DOI 10.52209/1609-1825_2023_4_127 УДК 551+553(574.4)

Перспективная оценка при подсчете запасов Суздальского золоторудного месторождения с применением новых геоинформационных технологий (Восточный Казахстан)

[1]**ЧЕРНЕНКО Зинаида Ивановна,** *к.г.-м.н., старший преподаватель, zinchernenko@mail.ru,*
[1]**МИЗЕРНАЯ Марина Александровна,** *к.г.-м.н., ассоциированный профессор, mizernaya58@bk.ru,*
[1]***МАТАЙБАЕВА Индира Едылевна,** *PhD, ассоциированный профессор, indi.mataybaeva@mail.ru,*
[1]**КАПЖАПАРОВА Жанар Зейнелкабденовна,** *преподаватель, Z_Kapzhaparova@mail.ru,*
[1]**КУЗЬМИНА Оксана Николаевна,** *PhD, ассоциированный профессор, kik_kuzmins@mail.ru,*
[1]НАО «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева», Казахстан, Усть-Каменогорск, ул. А.К. Протозанова, 69,
**автор-корреспондент.*

Аннотация. *Рассмотрены особенности геологии, условий залегания, обновление информационной базы о золоторудном месторождении Суздальское, что в свою очередь ведет к прогнозированию новых запасов на уже известных участках, пополнению минерально-сырьевой базы региона. Одним из ведущих типов золотосульфидной минерализации с точки зрения потенциальных перспектив на золото является Суздальское месторождение, расположенное в юго-восточном экзоконтакте Семейтауской вулканоплутонической постройки. Интрузивные породы представлены дайками и мелкими телами диоритов, диоритовых порфиритов и гранодиорит-порфиров (C_3). По данным магниторазведки, в юго-западной части месторождения выделяется скрытая интрузия предположительно среднего состава. Первичное золотосульфидное оруденение связано с позднекаменноугольным магматизмом, а золотоносные коры выветривания сформировались в мезозойский этап стабилизации. Актуальность статьи – это необходимость увеличения количества исследованных золотоносных месторождений, а также потребность внедрения новых технологий для улучшения качества разведочных мероприятий. Цель статьи – уточнение геологических условий формирования и размещения Суздальского золоторудного месторождения (Восточный Казахстан, а также подсчет запасов месторождения, разработка и прогнозно-перспективная оценка научно-практических рекомендаций по направлению дальнейших прогнозно-поисковых работ для перспективной оценки золоторудного Суздальского месторождения.*

Ключевые слова: *золото, геоинформационные технологии, подсчет запасов, месторождение, Восточный Казахстан.*

Введение

Суздальское месторождение золота расположено в Жана-Семейском районе Восточно-Казахстанской области, в 50 км к юго-западу от города Семей.

В сравнении с золоторудной минерально-сырьевой базой мира, в Казахстане более существенную роль как в запасах, так и в добыче, играют комплексные месторождения, гораздо меньший удельный вес имеют золото-меднопорфировые месторождения. По уровню запасов, их качеству основные золоторудные месторождения Казахстана сопоставимы с месторождениями зарубежных стран и в принципе могли бы обеспечить более высокий уровень производства золота в стране. Вместе с тем, при неблагоприятной мировой конъюнктуре золота неизбежным становится предъявление более жестких требований к качественным и количественным параметрам отдельных месторождений и к минерально-сырьевой базе в целом [1, 2].

Суздальское золоторудное месторождение после отработки окисленных руд в 1995-2004 годы активно отрабатывает первичные запасы подземным способом по проекту «Опытно-промышленной отработки». В отработку повлечены рудная зона № 2, запасы которой с каждым годом все меньше и меньше, поэтому доизучение найденных рудных тел с переводом из категории C_2 в C_1 и доразведка перспективных флангов особенно

актуальны с каждым годом. Чем раньше будет проведена доразведка первичных запасов, тем раньше они будут вовлечены в горные проекты на отработку и тем эффективней будут использованы природные ресурсы, что продлит жизненный цикл рудника еще на несколько лет [3].

Геологическая позиция Суздальского золоторудного месторождения

Одним из ведущих типов золотосульфидной минерализации является Суздальское месторождение, расположенное в юго-восточном экзоконтакте Семейтауской вулканоплутонической постройки. Интрузивные породы представлены дайками и мелкими телами диоритов, диоритовых порфиритов и гранодиорит-порфиров (C_3). По данным магниторазведки, в юго-западной части месторождения выделяется скрытая интрузия предположительно среднего состава. Первичное золотосульфидное оруденение связано с позднекаменноугольным магматизмом, а золотоносные коры выветривания сформировались в мезозойский этап стабилизации [4, 5].

