

УДКР 553.41:553.21/24

*И.И. Фатьянов, В.Г. Хомич, Н.Г. Борискина*

**СКРЫТАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ НИЗКОСУЛЬФИДНОГО  
ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ  
МНОГОВЕРШИННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(НИЖНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)**

*На Многовершинном месторождении выявлена скрытая вертикальная минерально-геохимическая зональность фациального типа. Золото-сульфосольно-сульфидные руды (Au:Ag - 1:0,5 - 1:13,6), характерные для глубоких уровней промышленного оруденения, вверх по восстанию сменяются золото-сульфидными (Au:Ag не менее 1:0,5), те, в свою очередь, - золото-теллуридно-сульфидными (Au:Ag - 1:0,5 - 1:3) и, наконец, последние - теллуридно-сульфидными (Au:Ag - 1:3 - 1:10).*

*Ключевые слова: зональность, низкосульфидное золото-серебряное месторождение, минерально-геохимические типы руд.*

**В**ыявление минералого-геохимической зональности оруденения относится к разряду сложных и трудоемких задач рудной геологии, без решения которых затруднено построение непротиворечивых моделей формирования месторождений, а также оптимизация поисково-разведочных работ и производственной деятельности. Зональное размещение минерализации обычно выявляется на месторождениях, содержащих заметные количества рудных минералов и при этом вскрытых на значительном интервале глубин. На убого- и малосульфидных объектах, к которым относится большинство золото-серебряных месторождений, структурированное размещение рудной минерализации, если таковое имеет место, часто приобретает характер скрытой зональности. Ее изучение с помощью только минералогического картирования неэффективно. В этой связи, распределение рудной минерализации на Многовершинном месторождении, одном из крупнейших золото-серебряных

объектов на Дальнем Востоке России, исследовано нетрадиционным способом - методом интегрирования результатов минералогических исследований и разведочного опробования.

Месторождение приурочено к датпалеоценовому вулканоплутоническому сооружению (ВПС), принадлежащему Усть-Амурской вулканической зоне. Магматиты сооружения представлены двумя породными ассоциациями: ранней - андезит-гранодиоритовой нормальной щелочности и поздней - монцогранодиорит-гранитовой субщелочной [6]. С андезит-гранодиоритовой ассоциацией сопряжено формирование золото-серебряного оруденения, в наиболее концентрированном виде проявившегося в пределах крупной (10-15 x 25-30 км) вулканоструктуры. Эффузивно-пирокластические образования преимущественно среднего состава выполняют здесь локальную депрессию, прилегающую к северо-западному контакту Бекчиулского гранитоидного плутона.

