

Научная статья

Original article

УДК 55

doi: 10.55186/2413046X\_2022\_7\_9\_560

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ШЛИХОВОГО ОПРОБОВАНИЯ ДЛЯ  
УДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ  
DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF SPLIT SAMPLING FOR  
REMOTE AREAS**



**Корховой Алексей Александрович**, ведущий инженер I категории, ООО «Группа проектной инженерии», e-mail: [korhovoyaa@gmail.com](mailto:korhovoyaa@gmail.com)

**Korkhovoy Alexey Alexandrovich**, Lead Engineer Category I, Project Engineering Group LLC, e-mail: [korhovoyaa@gmail.com](mailto:korhovoyaa@gmail.com)

**Аннотация.** Шлиховой метод широко используется для исследования районов предположительного залегания полезных ископаемых в руслах рек. В настоящее время не существует единой методики, которая позволяет эффективно регистрировать и систематизировать результаты геологических исследований в районах, удаленных от населенных пунктов. В настоящей работе разработана методика в виде алгоритма, позволяющая наиболее полно представить шлиховую съемку. Приведены примеры оформления результатов шлихового опробования.

**Annotation.** The sludge method is widely used to study areas of possible occurrence of minerals in riverbeds. Currently, there is no single methodology that allows you to effectively register and systematize the results of geological research in areas remote from settlements. In this paper, we have developed a technique in

the form of an algorithm that allows the most complete representation of the schlich survey. Examples of processing the results of schlich testing are given.

**Ключевые слова:** шлиховая съёмка, русло, гидросеть, минералы-индикаторы, кимберлит, проба, алгоритм

**Key words:** schlich survey, channel, hydro network, indicator minerals, kimberlite, sample, algorithm

### Введение

Шлиховая съёмка - метод поисков полезных ископаемых, основанный на систематической промывке проб рыхлых отложений (в основном аллювия) по гидрологической сети какой-либо территории (например, площади геологической съёмки) с получением шлихов и их минералогическим изучением [1-4]. Шлиховая съёмка сопровождает геологическую съёмку и все виды поисковых работ.

К основным условиям, влияющим на выбор параметров сети шлихового опробования, относятся:

- 1 – геоморфология района (участка);
- 2 – размеры предполагаемых кимберлитовых тел;
- 3 – содержание минералов-индикаторов кимберлитов (МИК) в кимберлитовых породах

Геоморфология района (участка) должна учитываться, прежде всего. Наиболее важными геоморфологическими факторами являются крутизна склонов, конфигурация их в плане, падение продольного и форма поперечного профиля долин.

Крутизна склонов отражает стадию развития долин, выражается в градусах и может в одном и том же районе существенно различаться. На более крутых склонах (30-40° и более) происходит разубоживание тяжелой фракции кимберлитов за счет смешивания ее с делювием вмещающих пород. В подобных районах продольные профили водотоков отличаются сравнительно высокой величиной падения русла, измеряемой в м/км.

Очевидно, что в этих условиях объем представительной шлиховой пробы должен быть максимальным, так как содержание МИК в рыхлых отложениях склонов будет существенно ниже, чем в кимберлитовом теле.

При уменьшении крутизны склонов до 5-10° соответственно уменьшается и количество поступающего со склонов обломочного материала, следовательно, более высокими содержаниями МИК характеризуются и потоки рассеяния в аллювиальных отложениях долин, при формировании которых существенную роль начинают играть процессы естественного обогащения (отсадки), что связано с гидродинамикой водотоков. В данных условиях опробование может проводиться при меньших объемах шлиховых проб.

В условиях затухающей эрозионной деятельности, крутизна склонов измеряется в первых градусах, а процессы дезинтеграции достигают своего наивысшего развития. Вследствие этого ореолы рассеяния всегда соответствуют положению коренного источника.