В геологическом строении месторождения принимают участие осадочные отложения аркалыкской свиты и серпуховского яруса нижнего карбона, майтюбинской свиты верхнего карбона и вулканогенные образования семейтауской свиты триаса, прорванные интрузивными телами среднего и кислого составов.

Вулканогенные образования семейтауской свиты развиты в северо-западной части месторождения, отделяясь от отложений карбона Суздальской тектонической зоной. Они сложены брекчиевыми, флюидальным лавами и лавобрекчиями липаритового состава с линзами литокластических туфов.

Рыхлые отложения перекрывают более 90% площади месторождения и характеризуются красноцветными глинами с линзами супесей павлодарской свиты миоцен-плиоценового возраста мощностью от 1 до 15 м, а также четвертичными суглинками и супесями (с примесью щебня) мощностью до 2-3 м (рисунок 1).

Генезис морфология и размеры рудных тел. Выявленные и изученные рудные тела зоны окисления месторождения Суздальское, располагающиеся в линейно-трещинных корах выветривания, характеризуются унаследованной от первичного оруденения формой, имеют крутое юго-восточное падение, сложную линзо-лентообразную форму и контролируются зонами гидротермальной проработки вдоль Суздальского разлома.

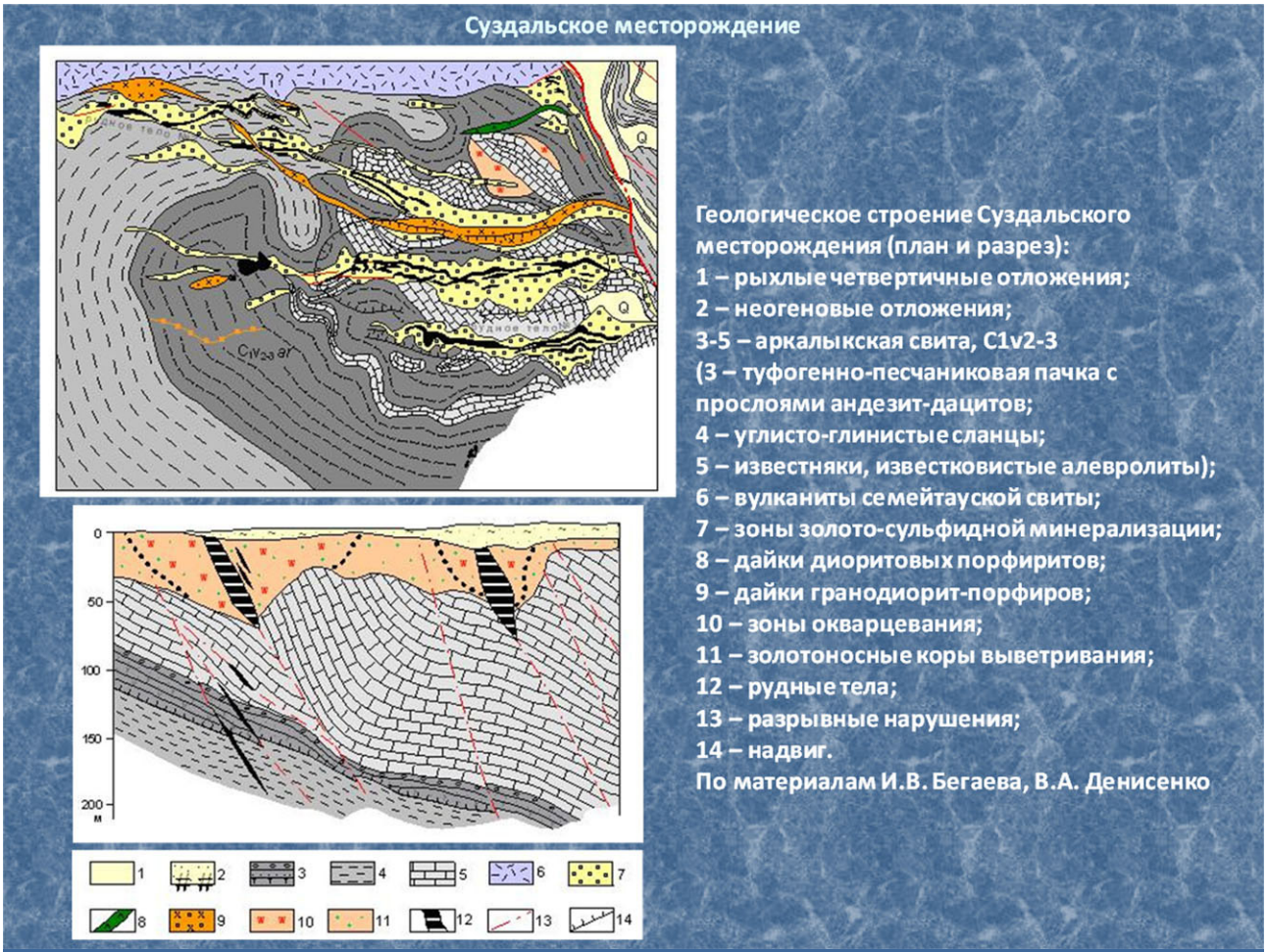

Рисунок 1 – Геологическое строение Суздальского месторождения

В пределах месторождения выявлено по пространственному положению в рудные зоны 1, 2, 3 и 4. Анализ распределения золота в них показывает, что наибольшие мощности и содержания в рудных телах тяготеют к узлам пересечения и сопряжения рудовмещающих зон с разломами северо-западного простирания [3, 6].

Четвертичные отложения подстилаются глинами неогена или корой выветривания. Мощность неогеновых глин составляет 0,5-18,0 м. На отдельных участках кора выветривания выходит на поверхность (рудное тело 1), но большая часть перекрыта четвертичными и неогеновыми отложениями. Мощность коры выветривания по данным бурения скважин от 5 до 80 м (рисунок 2).

Вещественный состав и природные типы руд

