

## Есть мнение ...

УДК 582.4/9:549:548.31

### ЛЕТОПИСЬ, ЗАПИСАННАЯ ПРИРОДОЙ В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ ДЕРЕВЬЕВ И ЗОНАЛЬНЫХ МИНЕРАЛАХ, ИХ ПРИКЛАДНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

### CHRONICLE, RECORDED BY NATURE IN TREE RINGS AND ZONAL MINERALS, THEIR APPLICATIONS



*V. S. Salikhov, Забайкальский государственный университет, г. Чита  
salihovvs41@inbox.ru*

*V. Salikhov, Transbaikal State University, Chita*

Приводится сравнительная характеристика летописи природы, записанной в годичных кольцах деревьев и зональных (ритмично-полосчатых) минералах и минеральных агрегатах, встречаемых в рудных телах и залежах месторождений.

Показаны широкие возможности прикладного использования текстур годичных колец деревьев для оценки эколого-климатической среды и подобных текстур зональных минералов для прогнозной оценки рудных полей и месторождений. Особенно информативны в данном случае сквозные зональные минералы: кварц, циркон, турмалин и др.

Констатируется, что органический и минеральный мир развиваются синхронно, а истоки образования зональных текстур, очевидно, располагаются во Вселенной, поскольку Земля — ее неотъемлемая часть

*Ключевые слова:* годичные кольца деревьев; древесная летопись; зональные минералы; ритмично-полосчатые текстуры; локальное прогнозирование; природа; эколого-климатическая среда; растения; дендрохронология; возраст дерева

The comparative characteristic of the chronicle of nature, written in annual growth rings of trees both the zonal (rhythmic and band) minerals and mineral aggregates, met in ore bodies and deposits of fields is provided.

The wide opportunities of application-oriented use of textures of annual growth rings of trees for the assessment of ecological and climatic environment, as well as similar textures of zonal minerals for projection of ore fields and fields are shown. The open zonal minerals are especially informative in this case: quartz, zircon, tourmaline, etc.

It is stated that the organic and mineral world develop synchronously, and the sources of zonal textures formation, obviously, settle down in the Universe because the Earth is its integral part

*Key words:* annual rings of trees; chronicle of wood; zoned minerals; rhythmically banded texture; local forecasting; nature; ecological and climatic environment; plants; Dendrochronology; age of a tree

Годичные кольца — наиболее характерные образования для многолетних древесных, прежде всего, хвойных растений умеренных и холодных широт. Они фиксируют собой периоды интенсивного весенне-летнего роста камбия (соединительная ткань, порождающая древесину), чередующиеся со временами осенне-зимнего покоя.

Каждое кольцо двуслойное — состоит из светлой (весенне-летней, более широкой) и темной (осенне-зимней, более узкой) полос. Расшифровка такой текстуры позволяет определить многое, чем занимается наука дендрохронология и многие ученые в мире, как отечественные, так и зарубежные.

Годичные кольца можно определить по поперечному спилу их стволов. Однако в настоящее время нет надобности их спиливать. Специалисты по «чтению» годичных колец высверливают буравчиком столбики древесины толщиной с карандашный грифель, а затем всесторонне исследуют под микроскопом с использованием более тонкой аналитики – изотопные и электронно-зондовые определения.

Японские изобретатели пошли дальше и сконструировали портативный рентгеновский аппарат, с помощью которого можно изучать и получать снимок попереч-

ного ствола, не причиняя дереву даже малейшего вреда. Расшифровкой древесной летописи занимаются научные коллективы (дендрохронологические лаборатории) и не только для того, чтобы узнать особенности эколого-климатической обстановки в разных частях света современного мира, но и познать тайны далекого прошлого по изучению годичных колец бревен древних городов и обломков древесины, а вместе с тем, познать эволюцию древесного мира и окружающей среды с построением климатического календаря. Некоторые примеры годичных колец приведены на рис. 1.

