

УДК 553.41:553.068.7

## ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОГЕОХИМИЯ И РУДОНОСНОСТЬ УГЛЕРОДИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ МАГНИТОГОРСКОГО МЕГАСИНКЛИНОРИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© А.В. Сначёв, В.И. Сначёв

Кратко рассмотрено геологическое строение северной части Магнитогорского мегасинклинория. Показано, что углеродсодержащие отложения, приуроченные здесь только к поляковской свите, относятся к низкоуглеродистому типу и кремнисто-углеродистой формации. Породы испытали неоднократную тектоническую переработку, окварцевание, сульфидизацию, что привело к образованию на одном из участков (Черноозерском) повышенных содержаний золота, максимальные значения которого по результатам бороздowego опробования достигают 18 г/т.

Ключевые слова: углеродистые сланцы, рудоносность, благородные металлы, золото, метаморфизм, поляковская свита, Черноозерское проявление.

Рассматриваемая территория находится в северной части западного фланга Магнитогорского мегасинклинория. Сложное геологическое и тектоническое ее строение обусловлено расположением напротив Уфимского выступа, в наиболее сжатой части Уральских структур, где сформированные в разное время и в различных геодинамических обстановках структурно-вещественные комплексы претерпели кардинальные изменения в коллизийные этапы развития территории с формированием надвиговых дислокаций и парагенезисов сдвиговых, взбросо-сдвиговых нарушений (рис. 1).

Проведенные С.Г. Самыгиным и др. [1] работы показали, что породы данного района «...смяты в систему запрокинутых к западу протяженных линейных складок, в разной степени рассланцованы и претерпели низкотемпературный метаморфизм...». Авторы выделяют здесь два основных структурных комплекса – аллохтонный и параавтохтонный, первый из которых выполняет две синформы (Западную и Восточную).

Нижняя структурная единица обеих синформ сложена в разной степени серпенти-

низированными гипербазитами, габброидами, диабазами, а также фрагментами осадочного разреза и вулканитами, относимыми традиционно к поляковской свите, которая прослеживается в виде двух полос в пределах Западно-Магнитогорской зоны, в юго-западной части Кыштымской площади (см. рис. 1). Первая из них в районе г. Карабаш обнажена на г. Крестовой, Заводских Горках и на г. Богородской, вторая полоса образует изолированное тело внутри Карабашского гипербазитового массива.

Поляковская свита, речь о которой и пойдет в данной работе, представлена натриевыми афировыми базальтами, реже порфиоровыми, глинисто-кремнистыми и углисто-кремнистыми сланцами, кремнистыми туффитами, углеродистыми песчаниками и алевролитами, редко-вулканомиктовыми песчаниками. Взаимоотношения с нижележащими образованиями тектонические, граница с вышележащими породами ирендыкской свиты несогласная. Обнаженность образований свиты недостаточная. Они изучались в отдельных обнажениях и по керну буровых скважин. Мощность ее составляет 800–1000 м.