Первичные руды локализованы в пределах обширных зон гидротермального изменения и сульфидной минерализации. Сульфидная минерализация представлена двумя морфологическими типами: штокверково – прожилково – гнездововкрапленным и стратиформным.

Зоны первичного оруденения – это раздробленные и сильно трещиноватые углистые и известково-углистые алевролиты, известняки и песчаники, содержащие золотоносные кварц-карбонатные штокверки. Золотосульфидная минерализация представлена двумя типами: преобладающим штокверковым кварц-карбонатным (прожилково-гнездово-вкрапленным) и стратиформным (вкрапленность сульфидов в известняках) [7, 8].

Состав рудных тел: пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, блеклая руда, киноварь, антимонит, шеелит, самородное золото, флюорит, барит, кварц, карбонат.

Среднее содержание золота 10 г/т. Форма самородного золота дендрито-амебовидная. Концентрация золота установлена и в корах выветривания каолинитового и гидрослюдистого типов линейной формы мощностью от первых до 10, редко 100-200 м. Содержание золота изменчивое (от 1 до 90 г/т). Золотоносные коры выветривания имеют промышленное значение (рисунок 3).

Перспективы по увеличению общих запасов золота весьма реальны. Имеются значительные резервы по обеспечению их, о чем свидетельствуют имеющиеся количественные расчеты по оценкам прогнозных ресурсов золоторудных районов. Но в настоящее время запасы этих месторождений истощаются, а потребности растут, поэтому на ближайшие годы главной задачей будет проведение эксплуатационной разведки, обусловленной большой изменчивостью параметров россыпи как по мощности, так и в плане, а также стадийностью изучения рудных месторождений.

Поэтому необходимо более детально изучить геологическое строение Суздальского месторождения, создать электронную базу данных проектных скважин, создать объемную модель рудных тел и построить блочную модель для подсчета запасов в проектных скважинах.

Опробование и обработка проб

Для подсчёта запасов в комплексе опробования входят: керновое, пунктирно-точечное, групповое опробование, а также отбор штуфов (монолитов) для определения физико-механических свойств пород.