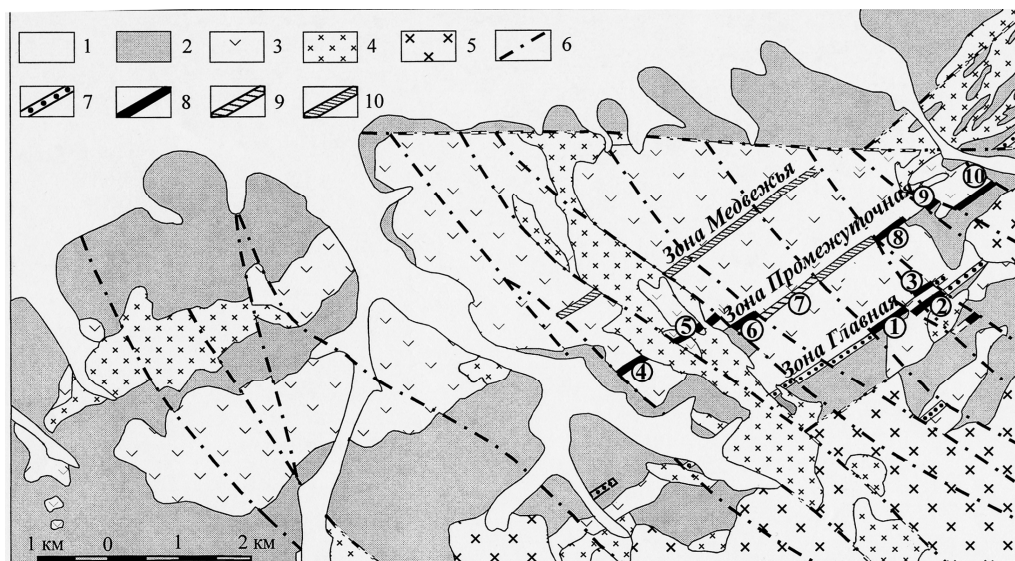
Золото-серебряная минерализация сосредоточена в протяженных (до 10 км) и мощных (до 100 м) жильно-метасоматических зонах, прослеженных в породах вулканической постройки и ее верхнеюрско-ранне-мелового терригенного фундамента на глубину до 600 м. Зоны приурочены к крутопадающим северо-восточным разрывным нарушениям, унаследованным от соскладчатых деформаций довулканогенного основания. Системой таких нарушений обусловлено ступенчато-блоковое строение рудного поля с воздыманием блоков по мере приближения к Бекчиулскому гранитоидному плутону (рис. 1). Уровень эрозионного среза жильно-метасоматических зон в этой связи весьма различен. Наиболее эродирована приближенная к плутону зона Водораздельная. Сильной и умеренной эрозии подверглась зона Главная. Умеренно и слабо эродирована зона Промежуточная. Самая удаленная от плутона зона Медвежья практически не вскрыта эрозией и на поверхности фиксируется по ореолу надрудных изменений.

Северо-западными разломами жильно-метасоматические зоны расчленены на ряд звеньев, имеющих статус рудных тел. Эрозионный срез последних также различен. Самыми погруженными и потому наименее эродированными являются центральные звенья жильно-метасоматических зон, а их фланги более приподняты и эродированы значительно сильнее (рис. 1).

Жильно-метасоматические зоны представляют собой мощные плитообразные крутопадающие тела северо-восточного простирания. В их строении участвует ряд структурно-вещественных ассоциаций, однако доминирующими (формирующими их кварцевые ядра) являются серицит-кварцевые метасома-

титы и кварцевожильные тела выполнения. Образование зон связано с деятельностью Бекчиулской флюидно-магматической системы. На этапе кислотного выщелачивания вдоль северо-восточных тектонически-ослабленных структур шло формирование метасоматической колонки значительной мощности с существенно кварцевой тыловой частью [5]. С переходом рудолокализирующих структур в режим устойчивого поперечного растяжения связано поступление в дренажную систему кремнезема и “залечивание” кварцем разрывных нарушений. Другие структурно-вещественные ассоциации (флюидно-эксплозивные брекчии, ореолы прожилковой перекристаллизации кварцевого субстрата, доскарновые и послескарновые карбонатные тела, скарноподобные метасоматиты) в строении зон играют подчиненную роль [7].

Золото-серебряное оруденение приурочено к ядрам жильно-метасоматических зон, имеющих кварцевый, участками адуляр-кварцевый состав с примесью серицита, хлорита, карбонатов. Из рудных минералов преобладают сульфиды, содержание которых колеблется в пределах 0,5 – 3% объема жильной массы. В целом руды месторождения оцениваются как низкосульфидные с вариациями от убого- до малосульфидных. Рудные минералы обычно присутствуют в виде тонкой и мелкой рассеянной вкрапленности, иногда образуют прожилковидные или гнездообразные выделения. Среди сульфидов обычны пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, спорадически встречаются пирротин и арсенопирит. В подчиненных по отношению к сульфидам количествах присутствуют сульфосоли (блеклая руда, пирсеит-полибазит), теллуриды (гессит, петцит), самородное золото.



