ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2011 Геология Вып. 2 (11)

УДК 553.411:550.812.14

Закономерности распределения основных геолого-промышленных параметров золотоносной россыпи р. Джелгалы

Г.В. Лебедев, В.О. Гребенщиков
Пермский государственный университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15
E-mail: poisk@psu.ru
(Статья поступила в редакцию 22 марта 2011 г.)

Установлены закономерности распределения и соотношение между основными геолого-промышленными параметрами россыпи. Продуктивная толща имеет следующие статистические характеристики: среднее содержание – 1,04 г/м^3, коэффициент вариации – 8,5 %, асимметрия – 6,82, эксцесс – 83,6; средняя мощность – 0,3 м, коэффициент вариации – 66,14, асимметрия – 0,25, эксцесс – 0,43. Содержание золота и мощность закономерно уменьшаются от верховий к низовьям россыпи, согласованность между параметрами тесная и характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0,63.
Ключевые слова: *золотоносная россыпь, разведка, статистические и пространственные характеристики геолого-промышленных параметров, коэффициенты корреляции.*

Золотоносная россыпь р. Джелгалы расположена в Ягодинском районе Магаданской области. Разработка россыпи началась еще в 40-е гг. XX в. и к настоящему времени значительная, причем наиболее богатая, ее часть уже отработана. Современная конъюнктура рынка драгоценных металлов, характеризующаяся постоянным ростом цен, позволяет рентабельно отрабатывать и относительно бедные россыпи. Однако экономическая эффективность разработки в существенной степени зависит от степени изученности основных геолого-промышленных параметров россыпи, включая закономерности их пространственного распределения. Именно этой проблеме и посвящена данная статья.

Геоморфологически исследуемая территория находится на юго-востоке Полоусненско-Верхнеколымской горной области в пределах юго-восточных отрогов хребта Черского. В металлогеническом отношении россыпи р. Джелгалы и ее притоков входят в состав Бохапчино-Тыэллахского золотоносного района Яно-Колымского золотоносного пояса.

В геологическом строении района принимают участие терригенные породы триасовой и юрской систем, прорванные гранитоидами позднемезозойского возраста. С гранитоидами связаны гидротермальные жилы и прожилки, содержащие самородное золото. Они образуют коренные рудопроявления, отнесенные к малосульфидной золотокварцевой формации. Гранитоиды и сопровождающие их гидротермальные образования подстилают россыпь на большей части ее распространения. Экзогенные породы, сформировавшие россыпь, представлены рыхлыми верхнечетвертичными и современными аллювиальными, пролювиальными, коллювиальными и полигенными отложениями. Однако аллювиальные отложения

© Лебедев Г.В., Гребенщиков В.О., 2011

повсеместно доминируют. Россыпь относится к типу долинных, ленточного типа. Значения основных параметров россыпи приведены в табл. 1. При этом заметим, что нумерация разведочных линий на месторождении довольно специфическая. От верховий к низовьям разведочные линии имеют следующую последовательность нумерации: 40, 39, 38,…, 1, 0, 01,…,047, 048, 049 (рис.1).