В выработанных продольных профилях рек, имеющих незначительную величину падения (уклон русла от истоков к устью), гидродинамические условия не способствуют перемещению и накоплению грубообломочного материала. Происходит постепенное погребение сформированных в ранние стадии развития речных долин потоков рассеяния и выявление таких погребенных потоков рассеяния шлиховым методом невозможно.

В речных долинах, испытавших «омоложение» в период положительного неотектонического движения, происходит оживление эрозионной деятельности, формирующей цокольные террасы. В подобных долинах поиски погребенных потоков рассеяния не представляют в большинстве случаев существенных затруднений и доступны шлиховому опробованию и изучению.

Важными геоморфологическими элементами, влияющими на выбор параметров опробования, являются конфигурация склонов в плане и форма

поперечного профиля долин [5, 6]. Выделяется две основные группы плановой конфигурации склонов в зависимости от направления и положения русла реки:

1. Участки прямолинейного простирания склонов.
2. Резко изменчивого простирания склонов.

На участках постоянного простирания склонов, ширина ореола рассеяния сохраняется приблизительно одинаковой от коренного источника до подножья, если склон не осложнен структурными или аккумулятивными террасами. На участках с изменчивым простиранием, ширина ореолов и потоков рассеяния зависит от конфигурации склонов.

Для склонов, имеющих форму амфитеатра (циркообразные долины), ширина ореолов рассеяния уменьшается с постепенной концентрацией минералов, а при выпуклой форме – увеличивается по мере удаления от коренного источника и происходит рассеяние МИК. Следовательно, расстояние между точками отбора проб и их объемы в первом случае должны быть минимально допустимыми, а во втором – максимальными.

Существенное влияние на распределение МИК в рыхлых отложениях склонов оказывают формы поперечного профиля долины рек. Форма поперечного профиля зависит, прежде всего, от неотектонических условий, а также от устойчивости коренных пород к выветриванию. Прямые склоны с постоянными углами падения имеют долины водотоков, находящихся в стадии омоложения эрозионной деятельности и в данном случае распределение МИК в ореоле рассеяния зависит от крутизны склонов: с увеличением крутизны уменьшается содержание МИК, вплоть до полного их исчезновения на уступах, превышающих угол естественного откоса.

Шлиховая съемка включает следующие операции: выбор места взятия проб, отбор проб, обогащение проб (получение шлиха), изучение шлихов, документация опробования, обобщение и анализ результатов шлихового опробования [7].

Целью работы является разработка усовершенствованной методики шлихового метода.

## **Методы**

### ***Определение шага шлихового опробования***

В районах с единственным источником при мелко- и среднемасштабных поисках, определение шага опробования аллювия долин с расстоянием, на которые распространяются зерна МИК без следов механического износа. Для пироба это 30-40 км и 20-30 км для пикроильменита (при объеме проб 20 л). Поэтому для того, чтобы уверенно определить границы распределения потока рассеяния механически изношенных зерен МИК, достаточно отбирать пробы на расстоянии 1-5 км одна от другой, в зависимости от длины водотока.

В районах смешанного питания и различного генезиса МИК создают в аллювии сплошной фон. Единственным критерием присутствия в таком районе кимберлитовых тел являются потоки рассеяния МИК, не имеющие следов механического износа. Поэтому в данных районах, с целью установления источника питания руслового аллювия МИК, расстояние между пробами уменьшается до 0,5-2,0 км.

После установления участка питания детальному шлиховому опробованию подвергаются склоны для выявления потоков и ореолов рассеяния и установления коренного источника. В основе определения шага опробования при детальных поисках лежит представление о минимально допустимых размерах промышленных месторождений алмазов, принятых 50-100 м. Считая, что для уверенного подсечения ореолов указанной ширины достаточно одной-двух проб расстояние между точками отбора проб составит от 25-50 до 100 м.

### ***Наиболее благоприятные места для отбора шлиховых проб***

При шлиховом опробовании аллювия должны опробоваться элементы русла в местах естественной гравитационной отсадки тяжелой фракции.