**Рис. 1. Геолого-структурная карта Многовершинного рудного поля (составлена по материалам геолого-разведочных работ):** 1 – современные осадки; 2 – юрско-меловые терригенные песчаниково-алевролитовые отложения; 3-5 – дат-палеоценовый комплекс Бекчиулского вулканоплутонического сооружения: 3 – покровные, прижерловые, жерловые и субвулканические фации Улской андезитоидной постройки, 4 – субинтрузивные фации (преимущественно гранодиорит-порфиры), 5 – интрузивные фации (преимущественно гранодиориты и граниты); 6 - тектонические нарушения; 7-10 – звенья оруденелых жильно-метасоматических зон: 7 – сильно эродированные, 8 – умеренно эродированные, 9 - слабо эродированные, 10 – не вскрытые эрозией (ореолы надрудных изменений). Цифрами в кружках обозначены рудные тела: 1 - Центральное, 2 - Верхнее, 3 - Оленье, 4 - Промежуточное, 5 - Южное, 6 - Фланговое, 7 - Северное, 8 - Глубокое, 9 - Тихое, 10 - Валунистое.

Весьма редки теллурувисмутит, алтаит, шеелит, а также селениды - науманнит, теллуроселениды серебра, галенит-клаусталит [1, 2, 4]. В наложенных на руды скарноподобных метасоматитах отмечаются скопления магнетита и гематита.

Обратим особое внимание на золото-серебряную минерализацию, определяющую геохимическую специфику и экономическую значимость оруденения. Золото в рудах находится в самородном виде и в составе теллуридов, главным образом петцит. Серебро содержится в самородном золоте (его пробаность 650 – 935 ‰), присутствует в блеклых рудах (Ag - 1,5-15%), пирсците-полибазите (Ag - 64-72%) и теллуридах, в основном в

гессите ( $\text{Ag}_2\text{Te}$ ) и петците ( $\text{AuAg}_3\text{Te}_2$ ). Серебро содержит и сульфиды, иногда до нескольких сотен г/т, но чаще в значительно меньших количествах.

Золото-серебряное отношение в целом для месторождения, рассчитанное по разведанным запасам металлов, составляет 1:1,7. Для зоны Главной, подвергшейся сильной эрозии, оно равно 1:1, для менее эродированной Промежуточной - 1:2. По рудным телам отношение Au к Ag меняется в более широком диапазоне: от 1:0,2 (тело Оленье) до 1:13,6 (тело Глубокое) [3].

Руды месторождения подразделены на четыре минералого-геохимических типа. Типизация золото-серебряного низкосульфидного оруденения выпол-

