМР імені М.П. Семененка (Київ, 14—16 трав. 2019 р.). Київ: НАН України, ІГМР ім. М.П. Семененка. Т. 2. С. 53—54.]

Figura, L.A. and Kovalchuk, M.S. (2022), *Geochemistry and ore formation,* Iss. 43, Kyiv, pp. 59-73 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.15407/gof.2022.43.059

[Фігура, Л.А., Ковальчук, М.С. (2022), *Геохімія та рудоутворення.* Вип. 43. С. 59—73.]

Figura, L.A. and Kovalchuk, M.S. (2023a), *Visnyk V.N. Karazin Kharkiv Nat. Univ., Ser. Geol., Geogr., Ecol,* Iss. 59, Kharkiv, pp. 55-71 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-05

[Фігура, Л.А., Ковальчук, М.С. (2023a), *Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна, Сер. Геол. Географ. Екол.* Вип. 59. С. 55—71.]

Figura, L.A. and Kovalchuk, M.S. (2023b), *Mineral. Journ. (Ukraine),* Vol. 45, No. 4, Kyiv, pp. 100-117 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100

[Фігура, Л.А., Ковальчук, М.С. (2023b), *Мінерал. журн*. **45**, № 4. С. 100—117.]

Ganzha, O., Okholina, T., Kroshko, Yu., Kuzmanenko, H. and Kovalchuk, M. (2023), *Anuário do Instituto de Geociências*, Vol. 46, 55949, Rio de Janeiro. https://doi.org/10.11137/1982-3908_2023_46_55949

Received 08.04.2024

L.A. Figura, PhD (Geology), Senior Researcher, Leading Research Fellow
E-mail: liuba_figura@ukr.net; https://orcid.org/0000-0001-8009-2854
M.S. Kovalchuk, DrSc (Geology), Professor, Head of Department
E-mail: kms1964@ukr.net; https://orcid.org/0000-0001-9265-9707
Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine
55-b, O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601

ILMENITE CONTENT OF DIFFERENT GENESIS
OF PRODUCTIVE SEDIMENTS OF THE TROSTYANYTSKY DEPOSIT

The article presents information on the geological structure and ore content of the Trostyanytsky ilmenite deposit located in the northern part of the Volodarsk-Volynskyi massif of the Korostensky pluton bedrock. The deposit is localized in the weathering crust of the basement crystalline rocks and continental deluvial-alluvial and alluvial sediments of the Middle Jurassic-Lower Cretaceous, which were formed by erosion and redeposition of eluvium. Weathering crust together with deluvial-alluvial and alluvial sediments formed the productive deposits of the Trostyanytsky deposit. On the basis of the created target database containing conditional coordinates of wells, their description and testing results, mapping constructions (isohypses of the roof, sole, isopachites of the thickness of the weathering crust of crystalline rocks of the basement, alluvial sands and redeposited kaolins of the Middle Jurassic-Lower Cretaceous) were carried out; lateral distribution of the average ilmenite content in the weathering crust, in the Middle Jurassic-Lower Cretaceous fluvial deposits and productive sediments, distribution ilmenite content in the vertical section of wells). These mapping constructions were created based on the results of preliminary (1999) and detailed (2008) geological exploration. The direction and strength of correlations between the topography of the sole and the surface, topography of the sole and the thickness of ilmenite-bearing formations, sole relief and ilmenite content, sediment thickness and ilmenite content in the weathering crust, alluvial deposits of the Middle Jurassic-Lower Cretaceous and in productive deposits. The obtained results made it possible to clarify the structural and material parameters of the ore-bearing rocks, the lateral and vertical distribution of ore bearing in different genetic and different age's formations.

Keywords: Korostensky pluton, Trostyanytsky deposit, weathering crust, Middle Jurassic-Lower Cretaceous alluvium, ilmenite, ore bearing, correlation.