Обычно это точки резкого изменения гидродинамических условий среды переноса обломочного материала (головки островов, кос, улова за перекатами, участки за валунами и другие неровности русла) [8]. В поперечном сечении русла повышенные содержания МИК отмечаются в пристрежневой части потока. Наиболее высокие концентрации минералов тяжелой фракции приурочены, как правило, к скоплениям грубообломочного материала. Наряду с шлиховым опробованием русловых отложений производится отбор проб из боковых притоков, за контуром влияния долины главного русла.

В рыхлых отложениях склонов происходит преимущественно разубоживание содержаний МИК и тем более существенно, чем круче склон. Поэтому наиболее благоприятные места отбора шлиховых проб при детальном поисках представляют собой подножья структурных уступов и тыловые швы долин.

#### ***Методика отбора и промывки шлиховых проб***

Отбор проб с помощью копушения с глубины 0,3-0,5 м является наиболее распространенным при маршрутных работах, применяясь при опробовании долин, склонов и водоразделов.

Шлихи отбираются также из материала мелкообъемных проб при опробовании рыхлых отложений на алмазы из класса менее 1 мм (шлих-поддон). При этом исходная проба подвергается грохочению на шейкере с диаметром ячеек 8 мм, 4 мм, 2 мм и 1 мм, а затем отсаживается на отсадочной машинке (джиге). Материал классов  $-8+4$  мм визуально просматривается на алмазы и МИК, и в случае их присутствия они извлекаются в отдельные пакеты и этикетируются.

Промывка шлиховых проб производится на лотках до серого шлиха, с постоянным контролем, чтобы не смыть легкую фракцию минералов (пироп, оливин, апатит и пр.).

#### **Результаты**

Была разработана следующая методика шлихового апробирования, представленная в виде алгоритма.

Таблица 1. Методика шлихового апробирования

Наименование пункта	Пример
Маршрут № 1.	Дата проведения маршрута
Адрес проведения маршрута: (привязка маршрута)	р. Оленёк (правый приток р. Лена)
Задача маршрута: указывается вид, масштаб проводимых работ, место	Шлиховое опробование руслового аллювия шагом 2 пробы на 1 км
Обеспечение топоматериалами: топокарты (их номенклатура, масштаб, инвентарный номер); аэрофотоснимки (АФС), их масштаб, инвентарный номер, номер снимка.	
Цель маршрута	Опробование руслового аллювия на алмазность, поиск и намыв МИК, прослеживание границы базального горизонта мелового возраста
Схема проведения маршрута (маршрутов)	Гидросеть с точками опробования, с результатами по МИК. Ориентировка схемы север – юг (стрелка). При описании геологических маршрутов – то же, но дополнительно наносится геологическое строение
Документация шлихов, точек наблюдения	<p>Шлих № 7003</p> <p>а) Привязка места отбора шлиха точка наблюдения (т.н.) должна быть АФС № 6514 двойной (от русловой отметки или ручья и от предыдущего шлиха (т.н. № 6517). При азимутальной привязке достаточно привести удаление и азимут от русловой, высотной отметок или устья реки. Указываются координаты по GPS (426631-8980566).</p> <p>б) Четкая привязка первого, третьего (через три шлиха) и последнего шлиха, с записью координат по GPS. Привязка по ходу, от предыдущей пробы (расстояние, азимут и удаление от начала профиля). После привязки идет описание места отбора шлиховой пробы или т.н.</p> <p>в) Краткая геоморфологическая характеристика:</p> <p>1. морфология долины (основные элементы рельефа – профиль долины,</p>