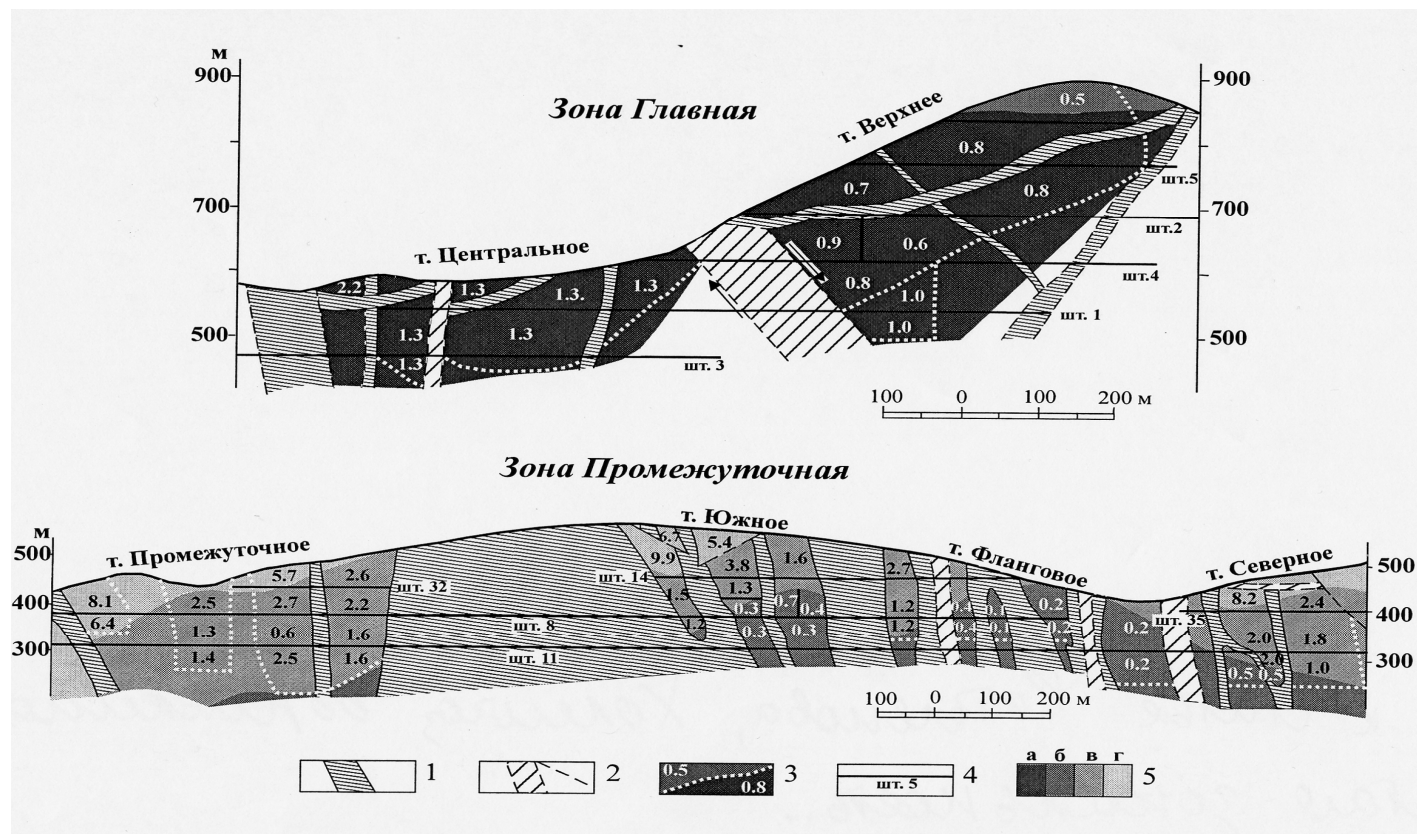
нена с применением интегрального анализа данных по минералогии и разведочному опробованию жильно-метасоматических зон [8]. Экономически значимы на месторождении - золото-сульфидный (с Au:Ag не менее 1:0,5), золото-теллуридно-сульфидный (1:0,5 - 1:3), теллуридно-сульфидный (1:3 - 1:10) и золото-сульфосольно-сульфидный (1:0,5 - 1:13,6) типы руд. Как видим, обозначение выделенных типов руд основано на превалирующем развитии минеральных форм, имеющих в составе Au и Ag. Учет сульфидов обусловлен постоянным их присутствием в жильно-метасоматических зонах. Заметим при этом, что влияние сульфидной составляющей на показатель золото-серебряного отношения в рудах незначительно из-за их низкой сульфидности.

Минералого-геохимические показатели руд в соответствии с их привязкой к разведочным блокам вынесены на вертикальные проекции жильно-метасоматических зон Главной и Промежуточной. Анализ проекций показывает, что размещение золото-серебряной минерализации в зонах структурировано и подчиняется определенным закономерностям.

На нижних горизонтах значительно эродированной зоны Главной (тело Центральное и низы тела Верхнего) развиты золото-сульфосольно-сульфидные руды (рис. 2). Количество сульфосолей в зоне постепенно убывает по восстанию и на верхнем горизонте тела Верхнего они уже практически отсутствуют, что отчетливо фиксируется уменьшением доли серебра в золото-серебряном отношении с 2,2 до 0,5. Самая же верхняя часть зоны Главной, представленная телом Оленьим, уже целиком сложена золото-сульфидными рудами.

