

Рис. 4. Распределение температуры гомогенизации газожидких включений в монокварците

ний гомогенизируется при температуре 200 °C. Максимальная температура гомогенизации с учетом поправки, равной +50 °C [8], составляет 400 °C.

#### Выводы

Результаты геологического, петрографического и минералогического изучения пород месторождения Бурал-Сарьдаг позволяют сделать два важных вывода, определяющих его перспективность.

1. Монокварциты и другие осветленные разности кварцитов образовались в результате переработки исходных графитовых кварцитов гидротермальными растворами. Основанием для этого является присутствие в них кварца двух генераций (первой — интенсивно деформированного, с минеральными примесями и ГЖВ, второй — мелкозернистого, без следов деформации, минеральных примесей и ГЖВ).

2. Размер месторождения и его прогнозные ресурсы определяются двумя параметрами: размером площади, в пределах которой происходила гидротермальная переработка углистых кварцитов, и вертикальными размерами зоны переработки. Размер площади (150×1000 м) четко контролируется системой разломов. Согласно предложенному варианту геологического строения месторождения зона гидротермальной переработки графитовых кварцитов ориентирована вертикально и запасы сырья на месторождении определяются глубиной, на которую будет прослежена эта зона в результате разведочных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быдтаева Н.Г., Киселева Р.А., Милева И.М. Прогнозно-поисковые модели месторождений особо чистого кварца // Отечественная геология. — 2006. — № 4. — С. 57–63.
2. Быдтаева Н.Г., Киселева Р.А., Яншин В.Н. Геологические особенности формирования нового типа гранулированного кварца Гарганского кварценосного района (Восточный Саян) / Кварц, кремнезем: Материалы междунар. семинара. — Сыктывкар: Геопринт, 2004. — С. 185–187.
3. Быдтаева Н.Г., Борозновская Н.Н., Быдтаева Т.Г., Милеева И.М. Предварительная оценка качества кварцевого сырья Урала и Восточного Саяна по комплексу типоморфных признаков кварца / Кварц, кремнезем: Материалы междунар. семинара. — Сыктывкар: Геопринт, 2004. — С. 205–206.
4. Воробьев Е.И., Спиридонов А.М., Непомнящих А.И., Кузьмин М.И. Сверхчистые кварциты Восточного Саяна (Республика Бурятия, Россия) // Докл. РАН. — 2003. — Т. 390. — № 2. — С. 219–223.

5. Макрыгина В.А., Федоров А.М. Преобразование кварцитов как следствие поздних тектонических событий в развитии Чуйской и Гарганской глыб // Геология и геофизика. — 2013. — Т. 54. — № 12. — С. 1861–1886.
6. Табинаев В.П., Цуцар С.Д. Бурал-Сарьдакское месторождение кварцитов для металлургии кремния и наплава кварцевого стекла. Участок Северный (Республика Бурятия, Окинский район) Отчет об оценочных и разведочных работах за 2001–2003 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 0.1.04. Никольск. 2003.
7. Федоров А.М., Макрыгина В.А., Будяк А.Е., Непомнящих А.И. Новые данные о геохимии и механизме формирования кварцитов месторождения Бурал-Сарьдак (Восточный Саян) // Докл. РАН. — 2012. — № 2. — С. 244–249.
8. Шапошников А.А., Ермаков Н.П. О величине расхождения температур гомогенизации газожидких включений с истинными температурами кристаллизации консервирующего их искусственного кварца / Минералогическая термометрия и барометрия. Т. 1. — М.: Наука, 1968. — С. 95–102.

© Коллектив авторов, 2015

Анфилогов Всеволод Николаевич // anfilogov@mineralogy.ru

Кабанова Лариса Яковлевна // kablar@mineralogy.ru

Игуменцева Мария Александровна // maria@mineralogy.ru

Никандрова Надежда Константиновна // nikandrova@ilmeny.ac.ru

Лебедев Алексей Сергеевич // lebedev.a.s@bk.ru

УДК 553.623.7:691.223+519.7

Поклонов В.И., Семенов Ф.В. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»), Иванов С.К. (ФБУ «ТФГИ по Приволжскому ФО», Марийский филиал)

