

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100>
УДК 553.494 (477.42)

Л.А. Фігура, канд. геол. наук, старш. 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

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА І РУДОНОСНІСТЬ ЮРСЬКОЇ ДІЛЯНКИ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА ТИТАНОВИХ РУД

Наведено відомості щодо геологічної будови Юрської ділянки Межирічного родовища титанових руд, у геологічній будові якої беруть участь кристалічні породи фундаменту, їхня кора вивітрювання та різні за віком континентальні і морські відклади мезозою і кайнозою: нижньокрейдові континентальні (ірішанська світа), верхньокрейдові узбережно-морські (мошно-руднянська світа), палеогенові (морські та континентальні), неогенові і четвертинні континентальні відклади. Корисною копалиною Юрської ділянки є ільменіт, який утворює рудні тіла в корі вивітрювання кристалічних порід фундаменту, відкладах, які утворились за рахунок розмиву і перевідкладення елювію (ірішанська світа), а також у породах, які утворились за рахунок розмиву вторинних колекторів ільменіту (мошно-руднянська світа і меншою мірою різногенетичні утворення четвертинної системи). Максимальний вміст ільменіту, кг/м³: у корі вивітрювання — 430,2; у флювіальних каолінах ірішанської світи — 1447,4; у пісках різнозернистих цієї світи — 506,2; у піщано-кремневому горизонті мошно-руднянської світи — 256,7; у четвертинних суглинках і супісках — 146,4. Промисловий розсип ільменіту локалізований в утвореннях ірішанської світи. Піщано-кремневі породи мошно-руднянської світи із вмістом ільменіту понад 15 кг/м³ віднесено до верхньої частини промислового пласта розсипу. На базі координат, опису і опробування 1613 свердловин створена цільова база даних, на основі якої побудовано комплект карт: карти латерального розподілу середнього вмісту ільменіту в жорстві і елювіальних каолінах кори вивітрювання, у флювіальних каолінах і пісках ірішанської світи, у піщано-кремневих породах мошно-руднянської світи; карти рельєфу, підшиви, поверхні і товщини каолінів і пісків ірішанської світи та піщано-кремневих порід мошно-руднянської світи. Досліджено структурні (характер рельєфу підшиви, поверхні рудовмісних відкладів та їхньої товщини) і речовинні (літологічний склад, розподіл ільменіту за латераллю і у вертикальному перетині рудоносних відкладів) параметри розсипів ільменіту. З'ясовано, що вміст ільменіту в корі вивітрювання зростає, як правило, вгору за розрізом від зони дезінтеграції і вилуговування до зони кінцевого гідролізу та окиснення продуктів вивітрювання. Установлено, що ділянки підвищеного вмісту ільменіту в жорстві вивітрених кристалічних порід не співпадають із такими в елювіальних каолінах. Вертикальний розподіл ільменіту в товщі флювіальних відкладів ірішанської світи нерівномірний із загальною тенденцією до його зменшення вгору за розрізом. Іноді наявні декілька горизонтів збагачення незначної товщини, або ж значний вміст ільменіту у покрівлі порід. З'ясовано, що рельєф підшиви і покрівлі рудовмісних утворень нерівний із локальними підвищеннями і западинами. Досліджено напрям і силу кореляційних зв'язків між рельєфом підшиви і поверхні, товщиною і середнім вмістом ільменіту в різновікових і різногенетичних рудовмісних відкладах крейдової системи. З'ясовано, що кореляційні зв'язки мають різну спрямованість і здебільшого є дуже слабкими, подекуди помірними, середніми й іноді

Цитування: Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Геологічна будова і рудоносність Юрської ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Мінерал. журн.* 2023. 45, № 4. С. 100—117. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.04.100>

© Видавець ВД "Академперіодика" НАН України, 2023. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

сильними. Прямий сильний кореляційний зв'язок існує між рельєфом підосиви і рельєфом покрівлі відкладів мошно-руднянської світи; середньої сили кореляційний зв'язок між цими параметрами — у каолінах і пісках іршанської світи; зворотний сильний — між рельєфом підосиви і товщиною пісків іршанської світи; зворотній середньої сили — між рельєфом підосиви каолінів цієї світи та їхньою товщиною. З'ясовано, що кореляційні зв'язки середнього вмісту ільменіту в різновікових літотипах рудовмісних порід здебільшого зворотні та прямі дуже слабкі; іноді прямі слабкі. Досліджено розподіл ільменіту у вертикальному перетині кори вивітрювання та відкладах іршанської і мошно-руднянської світ. Виявлено, що вертикальний розподіл ільменіту нерівномірний як у різних літологічних відмінах порід, так і у межах одного літотипу. Розподіл вмісту ільменіту у вертикальному перетині кори вивітрювання, як правило рівномірний із незначними не частими горизонтами збагачення, які віддзеркалюють вміст мінералу в материнських породах кристалічного фундаменту, за якими утворилася кора вивітрювання. Вертикальний розподіл ільменіту в континентальних і узбережно-морських утвореннях крейдової системи також нерівномірний із загальною тенденцією його зменшення вгору за розрізом. Іноді в породах наявні декілька горизонтів збагачення, переважно у нижній та верхній частинах геологічного розрізу. Встановлено, що вміст ільменіту в континентальних флювіальних утвореннях іршанської світи та узбережно-морських утвореннях мошно-руднянської світи обумовлений, головним чином, фаціальними умовами седиментації і не часто визначається значним його вмістом у породах, що її підстилають.

Ключові слова: Коростенський плутон, Межирічне родовище, ільменіт, Юрська ділянка, геологічна будова, рудоносність.

Вступ. Межирічне розсипне родовище титанових руд розташовано у північно-західній частині Українського щита в межах Волинського мегаблоку, в центральній частині Коростенського плутону, в північно-східній частині Володарсько-Волинського масиву. Адміністративно його територія належить до Житомирського і Коростенського районів Житомирської області. Це вододіл р. Ірша та її правої притоки р. Тростяниця — слабо хвиляста моренно-зандрова рівнина Житомирського Полісся, яка має загальний нахил на північний схід. Родовище належить до Волинського цирконій-титановорудного району і є південним обрамленням Іршанського титанового регіону. Тут поширені ендегенні, елювіальні і розсипні (здебільшого континентальні) апатит-ільменітові, апатит-ільменіт-титаномagnetитові, апатит-ільменітові, циркон-ільменітові з апатитом та ільменітові рудопрояви й родовища [2—4].

Межирічне родовище є одним із найбільших і найкраще досліджених серед родовищ ільменіту розсипного генезису. Воно має двоярусну будову (середня складність геологічної будови верхнього ярусу — осадового чохла і складна будова нижнього ярусу — кристалічного фундаменту). Протерозойські та архейські породи кристалічного фундаменту належать до трьох структурних під'ярусів: нижній ярус складений інтенсивно дислокованими ортопіроксеновими кристалосланцями архею; середній — метаморфіч-

ними й ультраметаморфічними гнейсами біотитовими, гранат-біотитовими, амфіболітами та кальцифірами нижнього протерозою; верхній — слабо метаморфізованими кварцитоподібними пісковиками, кварцитами, сланцями кварц-хлорит-серицитовими, метаалевролітами [2, 4]. Виходи кристалічних порід на рівень сучасного ерозійного зрізу присутні здебільшого в долинах річок і на вододільних просторах. Відклади мезо- та кайнозойської ератем складають осадовий чохол.

Родовище експлуатують з 2001 р. У його межах виокремлено вісім рудних ділянок: Осинава, Юрська, Середня, Емільвська, Букінська, Ісаківська, Південна, Рихтинська [4]. Балансові запаси Емільвської та Середньої ділянок відпрацьовані, запаси Юрської ділянки відпрацьовують нині, а запаси Букінської та Осинової перебувають у резерві. Частина Юрської ділянки розробляють кар'єрами № 8 (на півдні) з 2003 р. та № 9 (на півночі) із 2005 р. Кар'єр № 8 знаходиться на відстані 0,35 км від північної околиці с. Гута-Добринь, кар'єр № 9 — на відстані 0,5 км від смт Іршанськ (південно-західніше). Інша частина ділянки поки перебуває у резерві. Тому зараз актуальною є інформація щодо геологічної будови і рудоносності цієї частини Юрської ділянки.

Фактичний матеріал і методи дослідження. Методико-методологічною основою досліджень були напрацювання відділу літології

Інституту геологічних наук НАН України зі структурно-літологічного моделювання розсіпів важких мінералів, апробовані на золотомісних, ільменітових і циркон-ільменітових розсіпах Українського щита і оприлюднені на наукових конференціях різного рівня, у наукових статтях і колективних монографіях [1, 5, 6]. Фактичним матеріалом для досліджень розсіпів Юрської ділянки були виробничі звіти (Н.И. Рубан. Генеральный подсчет запасов титана по Междуречному и Лемненскому россыпным месторождениям ильменита по состоянию на 01.01.1959 г. Отчет о результатах геолого-поисковых и разведочных работ, выполненных Житомирской экспедицией в бассейнах р. Ирши и верхнего течения р. Уж в Житомирской области. Киев, 1959; М.М. Костенко та ін. Геологічна будова та корисні копалини басейну верхньої течії р. Уж. Звіт геологозйомного загону № 10 Житомирської КГРП і Правобережної геофізичної партії за 1991—1999 рр. по геологічному довивченню масштабу 1:200 000 території аркуша М-35-XI (Коростень). Київ: Геоінформ, 1999; Т. Нестеренко. Звіт "Повторна геолого-економічна оцінка запасів Межирічного родовища титанових руд (ділянки Середня, Емільська, Юрська, Осінова та Букинська)". Кривий Ріг, 2018) і наукові публікації [2—4].

Для картографічного моделювання структури (гіпсометрії покрівлі та підшови рудоносних відкладів і їхньої товщини) та якісних показників (розподіл вмісту ільменіту за латераллю і у вертикальному перетині свердловин) рудоносних відкладів була створена цільова база даних, яка містить координати 1613 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 ільменітості відкладів використано його середній вміст у свердловині. Кореляційні зв'язки між певними параметрами рудомісних відкладів досліджено в *Microsoft Excel*.