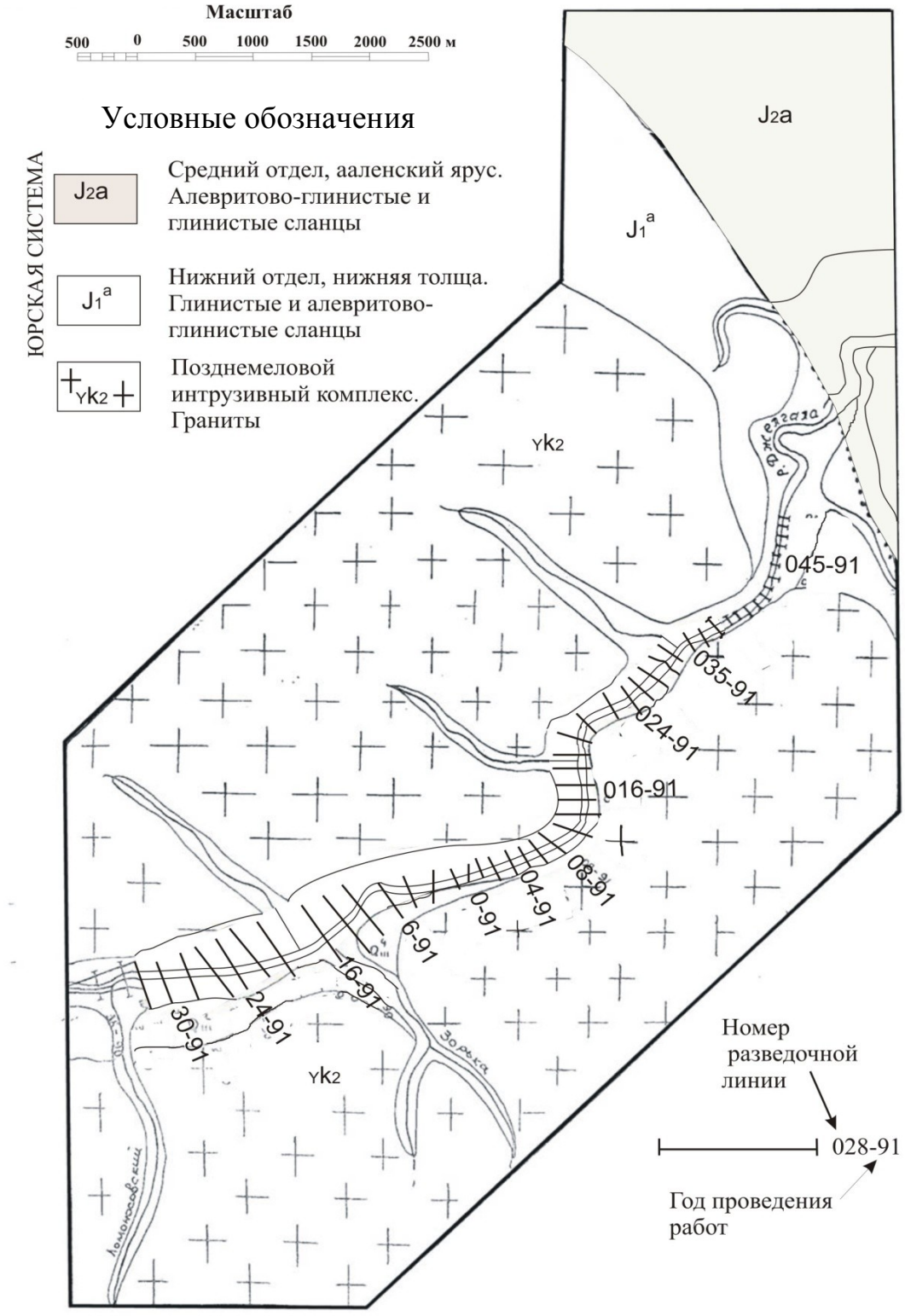


Рис.1. *Схематическая карта россыпи р. Джелгала (по материалам Сусуманского ГОКа)*

Таблица 1. *Основные параметры россыпи р. Джелгалы*

№ п/п	Параметры	Ед. изм.	Участок III	Участок II	Участок I	Россыпь в целом
			Разведочные линии			
			4-28	019-4	037-019	
1	Протяженность по простиранию	м	2 709	2 694	1 847	7 250
2	Ширина россыпи:					
	минимальная	м	440	75	75	75
	максимальная	м	750	490	240	750
	средняя	м	532	272	135	325
3	Профиль долины		U-образный	U-образный	V-образный	Смешанный
4	Мощность песков:					
	минимальная	м	0,2	0,3	0,3	0,3
	максимальная	м	0,8	1	1,4	1,4
	средняя	м	0,3	0,32	0,35	0,4
5	Мощность торфов:					
	минимальная	м	2,4	3	3,2	2,4
	максимальная	м	14,6	11,6	17,6	17,6
	средняя	м	4,8	5,8	7,5	5,6
6	Уклон долины	%	0,60	0,53	0,50	0,55

Протяженность месторождения в промышленном контуре составляет 7,25 км. Долина водотока имеет V- или U-образный поперечный профиль. Ее ширина довольно изменчива и варьирует в основном от 150 до 750 м. Характерна общая тенденция сужения долины вниз по течению реки. Кроме того, в низовьях она имеет два пережима с сужением до 75 м.