#### СОЗДАНИЕ ПРОГНОЗНО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

*Для обеспечения геологических служб Республики Марий Эл информацией о перспективных площадях и прогнозных ресурсах песков для строительных работ была собрана и систематизирована геологическая информация по пробуренным ранее скважинам, месторождениям и проявлениям строительных песков Республики. Построена прогнозноматематическая модель закономерностей размещения кварцевых песков, на основании которой выделены перспективные площади и прогнозные ресурсы для строительных работ. **Ключевые слова:** математический, модель, прогнозный, ресурсы, перспективный, площадь, пески, строительный, Республика Марий Эл.*

Poklonov V.I., Semenov F.V. (TsNIIGeolnerud), Ivanov S.K. (Volga Federal District TFGI, Mari branch)

CREATING A PREDICTIVE MATHEMATICAL MODEL LAWS GOVERNING THE DISTRIBUTION OF QUARTZ SAND FOR CONSTRUCTION WORK ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MARI EL

*To provide geological services of the Republic of Mari El information on prospective areas and probable resources of sand for construction work was carried out to collect and systematize information on geological passed earlier drill holes, deposits and occurrences of building sand republic. Built predictive mathematical model of patterns of distribution of quartz sand, on the basis of which are highlighted promising areas and inferred resources of sand for construction work. **Key words:** mathematical, model, forecast, resources, promising, area, sand, construction, Mari El Republic.*

На сегодняшний день для Республики Марий Эл актуальным вопросом является создание минерально-сырьевой базы песков для строительных работ. Это обусловлено значительным увеличением темпов строительства инфраструктурных объектов федерального и республиканского значения, которые возросли с утверждением Государственной программы Республики «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности (2013–2020 годы)».

Основной целью настоящего исследования было обеспечение республиканских геологических служб информацией о прогнозных площадях, перспективных участках и проявлениях песков для строительных работ на территории Республики. При этом последовательно решались следующие задачи: 1) сбор и систематизация геологической информации по буровым скважинам, месторождениям и проявлениям строительных песков Республики; 2) анализ собранной информации и построение математической модели закономерностей размещения песков на исследуемой территории; 3) выделение перспективных участков и прогнозных площадей песков для строительных работ.

Для получения необходимого результата: 1) изучались фондовые материалы, была собрана геологическая информация, проведена ее систематизация посредством создания и заполнения банка данных; 2) методом Криге (интерполяция и экстраполяция) построена поверхность, которая показывает мощность продуктивной толщи песков, по качеству соответствующих требованиям к пескам для строительных работ, в каждой точке исследуемой территории; 3) выделены границы и контуры площадей с мощностью песков более 2 м, проведено их сопоставление с геологической информацией для данной территории, с последующей корректировкой.

На дневную поверхность в пределах Республики выходят отложения пермской (нижний и верхний отделы), юрской и четвертичной систем. Четвертичные отложения в основном сложены песками, которые на изучаемой территории распространены повсеместно, но наиболее мощные толщи их прослеживаются в левобережье Волги в западной части Республики, где они слагают древние и современные террасы рек. Представлены четвертичные образования почти полным комплексом древних и современных отложений, среди которых выделяются следующие генетические типы: гляциофлювиальные и аллювиальные кварцевые пески, преимущественно мелко- и тонкозернистые; реже встречаются среднезернистые пески. Среди песков довольно часто наблюдаются прослой и линзы суглинков, глин, супесей. Мощность песчаных отложений изменяется от 0,5 до 60 м. Аллювиальные отложения, слагающие русла, поймы и надпойменные террасы больших и малых рек, представлены в нижней части разреза грубозернистыми песками, редко с примесью гравийногалечного материала, выше — разнозернистыми, преимущественно мелкозернистыми, иногда глинистыми песками, супесями, суглинками [4].

Месторождения и проявления кварцево-песчаного сырья в Республике приурочены в основном к отложениям, слагающим водораздельные пространства [5]. На

западе исследуемой территории распространены аллювиальные пески террасового комплекса, на юге — аллювиально-русловые и террасового комплекса, на востоке преобладают гляциофлювиальные отложения. Проблемной в плане распространения песков является северо-восточная часть Республики, где преобладают отложения пермской системы, и редкие и небольшие проявления песков связаны частично с гляциофлювиальными и частично с аллювиальными отложениями мелких и средних рек. В целом пески развиты на ~70 % площади Республики.