Мета роботи. Створення цілісного уявлення про рудоносність кори вивітрювання і різновікових та різногенетичних рудомісних відкладів крейди Юрської ділянки на основі узагальнення фактичного матеріалу

щодо її геологічної будови та дослідження структурних (характер рельєфу підшови, поверхні рудомісних відкладів та їхньої товщини) і речовинних (літологічний склад, розподіл ільменіту за латераллю і у вертикальному перетині рудоносних відкладів) параметрів розсіпів.

Результати дослідження. *Геологічна будова Юрської ділянки.* Юрська ділянка є однією з найбільших у Межирічному родовищі і розташована у його західній і центральній частинах (рис. 1). Ділянка майже безпосередньо межує з Іршанським алювіальним родовищем. У південній її частині протікає р. Рихта — приток р. Тростяниця. За ступенем геологічного вивчення запаси Юрської ділянки належать до розвіданих (категорії В, С₁) і попередньо розвіданих (С₂).

У геологічній будові ділянки беруть участь кристалічні породи фундаменту, їхня кора вивітрювання та різні за віком континентальні і морські відклади (нижньокрейдові континентальні, верхньокрейдові узбережноморські, палеогенові морські та континентальні, неогенові і четвертинні континентальні), що залягають на каоліновій корі вивітрювання порід основної серії, а в місцях її розмиву — безпосередньо на кристалічних породах фундаменту [4].

Стратифіковані і нестратифіковані породи кристалічного фундаменту основного складу нерівномірно збагачені ільменітом [4]. Кора вивітрювання, яка утворилась у результаті їх гіпергенного руйнування, поширена майже повсюдно і являє собою хвилясту денудаційну рівнину. Вона містить нерівномірну ільменітову мінералізацію, визначену рудоносністю материнських порід фундаменту. Кора вивітрювання характеризується вертикальною зональністю (знизу вгору): зона дезинтеграції і вилуговування, зона початкового гідролізу (каолініт-гідрослюди́ста), зона кінцевого гідролізу та окиснення продуктів вивітрювання (каолінітова). Кожна із зон вміщує ільменітову мінералізацію.

Відклади нижньої крейди виповнюють ерозійно-тектонічну палеодолину, вироблену в корі вивітрювання анортозитів та габро-анортозитів і у четвертинний період успадковану річкою Ірша. Нижньокрейдові відклади, що утворились за континентальних

умов, представлені здебільшого алювіальними та алювіально-делювіальними, рідше — делювіальними утвореннями. Плотиком для алювіальних і делювіальних розсипів є елювіальні утворення. Нижньокрейдові відклади переважно представлені каоліністими пісками, що перешаровуються, і флювіальними піщанистими каолінами з гравієм і галькою кристалічних порід. Подекуди трапляються горизонти вуглистих флювіальних каолінів від темно-бурого до чорного забарвлення. У нижній частині розрізу переважають піски різнозернисті, кварцового, рідше кварц-польовошпатового складу з домішкою гравію (до 20 %) та дрібної гальки [4]. Подекуди наявні верстви пісків кварцових, грубозернистих і гравійних.

Флювіальні піщані каоліни містять у середньому 40—50 % глинистої складової та у більшості випадків — пісок кварцовий крупнозернистий і гравій з невеликою кількістю дрібної гальки [4]. Глинисті мінерали представлені каолінітом із підпорядкованим вмістом гідролуд. У каолінистих пісках вміст глинистої складової до 10—15 %; трапляються добре перемиті піски з незначним вмістом глинистої фракції [4]. Флювіальні (зокрема вуглисті) каоліни з незначною домішкою алевритового піску у розрізі є не часто. Вміст глинистої складової перевищує 30 %.

Відкладам нижньої крейди притаманний поганий ступінь сортування уламкового матеріалу. У розрізі переважають здебільшого каоліністі піски. Промислові розсипи ільменіту локалізуються у флювіальних піщаних каолінах і каолінистих пісках; низький вміст ільменіту визначено у грубозернистих пісках і флювіальних каолінах із незначною домішкою алевритистого піску.

Алювіально-делювіальні відклади нижньої крейди також містять промислові розсипи ільменіту. За літологічним складом алювіально-делювіальні нагромадження представлені тими самими різновидами, що й алювіальні відкладення, але відрізняються від останніх нижчим ступенем сортування уламкового матеріалу і більшим вмістом глинистої складової [4]. Алювіально-делювіальні різно- і крупнозернисті каоліністі піски з гравієм і уламками кристалічних порід найчастіше складають нижній горизонт ільме-



Рис. 1. Положення рудоносної Юрської ділянки на карті з порталу *Google Earth Pro* (контури ділянки подано в системі координат WGS-84)

Fig. 1. The position of the Yurska ore-bearing area on the map from the *Google Earth Pro* portal (the contours of the area are presented in the WGS-84 coordinate system)

нітоносного пласта, а іноді утворюють линзи різної товщини та протяжності і прошарки незначної товщини серед піщанистих каолінів. Піски містять у середньому 10—13 % каоліну, 3—7 % середньо- і різнозернистого піску розміром 0,1—2 мм і ~10 % гравію [4].

Нижньокрейдові делювіальні відклади представлені піщанистими каолінами з гравієм, галькою та уламками кварцу, вивержених і метаморфічних порід. Вони звичайно залягають у верхній частині розсипу, але іноді трапляються й у базальній частині осадової товщі.

З гравійно-гальковими піщанистими каолінами пов'язана найвища концентрація ільменіту. Вміст глинистої складової становить 40—50 %, іноді понад 55—60 % [4].

Алювіальні, алювіально-делювіальні та делювіальні відклади утворюють між собою поступові переходи без чітких меж, тому в розрізах родовища вони не виокремлені. Максимальна товщина алювіально-делювіальних відкладів досягає 18 м, середня товщина на різних ділянках коливається від 5 до 8 м. Із застосуванням мінералогічного аналізу у відкладах нижньої крейди встановлено понад 50 мінералів, серед яких кварц, каолінит, польовий шпат, ільменіт, лейкоксен, шпі-

нель, магнетит, сфен, рутил, анатаз, циркон, топаз, пірит, марказит, апатит, кіаніт, андалузит, силіманіт, ставроліт, гранат (альмандин), турмалін та ін. [4]. Більшість мінералів трапляється в незначній кількості або поодиноких зернах. Найпоширенішими мінералами, які мають практичне значення, є ільменіт, лейкоксен, рутил, циркон та апатит. Вміст останнього становить 0,2—0,5 кг/м³ і лише в поодиноких пробах — 13 кг/м³.

Верхньокрейдові відклади, що утворились за морських фаціальних умов, представлені пісками глинистими глауконітовими, глинами сеноманського ярусу та піщано-кремєневими породами туронського ярусу, які залягають на континентальних нижньокрейдових відкладах, рідше на корі вивітрювання порід основного складу у межиріччі річок Ірша і Тростяниця [2].

Глини сеноманського ярусу поширені обмежено, трапляються в межах Юрської ділянки у вигляді невеликих островків і містять незначну кількість ільменіту.

Піщано-кремєневі породи мошно-руднянської світи утворились за мілководних узбережно-морських умов [2] і мають майже суцільне поширення у межах Юрської ділянки. Представлені відклади кремєневим горизонтом зі значної товщини прошарками і лінзами пісковиків й окремєнєлих вапняків, а також різнозернистими глауконіт-кварцовими пісками, у нижній частині горизонту звичайно каоліністими, які виповнюють порожнини серед кремєневих стяжінь і утворюють невеликі прошарки. Верхня частина горизонту суттєво піщана; кремєні мають підлегле значення. Стяжіння кремєнів різної величини і форми мають неправильну пагорбову з нїздруватими поглибленнями форму з відростками. Поверхня кремєнів шорстка з білим нальотом, злам черепашчатий. Колір у свіжому зламї сірий із темними або світлішими відтінками. Вміст стяжінь кремєню значного розміру досягає 30, іноді 60 %. Стяжіння кремєню меншого розміру мають овальну пальцеподібну форму. Іноді розмір стяжінь кремєню до 0,5 м. Піщано-кремєністі породи мошно-руднянської світи з вмістом ільменіту понад 15 кг/м³ переважно входять до складу верхньої частини промислового пласта розсипу.

Палеогенові та неогенові відклади обмежено поширені і представлені строкатими глинами та піщано-глинистими породами. Зазвичай розсипів ільменіту вони не містять.

Четвертинні відклади поширені повсюдно, залягають суцільним плащем на розмитій поверхні мезозойських континентальних і морських відкладів і представлені дрібнозернистими пісками, рідше — супісками та різнозернистими пісками водно-льодовикового, льодовикового та алювіального генезису. На ділянках промислових розсипів вони є породами розкриву і лише іноді, на схилах похованих долин, у базальній частині середньочетвертинних різнозернистих пісків вміст ільменіту досягає промислових значень.

Максимальний вміст ільменіту, кг/м³: у корі вивітрювання — 430,2; у флювіальних каолінах іршанської світи — 1447,4; у пісках різнозернистих цієї світи — 506,2; у піщано-кремєневому горизонті мошно-руднянської світи — 256,7; у четвертинних суглинках і супісках — 146,4.

Характеристика рудоносності Юрської ділянки. Корисною копалиною ділянки є ільменіт. Зерна ільменіту кутасті, напівобкатані та обкатані; розмір зерен переважно 0,1—0,5 мм (в середньому 0,35 мм); забарвлення — залізо-чорне з темно-коричневим відтінком. Слід зазначити, що в деяких пробах кількість зерен ільменіту розміром більше 0,5 мм іноді досягає 20—30 %; розміром 0,1—0,05 мм — 20—43 % і менше 0,05 мм — 23—32 %.

Для алювіальних відкладів Юрської ділянки встановлена найвища титаносність ільменіту (середнє значення 61,67 %) серед усіх ділянок Межирічного родовища. Вміст тривалентного заліза (22,09 %) в ільменіті з Юрської ділянки вищий за такий в ільменіті з інших ділянок, що свідчить про вищий ступінь окисненості мінералу. Для ільменіту наявний майже удвічі вищий вміст магнію, порівняно з ільменітом інших ділянок. Вміст інших елементів-домішок має близькі значення.