Керновое опробование по колонковым сква-

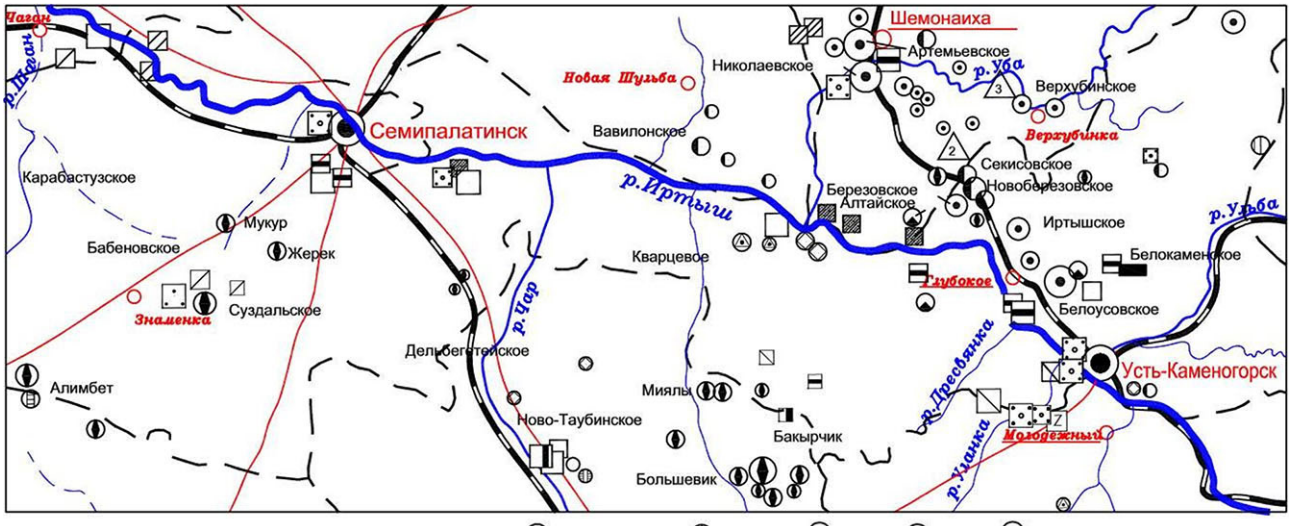

Рисунок 2 – Обзорная карта района работ масштаба 1:1000000

жинам отбираются в пределах зон гидротермально-метасоматической проработки и золотосульфидной минерализации. Также будут опробованы все аномалии РРК.

Отбор проб будет проводиться на полную мощность продуктивных зон с учетом литологии, степени гидротермально-метасоматических изменений, а также длины рейса. Длина проб колеблется от 0,5 до 1,5 м и в среднем составляет 1,0 (см. таблицу).

Подсчет запасов – новые геоинформационные технологии

Современные реалии развития цифрового пространства диктуют в первую очередь вести всю графическую геологическую документацию в электронном виде в специализированных программных пакетах. Современное развитие специализированных программ позволяет вести всю оперативную графику в компьютере и быстро делать оперативные подсчеты в режиме реального времени. На Суздальском месторождении используется программный продукт «Micromine», которая поддерживает все необходимые функции. Все это позволяет полностью отказаться от бумажных статических документов и ручного подсчета. Поэтому этой главе все внимание будет уделено автоматизированному подсчету запасов в программе «Micromine» (рисунок 4), но т.к. данная методика не завоевала должного доверия в умах геологов постсоветского пространства, мы сделаем контрольный подсчет запасов на наиболее изученной рудной зоне № 1-3 традиционным методом вертикальных параллельных сечений [9].

В настоящее время на Суздальском месторождении интерес представляют только первичные руды, отрабатываемые подземным способом. Поэтому все подсчеты запасов будут проводиться только для первичных руд.

Полученные научные результаты могут найти применение в практике геологоразведочных работ при выборе рациональной технологии и методики поисковых и разведочных работ на золото.

Практическая значимость работы заключается в возможности использовать результаты подсчета запасов при помощи программы Micromine в общей геологической практике для эффективной отработки месторождения.

Новизна работы заключается в использовании специализированных программ нового поколения в формировании базы геологических данных,

Рисунок 3 – Золото Суздальского месторождения

Подсчет запасов золота Суздальского месторождения	
Показатели кондиций	**Первичные руды**
Бортовое содержание золота	1,5 г/т
Минимальная мощность рудного тела	1,0 м
При меньшей мощности, но высоком содержании золота руководствоваться соответствующим метрограммом	1,5 г/т
Максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в контур РТ	3,0 м
Минимальное промышленное содержание в блоке	4,00 г/т