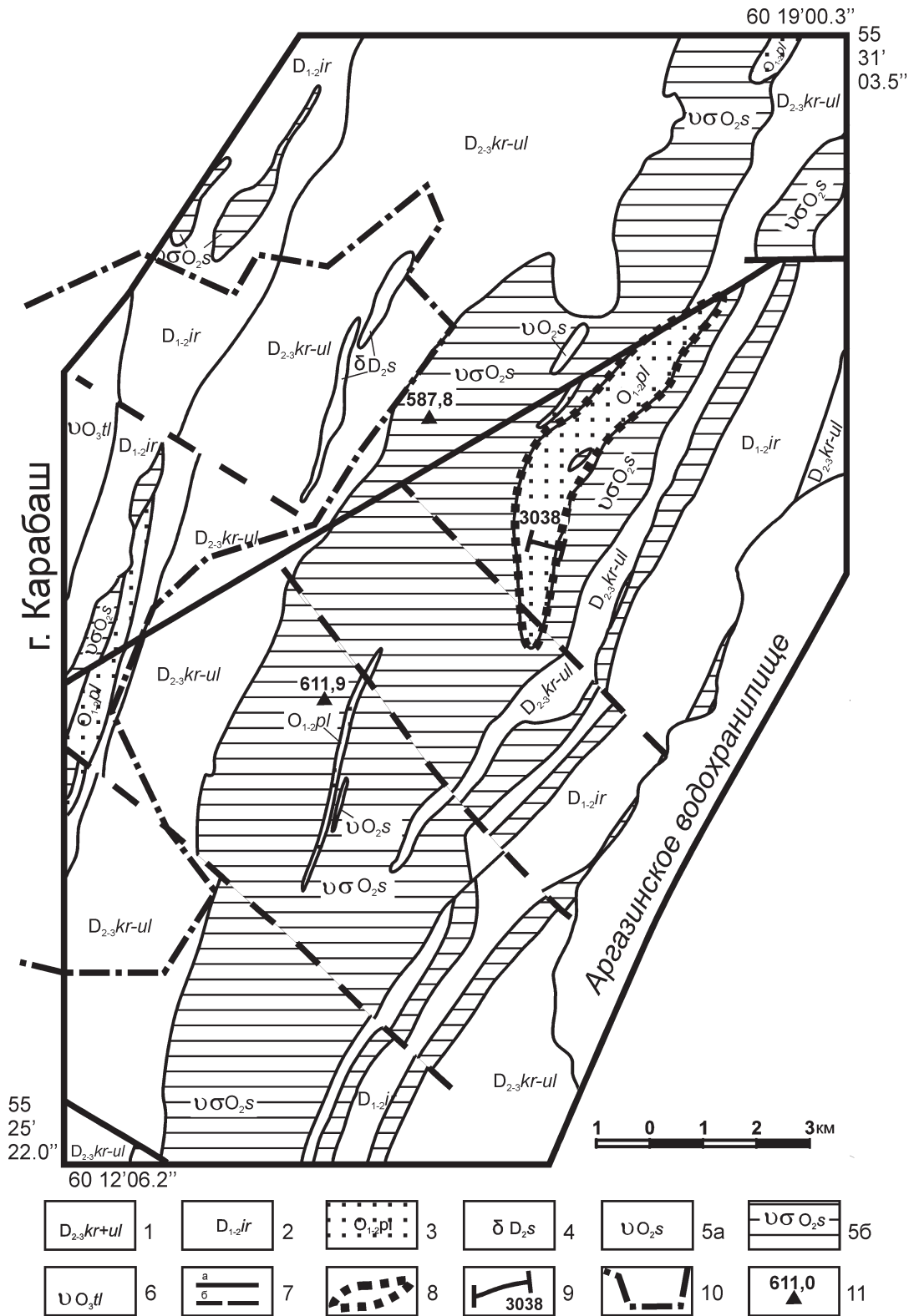


Рис. 1. Схема геологического строения северной части Магнитогорского мегасинклиория: 1 – карамалыташская и улутауская свиты; 2 – ирендыкская свита; 3 – поляковская свита; 4 – салаватский комплекс диорит-плагиогранитный; 5 – сакмарский комплекс габбро-дунит-гарцбургитовый (а – габбро, б – гарцбургиты, дуниты, ортопироксениты, серпентиниты Карабашского массива); 6 – таловский комплекс дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый (клинопироксениты, верлиты, дуниты серпентинизированные); 7 – тектонические нарушения (а – достоверные, б – предполагаемые); 8 – комплексная геохимическая аномалия; 9 – геохимический профиль и его номер; 10 – контур города Карабаш; 11 – высотные отметки (611,9 м – гора Карабаш)