Вміст ільменіту у промисловому пласті розсипу становить у середньому 50—100 кг/м³ і більше. Товщина промислового пласта — 4,0—13,0 м. Слід зазначити, що у межах кар'єрного поля № 9 товщина продуктивного пласта має більший ступінь невитриманості, змінюючись від 2 до 23 м. Унаслідок розмиву

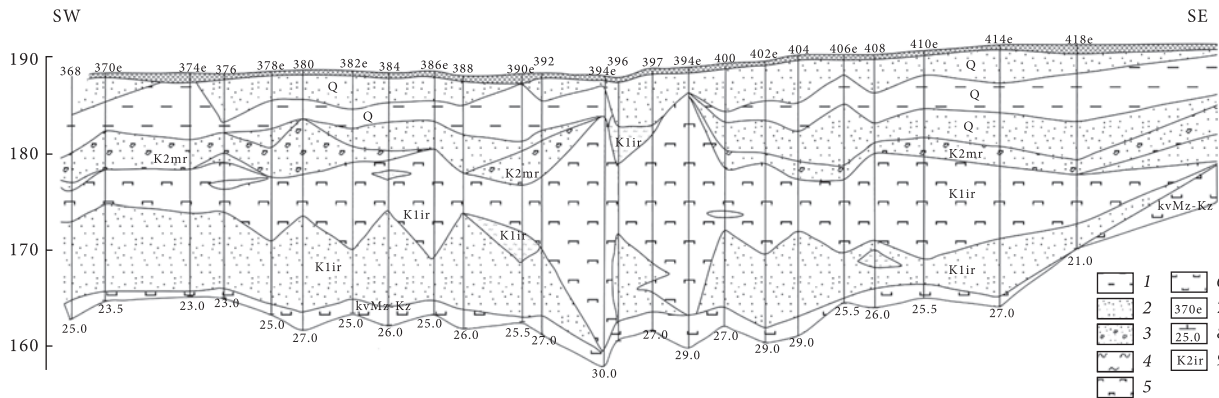


Рис. 2. Характерний геологічний розріз Юрської ділянки (побудовано за даними Т. Нестеренко, 2018): 1 — суглинки, супіски; 2 — піщано-кремений горизонт; 3 — пісок; 4 — глина; 5 — каолін флювіальний; 6 — каолін елювіальний; 7 — номер свердловини; 8 — глибина свердловини; 9 — вік порід

Fig. 2. Characteristic geological section of the Yurska ore-bearing area (constructed according to the data of T. Nesterenko, 2018): 1 — loam, sandy loam; 2 — sandy-siliceous horizon; 3 — sand; 4 — clay; 5 — fluvial kaolin; 6 — eluvial kaolin; 7 — well number; 8 — depth of the well; 9 — the age of rocks

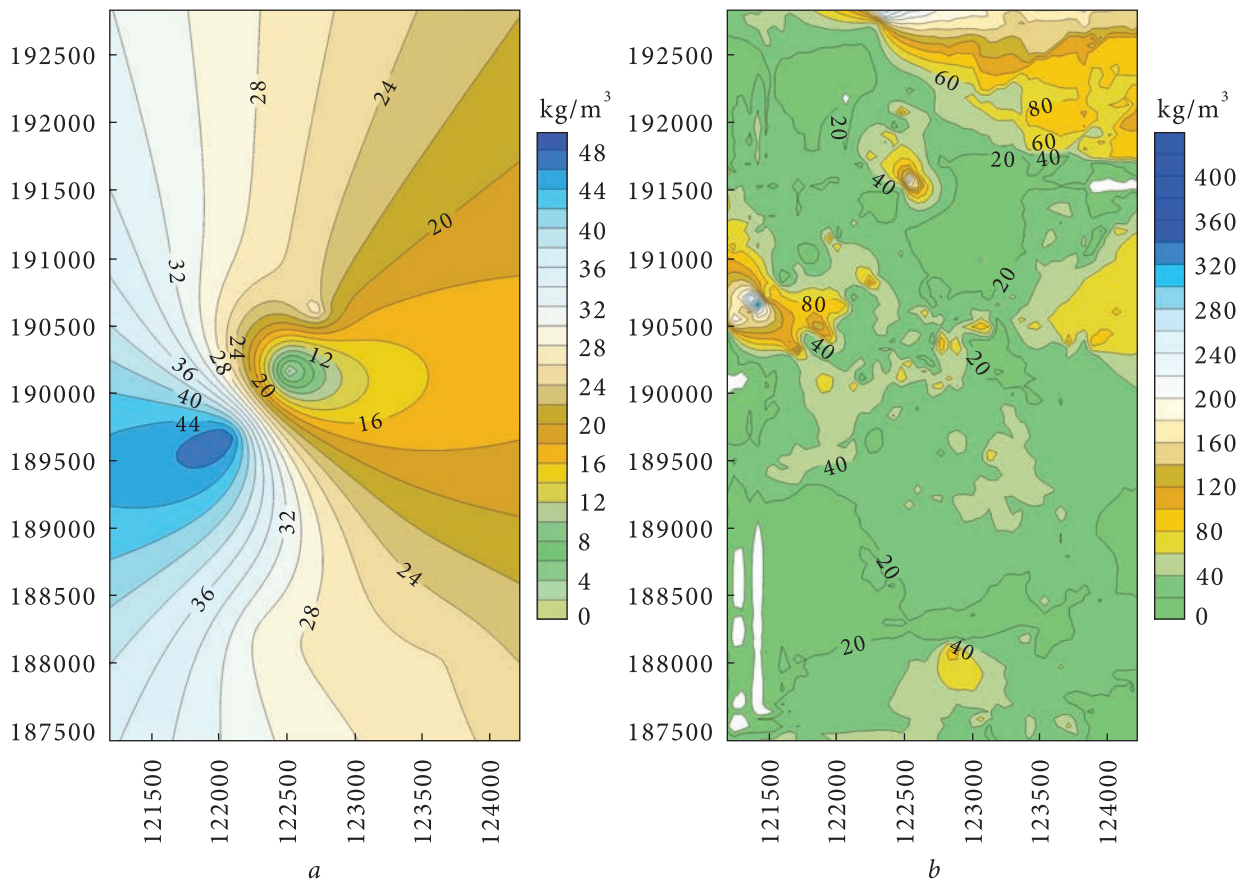


Рис. 3. Карти латерального розподілу середнього вмісту (kg/m^3) ільменіту в жорстві (a) та каолінах (b) кори вивітрювання

Fig. 3. Maps of the lateral distribution of the average content (kg/m^3) of ilmenite in the gruss (a) and kaolins (b) of the weathering crust

мезозойських утворень у ранньо- та середньочетвертинний час рудоносний пласт на деяких ділянках частково або повністю еро-

дований. Товщина порід розкрити від 5—6 до 12—13 м. Характерний геологічний розріз Юрської ділянки представлено на рис. 2.

Промивистість пісків прямо залежить від вмісту в них глинистої складової і гранулометричного розміру зерен мінералів. За ступенем промивистості (за даними Н. Нестеренко, 2018) ільменітовмісні відклади поділяються на легко- (30,0 %), середньо- (23,4) і дуже важкопромивисті (23,3 %).

Використовуючи координати свердловин, їх опис та дані опробування, ми створили ряд карт, які відображають рельєф поверхні, підосви, товщину і ільменітоносність різних за віком і генезисом осадових утворень Юрської ділянки (рис. 3—6).

Вміст ільменіту в корі вивітрювання зростає, як правило, вгору за розрізом від зони дезінтеграції та вилуговування до зони кінцевого гідролізу й окиснення продуктів вивітрювання. Просторово ділянки підвищеного вмісту ільменіту в жорстві вивітрених кристалічних порід не збігаються з такими в елювіальних каолінах (див. рис. 3, *a, b*). Вміст ільменіту в каолінах кори вивітрювання становить 0,1—430,2 кг/м³.

Рельєф підосви і покрівлі флювіальних каолінів іршанської світи нерівний, із локальними підвищеннями і западинами (рис. 4, *a, b*). Абсолютні відмітки покрівлі каолінів становлять 158,5—188,9 м (перепад висот 30,4 м); а підосви — 181,5—157,15 м (перепад 24,35 м). На значній частині території ділянки рельєф покрівлі флювіальних каолінів повторює рельєф їхньої підосви (див. рис. 4, *a, b*). Товщина каолінів становить 0,5—24,5 м (в середньому 4,7 м). Латеральний розподіл товщини каолінів має чітко виражену "долиноподібну" орієнтацію (див. рис. 4, *c*). Латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в каолінах має нерівномірний характер із локальними різної площі ділянками його підвищеного вмісту (див. рис. 4, *d*).

Вміст ільменіту в каолінах становить 0,72—829,97 кг/м³ (в середньому 93,19 кг/м³). За допомогою кореляційного аналізу встановлено прямий середній (+0,529) кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і покрівлі флювіальних каолінів; зворотній середній (–0,580) — між рельєфом підосви каолінів та їхньою товщиною; зворотній дуже слабкий (–0,167) — між вмістом ільменіту в каолінах та їхньою товщиною; прямий дуже слабкий (+0,14) зв'язок визначе-

ний між вмістом ільменіту в каолінах і рельєфом їхньої підосви.

Рельєф поверхні і підосви пісків іршанської світи нерівний, із підняттями і западинами (рис. 5, *a, b*). Абсолютні відмітки покрівлі пісків становлять 159,5—185,0 м (перепад висот 25,5 м); абсолютні відмітки підосви пісків — 182,1—155,6 (перепад 26,5). Товщина пісків змінюється від 0,5 до 19,0 м (в середньому 5,04 м); на більшій частині дослідженої площі вона незначна з локальними ділянками різкого її збільшення (див. рис. 5, *c*). Латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в пісках нерівномірний (див. рис. 5, *d*) і становить 1,1—347,6 кг/м³ (в середньому 61,7 кг/м³). Зокрема у пісках, що залягають безпосередньо на корі вивітрювання, середній вміст ільменіту — 2,25—377,6 кг/м³ (в середньому 59,49), а у пісках, що залягають на флювіальних каолінах у середній і верхній частинах розрізу, — 0,6—285,5 кг/м³ (в середньому 48,0). Шляхом кореляційного аналізу встановлено прямий середній (+0,666) кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і покрівлі пісків; прямий дуже слабкий (+0,168) — між рельєфом підосви пісків і вмістом у них ільменіту; зворотний сильний (–0,744) — між рельєфом підосви і товщиною пісків; зворотний слабкий (–0,23) — між товщиною пісків і вмістом у них ільменіту.