	<p>днище, склоны и русло);</p> <p>2. гранулометрический состав аллювия (в %) от меньшего к большему объему;</p> <p>3. описание материала шлиховой пробы: описывать материал, отмываемый в лотке (гравийно (15%) – галечно (20%) – щебнисто (30%) – песчаный и т.д.)</p>
Таблица шлихового опробования	Приведена ниже
Элементы рельефа, состав отложений	<p>По ходу маршрута в подножье склона (на удалении 0,7 км от т.н. 6120 по аз.165<sup>0</sup>) на элювии гнейсов нижнего протерозоя отмечается высыпка грубообломочного материала, в виде мелкой гальки темно-серых кварцитов (до 2,5 см) округлой формы, III класса окатанности. Элювиальные образования представлены щебнем и дресвой зеленовато-серых метаморфизованных гнейсов (I класса окатанности).</p>
Окончание маршрута	<p>Выполнено: шлихи 1 пр. на 1 пог. км – 4 пробы;</p> <p>2 пр. на 1 пог. км – 5 проб;</p> <p>6 пр. на 1 пог. км – 8 проб.</p> <p>Проба-протолочка (10 кг) – 1 проба</p>
<p><b>Краткий вывод по маршруту</b></p> <p>1. Где проходил маршрут.</p> <p>2. Геологическая обстановка участка.</p> <p>3. Что сделано, выполнена ли задача маршрута.</p> <p>4. Краткие результаты проведенных работ.</p> <p>5. Что отмечено интересного или необычного.</p> <p>6. Рекомендации о дальнейшем проведении работ и вывод.</p>	<p>В месте отбора шл. пр. 6514 провести мелкообъемное опробование аллювиальных отложений; или – в приустьевой части левого притока на отрезке 2 км, на обоих склонах провести детальное шлиховое опробование вдоль тылового шва долины; считаю опоискованный отрезок руч. Орто-Мастах (или бассейна ручья) бесперспективным на поиски кимберлитовых тел.</p>

Пример заполнения таблицы шлихового опробования показан в таблице 2.

Таблица 2 Пример заполнения таблицы шлихового опробования

<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>XIII</i>	<i>XIV</i>
2	4	3	3, 1	3	2	1, 4, 8	1/7	4/7	2/1,3/4, 4/2	1/3, 2/4	5/3, 12/4	-	2/3, 4/4
							2/25	1/3, 4/15, 5/7	2/5, 3/12, 4/8	10/25	-	-	2/5, 4/20

Условные обозначения для заполнения таблицы шлихового опробования показаны в табл. 3.

Таблица 3 Условные обозначения для заполнения таблицы шлихового опробования

<b><i>I. Объем пробы (м<sup>3</sup>)</i></b> 1. 0,01 2. 0,02 3. 0,03 4. 0,04 5. 0,1 6. 0,2 7. 0,3 8. 0,4 9. 0,5 10. 1,0	<b><i>II. Место взятия пробы</i></b> 1. Русло 12. Низкая пойма 2. Перекат 13. Высокая пойма 3. Улово (яма) 14. Терраса 4. Головка косы 15. Склон 5. Средняя часть косы 16. Водораздел 6. Хвост косы 17. Подножие склона 7. Головка острова 18. Делль 8. Средняя часть острова 9. Хвостовая часть острова 10. Бичевник 11. Щетка	<b><i>III. Глубина взятия пробы (закопушки) (м)</i></b> 1. 0,1 2. 0,2 3. 0,3 4. 0,4 5. 0,5 6. 0,6 7. 0,7 8. 0,8 9. 0,9 10. 1,0
<b><i>IV. Цвет шлиха</i></b> 1. Серый 2. Светло-серый 3. Коричневый 4. Черный 5. Пестрый 6. Красный 7. Зеленоватый 8. Желтый 9. Белый	<b><i>V. Состав шлиха</i></b> 1. Карбонатный 2. Карбонатно-кварцевый 3. Кварцево-карбонатный 4. Кварцевый 5. Трапповый 6. Кимберлитовый 7. Кремнистый 8. Лимонитовый	<b><i>VI. Выход т.ф. на шлих (гр)</i></b> 1. >10 гр. 2. 5-10 гр. 3. < 5 гр. 4. единичные знаки