В качестве основы исследования рассматривались следующие поисковые предпосылки [3]:

1) стратиграфические (приуроченность песков к определенным стратиграфическим ярусам и слоям);

2) литолого-фациальные (связь месторождений и проявлений с определенными фациями осадочных отложений);

3) геоморфологические (формирование песчаных отложений, напрямую или косвенно, зависящее от строения земной поверхности или приуроченное к определенным отметкам высот для исследуемой территории);

4) структурно-тектонические (структурно-тектонический контроль осадочных отложений).

Анализ распространения кварцево-песчаных отложений, проявлений и месторождений песка давал возможность для выделения перспективных площадей. Для дальнейшего, более глубокого рассмотрения на базе имеющегося фактографического материала, собранного предшественниками, проведено математическое моделирование с выделением перспективных площадей для постановки поисковых и оценочных работ.

Основанием выделения перспективных площадей, а затем и ресурсов, послужила прогнозно-математическая модель распространения продуктивной мощности песков. Продуктивная мощность песков определена экспертным путем; ей соответствуют пески неглинистые или малоглинистые, отвечающие требованиям ГОСТ 8736–93 [1], без глинистых прослоев, залегающие, как правило, непосредственно под почвенно-растительным слоем или маломощным слоем вскрышных пород, со вскрышным коэффициентом не более 1.

Оцифровка пунктов опробования и перспективных площадей для построения математической модели продуктивной мощности песков выполнена по результатам геологосъемочных и поисковых работ на твердые полезные ископаемые и пресные подземные воды, а также по материалам, полученным ГУП ТЦ «Маргеомониторинг» в 2008–2011 гг. при создании специализированной геологической основы для поисково-разведочных работ на твердые полезные ископаемые. Были использованы материалы по геологической съемке масштаба 1:200 000, проведенной в 1988–1992 гг., по геологической и гидрогеологической съемкам, выполненным в 1950–1960-х годах, по скважинам, пробуренным при ведении поисковых работ, информационные данные из 24 геологических отчетов, в том числе 8 геологосъемочных.

В ходе работы была оцифрована и занесена в банк данных информация по 2106 пунктам вскрытия и опро-

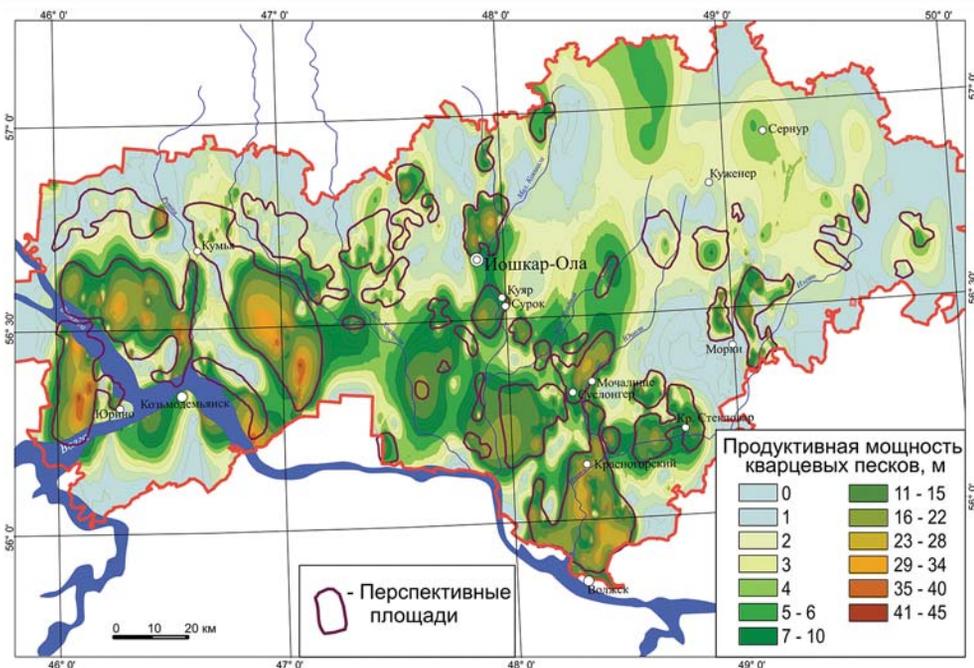


Рис. 1. Прогнозно-математическая модель распространения продуктивной мощности кварцевых псков Республики Марий Эл, рассчитанная методом Криге

бования минерального сырья (скважины, шурфы, канавы, обнажения).