Рельєф підосви і покрівлі піщано-кремєневого горизонту мошно-руднянської світи на більшій частині території ділянки пологий із яскраво вираженими підняттями і западинами (рис. 6, *a, b*). Загалом рельєф покрівлі відкладів повторює рельєф їхньої підосви. Абсолютні відмітки покрівлі піщано-кремєневого горизонту становлять 150,90—186,23 м (перепад висот 35,22); абсолютні відмітки підосви піщано-кремєневого горизонту — 184,5—148,9 м (перепад 35,6). Товщина відкладів змінюється від 0,5 до 12,0 м (в середньому 2,56) (див. рис. 6, *c*). Латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту в піщано-кремєневому горизонті нерівномірний (див. рис. 6, *d*) і становить 0,1—196,15 кг/м³ (в середньому 17,6).

Методом кореляційного аналізу встановлено прямий сильний (+0,900) кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і покрівлі відкладів; прямий дуже слабкий (+0,11) —

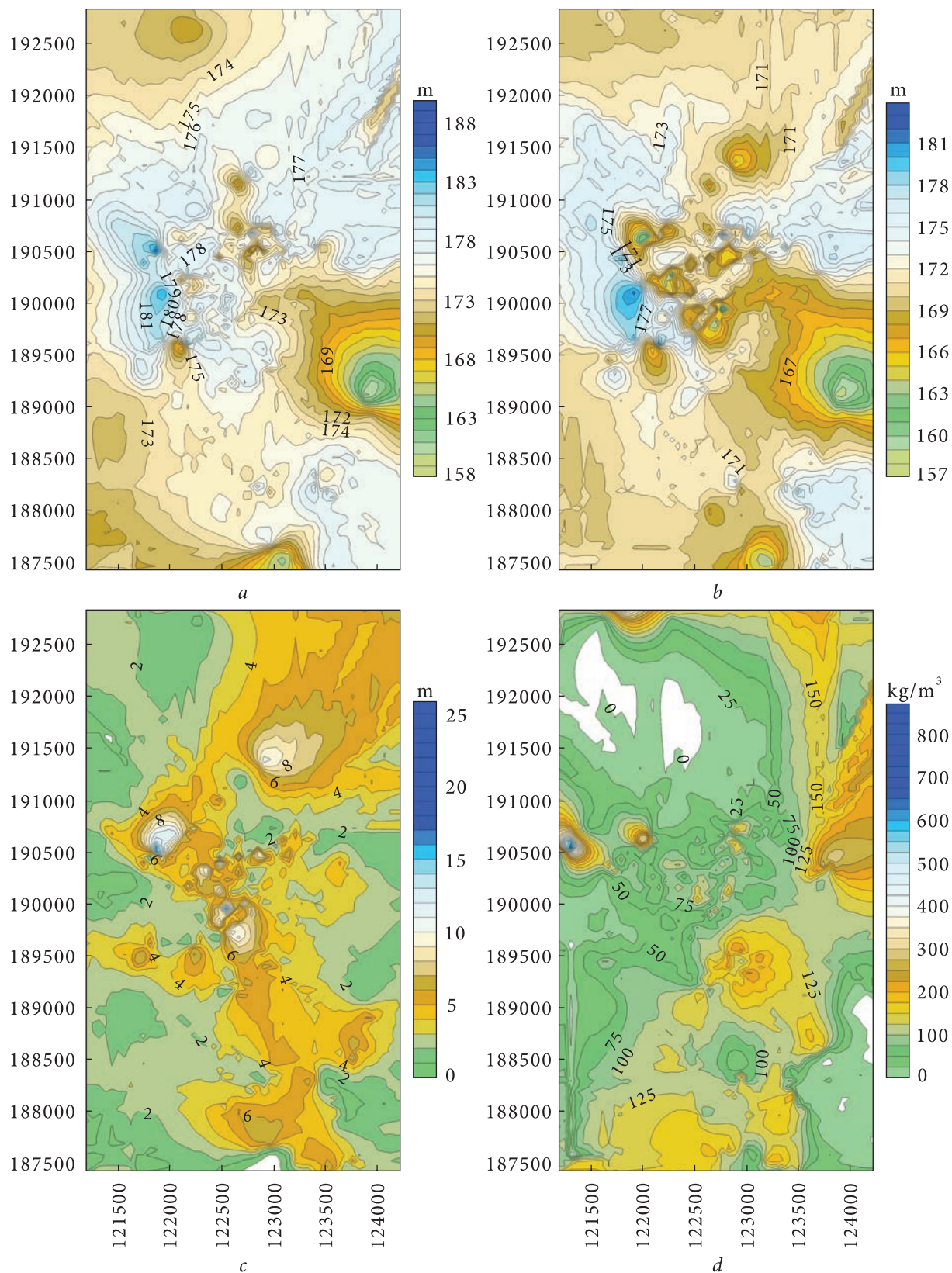


Рис. 4. Карти ізогіпс підшови (а), поверхні (b), ізопакіт товщини (с) флювіальних каолінів іршанської світи та латерального розподілу в породі середнього вмісту (кг/м³) ільменіту (d)

Fig. 4. Maps of isogypses of the bottom (a), of the top (b), isopachites of the thickness (c) of fluvial kaolins of the Irshansk suite and the lateral distribution in the rock of the average content (kg/m³) of ilmenite (d)

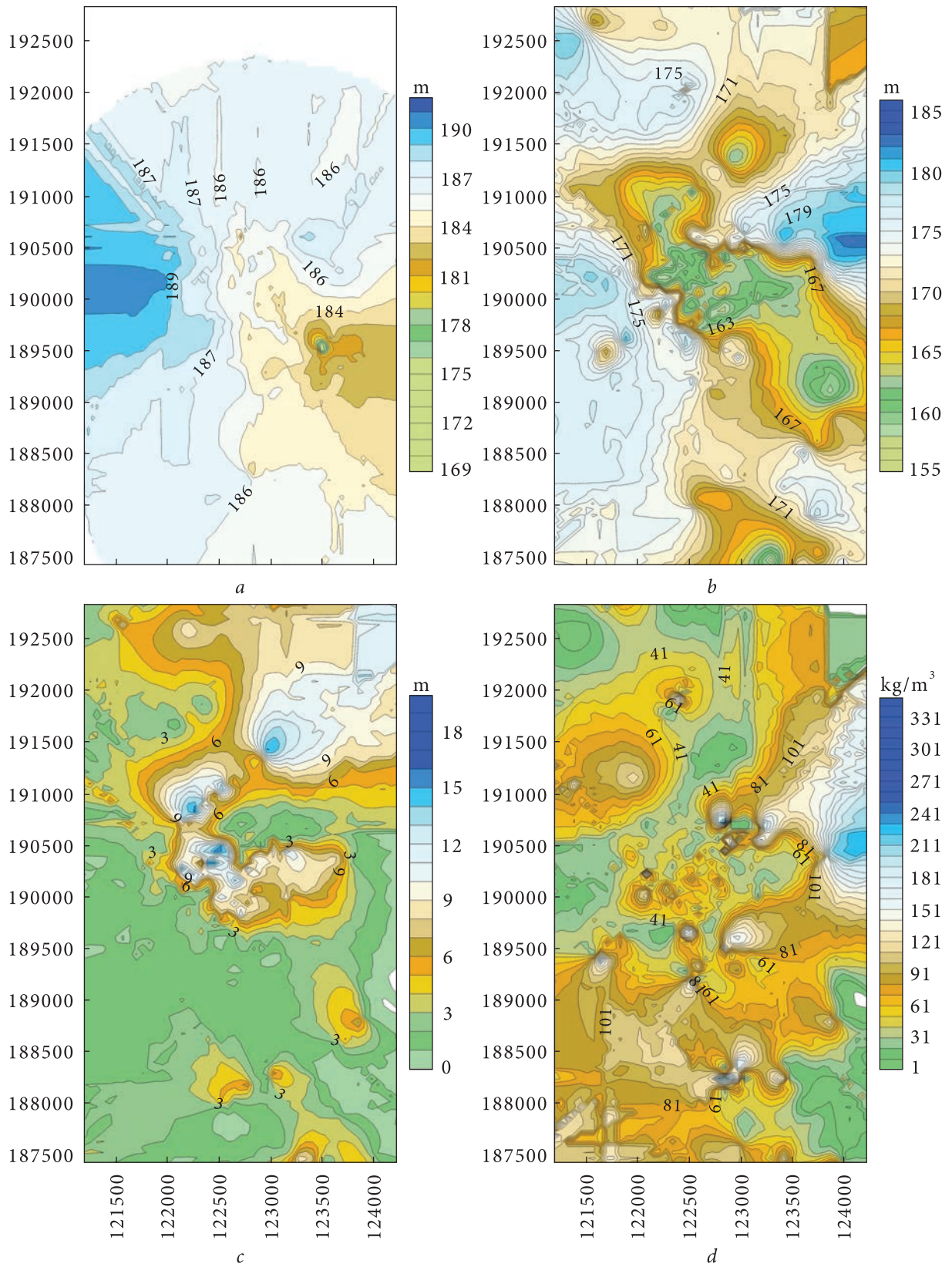


Рис. 5. Карти ізогіпс підовши (а), поверхні (b), ізопакіт товщини (с) пісків іршанської світи та латерального розподілу в породі середнього вмісту (кг/м³) ільменіту (d)

Fig. 5. Maps of isogypses of the bottom (a), of the top (b), isopachites of the thickness (c) of sands of the Irshan suite and the lateral distribution in the rock of the average content (kg/m³) of ilmenite (d)