Тектурно-структурные особенности базальтов проявлены во флюидално-полосчатых текстурах, иногда с плоскообломочными горизонтами в их кровле. Структуры пород афировые, интерсертальные, реже порфировые (вкрапленники уралитизированного пироксена размером до 5 мм). В составе пород плагиоклаз (альбит, олигоклаз), актинолит таблитчатый (по пироксену) и игольчатый в основной массе базальтов, кроме того, повсеместно присутствуют хлорит, эпидот, реже – карбонат, цоизит. Из рудных отмечаются магнетит и пирит, иногда пирротин. На дискриминационных диаграммах фигуративные точки базальтов попадают в поля континентально-рифтогенных толеитов и платобазальтов.

Возраст свиты надежно датирован по конодонтам [2–3], а также находками остатков конодентов в кремнистых сланцах (сборы О.В. Артюшковой). Они найдены на соседнем южном листе (N-41-VII), южнее Уфимского тракта, в 200 м к югу от высоты 415,3 м. Комплекс конодентов имеет плохую сохранность, но по присутствию в нем элементов родов *Prioniodus* и *Periodon*, по заключению Т.М. Мавринской (ИГ УНЦ РАН), возрастной интервал определяется в пределах

аренигского века раннего ордовика – среднего ордовика.

В ходе проведения работ по геологической съемке масштаба 1 : 200 000 в пределах листа N-41-I (Кыштымская площадь) были проанализированы углеродсодержащие метапесчаники и сланцы поляковской свиты (рис. 2). Всего было выполнено 44 силикатных анализа (аналитик С.А. Ягудина), а также определены содержания Co, Ni, Cr, Cu, Zn (атомно-абсорбционным методом, аналитик Н.Г. Христофорова) в химической лаборатории Института геологии УНЦ РАН. Первичные данные по углеродистым сланцам опубликованы в монографии [2] и в данной работе не приводятся.

Небольшая выборка определений  $C_{орг}$  в углеродистых отложениях, укладываемая в узкий интервал 1–3%, позволяет отнести их к низкоуглеродистому типу. Определение формационной принадлежности черносланцевых отложений поляковской свиты Черноозерского проявления основано на диаграмме А-S-C [1] (рис. 3).

Очевидно, что подавляющее большинство фигуративных точек довольно компактно укладываются в поле кремнисто-углеродистой формации. Попадание двух точек в поле