Мощность рыхлых отложений, выполняющих долину, составляет 3–6 м, возрастая на отдельных участках до 8-10 м за счет склоновых делювиально-коллювиальных образований. Мощность торфов закономерно увеличивается к низовьям россыпи от 4,8 до 7,5 м, составляя в среднем 5,6 м. Мощность промышленного пласта как по простиранию, так и вкрест простирания довольно выдержана и изменяется от 0,3 до 0,6 м с локальными увеличениями до 1,4 м, составляя в среднем 0,4 м.

Как отмечено выше, плотиковая часть россыпи представлена гранитами, местами прорезаемыми гидротермальными постмагматическими жильными и прожилковыми образованиями.

Аллювиальные отложения представлены галечниками и гравием, сложенными обломками преимущественно интрузивных пород. Отложения содержат валуны гранитов размером до 1,5–2,0 м, заполнителем в них является песчано-глинистый и дресвяный материал. Характерной особенностью аллювия является совершенная окатанность обломочного материала, имеющего округлую, реже овальную форму с гладкой, местами шероховатой, поверхностью.

Нижняя часть аллювиальной толщи, к которой приурочены промышленные концентрации золота, по результатам технологических испытаний содержит не более 10% крупнообломочного материала. Пески относятся к легко- и среднепромывистым, что подтверждается данными эксплуатации. Вскрышные породы повсеместно заражены небольшими (до 1 мм) знаками золота.

Сведения о гранулометрическом составе золота приведены в табл. 2. Модальным для всех участков является золото класса крупности 0,75–1,50 мм. Средний размер золотин по месторождению составляет 1,4 мм. Согласно классификации ЦНИГРИ [1] зерна золота россыпи р. Джелгалы имеют средний размер.

Таблица 2. *Гранулометрический состав шлихового золота*

Участок	Распределение золота по классам крупности (мм), мас.%							Среднее, мм
	0-0,37	0,37-0,75	0,75-1,50	1,50-2,50	2,50-3,50	3,50-4,50	>4,50	
III	12	24	34	8	8	2	13	1,3
II	11	21	40	17	11	0	0	1,4
I	13	21	40	17	9	0	0	1,4
Россыпь в целом	12	23	37	13	9	1	5	1,4

Несмотря на значительный срок эксплуатации, первые систематические и значительные по объему разведочные работы были проведены лишь в 1990–1992 гг. КГГП «Колымаразведка». В их состав входило ударно-канатное бурение по сети 200 х 10 и 100 х 10 м. При выборе плотности сети учитывались геолого-геоморфологические особенности россыпи. Всего на 46 разведочных линиях было пройдено 1217 скважин суммарной длиной 8872 пог. м.

Шлам был опробован как по продуктивному, так и по непродуктивному горизонту. Пробы отбирались поршневыми желонками с шаровым клапаном. Интервал опробования по продуктивному горизонту составлял 0,2 м, а по покрывающим породам – 0,4 м. Опробование последних начиналось за 2–3 м до ожидаемого вскрытия продуктивного пласта. Материал проб подвергался техническим и технологическим испытаниям. Оба вида исследований проводились совместно путем обогащения шламовых проб на приборе «Проба-2М». Полученный с помощью прибора концентрат доводился вручную в доводочном лотке.

Закономерности распределения основных геолого-промышленных параметров россыпи (содержание золота в песках, горной массе, мощность песков, полная мощность) выявлялись статистическими и графическими методами. При этом рассчитывались как одномерные (среднее, максимальное и минимальные значения, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, асимметрия, эксцесс), так и двумерные (коэффициенты корреляции) статистики распределения. Расчеты выполнены как по отдельным разведочным линиям, так и по россыпи в целом (табл. 3). В расчетах использованы материалы документации и опробования всех 1217 скважин, расположенных на 46 профилях. Вычисления сделаны с помощью стандартной программы Excel.