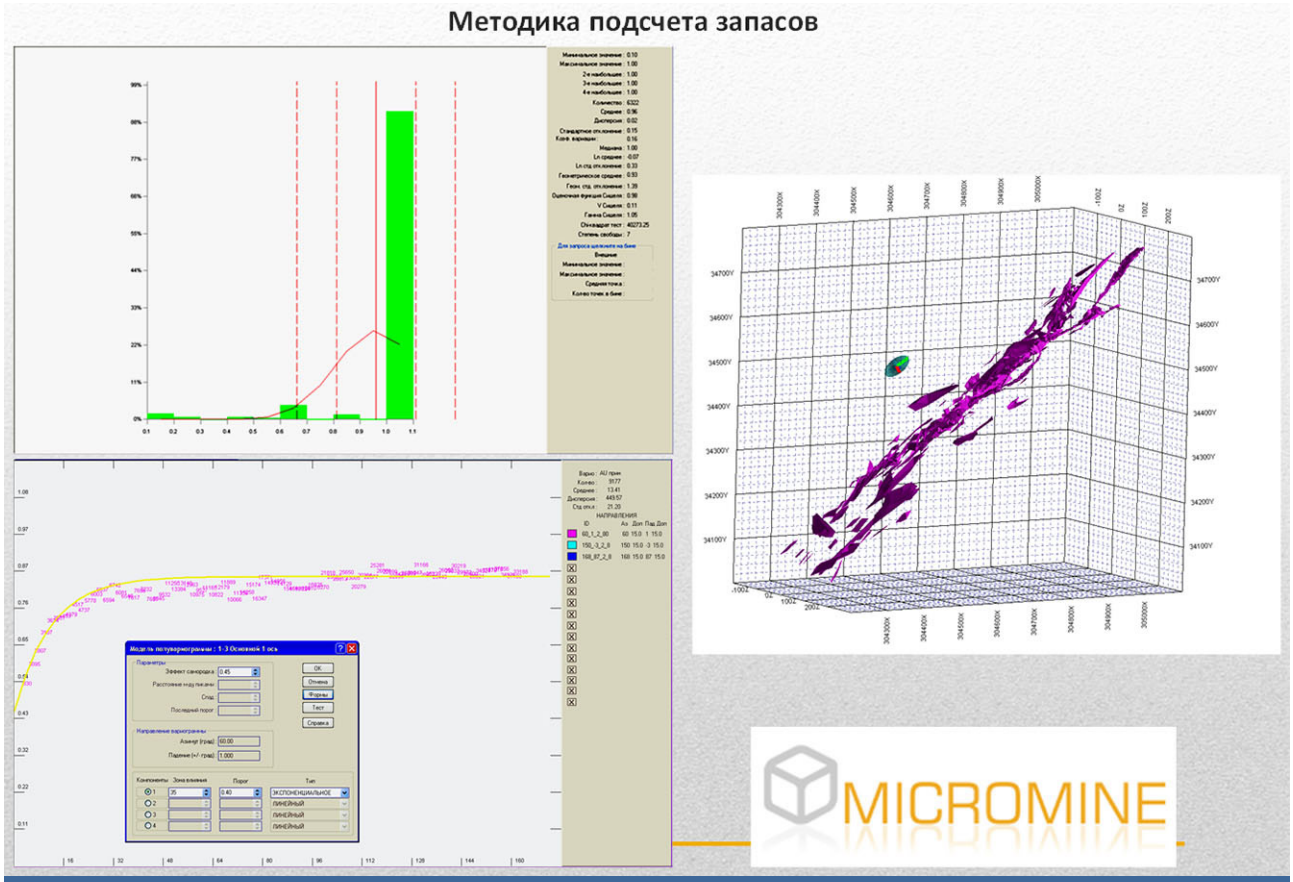

Рисунок 4 – Методика автоматизированного подсчета запасов в программе «Micromine»

трехмерном проектировании рудных тел, подсчете эксплуатационных и прогнозных запасов полезных ископаемых.

Ожидаемый прирост запасов составит 3686.24 кг золота.