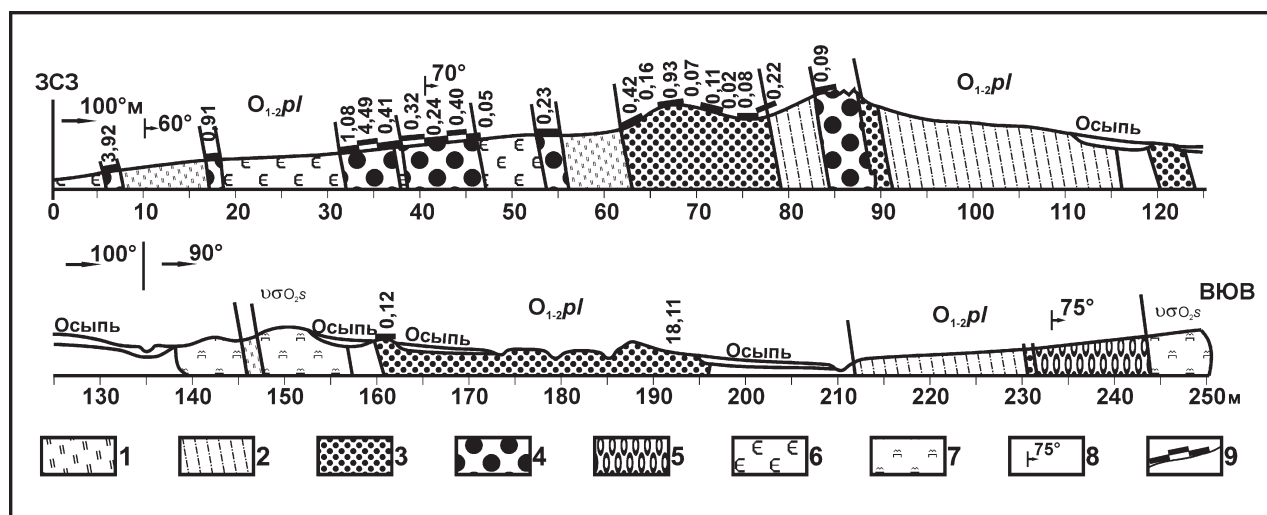


Рис. 2. Геологический разрез поляковской свиты с результатами бороздowego опробования на Черноозерском проявлении: 1 – кремнистые, серицит-кремнистые сланцы углеродистые; 2 – blastoaleвролитовые зеленые сланцы; 3 – метапесчаники полимиктовые и полевошпатовые углеродистые; 4 – углеродистые метаалевролиты и метапесчаники; 5 – метаконгломераты полимиктовые углеродистые; 6 – метатуфоалевролиты и метатуфопесчаники; 7 – серпентиниты антигоритовые и тальково-карбонатные породы; 8 – элементы залегания слоистости; 9 – интервалы отбора бороздowych проб и содержания золота в г/т

терригенно-углеродистой формации связано с повышенными значениями  $Al_2O_3$  (13–14%), а одна точка относится к карбонатно-углеродистым породам ( $MgO$  – 28%), что говорит о незначительном присутствии карбонатов в разрезе или слабых изменениях в результате доломитизации отложений.

Основным индикатором удаленности бассейна седиментации от береговой линии является примесь терригенного материала, относительную величину которой можно получить из анализа параметра  $S$ . Так, чем меньше его значения, тем больше терригенного материала в осадках. Вынесенные на диаграмму значения параметра  $S$  по разрезу 3038 (см. рис. 1), проведенному вкострест простирания углеродистых отложений, не позволяют говорить о какой-либо закономерности распределения терригенного материала с запада на восток.

Интерпретация состава углеродистых отложений поляковской свиты проводилась по стандартным петрохимическим параметрам (модулям), рассчитываемым по силикатным анализам [3].

Рассматриваемые отложения, согласно гидролизатному модулю ( $GM = (TiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + FeO + MnO) / SiO_2$ ), относятся к типу силитов, класс гипосилитов (среднее значение  $GM = 0,12$ ), а по значениям алюмокремниевого модуля ( $AM$  среднее  $0,08$ ) – к кварцевым песчаникам и кремнистым породам.

Наиболее информативным является отношение гидролизатного и алюмокремниевого модулей ( $AM = Al_2O_3 / SiO_2$ ), т.к. для этих двух модулей типична положительная корреляция, нарушение которой указывает на наличие чуждых примесей в породе (например, низкие  $AM$  при высоких значениях  $GM$  возникают при появлении железистого вулканогенного материала). К сожалению, для разреза углеродистых отложений (т. н. 3038) закономерности в распределении параметров выявить не удалось.