В зоне Промежуточной, эродированной значительно слабее Главной, выявляется более полная картина зональности золото-серебряного оруденения. Северо-восточный фланг зоны, примыкающий к гранитоидному массиву, наиболее приподнят и значительно эродирован, в связи с чем промышленное оруденение здесь слабо развито и представлено только золото-сульфосольно-сульфидным типом руд. Юго-западный фланг зоны эродирован умеренно и здесь распределение минеральных типов руд выглядит следующим образом: золото-сульфидные руды, развитые на нижних горизонтах фланга (тела Промежуточное, Южное, Фланговое), вверх по восстанию сменяются золото-теллуридно-сульфидными, а те, по мере сокращения в них доли выделений самородного золота, постепенно переходят в теллуридно-сульфидные, слагающие верхи промышленного оруденения (рис. 2). Центральное звено зоны эродировано слабо (тело Северное). Здесь распространены золото-теллуридно-сульфидные руды, вверх по восстанию переходящие в теллуридно-сульфидные.

Таким образом, в жильно-метасоматических зонах месторождения выявлена зональность в размещении благороднометальной минерализации. Наиболее глубокие уровни промышленного оруденения представлены золото-сульфосольно-сульфидными рудами, вверх по восстанию зон они сменяются золото-сульфидными, те, в свою очередь, - золото-теллуридно-сульфидными и наконец последние - теллуридно-сульфидными (рис. 3). Такое распределение рудной минерализации, фиксирующееся и в вертикальной плоскости зон и по их простиранию (вследствие разной степени эродированности), отвечает фациальной зональности в ее классическом варианте.



**Рис. 2. Зональное размещение золото-серебряной минерализации на вертикальных проекциях разведанных жильно-метасоматических зон месторождения:** 1 - дайки пестрого состава; 2 - разломы и плоскости разрывов; 3 - контуры разведочных блоков с промышленным содержанием золота (цифрами показана доля серебра в золото-серебряном отношении); 4 - штольневые горизонты; 5а-г - минеральные типы руд: а - золото-сульфосольно-сульфидный (Au : Ag -1:0,5 -1:2,2), б - золото-сульфидный (Au : Ag -1:0,5 и выше) в - золото-теллуридно-сульфидный (Au:Ag -1:0,5 - 1:3), г - теллуридно-сульфидный (Au:Ag -1:3 - 1:10)