<p><b>VII. Минералы тяжелой фракции (минерал, которого меньше первым) [9]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лимонит</li> <li>2. Пирит</li> <li>3. Марказит</li> <li>4. Альмандин</li> <li>5. Магнетит</li> <li>6. Пироксен</li> <li>7. Дистен</li> <li>8. Рудная пыль</li> </ol>	<p><b>VIII. Полезные компоненты и ким. минералы и количество зерен</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пироп</li> <li>2. Пикроильменит</li> <li>3. Хромшпинелид</li> <li>4. Циркон</li> <li>5. Алмаз</li> <li>6. Хромдиопсид</li> <li>7. Слюда (флогопит)</li> <li>8. Каситерит</li> <li>9. Сфалерит</li> <li>10. Золото</li> </ol> <p>(Пример: <math>2/15</math> – пикроильменита 15 зерен)</p>	<p><b>IX. Форма зерен и их количество</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Округлая</li> <li>2. Лепешковидная</li> <li>3. Эллипсоидная</li> <li>4. Угловато-округлая</li> <li>5. Остроугольная</li> <li>6. Идиоморфная</li> <li>7. Агрегатная</li> <li>8. Октаэдр</li> <li>9. Октаэдрическая</li> <li>10. Ромбододекаэдр</li> <li>11. Переходная форма</li> <li>12. Сросток</li> <li>13. Комковатая</li> <li>14. Пластинчатая</li> <li>15. Игольчатая</li> <li>16. Дендритовидная</li> </ol> <p>(Пример: <math>5/4</math> – остроугольная 4 зерна)</p>
<p><b>X. Размер зерен и их количество</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. –8+4 мм</li> <li>2. –4+2 мм</li> <li>3. –2+1 мм</li> <li>4. –1+0,5 мм</li> <li>5. –0,5+0,3 мм</li> </ol> <p>(Пример: <math>3/10</math> – кл. –2+1 – 10 зерен)</p>	<p><b>XI. Цвет и количество зерен</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лиловый</li> <li>2. Оранжевый</li> <li>3. Красный</li> <li>4. Розовый</li> <li>5. Фиолетовый</li> <li>6. Прозрачный</li> <li>7. Молочный</li> <li>8. Желтый</li> <li>9. Зеленый</li> <li>10. Черный</li> <li>11. Коричневый</li> </ol> <p>(Пример: <math>3/8</math> – красных 8 зерен)</p>	<p><b>XII. Первичные поверхности и количество зерен</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Матированная (матовая)</li> <li>2. Шероховатая</li> <li>3. Ямчатая</li> <li>4. Циркообразная</li> <li>5. Бугорчатая</li> <li>6. Черепитчатая</li> <li>7. Ребристая</li> <li>8. Занозистая</li> <li>9. Корродированная</li> <li>10. Бородавчатая</li> <li>11. Шиповидная</li> <li>12. Гладкая</li> <li>13. Магматической резорбции</li> <li>14. Вторичные</li> </ol>
<p><b>XIII. Примазки и количество зерен</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Карбонатные</li> <li>2. Песчаные</li> <li>3. Кимберлита (серпентина)</li> <li>4. Сростки с кварцем</li> </ol> <p>(Пример: <math>1/5</math> – 5 зерен с карбонатными примазками)</p>	<p><b>XIV. Сохранность и количество зерен</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. I класс</li> <li>2. II класс</li> <li>3. III класс</li> <li>4. IV класс</li> <li>5. Хорошо окатанное</li> <li>6. Слабо окатанное</li> <li>7. Неокатанное (0 класс)</li> </ol>	

В настоящий момент не существует универсальной инструкции, которая бы обобщала все существующие методики по шлиховым исследованиям [10].

Данная методика разработана непосредственно для специалистов занятых на сезонных работах, которые удалены от крупных городов и районных поселений. В данной статье изложено, как, находясь в полевых условиях, возможно регистрировать и обрабатывать первичную информацию по шлиховым исследованиям, а так же проводить первичную обработку полученных проб. Это в свою очередь увеличивает скорость обработки проб, что позволяет уменьшить вес проб и положительно влияет на затраты, связанные с отправкой проб в лабораторию.