Таблица 3. *Статистические характеристики геолого-промышленных параметров россыпи р. Джалгалы*

Статистические характеристики	Содержание золота, г/м^3		Мощность, м	
	Пески	Горная масса	песков	торфов
Минимальное значение	0,0	0,0	0,1	0,1
Максимальное значение	29,3	3,52	1,4	17,6
Среднее арифметическое	1,04	0,08	0,30	5,64
Дисперсия несмещенная	2,83	1,82	0,04	3,59
Стандарт несмещенный	1,68	1,35	0,20	1,89
Коэффициент вариации, %	8,5	14,4	66,14	33,60
Асимметрия	6,82	-1,00	0,25	1,62
Эксцесс	83,6	-2,0	0,43	4,12

Разброс значений содержаний золота составляет от 0 до 29,3 г/м^3 для песков и от 0 до 3,52 г/м^3 для горной массы при среднем содержании соответственно 1,04 и 0,08 г/м^3. Несмещенные значения дисперсии и стандарта изменяются в значительных пределах при их средних показателях 2,83 и 1,68 г/м^3 для песков и 1,82 и 1,35 г/м^3 для горной массы соответственно. Коэффициенты вариации содержаний золота характеризуются значительной изменчивостью по отдельным профилям. Максимальные значения установлены для разведочной линии 30, где значения коэффициента вариации достигают 294 и 344 % для «песков» и горной массы соответственно. По принятой в разведке группировке такие значения (>150 %) соответствуют крайне неравномерному распределению параметра. Причина столь высоких значений коэффициентов вариации для линии 30 обусловлена максимально высокими содержаниями золота, установленными в отдельных скважинах. Однако по совокупности всех значений коэффициенты вариации довольно низкие: 8,5 % – для песков и 14,4 % – для горной массы, что соответствует весьма равномерному распределению (<20%). Кривая распределения частот встречаемости золота в песках имеет высокую положительную асимметрию (6,82) и очень высокий положительный эксцесс (83,6). В то же время аналогичная кривая для горной массы имеет невысокую отрицательную асимметрию (-1,00) и отрицательный эксцесс. Причиной существенных различий в значениях указанных статистик, несомненно, является разубоживающее влияние вскрышных горных пород, входящих в состав горной массы.

Мощность «песков» в пределах кондиционной части россыпи изменяется от 0,1 до 1,4 м при среднем значении 0,3 м. Покрывающие породы (торфа) имеют минимальную мощность 0,1, а максимальную – 17,6 м при среднем значении – 5,64 м. Дисперсия и стандарт песков равны соответственно 0,04 и 0,2, а торфов – 3,59 и 1,89. Коэффициенты вариации мощности выше, чем аналогичные характеристики содержаний. Так, коэффициент вариации «песков» составляет 66,14 %, что соответствует неравномерному распределению (40 – 100 %). Вариация мощности «торфов» - меньше (33,60 %); такое значение соответствует равномерному распределению (20 – 40 %). Кривая распределения частот встречаемости мощности для «песков» характеризуется невысокой положительной асимметрией (0,25) и низким эксцессом (0,43). Аналогичная кривая для «торфов» имеет более высокую положительную асимметрию (1,62) и более высокий эксцесс (4,12).

Графики распределения средних значений мощности «песков» и «торфов» по разведочным линиям изображены на рис. 2, а графики распределения золота – на рис. 3. Из рисунков следует, что для всех четырех параметров отчетливо просматривается тенденция уменьшения их значений в направлении от разведочной линии 037 к 28. Эта закономерность обусловлена геоморфологическими особенностями речной долины, которая из узкой постепенно переходит в широкую.

Как уже отмечалось, степень согласованности геолого-промышленных параметров оценивалась путем расчета коэффициентов парной корреляции. Результаты расчетов коэффициентов корреляции между содержанием золота в «песках» и мощностью «песков», содержанием золота в горной массе и полной мощностью рыхлых отложений приведены в табл. 4, а график изменения коэффициентов корреляции по разведочным линиям – на рис. 4.