1, а



1, б



1, в



*Рис. 1. Древесная летопись:  
1, а – годичные кольца сосны, свободно растущей, с нарастающей зрелостью;  
1, б – годичные кольца сосны, пережившей не менее четырехкратного изменения вегетационного развития;  
1, в – годичные кольца сосны, свидетельствующие о неоднократных климатических изменениях и явно указывающих на расположение солнечной стороны (справа)*

*Fig. 1. Wood chronicle*

Широк круг вопросов, которые можно решить, изучая древесную летопись. К ним относятся следующие (по материалам сайта «Пихтахвоя» В. Питрешин):

- 1 – возраст дерева (предложено еще Леонардо да Винчи);
- 2 – темп его роста;
- 3 – температурные колебания воздуха среды обитания и периоды засухи;

- 4 – количество выпавших осадков;
- 5 – информация о лесных пожарах;
- 6 – нашествие насекомых вредителей и гибель соседних деревьев;
- 7 – положение дерева относительно стран света и соседних деревьев;
- 8 – направление деятельности ветров;
- 9 – цикличность изменения климата (циклы солнечной активности) по отношению изотопов углерода, кислорода и водорода в кольцах;
- 10 – составление древесного термометра и определение температур окружающей среды далекого прошлого;
- 11 – проявление вулканической деятельности;
- 12 – сейсмическая активность, ее сила в районах произрастания деревьев;
- 13 – взрывы сверхновых звезд в Галактике (по катастрофическим меткам в кольцах);
- 14 – степень загрязнения атмосферы в результате ядерных испытаний по характеру распределения рассеянных и радиоактивных элементов в различные годы;
- 15 – поиск месторождений полезных ископаемых по особенностям геохимии колец.

Таким образом, из «деревянной» летописи, написанной природой, можно узнать многие особенности геолого-ландшафтной среды и те, что еще не раскрыты.

*В минеральном мире* подобное строение имеют зональные кристаллы и минералы, нередко фиксируемые на геологических объектах, в рудных залежах и узлах, рудных полях и месторождениях. Это дает возможность оценить состояние рудно-магматической системы и рудообразующей среды, ее продуктивность, что позволит в дальнейшем проводить локальное прогнозирование, тем самым оценивать рудный потенциал конкретного участка исследуемой территории.

Сравнение же годовых колец деревьев и зональных (ритмично-полосчатых) минералов и агрегатов вполне корректно, поскольку минеральный и органический мир развиваются по одним законам, синхронно, что отвечает понятию коэволюции – синхронность параллельного развития.

Многие исследователи показали, что минерал (кристалл) – это живое существо, которое зарождается, живет и погибает или замещается другим минеральным видом, т.е. минерал – живой организм [4]. Не исключено, что первичные причины зарождения таких структур живого и костного вещества (по В. И. Вернадскому) находятся во Вселенной, поскольку планета Земля является ее неразрывной частью.

Расшифровка минеральной зональности, ритмично-полосчатых структур кристаллов позволит оценить состояние геологической среды и ее металлогенический потенциал. Суть проблемы изложена далее.

Известно, что одним из приоритетных направлений современной металлогении является решение вопросов прогнозирования и поисков продуктивных участков или месторождений в пределах рудных узлов, полей, установление отдельных рудных залежей и мест локализации оруденения в пределах обрабатываемых месторождений, т.е. геологическое прогнозирование в настоящее время является одним из наиболее развиваемых направлений в учении о полезных ископаемых.

Прогнозирование осуществляется на разных уровнях поисково-оценочных работ, по результатам всестороннего анализа имеющихся геологических, геохимических, геофизических данных для выявления и установления наиболее перспективных и возможных мест локализации продуктивного оруденения в том или ином геологическом пространстве. Эти вопросы ставились и в той или иной мере решены благодаря деятельности крупнейших отечественных геологов (Д. И. Щербаков, Д. В. Рундквист, Е. И. Шаталов, А. Д. Щеглов и мн. др.), а также исследованиями крупных научных коллективов (ВСЕГЕИ, ИГЕМ, ВИМС, ЦНИГРИ, СО РАН). Особенно заметны успехи коллектива ЦНИГРИ (под рук. А. И. Кривцова), где разработаны и опробованы прогнозно-поисковые комплексы и модели на многие геолого-промышленные типы минерального сырья.