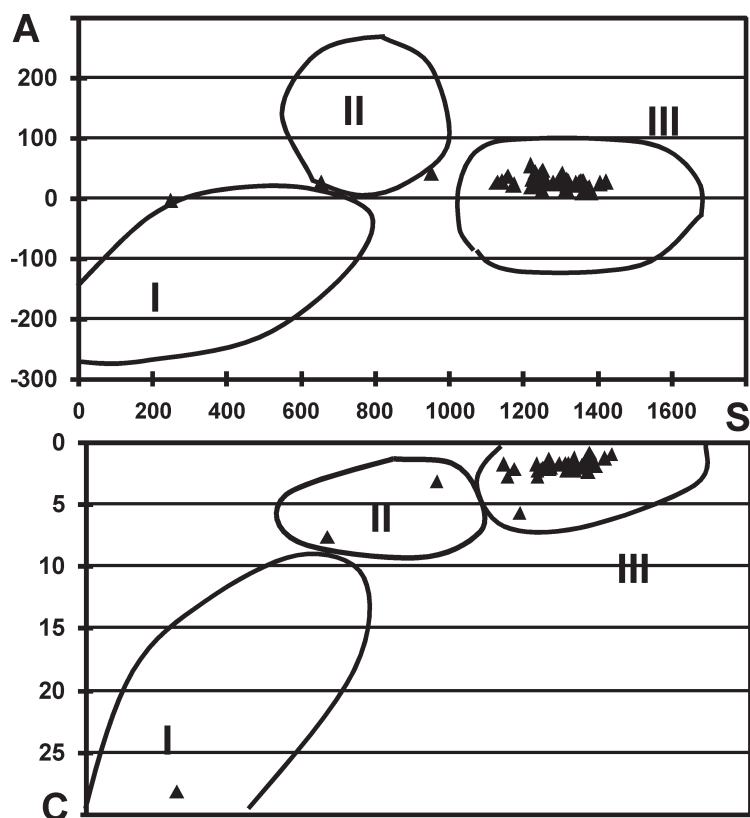


Рис. 3. Типизация углеродистых отложений поляковской свиты с помощью диаграммы О.В. Горбачева, Н.А. Созинова [1]. Поля формаций: I – карбонатно-углеродистая; II – терригенно-углеродистая; III – кремнисто-углеродистая. Параметры  $A = (Al_2O_3 - (CaO + K_2O + Na_2O)) * 1000$  и  $S = (SiO_2 - (Al_2O_3 + Fe_2O_3 + FeO + CaO + MgO)) * 1000$  выражены в молекулярных количествах, параметр  $C = CaO + MgO$  – в массовых долях оксидов

Для углеродистых отложений поляковской свиты сумма окислов железа в среднем составляет 3,0%, что говорит о значительной терригенной примеси в составе пород. Для большинства анализов значение закисного модуля составляет меньше 1, что указывает на окислительные условия накопления осадков (рис. 4).

Подобная ситуация возможна, если отложение осадка происходило в неоднородных условиях, возможно, в зоне шельфа с локальными впадинами. Это подтверждается и отношением железа и марганца ( $Fe / Mn$ ), для которого характерны значения как глубоководные (10–40), так и переходные к мелководным (50–60).

Все углеродистые отложения поляковской свиты, вынесенные на диаграмму Н.П. Семененко [4], довольно компактно попадают в поля

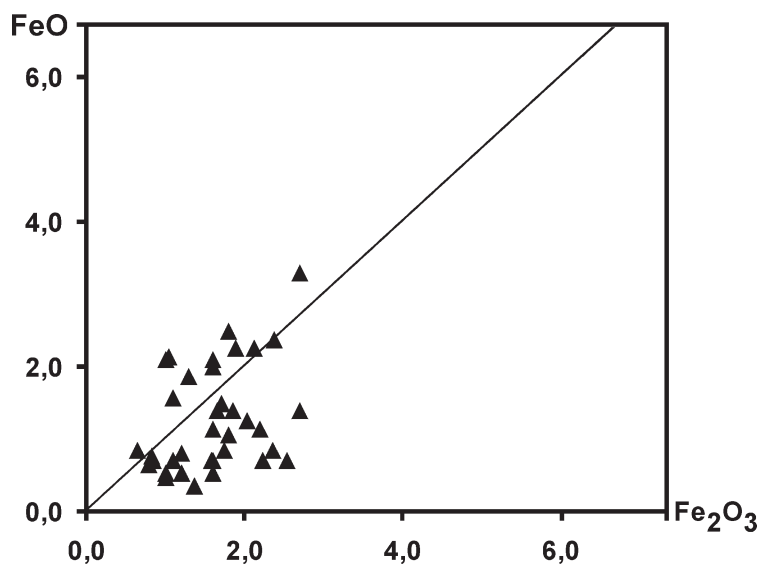


Рис. 4. Диаграмма FeO / Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для углеродистых отложений поляковской свиты

пород щелочноземельно-известкового ряда, больше тяготея к известково-карбонатной подгруппе (рис. 5).