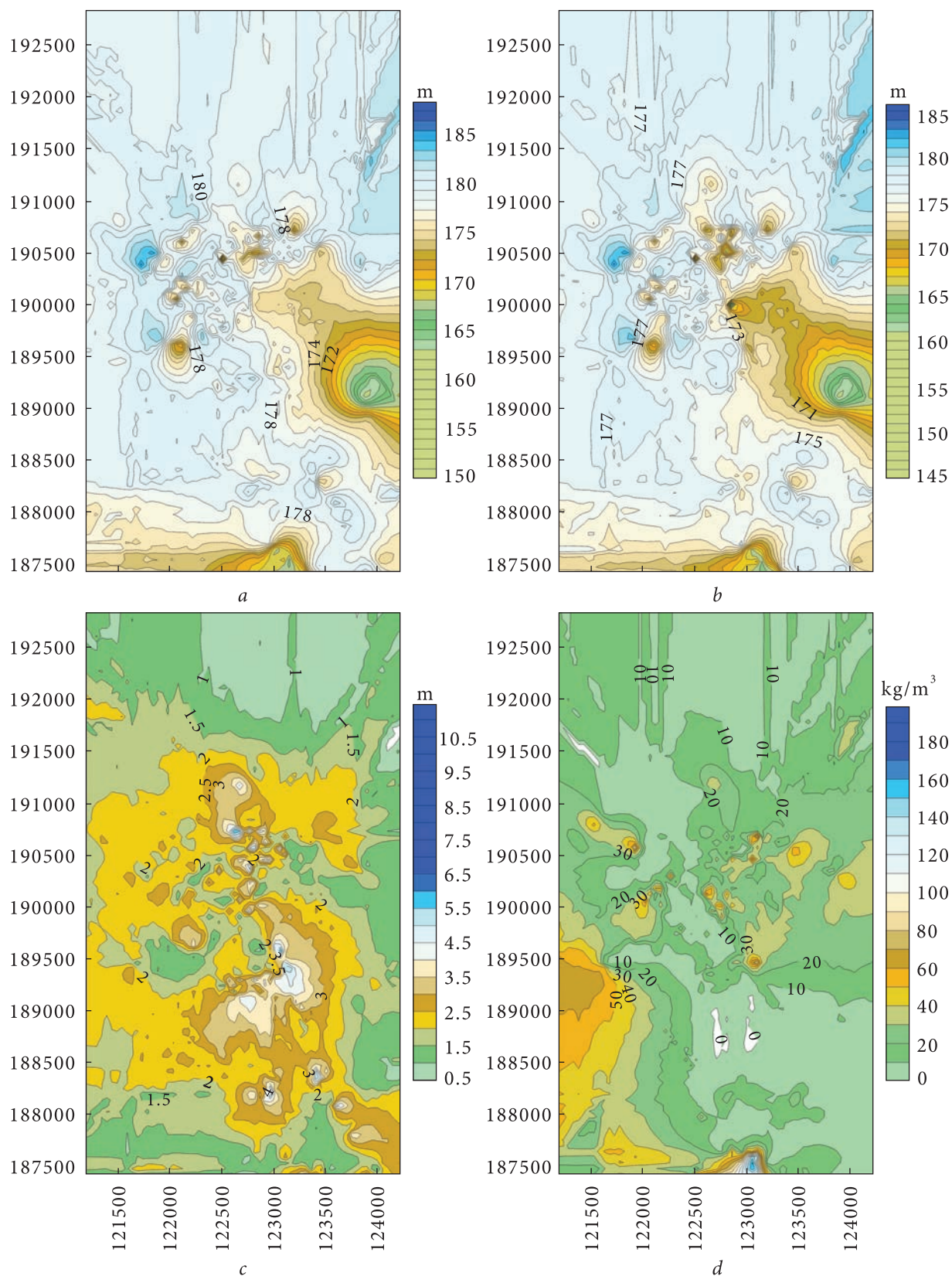


Рис. 6. Карты ізогіпс підовши (а), поверхні (b), ізопакіт товщини (с) піщано-кремєневих порід мошно-руднянської світи та латерального розподілу в породі середнього вмісту (кг/м³) ільменіту (d)

Fig. 6. Maps of isogypses of the bottom (a), of the top (b), isopachites of the thickness (c) of sandy-siliceous rocks of the Moshno-Rudnyan suite and the lateral distribution in the rock of the average content (kg/m³) of ilmenite (d)

між товщиною піщано-кременевого горизонту і вмістом у ньому ільменіту; зворотний помірний — між рельєфом підосви відкладів і їхньою товщиною ($-0,373$) і між рельєфом підосви світи та вмістом у ній ільменіту ($-0,316$).

Спрямованість і сили кореляційних зв'язків середнього вмісту ільменіту в різновікових літотипах рудовмісних порід з'ясовано за допомогою кореляційного аналізу. Зокрема встановлено зворотний дуже слабкий кореляційний зв'язок між середнім вмістом ільменіту в піску іршанської світи, який безпосередньо залягає на корі вивітрювання, і вмістом ільменіту в елювії ($-0,141$); між середнім вмістом ільменіту в пісках іршанської світи, які залягають у різних частинах розрізу, і середнім вмістом мінералу в корі вивітрювання ($-0,16$); між середнім вмістом ільменіту в піщано-кременевому горизонті і в піску іршанської світи, який залягає під ним ($-0,13$). Прямий дуже слабкий кореляційний зв'язок установлено між середнім вмістом ільменіту в піщано-кременевому горизонті і у флювіальних каолінах іршанської світи, які його підстеляють ($+0,141$). Прямий слабкий кореляційний зв'язок установлено між середнім вмістом ільменіту у піску іршанської світи, який залягає під піщано-кремевим горизонтом, і в піску іршанської світи, який залягає під флювіальними каолінами ($+0,289$); між середнім вмістом ільменіту у флювіальних каолінах іршанської світи і піску цієї світи, який їх підстеляє ($+0,282$); між середнім вмістом ільменіту у флювіальних каолінах іршанської світи і піску цієї світи, який їх перекриває ($+0,177$). Прямий слабкий кореляційний зв'язок установлено між середнім вмістом ільменіту в корі вивітрювання і флювіальних каолінах іршанської світи ($+0,202$).

Тобто латеральний розподіл ільменіту у флювіальних утвореннях іршанської і мошно-руднянської світ обумовлений переважно фаціальними умовами їх нагромадження і слабо залежить від вмісту мінералу у породах, що залягають нижче за розрізом.

Ми також дослідили вертикальний розподіл ільменіту в перетині свердловин, що розкрили кору вивітрювання та відклади іршанської і мошно-руднянської світ (рис. 7). Уста-

новлено, що вертикальний розподіл ільменіту нерівномірний у різних літологічних відмінах порід і у межах одного літотипу.

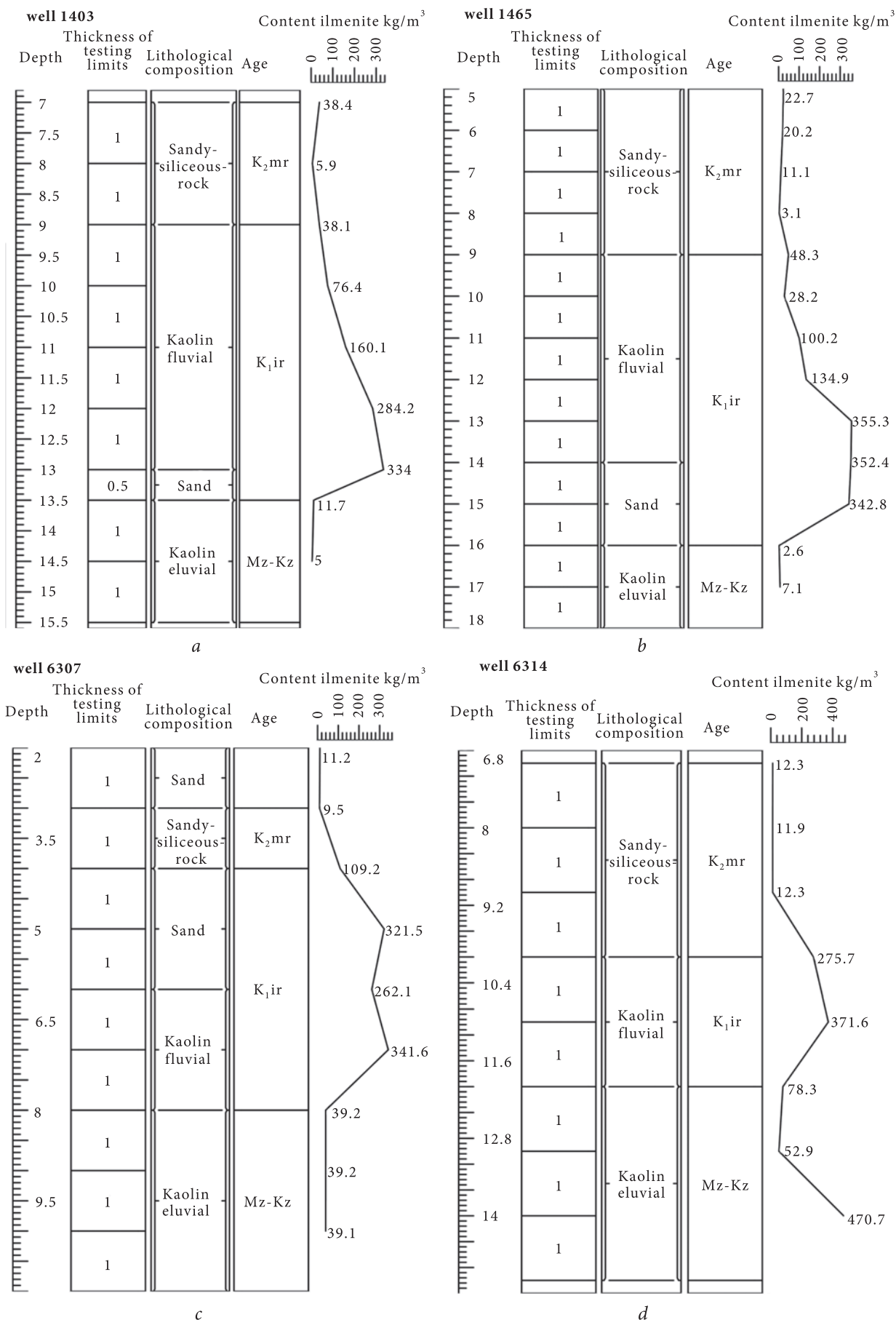
Вміст ільменіту в корі вивітрювання звичайно нижчий за 100 кг/м^3 і лише в деяких свердловинах перевищує це значення. Розподіл вмісту ільменіту у вертикальному перетині кори вивітрювання, як правило, рівномірний із незначними рідкісними горизонтами збагачення (див. рис. 7, *a, b, c, i, j*). Іноді, на фоні загального низького вмісту ільменіту в елювії, трапляються горизонти збагачення з вмістом його понад 100 кг/м^3 (див. рис. 7, *d, f, h, k, l, n*).