Выделяют две группы прогнозирования: региональное и локальное. Реги-

ональные факторы прогноза достаточно известные в любых горно-рудных районах и определяются наиболее продуктивными (металлогеническими) эпохами или периодами рудонакопления. Региональные факторы прогнозирования контролируют пространственное размещение рудных узлов, полей или месторождений.

Локальное же прогнозирование определяет положение, размещение уже конкретных продуктивных залежей и рудных тел еще не установленных, обычно путем последовательного приближения. Локальный прогноз наиболее трудоемок, когда требуется на конкретной рудоносной площади выделить продуктивные участки и места локализации оруденения для постановки геолого-разведочных и эксплуатационных работ.

В процессе прогнозирования составляются модели месторождений, с помощью которых в дальнейшем проводится поиск рудных залежей и оценка прогнозных ресурсов, прежде всего, на флангах и глубине.

Нам представляется, что наиболее существенным методом достаточно безошибочного установления продуктивных мест и рудных залежей может стать генетический код (ДНК) месторождений (подобно разработанному геному человека), где важную роль должны играть зональные минералы и их типоморфные признаки.

Рекомендуемый генетический паспорт месторождений составляется на основании изучения зональных и ритмично-полосчатых минералов и включает:

- типоморфные особенности минерального индивида, в том числе его дефекты, а также неоднородность и блочность;
- типоморфные особенности минерального агрегата (ассоциации минералов);
- метод изоген [7];
- стрессовые (шоковые) метки в минералах;
- изотопные метки оруденелых зон;
- типоморфизм на наноуровне;
- типоморфные особенности поверхности минералов и границ сосуществующих зерен.

Гены будущей руды зарождаются на самых ранних стадиях становления месторождения, как продукта флюидно-рудно-магматической системы, захватывая в последующем все этапы, участвующие в образовании и бытия месторождения: от свидетельств источника вещества, его транспортировки до мест локализации, т.е. все это фиксируется на минералах в виде соответствующих «меток».

Таким образом, прогнозно-поисковая объемная модель, рассматриваемая как оптимизированная технологическая схема реализации геолого-разведочного процесса, должна основываться на типоморфизме минералов, прежде всего, зональных.

*Генетический код* месторождений как система «записи» информации (последовательность событий) фиксируется в минералах, а прикладное учение о типоморфизме (термин введен Ф. Бекке в 1903 г.) создано А. Е. Ферманом еще в 30-х гг. XX в. и в последующем вошло в число перспективных направлений современной поисковой минералогии.

В развитии этого направления существенную роль имела разработанная Д. П. Григорьевым [5] *онтогенез минералов* и установление чрезвычайно высокой генетической информации минеральных индивидов. Здесь важен закон минералогического резонанса Н. П. Юшкина (1976) [10], согласно которому всякое изменение в минерале является отражением изменений в минералообразующей среде, а минералы – не только катализаторы неорганических полимеров, но и первичные носители генетических кодов, иначе – протогены.

Известно, что идеальных кристаллов (минералов) в природе не существует и каждый кристалл по-разному неоднороден, фиксируя тем самым колебания геохимической и геологической среды и в частности наиболее продуктивные этапы в его истории. Особенно ценны здесь установление признаков катастрофизма, т.к. максимальное оруденение связывается обычно с этапами резкого изменения («скачки») в развитии рудного процесса.

Зональные кристаллы свидетельствуют о жизнедеятельности продуцирующей рудно-магматической системы, скорости кристаллизации, составе гидротермального раствора в течение продолжительного времени (миллионы лет).

Одним из наиболее информативных типоморфных зональных минералов является *циркон*, который, как акцессорий, довольно широко распространен и давно уже используется в геохронологии и для реконструкции геологических процессов далекого прошлого. Особенности его внутреннего строения, изотопно-геохимические неоднородности и другое позволяют определить генезис и особенности эволюции вмещающих пород и оруденения.

Электронно-зондовый анализ и тонкие изотопно-геохимические (изотопные метки) исследования могут внести существенный вклад в «кодон» месторождения. Так, среди генетических типов каемок цирконов выделены магматогенные, гидротермальные, метаморфогенные и регенерационные типы [6], которые существенно раскрывают многие вопросы природы геологических процессов и рудообразования.

Другим минералом, который может быть использован при расшифровке генетического кода месторождений, является *флюорит*.