Наиболее интересным объектом в черносланцевой формации в пределах северной части Магнитогорского мегасинклиория является золотое проявление, названное Черноозерским [5–6]. Проявление расположено в

2 км восточнее г. Карабаш и в 2 км западнее линии железной дороги Карабаш – Кыштым, где приурочено к участку развития черносланцевых терригенных отложений поляковской свиты (O<sub>1-2</sub>p1) (см. рис. 1–2), представленных переслаивающимися туфами, туффитами, различными сланцами, песчаниками, конгломератами и оталькованными породами. Среди них отмечаются слои углеродисто-глинистых, углеродисто-кремнистых и углеродисто-серицит-кварцевых сланцев, содержание органического углерода (C<sub>орг</sub>) в которых достигает 3%. Терригенные отложения прослеживаются в субмеридиональном направлении вдоль восточного

склона Карабашских гор в виде неширокой (менее 1 км) полосы на протяжении свыше 3,5 км. На западе и востоке они контактируют с серпентинизированными ультраосновными породами Карабашского массива.

В хорошо обнаженной части площади аномалии (обн. 3038) (см. рис. 1) было проведено бороздовое опробование чернослан-

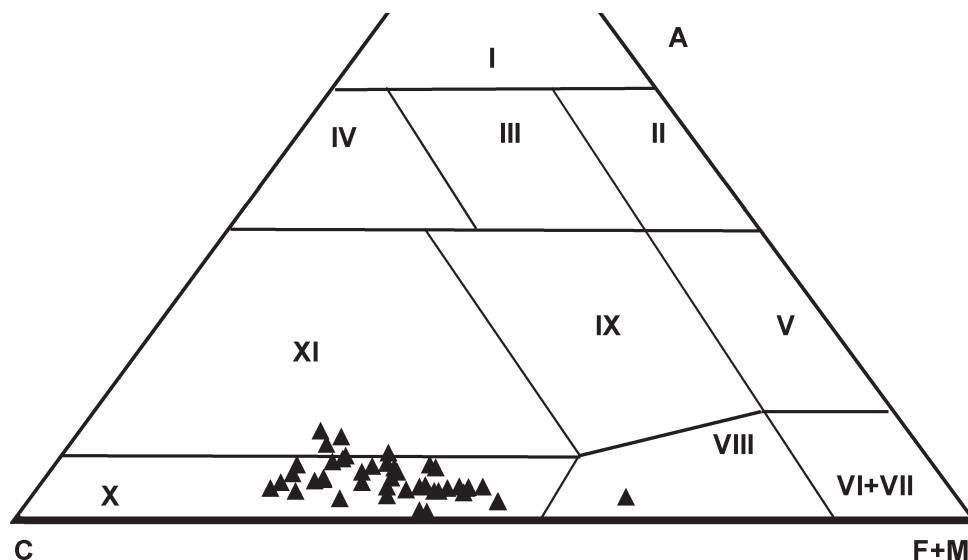


Рис. 5. Разделение углеродистых сланцев поляковской свиты на петрохимической диаграмме Н.П. Семененко [4]: Поля: I – подгруппы собственно алюмосиликатных пород; II – подгруппы железисто-магнезиально-алюмосиликатных пород; III – подгруппы щелочноземельно-алюмосиликатных пород орторяда; IV – подгруппы известково-алюмосиликатных пород; V – группы глиноземисто-магнезиально-железисто-кремнистых пород; VI – группы железисто-кремнистых пород; VII – группы магнезиальных ультраосновных пород орторяда; VIII – группы щелочноземельно-малоглиноземистых ультраосновных пород орторяда; IX – группы щелочноземельно-глиноземистых основных пород орторяда; X – известково-карбонатной подгруппы щелочноземельно-известкового ряда; XI – глиноземисто-известковистой подгруппы щелочноземельно-известкового ряда