Такий розподіл віддзеркалює вміст мінералу в материнських породах кристалічного фундаменту, за якими утворилась кора вивітрювання.

Вміст ільменіту в пісках іршанської світи, які з розмивом безпосередньо залягають на корі вивітрювання, також звичайно нижчий за 100 кг/м^3 і лише в деяких свердловинах його вміст перевищує це значення. Варто зауважити, що розподіл ільменіту у вертикальному перетині пісків теж нерівномірний: підвищений його вміст мають пласти незначної товщини в підосві, середній і верхній частинах розрізу. Здебільшого вміст ільменіту в пісках зменшується у напрямі від підосви до покрівлі. Іноді у розрізі пісків наявні декілька горизонтів збагачення, як правило у нижній та верхній частині розрізу, з горизонтом майже безрудних пісків у середній частині розрізу (див. рис. 7, *l*).

Вертикальний розподіл ільменіту в товщі флювіальних каолінів іршанської світи нерівномірний із загальною тенденцією до зменшення вгору за розрізом (див. рис. 7, *a, b, c, d, f, g, h, n*). Іноді наявні декілька горизонтів збагачення незначної товщини (див. рис. 7, *e, h*), або ж значний вміст ільменіту у покрівлі порід (див. рис. 7, *m*). У переважній кількості свердловин у флювіальних каолінах, що безпосередньо залягають на корі вивітрювання, вміст ільменіту перевищує 100 кг/м^3 за незначного вмісту ільменіту в елювії.

У флювіальних каолінах, що безпосередньо залягають на каолінах елювіальних, вміст ільменіту може наближено відповідати вмісту мінералу в елювіальній товщі (див. рис. 7, *i, j, n*), але здебільшого у декілька та у десятки разів



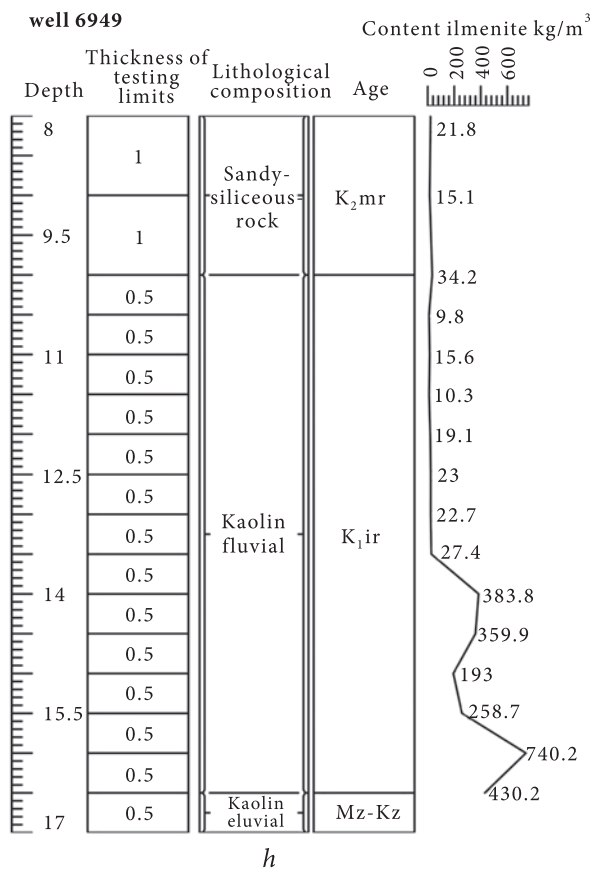
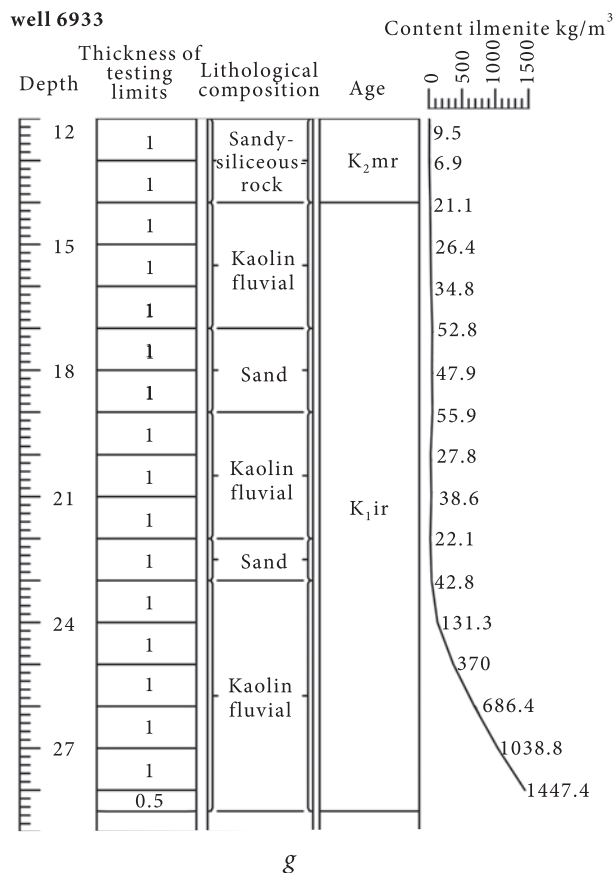
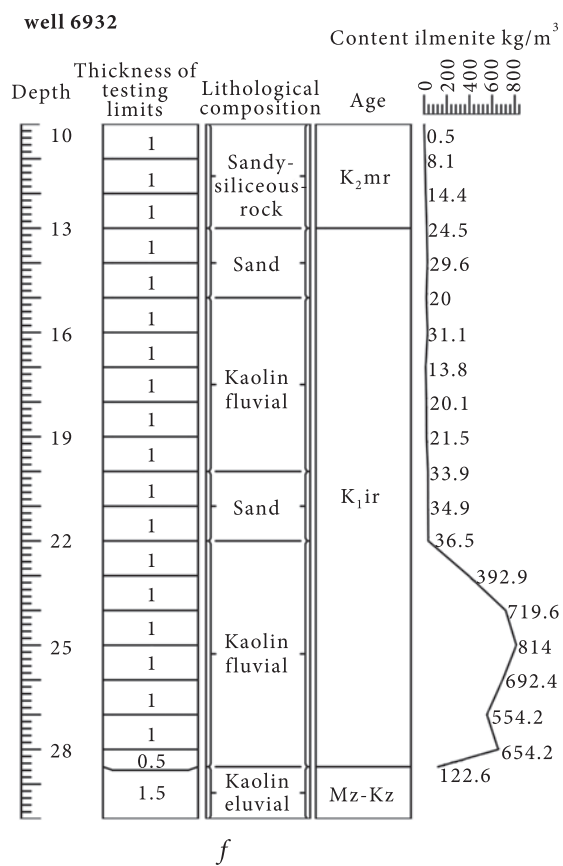
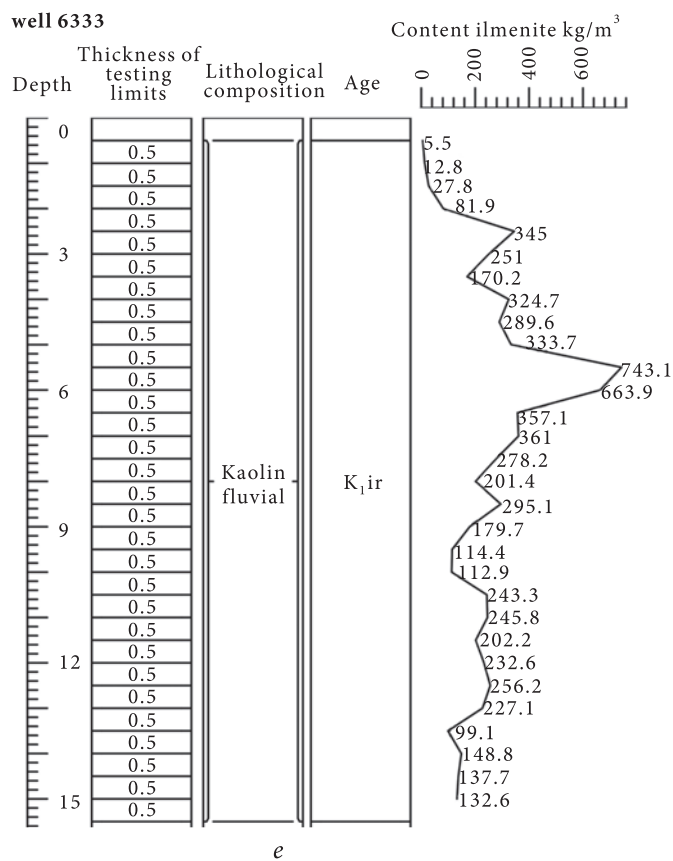