Флюорит оценивается как один из самых благоприятных минералов для исследования термобарогеохимических и люминесцентных характеристик. Уникален он и по обилию и богатству примесными центрами-люминогенами (редкоземельные элементы). Разнообразие свойств флюорита рассматривается как индикатор масштабности оруденения. Главная мера масштабности — диапазон колебаний (максимум-минимум) числовых значений свойств флюорита, отражающий большее генетическое разнообразие крупных объектов. Значимы здесь содержания РЗЭ, концентрации парамагнитных центров  $Mn^{2+}$ , соотношение  $Ei/Ei^*$  и др. [8].

Весьма информативным для расшифровки генетического кода многих золото-

рудных месторождений является *жильный кварц* [9].

Поскольку кварц является распространенным минералом (сквозным) и встречаемым во многих геолого-промышленных типах рудных месторождений, типоморфные сведения о нем наиболее ценны для составления генетического кода и паспорта месторождений, его ДНК. Из рудных минералов существенный вклад в разработку генетического кода месторождений могут внести *пирит*, являющийся во многих рудных объектах «сквозным», самородное *золото* (особенно на наноуровне), касситерит.

При определении генетического кода месторождений следует учитывать влияние «стресса» (катастрофического события) на эволюционное течение флюидно-рудно-магматического процесса, который существенно повышает активность генов, как это имеет место в биологии, т.е. типоморфные признаки и типоморфизм минералов в этом случае становятся более рельефными, ибо «стресс» побуждает гены будущей руды (в виде типоморфных признаков) к быстрой и существенной реорганизации, происходит ответная реакция рудообразующей системы на сильные внешние воздействия. Спусковым «крючком» (триггером) появления типоморфных форм у кристаллов, очевидно, являются изменения в космическом пространстве), прежде всего, в системе Земля–Луна–Солнце (в кризисные события).

*Выводы.* 1. История зарождения и бытия месторождений наиболее отчетливо проявлена в зональных кристаллах (порядок чередования слоев), в их динамике (4Д), равно как и в срезах хвойных деревьев, дешифрируемых электронно-зондовыми и изотопно-геохимическими методами.

2. Подход к геологическому прогнозированию сводится не как к эмпирическому способу познания, исходящему из внешних проявлений процесса рудообразования, рудораспределения и рудолокализации, а как к теоретическому способу, исходящему из внутренних закономерных взаимосвязей элементов рудных объектов; оно сводится к анализу всей совокупности геолого-геохи-

мико-геофизических данных, характеризующих внутренние особенности объекта прогнозирования и являющихся отражением условий его формирования для выявления наиболее вероятных мест локализации рудных залежей в земной коре.

3. Особо информативными являются «сквозные» минералы (кварц, флюорит, циркон и др.), в которых читается летопись на всю или большую часть бытия флюидно-рудно-магматической колонны, с фиксацией наиболее благоприятных мест рудолокализации, т.е. в минералах запечатлена вся его история, подобно информации, запечатленной в годичных кольцах деревьев и единичной клетке органического мира.

4. Зональное строение минералов подчеркивает волновой характер и волновую природу порождающей энергии, источники которой, вероятнее, находятся вовне флюидно-рудно-магматической системы и передаются импульсами (квантами) из космоса, следствием чему является «дыха-

ние» ядра Земли и ее пульсаций, т.е. проявляется дуализм геолого-геофизической и ландшафтной среды (волны и кванты).

5. Успешному созданию генетического кода (геном) месторождений, их генетических паспортов способствуют данные по современному рудообразованию (природных лабораторий), рудообразующих флюидов в гидротермально-магматических системах активных зон дна Мирового океана (Тихий и Атлантический), в которых изучены типоморфные особенности минералов первых ступеней их возникновения [1; 2].

6. Геологическая и природная среда нелинейная и самоорганизующаяся, равно как и зональные минералы (ритмично-полосатые) и кольца деревьев образуются по законам синергетики в соответствии с волновыми колебательными реакциями в химии, установленные В. П. Белоусовым, а также механизмом эмиссионной диффузии и кристаллизационной дифференциацией, приводящими к появлению, например, полосчатых скарнов (рис. 2).