Статья подготовлена в рамках ПЦФ проекта BR10264558 «Научная оценка инвестиционной привлекательности структур Казахстана, перспективных на выявление месторождений полезных ископаемых».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьячков Б.А., Кузьмина О.Н., Зимановская Н.А., Мизерная М.А., Черненко З.И., Амралинова Б.Б. Типы золоторудных месторождений Восточного Казахстана / Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева. Усть-Каменогорск, 2015. С. 204.
2. Нарсеев В.А., Рафаилович М.С., Дьячков Б.А. Золоторудный потенциал Казахстана. Гигантские месторождения золота Центральной Азии. – Алматы, 2014. – 200 с.
3. Мизерный А.И., Петров С.Ф. Минералогическое моделирование как современный метод прогноза и оценки золоторудных месторождений // Материалы Международной научно-технической конференции «Узбекгеоинновация-2010». Ташкент, 2010. С. 94-96.
4. Дьячков Б.А., Зимановская Н.А. О геологической позиции и возрасте золоторудных месторождений Восточного Казахстана // Изв. НАН РК. Сер. Гео. и Техн. наук. – № 5. – 2013. – С. 21-33.
5. Черненко З.И. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых: учебное пособие. Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2012. 167 с. РУМС утверждено КазНТУ им. К.И. Сатпаева.
6. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. – 304 с.
7. Черненко З.И. Смагулова А.М. Драгоценные дары Алтая: Книга-альбом. Усть-Каменогорск: ВКТУ, 2020. 130 с.
8. Черненко З.И. Геология и недропользование Казахстана. Уникальные камни Востока: Книга-интервью. Нур-Султан, 2020. С. 28-32.
9. Черненко З.И. Принципы и подходы при подсчете запасов полезных ископаемых / НАО Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева. Усть-Каменогорск, 2022. С. 102.

Жаңа геоақпараттық технологияларды қолдана отырып, Суздаль алтын кенді кен орнының қорларын есептеу кезінде келешек бағалау (Шығыс Қазақстан)

[1]***ЧЕРНЕНКО Зинаида Ивановна,*** *г.-м.ғ.к., аға оқытушы, zinchernenko@mail.ru,*
[1]***МИЗЕРНАЯ Марина Александровна,*** *г.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, mizernaya58@bk.ru,*
[1]****МАТАЙБАЕВА Индира Едылевна,*** *PhD, қауымдастырылған профессор, indi.mataybaeva@mail.ru,*
[1]***КАПЖАПАРОВА Жанар Зейнелкабденовна,*** *оқытушы, Z_Kapzhaparova@mail.ru,*
[1]***КУЗЬМИНА Оксана Николаевна,*** *PhD, қауымдастырылған профессор, kik_kuzmins@mail.ru,*
[1]*«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Өскемен, А.К. Протозанов көшесі, 69,*

**автор-корреспондент.*

Аңдатпа. *Геологияның ерекшеліктері, пайда болу шарттары қарастырылды, Суздаль алтын кен орны туралы ақпараттық база жаңартылды, бұл өз кезегінде белгілі учаскелердегі жаңа қорларды болжауға, аймақтың минералды-шикізат базасын толықтыруға әкеледі. Алтынның әлеуетті перспективалары тұрғысынан сульфидті минералданудың жетекші түрлерінің бірі Семей вулканоплутоникалық құрылысының Оңтүстік-Шығыс экзоконтактесінде орналасқан Суздаль кен орны болып табылады. Интрузивті жыныстар диориттердің, диорит порфириттерінің және гранодиорит порфирлерінің дайкалары мен ұсақ денелерімен ұсынылған (C_3). Магниттік барлау мәліметтері бойынша кен орнының оңтүстік-батыс бөлігінде орташа құрамды жасырын интрузия бөлінеді. Бастапқы алтын-сульфидті кендеу кеш көміртекті магматизммен байланысты, ал алтын тәрізді ауа-райының қыртыстары мезозой тұрақтандыру кезеңі пайда болды. Мақаланың өзектілігі-зерттелген алтын кен орындарының санын көбейту қажеттілігі, сондай-ақ барлау іс-шараларының сапасын жақсарту үшін жаңа технологияларды енгізу қажеттілігі. Мақаланың мақсаты – Суздаль алтын кен орнын қалыптастыру мен орналастырудың геологиялық жағдайларын нақтылау (Шығыс Қазақстан, сондай-ақ кен орнының қорларын есептеу. Алтын кені Суздаль кен орнын перспективалық бағалау үшін одан әрі болжамды-іздестіру жұмыстарының бағыты бойынша ғылыми-практикалық ұсынымдарды әзірлеу және болжамды-перспективалық бағалау.*

Кілт сөздер: *алтын, геоақпараттық технологиялар, қорларды есептеу, кен орны, Шығыс Қазақстан.*

Prospective Assessment When Calculating the Reserves of the Suzdal Gold Deposit Using New Geoinformation Technologies (East Kazakhstan)