Рис. 7. Продовження
Continued Fig. 7

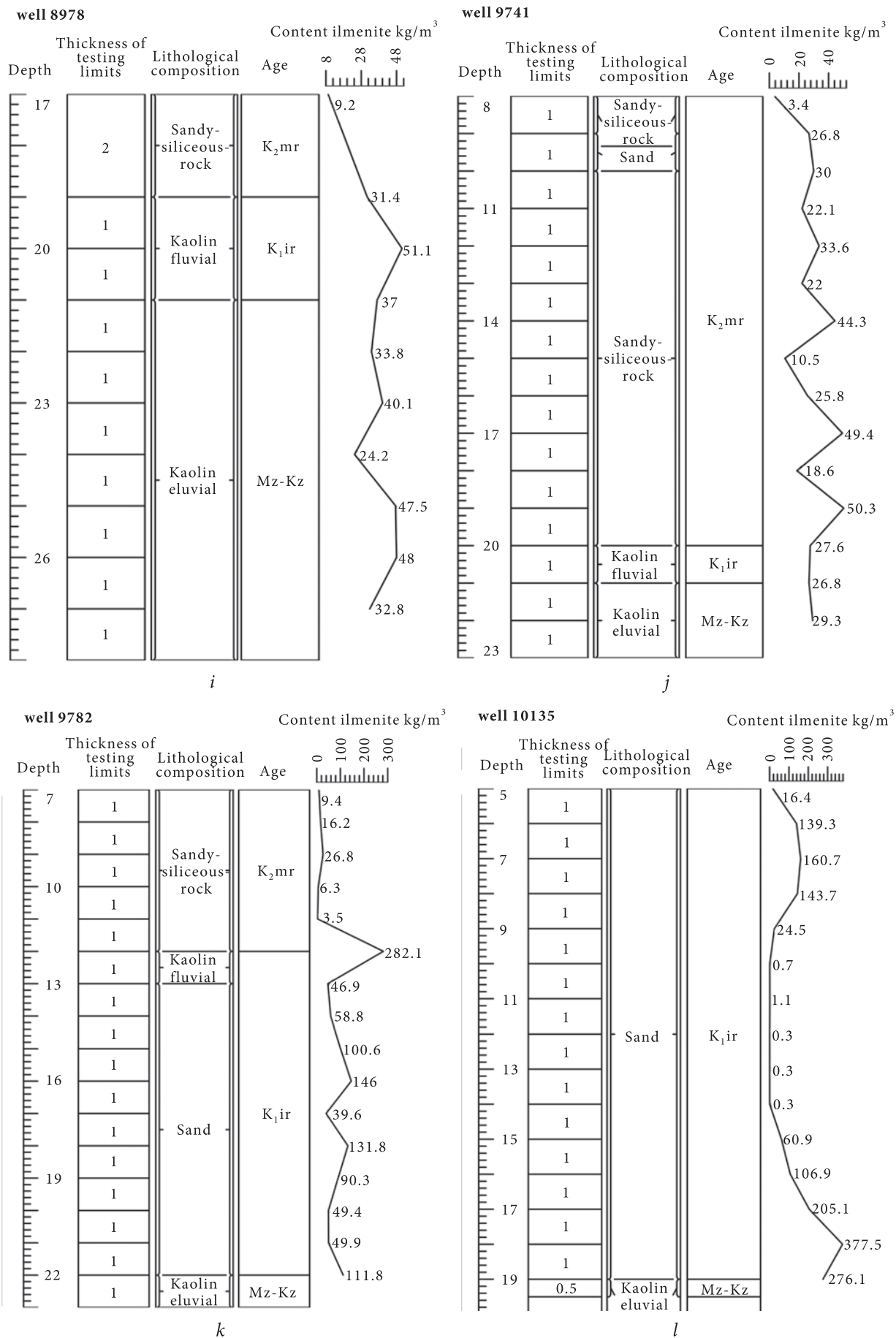


Рис. 7. Продолжения
Continued Fig. 7

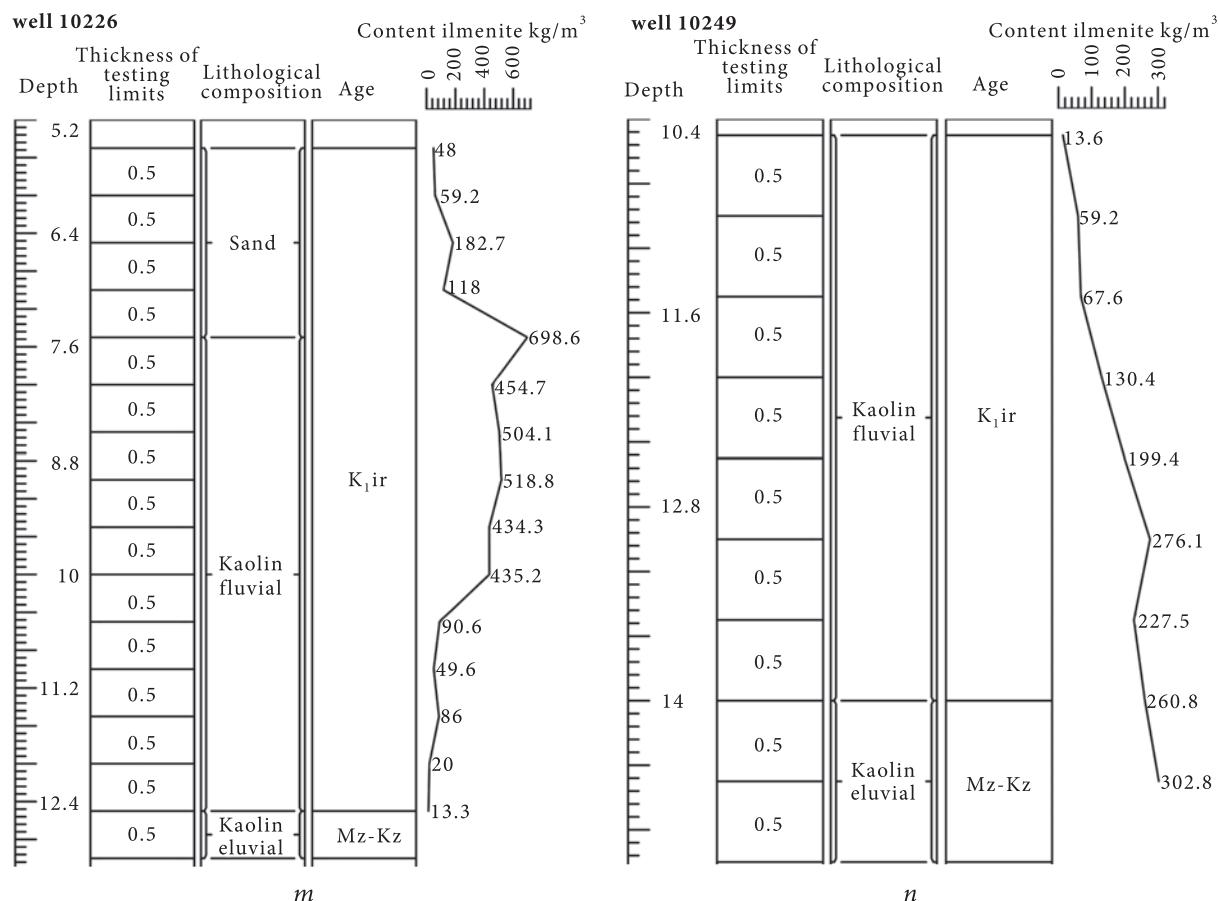


Рис. 7. Закінчення

The End Fig. 7

перевищує такий у корі вивітрювання (див. рис. 7, с, d, f, m). Іноді вміст ільменіту у флювіальних каолінах є меншим, аніж в елювіальних. У випадку, коли флювіальні каоліни залягають на континентальних пісках зі значним вмістом ільменіту, вони у нижній частині розрізу також містять значну кількість ільменіту. Флювіальні каоліни, що залягають на континентальних пісках з незначним вмістом ільменіту, часто містять ільменіт у кількості 100—355,3 кг/м³. Подекуди вміст ільменіту в каолінах у 50 разів перевищує такий у пісках, що їх підстеляють. Часто в межах вертикального перетину покладу каоліну розподіл вмісту ільменіту (незалежно від кількості) є майже рівномірним.

Розподіл ільменіту в піщано-кременевому горизонті також нерівномірний. Ільменіт більш-менш рівномірно розподіляється в породі, має підвищений вміст у нижній (див. рис. 7, с, d, f, g, h, i, j, k) або верхній та нижній частинах одночасно (див. рис. 7, a, b).

Висновки. За результатами аналізу і узагальнення раніше виконаних робіт уперше створено модель рудоносності Юрської ділянки й укладено цільову базу даних, на основі якої здійснено картографічні побудови. Останні дали змогу дослідити структурні (характер рельєфу підосви, поверхні рудовмісних відкладів, латеральну зміну їхньої товщини) і речовинні (літологічний склад, розподіл ільменіту за латераллю і у вертикальному перетині рудоносних відкладів) параметри розсіпів у різних літотипах різновікових і різнофаціальних утворень. На цій основі зроблено такі висновки:

1. Рудоносність Юрської ділянки представлена просторово-парагенетично пов'язаною рудною системою, яка складена титановмісними породами кристалічного фундаменту, їхніми корама вивітрювання, континентальними (апт-альб) продуктами розмиву і перевідкладення елювію (іршанська світа), морськими (турон) продуктами (мош-

но-руднянська світа) часткового розмиву і перевідкладення континентальних відкладів апту-альбу.

2. Продуктивні відклади іршанської світи (апт-альб) виповнюють давні ерозійно-тектонічні палеодолини. Кора вивітрювання кристалічних порід фундаменту слугувала плотиком для алювіальних (частково алювіально-делювіальних, делювіальних) нижньокрейдових відкладів іршанської світи.

3. Значний перепад висот покрівлі і підосви продуктивних відкладів обумовив складну конфігурацію розсипу. Перепад висот між абсолютними відмітками покрівлі для каолінів іршанської світи становить 30,4 м; пісків — 25,5 м; відкладів мошно-руднянської світи — 35,22 м. Перепад висот між абсолютними відмітками підосви для каолінів іршанської світи — 24,5 м; пісків — 26,5 м; піщано-кременевого горизонту мошно-руднянської світи — 35,6 м.

4. Продуктивний горизонт у межах Юрської ділянки представлений різними за віком, генезисом і літологічним складом породами: континентальними флювіальними каолінами та пісками іршанської світи, їх перешаруванням та іноді мілководними узбережньоморськими піщано-кремевими породами мошно-руднянської світи.

5. Найбільша товщина притаманна флювіальним каолінам нижньої крейди; в них встановлено також найвищий вміст ільменіту — 1447,4 кг/м³.