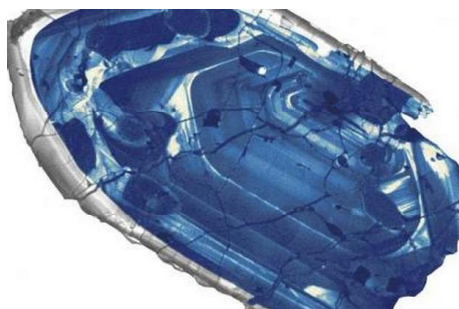
2, а



Дальнегорский скарн



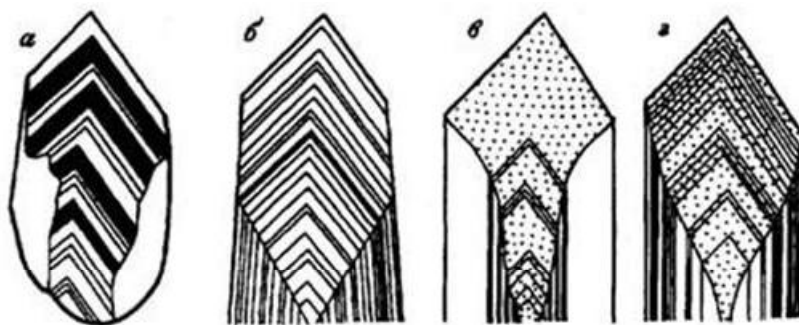
Флюорит



Циркон



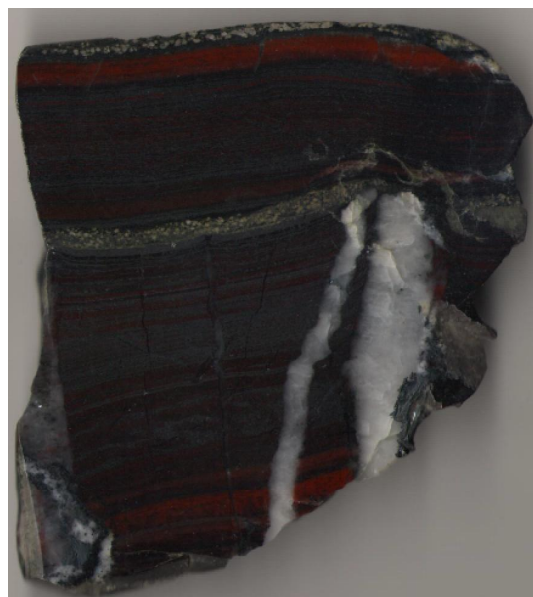
Пироксен



Зональность и секториальность строения кристаллов кварца

2, б

2, г



2, в



Рис. 2. Минералогическая летопись:  
2, а – примеры зонального строения минералов; 2, б – ритмично-зональный флюорит (не менее пятикратного изменения режима кристаллизации); 2, в – ритмичная горизонтальная слоистость в алевро-пелитах (двухкратное появление сезонной ритмики, разделенной более продолжительным периодом относительно равновесной седиментации); 2, г – годовая (суточная?) ритмика в железистых кварцитах (раскристаллизация кремне-железистого геля), нарушенная периодом взмучивания (светлое – кварцевые прожилки)

Fig. 2. Mineralogical chronicle

7. Зональные (полосчатые) минералы свидетельствуют не только об особенностях геохимической среды формирования самого минерала, но о некотором геологическом пространстве, его окружающем, т.е.

об особенностях геолого-геохимической обстановки, так же как по срезу дерева и его годичным кольцам можно проследить этапы его жизнедеятельности и особенности объемной ландшафтно-геохимической среды его

произрастания, что, в конечном итоге, даст возможность проводить локальный прогноз и позволит разбраковывать результаты наземных металлометрических работ, отбирать продуктивные геохимические аномалии.

8. Продолжительность образования зональных минералов (например, циркона) можно установить по изотопному возрасту, который обычно приводится с допуском в несколько миллионов лет (например,  $\pm 10$  млн лет). Это происходит, очевидно, потому, что анализируются разные участки

минерала (центральный или периферия), которые, безусловно, имеют разную датировку. Скорости же роста минералов самые разнообразные — от первых единиц до сотен миллионов лет [3].