#### Список источников

1. Pryor M. R. Mineral processing. – Springer Science & Business Media, 2012.
2. Rogado J. Q. An optimization method for the mining and beneficiation of ore blocks //International Journal of Mineral Processing. – 1975. – Т. 2. – №. 1. – С. 59-76.
3. Rubinstein J. Non-ferrous metal ores: Deposits, minerals and plants. – CRC Press, 2002.
4. Elbeblawi M. M. A. et al. Surface Mining Technology. – Springer, 2022.
5. Ali Elbeblawi M. M. et al. Surface Mining Methods and Systems //Surface Mining Technology. – Springer, Singapore, 2022. – С. 289-333.
6. Ercelebi S. G., Kirmanli C. Review of surface mining equipment selection techniques //Mine planning and equipment selection 2000. – Routledge, 2018. – С. 547-553.
7. Ивашов П. В. Применение шлихового метода в изучении минералогии почв //Региональные проблемы. – 2018. – Т. 21. – №. 4. – С. 40-43.
8. Иванов П. Ф., Хмельницкая Т. И. Апокимберлиты реки Вакунайки: новые данные и перспективы //Науки о Земле и недропользование. – 2020. – Т. 43. – №. 2 (71). – С. 177-193.
9. Песталова Ю. А., Ачилов А. О. Определение содержания минералов-индикаторов в шлиховых пробах участка верхний //Геология в развивающемся мире. – 2018. – С. 34-37.

10. Язиков Е. Г. и др. Опытные работы по совершенствованию биогеохимического метода поисков золота в условиях криолитозоны (на примере территории вьюнского рудного поля, республика Саха (Якутия)) // Руды и металлы. – 2020. – №. 4. – С. 22-31.

### References

1. Pryor M. R. Mineral processing. – Springer Science & Business Media, 2012.
2. Rogado J. Q. An optimization method for the mining and beneficiation of ore blocks // International Journal of Mineral Processing. - 1975. - Т. 2. - No. 1. - S. 59-76.
3. Rubinstein J. Non-ferrous metal ores: Deposits, minerals and plants. – CRC Press, 2002.
4. Elbeblawi M. M. A. et al. Surface Mining Technology. – Springer, 2022.
5. Ali Elbeblawi M. M. et al. Surface Mining Methods and Systems // Surface Mining Technology. - Springer, Singapore, 2022. - P. 289-333.
6. Ercelebi S. G., Kirmanli C. Review of surface mining equipment selection techniques // Mine planning and equipment selection 2000. - Routledge, 2018. - P. 547-553.
7. Ivashov P. V. Application of the schlich method in the study of soil mineralogy // Regional problems. - 2018. - Т. 21. - No. 4. - S. 40-43.
8. Ivanov P. F., Khmel'nitskaya T. I. Apokimberlites of the Vakunaika River: new data and prospects // Earth Sciences and Subsoil Use. - 2020. - Т. 43. - No. 2 (71). - S. 177-193.
9. Pestalova Yu. A., Achilov A. O. Determination of the content of indicator minerals in schlich samples of the upper area // Geology in the developing world. - 2018. - S. 34-37.
10. Yazikov E. G. et al. Experimental work on improving the biogeochemical method of prospecting for gold in the permafrost zone (on the example of the territory of the Vyunsky ore field, the Republic of Sakha (Yakutia)) // Ores and metals. – 2020. – no. 4. - S. 22-31.

Московский экономический журнал. № 9. 2022

Moscow economic journal. № 9. 2022

**Для цитирования:** Корховой А.А. Разработка методики шлихового опробования для удаленных районов // Московский экономический журнал. 2022. № 9. URL: <https://qje.su/rekreacia-i-turizm/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-9-2022-64/>

© Корховой А.А., 2022. *Московский экономический журнал*, 2022, № 9.