6. У елювіальних каолінах майже на всій площі Юрської ділянки наявний прямий кореляційний зв'язок між рельєфом їхньої підосви і покрівлі та обернений кореляційний зв'язок цих показників із товщиною елювіальних каолінів. У піщаних відкладах апту-альбу наявний обернений кореляційний зв'язок між їхніми товщиною і рельєфом підосви. Рельєф покрівлі піщаних відкладів має кореляційний зв'язок із рельєфом їхньої підосви лише в межах локальних ділянок. У перевідкладених каолінах апту-альбу на значній площі ділянки існує прямий кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і покрівлі пласта та обернений — між цими показниками і товщиною каолінів. У межах поширення піщано-кременевого горизонту (ту-

рон) наявний прямий кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і покрівлі та майже відсутній кореляційний зв'язок з цими показниками та товщиною відкладів. У товщі, що перекриває рудоносні утворення у межах більшої частини їх поширення, існує прямий кореляційний зв'язок між рельєфом підосви і покрівлі (іноді цей зв'язок є оберненим).

7. Встановлено зворотні та прямі дуже слабкі і прямі слабкі кореляційні зв'язки середнього вмісту ільменіту в різновікових і різногенетичних літотипах порід, які містять промисловий вміст ільменіту.

8. Вміст ільменіту в продуктах розмиву і перевідкладення елювію подекуди в декілька разів вищий, аніж у корі вивітрювання. Як правило, значний вміст ільменіту у відкладах не визначений підвищеним вмістом мінералу в породах, що їх підстеляють. Подекуди у відкладах, що залягають гіпсометрично вище за розрізом, вміст ільменіту у декілька разів вищий або нижчий, аніж в утвореннях, що їх підстеляють.

9. Збагачення ільменітом кори вивітрювання є віддзеркаленням його розподілу і вмісту в материнських породах кристалічного фундаменту, натомість вертикальний і латеральний розподіл ільменіту у відкладах апту-альбу здебільшого визначений фаціальними обстановками їх утворення та літологічним складом відкладів і, меншою мірою — наявністю ділянок збагачення в елювіальній товщі. Вміст ільменіту у відкладах мошно-руднянської світи турону обумовлений, переважно, рудоносністю відкладів іршанської світи, а його просторовий розподіл — фаціальними умовами розсипоутворення.

10. Отримані результати вказують на складний взаємозв'язок між різновіковими і різногенетичними рудоносними утвореннями. Ділянки збагачення ільменітом у різновікових та різногенетичних відкладах збігаються не часто.

12. Результати досліджень характеризують особливості розподілу ільменіту у різновіковій просторово-парагенетичній системі, сукупність якої становить основний рудоносний потенціал осадового чохла Юрської ділянки, і можуть слугувати інформаційною базою для супроводу видобувних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук М.С. Геолого-генетичні моделі рудоносних кір вивітрювання та продуктів їх розмиву і перевідкладення. *Зб. тез наук. конф., присвяченої 50-річчю Ін-ту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка* (14—16 трав. 2019 р., м. Київ). У 2-х т. Київ: НАН України, ІГМР ім. М.П. Семененка. 2019. Т. 2. С. 53—54.
2. Державна геологічна карта України. 1 : 200 000. Аркуш М-35-ХІ (Коростень). Костенко М.М. та ін.; Мін-во екології та природ. ресурсів України, Північ. держ. регіон. геол. підпр. "Північгеологія". Київ, 2001. 145 с.
3. Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І., Куліш Є.О., Нечаєв С.В., Третяков Ю.І., Шумлянський В.О. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Т. 1. Металічні корисні копалини. Київ-Львів: Центр Європи, 2005. 785 с.
4. Титановые и титано-циркониевые россыпи Украинской ССР. Гл. ред. Н.П. Семененко, Отв. ред. М.Ф. Веклич. Киев: АН УССР, Ин-т геол. наук, Сектор геогр., Ин-т экономики СОПС, Мин-во геол. УССР, Ин-т минер. рес., 1967. 850 с.
5. Фігура Л.А., Ковальчук М.С. Рудоносність Осинової ділянки Межирічного родовища титанових руд. *Геохімія та рудоутворення*. 2022. Вип. 43. С. 59—73. <https://doi.org/10.15407/gof.2022.43.059>
6. Хрущев Д.П., Ковальчук М.С., Ремезова Е.А., Лаломов А.В., Цымбал С.Н., Босевская Л.П., Лобасов А.П., Ганжа Е.А., Дудченко Ю.В., Крошко Ю.В. Структурно-литологическое моделирование осадочных формаций. Киев: Интерсервис, 2017. 352 с.

Надійшла 07.08.2023

REFERENCES

1. Kovalchuk, M.S. (2019), *Coll. of Theses of the Sci. conf. dedicated to the 50th anniversary of the M.P. Semenenko IGMOF, May 14-16, 2019*, Kyiv, in 2 vols, Kyiv, Vol. 2, pp. 53-54 [in Ukrainian].
2. Kostenko, M.M. et al. (2001), *State geological map of Ukraine., Scale 1:200,000. Sheet M-35-XI (Korosten)*, Ministry of Ecology and Nature of resources of Ukraine, Northern State Regional Geol. Enterprise "Northern Geology", Kyiv, 145 p. [in Ukrainian].
3. Gursky, D.S., Yesypchuk, K.Yu., Kalinin, V.I., Kulish, Ye.O., Nechaiev, S.V., Tretyakov, Yu.I. and Shumlyansky, V.O. (2005), *Metallic and non-metallic deposits of Ukraine*, Vol. I, *Metallic deposits*, Tsentr Evropy, Kyiv-Lviv, 785 p. [in Ukrainian].
4. Semenenko, N.P. and Veklich, M.F. (eds) (1967), *Titanium and titanium-zirconium placers of the Ukrainian SSR*, Kyiv, 850 p. [in Russian].
5. Figura, L.A. and Kovalchuk, M.S. (2022), *Geochemistry and ore formation*, Iss. 43, pp. 59-73 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/gof.2022.43.059>
6. Khrushchev, D.P., Kovalchuk, M.S., Remezova, E.A., Lalomov, A.V., Tsymbal, S.N., Bosevskaya, L.P., Lobasov, A.P., Ganzha, E.A., Dudchenko, Yu.V. and Kroshko, Yu.V. (2017), *Structural and lithological modeling of sedimentary formations*, Publ. Interservice, Kyiv, 352 p. [in Russian].

Received 07.08.2023

L.A. Figura, PhD (Geology), Senior 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

GEOLOGICAL STRUCTURE AND ORE-BEARING OF THE YURSKA AREA OF THE MEZHRYCHNE TITANIUM ORE DEPOSIT

Information on the geological structure of the Yurska area of the Mezhyrichne titanium ore deposit is provided. It was found out that the geological structure of the site involves crystalline rocks of the foundation, their weathered crust and continental and marine deposits of different ages of the Mesozoic and Cenozoic: Lower Cretaceous continental (Irshan suite), Upper Cretaceous coastal marine (Moshno-Rudnyan suite), Paleogene (marine and continental), Neogene and Quaternary continental sediments. A useful mineral of the Jurassic area is ilmenite, which forms ore bodies in the crust of weathering of crystalline rocks of the foundation, sediments formed due to erosion and redeposition of eluvium (Irshan suite), as well as in rocks formed due to erosion of secondary ilmenite reservoirs (Moshno-Rudnyan suite and, to a lesser extent, heterogeneous genetic formations of the Quaternary system). The maximum content of ilmenite in the weathering crust is 430.2 kg/m³; in fluvial kaolins of the Irshan suite — 1447.4 kg/m³; in differently-grained sands of this suite — 506.2 kg/m³; in the sandy-siliceous horizon of the Moshno-Rudnyan suite — 256.7 kg/m³; in Quaternary loams and sandy loams — 146.4 kg/m³. The industrial

placers of ilmenite are localized in the formations of the Irshan suite. Sandy-siliceous rocks of the Moshno-Rudnyan suite with an ilmenite content of more than 15 kg/m³ are included in the composition of the upper part of the industrial placer layer. On the basis of the coordinates, description and testing of the 1613 wells, a target database was created, on the basis of which a set of maps was built: maps of the lateral distribution of the average ilmenite content in the gruss of zone dezintegration of weathering rocks, in the kaolins of eluvial, in the fluvial kaolins and sands of the Irshan suite, and in the sandy-siliceous rocks of the Moshno-Rudnyan suite; maps of bottom and top surface relief and thickness of kaolins and sands of the Irshan suite and sandy-siliceous rocks of the Moshno-Rudnyan suite. The structural (nature of the relief of the bottom and top surfaces of ore-bearing deposits and their thickness) and material (lithological composition, distribution of ilmenite along the lateral and in the vertical cross-section of ore-bearing deposits) of placers parameters were studied. It was found that the relief of the bottom and of the top of the ore-bearing formations is uneven with local elevations and depressions. It was found that the content of ilmenite in the weathering crust increases, as a rule, up the section from the zone of disintegration and leaching to the zone of final hydrolysis and oxidation of weathering products. The vertical distribution of ilmenite in the Irshan and Moshno-Rudnyan rocks is uneven with a general tendency to decrease upwards along the section. Sometimes there are several enrichment horizons of insignificant thickness, or a significant content of ilmenite is present in the top of the rocks. Sometimes there are several enrichment horizons in the rocks, as a rule, in the lower and upper parts of the geological section. The directionality and strength of correlations between the relief of the sole and the surface, thickness and average content of ilmenite in ore-bearing rocks of different-ages and different-genetics of the Cretaceous system were investigated. It was found that the correlations have different directions and are mostly very weak, weak, sometimes moderate, medium and rarely strong. It was established that the distribution and content of ilmenite in the weathering crust is determined by its distribution and content in the crystalline rocks of the foundation. The distribution and content of ilmenite in the continental fluvial formations of the Irshan suite is determined mainly by the facies conditions of sedimentation and is rarely determined by its significant content in the underlying rocks. The distribution of ilmenite in the formations of the Moshno-Rudnyan suite is determined by the facies conditions of formation, and its content is determined by its content in the underlying rocks.

Keywords: Korosten pluton, Mezhyrichne deposit, ilmenite, Yurska area, geological structure, ore bearing.