9. Ритмично-зональное строение минералов и годичные древесные кольца, четкость их проявления свидетельствуют о непрерывно-прерывистом, «скачкообразном» течении процесса, без наличия переходных слоев, что отвечает общему стилю и характеру эволюционного пути развития.

### Список литературы

1. Бородаева Ю. С., Мозгова И. Н. [и др.]. Типоморфизм современных колчеданов на дне океана // Вест. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2010. № 2. С. 10–19.
2. Бортник Н. С. Геохимия и происхождение рудообразующих флюидов в гидротермально-магматических системах в тектонически активных зонах // Геол. рудн. м-й. 2006. Т. 48. № 1. С. 3–28.
3. Булах А. Г., Кривовичев В. Г., Золотарев А. А. Общая минералогия. М.: Академия, 2008. 416 с.
4. Гегузин Я. Е. Живой кристалл. М.: Наука, 1987. 192 с.
5. Григорьев Д. П. Онтогенез минералов. Львов: изд-во Львовского ун-та, 1961.
6. Кременецкий А. А. [и др.]. Изотопно-геохимические особенности новообразованных кайм цирконов — критерии идентификации источников питания Ti-Zr россыпей // Геол. рудн. м-й. 2011. № 6. С. 516–537.
7. Раков Л. Т., Ткачев А. В., Сахнов А. А. Генетический анализ кварца пегматитов Мамско-Чуйского слодоносного района на основе использования распределения изоморфных примесей, Россия // Геол. рудн. м-й. 2013. Т. 55. № 1. С. 48–67.
8. Типоморфизм минералов: справочник / Под ред. Л. В. Чернышовой. М.: Недра, 1989. 560 с.
9. Юргенсон Г. А. Типоморфизм и рудоносность жильного кварца. М.: Недра, 1984. 149 с.
10. Юшкин Н. П. Топоминералогия. М.: Наука, 1988. 288 с.

### List of literature

1. Borodaeva Yu. S., Mozgova I. N. [et al.]. *Vest. Mosk. Un-ta. Ser. 4. Geologiya* (Herald of the Moscow Univ. Ser. 4. Geology), 2010, no. 2, pp. 10–19.
2. Bortnikov N. S. *Geol. rudn. m-y* (Geology of ore deposits), 2006, vol. 48, no. 1, pp. 3–28.
3. Bulakh A. G., Krivovichev V. G., Zolotarev A. A. *Obshhaya mineralogiya* [General mineralogy]. Moscow: Academy, 2008. 416 p.
4. Geguzin Ya. E. *Zhivoy kristall* [Live crystal]. Moscow: Science, 1987. 192 p.
5. Grigoriev D. P. *Ontogeniya mineralov* [Mineral ontogeny]. Lvov: Publishing House of the Lvov University, 1961.
6. Kremenetskiy A. A. [et al.]. *Geol. rudn. m-y* (Geology of ore deposits), 2011, no. 6, pp. 516–537.
7. Rakov L. T., Tkachev A. V., Sakhnov A. A. *Geol. rudn. m-y* (Geology of ore deposits), 2013, vol. 55, no. 1, pp. 48–67.
8. *Tipomorfizm mineralov* [Typomorphism of minerals]: handbook. Moscow: Nedra, 1989. 560 p.
9. Yurgenson G. A. *Tipomorfizm i rudonosnost zhilnogo kvartsa* [Typomorphism and ore-bearing of quartz vein]. Moscow: Nedra, 1984. 149 p.
10. Yushkin N. P. *Topomineralogiya* [Topomineralogy]. Moscow: Science, 1988. 288 p.

### Коротко об авторе

### Briefly about the author

Салихов Владимир Салихович, д-р геол.-минерал. наук, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: образование и закономерности размещения рудных месторождений; проблемы углеводородного сырья

Vladimir Salikhov, doctor of geological and mineralogical sciences, Transbaikalian State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: education and patterns of ore deposits distribution; problem of hydrocarbons

### Образец цитирования

Салихов В. С. Летопись, записанная природой в годичных кольцах деревьев и зональных минералах, прикладное использование // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2016. Т. 22. № 12. С. 128–135.