Рис. 2. *Графики изменения мощности «песков» (1) и «торфов»(2) по простиранию россыпи:1 и 2 –- соответственно мощности «песков» и «торфов»,3 и 4 – линейные тренды*



Рис. 3. *Графики изменения средних содержаний золота в «песках» и «торфах» по простиранию россыпи:1, 2 –- содержания золота соответственно в «песках» и «торфах»,3 и 4 – линейные тренды*



Рис. 4. *Графики изменения коэффициентов корреляции по простиранию россыпи:1 – между содержанием золота в «песках» и мощностью песков, 2 – между содержанием золота в горной массе и полной мощностью, 3, 4 –- линейные тренды*

Таблица 4. *Оценки коэффициента корреляции (r) между содержаниями золота и мощностью по разведочным линиям*

№ р.л.	r		№ р.л.	r		№ р.л.	r	
	$c_{пес}$ - $m_{пес}$	$c_{гор.масс}$- $m_{полн}$		$c_{пес}$ - $m_{пес}$	$c_{гор.масс}$- $m_{полн}$		$c_{пес}$ - $m_{пес}$	$c_{гор.масс}$- $m_{полн}$
037	0,89	0,53	019	0,72	-0,07	4	0,74	-0,51
036	0,78	0,12	018	0,59	0,07	6	0,82	0,39
035	0,83	0,43	017	0,53	0,12	8	0,82	0,11
034	0,73	0,36	016	0,72	0,17	10	0,75	-0,40
033	0,81	0,35	014	0,58	0,22	12	0,47	-0,23
032	0,86	-0,02	012	0,43	-0,29	14	0,51	-0,18
031	0,38	-0,07	010	0,38	-0,14	16	0,52	-0,30
030	0,21	-0,14	08	0,67	-0,15	18	0,35	-0,25
028	0,75	-0,08	06	0,59	-0,26	20	0,59	-0,32
026	0,77	0,10	04	0,60	-0,32	22	0,60	-0,04
025	0,76	0,19	03	0,72	-0,47	24	0,81	-0,38
024	0,83	0,67	02	0,78	0,81	26	0,56	-0,19
023	0,60	0,12	01	0,58	-0,17	28	0,56	-0,14
022	0,29	-0,06	0	0,65	-0,63	30	0,35	0,03
021	0,17	-0,17	1	0,88	0,13	По всей выборке	0,63	-0,03
020	0,73	-0,10	2	0,64	-0,03			

Примечания: $c_{пес}$ – содержание золота в «песках», $m_{пес}$ – мощность «песков», $c_{гор.масс}$ – содержание золота в горной массе, $m_{полная}$ – полная мощность, р.л. – разведочные линии.

Значения коэффициентов корреляции между мощностью «песков» и содержанием золота в них изменяются от 0,17 до 0,89. Причем подавляющее большинство коэффициентов превышает 0,50, составляя в среднем 0,63. Все это свидетельствует о тесной положительной связи между указанными параметрами. Значение этой же характеристики для горной массы изменяется от -0,63 до 0,81, составляя в среднем -0,03. Причем по подавляющему числу профилей коэффициенты имеют отрицательные значения с резкими скачками даже по соседним профилям. На основе этих данных можно констатировать, что в целом между мощностью горной массы и содержанием золота в ней связь отсутствует.

Авторы признательны геологической службе Сусуманского ГОКа за предоставленные материалы по разведке месторождения.

Библиографический список

Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Россыпные месторождения / ФГУ ГКЗ. М., 2007. 66 с.

Regularity of Distribution of the Basic Geology-Industrial Parameters for the River Dzhelgala Gold Mine

G.V.Lebedev, V.O.Grebenshchikov
Perm State University, 614990, Perm, Bukirev st., 15
E-mail: poisk@psu.ru

Regularity of distribution and a relationship between the basic geology-industrial parameters of the gold mine are revealed. Productive layer has the following statistical characteristics: the average content is 1,04 g/m^3, coefficient of variation – 8,5 %, asymmetry – 6,82, excess – 83,6; average thickness – 0,3 m, coefficient of variation – 66,14, asymmetry 0,25, excess 0,43. The gold content and thickness decrease from riverheads to a lower part of placer. The coordination between parameters is very close and it is characterized by such correlation coefficient as 0,63.

Key words: *gold-placer, prospecting, statistical and spatial characteristics of geology-industrial parameters.*

Рецензент – кандидат геолого-минералогических наук А.С. Сунцев