Описывая продуктивную мощность как переменную  $V$  на территории Республики Марий Эл в прямоугольных географических координатах в точке  $X$ , обращались к проблеме оценивания значения непрерывной переменной  $V$  в произвольной точке  $x$  пространства  $S$ . Основанием для этого служил набор из  $n$  измерений, сделанных в точках  $x_1, x_2, \dots, x_n$  пространства, точек опробования.

Базовой моделью оценки в геостатистике является кригинг. Все модели семейства кригинга так или иначе сводятся к линейной регрессионной оценке:

$$V^*(x) - m(x) = \sum w_i(x)[V(x_i) - m(x_i)],$$

где  $w_i(x)$  — веса, присваиваемые данным  $V(x_i)$ , которые, в свою очередь, являются реализациями пространственной переменной  $V$ . Значения  $m(x)$  и  $m(x_i)$  являются математическими ожиданиями (средними) пространственных  $V(x)$  и  $V(x_i)$ . Количество данных  $n$ , используемое для оценивания, как и их веса, могут меняться в зависимости от точки оценивания  $X$ .

Данный метод реализован в геоинформационной системе Golden Software Surfer 8 [6].

В результате была построена математическая модель продуктивной мощности псков (рис. 1), представленная изолиниями их продуктивной мощности. Мощности менее 2 м окрашиваются в серо-голубой цвет как не имеющие промышленного значения, для остальных изолиний мощности была выбрана палитра Terrain.

На основании построенной прогнозно-математической модели выделены первоначальные контуры предполагаемых объектов ресурсного потенциала песчаного сырья, в пределах которых мощность псков превышает 2 м, и объединены с прогнозными площадями, выделенными предшественниками (рис. 2).

В ходе исследования были последовательно решены поставленные задачи, в частности выделены 34 объекта (участки и прогнозные площади) с прогнозными ресурсами псков для строительных работ по кат.  $P_3$  в количестве 4668 млн. т (рис. 2).

В результате создана платформа для увеличения минерально-сырьевой базы псков для строительных работ в Республике Марий Эл, что будет способствовать реализации крупных федеральных проектов по строительству транспортных магистралей и других объектов.



Рис. 2. Карта перспективных площадей на пски для строительных работ с прогнозными ресурсами кат.  $P_3$ , выделенными в ходе проведенного исследования

В настоящее время данная методика используется для оценки прогнозных ресурсов иных видов полезных ископаемых.

*Работа выполнена в рамках Госконтракта №11-ЭА от 25.07.2013 г.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8736–93. Песок для строительных работ. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2006.
2. Каневский М.Ф., Демьянов В.В., Савельева Е.А. и др. Элементарное введение в диагностику // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. — 1999. — № 11 (Тр. ВИНТИ).
3. Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан. Ч. 2: Методика поисков и оценки / Под ред. Ф.М. Хайретдинова, Р.М. Файзулина. — Казань: Изд-во КГУ, 2000.
4. Минерально-производственный комплекс строительных материалов Республики Марий Эл. — Казань: Изд-во КГУ, 1995.
5. Минерально-сырьевая база строительной индустрии Российской Федерации. Т. 29. Республика Марий Эл. — М.: Росгеолфонд, 1993.
6. Силкин К.Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8: Учеб.-метод. пособие для вузов. — Воронеж: Изд.-полиграф. центр ВГУ, 2008.

© Поклонов В.И., Семенов Ф.В., Иванов С.К., 2015

Поклонов Валерий Иванович // vpoklonov@gmail.com  
Семенов Федор Владимирович // kuingj@rambler.ru  
Иванов Сергей Константинович // mftfgi@gmail.com

УДК 551.263 + 553.41 + 54.02

**Силаев В.И.<sup>1</sup>, Цой В.Д.<sup>2</sup>, Васильев Е.А.<sup>3</sup>, Котова О.Б.<sup>1</sup>, Алимов Ш.П.<sup>2</sup>, Симакова Ю.С.<sup>1</sup> (1 — ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2 — НИИ минресурсов, Ташкент, 3 — Горный университет, Санкт-Петербург)**

#### НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЦЕНТРАЛЬНО-КЫЗЫЛКУМСКОЙ ГРУППЕ УГЛЕРОДИСТЫХ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