цевых отложений с длиной проб от 1,5 до 2,5 м (см. рис. 2). Определения золота, платины, палладия, родия и иридия выполнены в лаборатории анализа минерального вещества ИГЕМ РАН химико-спектральным методом с предварительным концентрированием на органическом полимерном сорбенте «Полиоргс-4». Нижние пределы количественных определений всех элементов – 0,0005 г/т. Было установлено, что во всех 23 пробах присутствует золото с содержанием от 0,019 до 18,11 г/т. Кроме того, в пробах отмечено присутствие элементов группы платины: палладия – от 0,0005 до 0,061 г/т; платины – от < 0,0005 до 0,018 г/т; родия – от 0,0009 до 0,079 г/т; иридия – от < 0,0005 до 0,010 г/т.

Таким образом, углеродистые отложения северной части Магнитогорского мегасинклинория относятся к низкоуглеродистому типу и кремнисто-углеродистой формации. Наличие повышенных содержаний золота в углеродсодержащих отложениях Черноозерского проявления позволяет говорить о высокой их перспективности на обнаружение промышленного золотого оруденения, приуроченного к черносланцевой формации. Данный объект заслуживает дальнейшего изучения и постановки в его пределах специальных поисковых работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Самыгин С.Г., Кузнецов Н.Б., Павленко Т.Н., Дегтярев К.Е. Структура Кыштым-Миасского района Южного Урала и проблема сочленения Магнитогорских и Тагильских комплексов // Урал: фундаментальные проблемы геодинамики и стратиграфии. М.: Наука, 1998. С. 73–92.
2. Сначёв А.В., Сначёв В.И., Рыкус М.В. и др. Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Южного Урала. Уфа: ДизайнПресс, 2012. 208 с.
3. Юдович Я.Э., Беляев А.А., Кетрис М.П. Геохимия и рудогенез черных сланцев Пай-Хоя. СПб.: Наука, 1998. 366 с.
4. Семенов Н.П., Головкин Н.И., Жуков Г.В. и др. Петрография железисто-кремнистых формаций Украинской ССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 215 с.
5. Рыкус М.В., Сначёв В.И., Кузнецов Н.С. и др. Рудоносность дунит-гарцбургитовой и черносланцевой формации пограничной зоны между Южным и Средним Уралом // Нефтегазовое дело. 2009. Т. 7, № 2. С. 17–27.
6. Сначёв А.В., Кузнецов Н.С., Сначёв В.И. Черноозерское проявление золота – первый объект на Южном Урале в углеродистых отложениях офиолитовой ассоциации // Докл. РАН. 2011. Т. 439, № 1. С. 83–85.

## GEOLOGY, PETRO-GEOCHEMISTRY AND ORE MINERALIZATION OF CARBONACEOUS SEDIMENTS OF NORTH PART OF MAGNITOGORSK MEGASYNKLINORIUM (SOUTH URAL)

© A.V. Snachev, V.I. Snachev

The geological structure of northern part of Magnitogorsk megasyntklinorium is briefly considered in the article. It is shown that carbonaceous sediments referring here to the Polyakovka formation are of low carbonaceous type and siliceous-carbonaceous complex. The sediments experienced repeated tectonic reworking, quartz and sulfide enrichment that resulted in the appearance of high gold concentration in one of the areas (Chernoozerskoe), the maximal values of which according to a furrow assay are up to 18 g/t.

Key words: carbonaceous schists, ore potential, precious metals, gold, metamorfizm, Polyakovka formation, Chernoozerskoe field.