[1]***CHERNENKO Zinaida,*** *Cand. of Geol. and Min. Sci., Senior Lecturer, zinchernenko@mail.ru,*
[1]***MIZERNAYA Marina,*** *Cand. of Geol. and Min. Sci., Associate Professor, mizernaya58@bk.ru,*
[1]****MATAIBAYEVA Indira,*** *PhD, Associate Professor, indi.mataybaeva@mail.ru,*
[1]***KAPZHAPAROVA Zhanar,*** *Lecturer, Z_Kapzhaparova@mail.ru,*
[1]***KUZMINA Oksana,*** *PhD, Associate Professor, kik_kuzmins@mail.ru,*
[1]*NCJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University», Kazakhstan, Oskemen, A.K. Protozanov Street, 69,*

**corresponding author.*

Abstract. *The features of geology, occurrence conditions are considered, the information base on the Suzdalskoye gold deposit is updated, which in turn leads to the forecasting of new reserves in already known areas, replenishment of the mineral resource base of the region. One of the leading types of gold sulfide mineralization in terms of potential prospects for gold is the Suzdal deposit, located in the southeastern exocontact of the Semeytau volcanoplutonic edifice. Dikes and small bodies of diorites, dioritic porphyrites, and granodiorite porphyries (C_3) represent intrusive rocks. According to magnetic survey data, a hidden intrusion of presumably medium composition is identified in the southwestern part of the deposit. Primary gold-sulfide mineralization is associated with Late Carboniferous magmatism, and gold-bearing weathering crusts formed during the Mesozoic stage of stabilization. The relevance of the article is the need to increase the number of explored gold deposits, as well as the need to introduce new technologies to improve the quality of exploration activities. The purpose of the article is to clarify the geological conditions for the formation and placement of the Suzdal gold deposit (Eastern Kazakhstan, as well as the calculation of the reserves of the deposit. Development and forecasting and prospective assessment of scientific and practical recommendations for the direction of further forecasting and prospecting for a prospective assessment of the Suzdal gold deposit.*

Keywords: *gold, geoinformation technologies, reserves calculation, deposit, East Kazakhstan.*

REFERENCES

1. D'yachkov B.A., Kuz'mina O.N., Zimanovskaya N.A., Mizernaya M.A., CHernenko Z.I., Amralinova B.B., Tipy zolotorudnyh mestorozhdenij Vostochnogo Kazahstana / Vostochno-Kazahstanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. D. Serikbaeva. Ust'-Kamenogorsk, 2015. P. 204.
2. Narseev V.A., Rafailovich M.S., D'yachkov B.A. Zolotorudnyj potencial Kazahstana. Gigantskie mestorozhdeniya zolota Central'noj Azii. – Almaty, 2014. – 200 p.
3. Mizernyj A.I., Petrov S.F. Mineralogicheskoe modelirovanie kak sovremennyj metod prognoza i ocenki zolotorudnyh mestorozhdenij // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii «Uzbekgeoinnovaciya-2010». Tashkent, 2010. Pp. 94-96.
4. D'yachkov B.A., Zimanovskaya N.A. O geologicheskoj pozicii i vozraste zolotorudnyh mestorozhdenij Vostochnogo Kazahstana // Izv. NAN RK. Ser. Geo. i Tehn. nauk. – No. 5. – 2013. – Pp. 21-33.
5. Chernenko Z.I. Poiski i razvedka mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh: uchebnoe posobie. Ust'-Kamenogorsk: VKGTU, 2012. 167 p. RUMS utverzhdeno KazNTU im. K.I. Satpaeva.
6. Rafailovich M.S. Zoloto nedr Kazahstana: geologiya, metallogeniya, prognozno-poiskovye modeli. Almaty, 2009. – 304 p.
7. Chernenko Z.I. Smagulova A.M. Dragocennye dary Altaya: Kniga-al'bom. Ust'-Kamenogorsk: VKTU, 2020. 130 p.
8. Chernenko Z.I. Geologiya i nedropol'zovanie Kazahstana. Unikal'nye kamni Vostoka: Kniga-interv'yu. Nur-Sultan, 2020. Pp. 28-32.
9. Chernenko Z.I. Principy i podhody pri podschete zapasov poleznyh iskopaemyh / NAO Vostochno-Kazahstanskij tekhnicheskij universitet im. D. Serikbaeva. Ust'-Kamenogorsk, 2022. P. 102.