*Рассмотрены результаты минералого-геохимических исследований углеродистых пород и руд Центрально-Кызылкумского района (Узбекистан). Определены фазовое состояние, степень карбонизации и изотопный состав металл-концентрирующего углеродистого вещества. Обсуждаются вопросы генезиса оруденения и роли углеродистого вещества в рудообразовании. **Ключевые слова:** Центральные Кызылкумы, углеродистые рудные формации, углеродистое вещество, изотопный состав углерода.*

Silaev V.I.<sup>1</sup>, Choi V.D.<sup>2</sup>, Vasilev E.A.<sup>3</sup>, Kotova O.B.<sup>1</sup>, Alimov Sh.P.<sup>2</sup>, Simakova Yu.S.<sup>1</sup> (1 — Institute of Geology, Komi scientific center UB RAS, 2 — Research institute of mineral resources, Tashkent, 3 — Mining University, St. Petersburg)

#### NEW DATA ON CENTRAL-KYZYLKUM GROUP CARBON-GRAINED ORE FORMATION MINERAL RESOURCES

*The results of mineralogical and geochemical studies of carboniferous rocks and ores from the Central Kyzylkum region (Uzbekistan) have been reviewed. The phase state, carbonization degree and isotope composition of metal-concentrating carboniferous substance were determined. The genesis of mineralization and role of carboniferous substance in ore formation were discussed. **Key words:** Central Kyzylkum, carboniferous ore formations, carboniferous substance, isotope composition of carbon*

В настоящее время весьма актуальными, если судить по многочисленности публикаций (Ю.С. Ананьев, Б.А. Баскаков, Б.А. Блюман, В.А. Буряк, Н.В. Вилор, Г.Б. Ганжа, В.Г. Гарьковец, П.Ф. Иванкин, Ф.А. Летников, Л.Г. Марченко, В.Ф. Проценко, М.С. Рафаилович, И.И. Томсон, С.Д. Шер, В.Н. Яновский), являются вопросы рудообразования в углеродистых (черносланцевых) осадочных и вулканогенно-осадочных толщах. Считается, что уже в XXI в. именно «оруденение черносланцевого типа» станет преобладающим источником благородных и редких металлов, особенно золота и элементов платиновой группы [4, 5]. На основе результатов исследований крупнейших месторождений такого типа, в частности в Центрально-Кызылкумском, Западно-Калбинском, Срединно-Тяньшанском (Кумторском), Северо-Казахстанском, Ленско-Бодайбинском (Сухоложском), Центрально-Колымском районах уже сформулированы основные генетические принципы формирования месторождений черносланцевого типа. К таким принципам можно отнести следующие:

1. Черносланцевые месторождения образуют отдельную, специфичную по генетическим свойствам группу углеродистых рудных формаций.

2. Определяющим фактором рудоносности углеродистых пород является геодинамическая обстановка их формирования, а именно приуроченность к стыкам океанических и континентальных плит, где, по Ю.С. Савчуку, реализуется «субдукционно-гидротермальная модель рудообразования».

3. Формирование масштабных месторождений черносланцевого типа происходит в два этапа: на раннем возникает рассеянное и незначительное по интенсивности обогащение горных пород продуктивными металлами, а на позднем вследствие перегруппировки появляются локальные концентрации (концепция сингенетично-эпигенетических месторождений В.Г. Гарьковца). По другой версии (концепция А.А. Маракушева) такого рода оруденение образуется в один этап в результате особого металл-углеродного метасоматоза, осуществляющегося за счет мантийных источников энергии и вещества.

4. Важнейшую, хотя и пока довольно загадочную роль в рассматриваемом образовании играет углеродистое вещество (УВ), варьирующееся по степени метаморфизации в широком диапазоне — от гумусово-сапропелевого органического вещества до антраксолита.

Как ни странно, но к настоящему времени наименее изученным компонентом углеродистых руд остается именно УВ, в отношении которого сохраняются не только взаимоисключающие суждения о его прото- или сингенетичности, но и имеются большие неопределенности в части фазового, химического и изотопного состава, характера и интенсивности вторичных изменений, первоисточников и генетических взаимоотношений с рудными минералами.

**Объекты и методы исследований.** Нами была исследована коллекция из 20 образцов наиболее типичных углеродисто-кремнистых пород и углеродисто-золото-сульфидных руд, отобранных в Центрально-Кызылкумском районе Узбекистана — на западном фланге Южно-Тяньшанской горной системы. Этот район