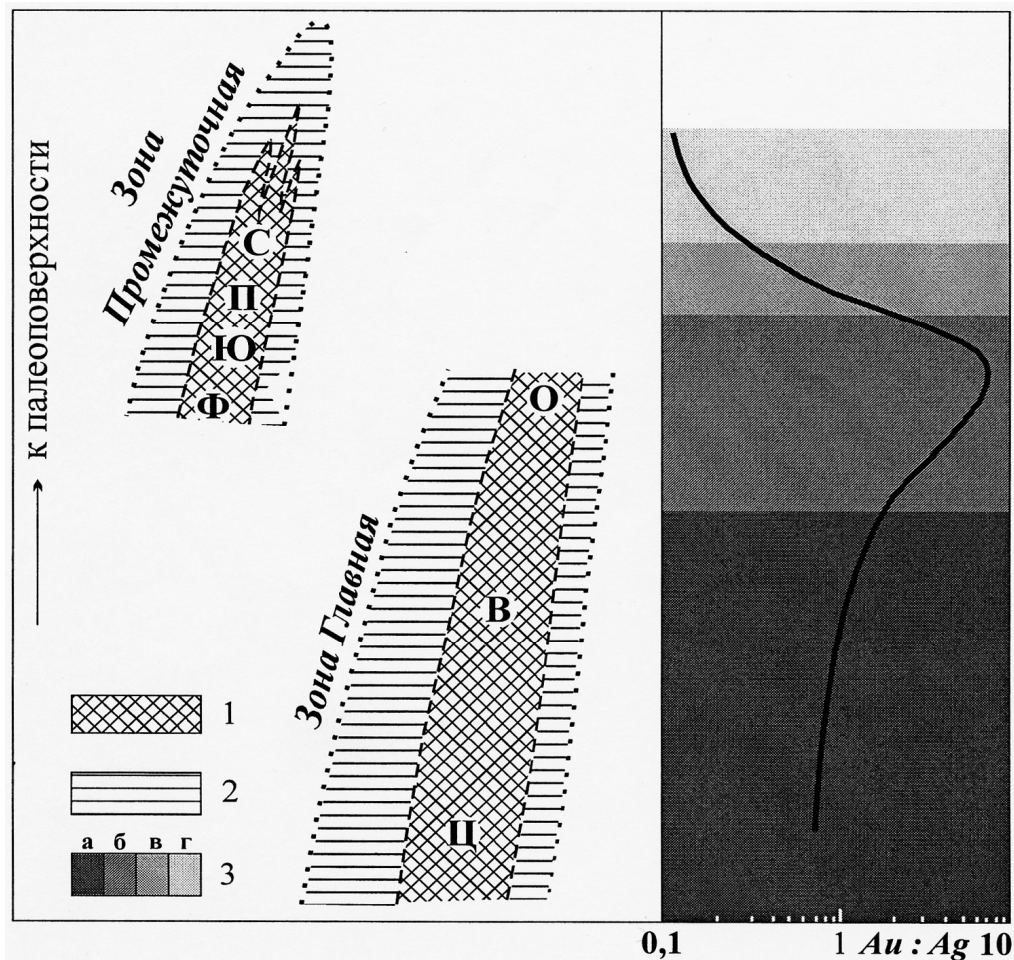


Рис. 3. Генерализованная схема размещения минеральных типов руд (скрытой вертикальной зональности) на Многовершинном месторождении: 1-2 – схематическое строение жильно-метасоматических зон: 1 - кварцевое ядро, 2 - "чехол" из гидротермально-измененных пород; 3 - минеральные типы руд (условные обозначения см. на рис. 2). Буквами обозначены рудные тела: Ц - Центральное, В - Верхнее, О - Оленье, Ф - Фланговое, Ю - Южное, П - Промежуточное, С - Северное. Кривая линия демонстрирует изменение золото-серебряного отношения в вертикальном разрезе единой жильно-метасоматической колонны

Она относится к разряду скрытой, поскольку традиционными методами не устанавливается. Формирование подобной зональности могло произойти только в условиях стабильно действующей гидротермальной системы в течение достаточно длительного промежутка времени.

Результаты исследования скрытой зональности золото-серебряной минерализации в жильно-метасоматических зонах месторождения могут быть использованы как для перспективной оценки вновь открываемых рудных тел, так и для подбора оптимальной технологии извлечения благородных металлов.

Работа выполнена при содействии Президиума РАН и ДВО РАН (проект № 09-1-П14-06).

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаченко В.Т., Фатьянов И.И. Теллуру-висмутит// Новые и редкие минералы Дальнего Востока. Владивосток, 1987. С. 89-90.
2. Фатьянов И.И., Сапин В.И. Теллуроселениды серебра// Новые и редкие минералы Дальнего Востока. Владивосток, 1987. С. 84-86.
3. Фатьянов И.И. Элементы зональности на одном из золото-серебряных месторождений Нижнего Приамурья// Глубинность распространения и элементы зональности эндогенной минерализации Дальнего Востока. Владивосток, 1987. С. 21-35.
4. Фатьянов И.И., Сапин В.И. Селеновая минерализация на одном из золото-серебряных месторождений Нижнего Приамурья// Геология рудных месторождений, 1988. Т. 20. № 6. С. 110-114.
5. Фатьянов И.И., Хомич В.Г. Строение и особенности образования жильно-метасоматических зон золото-серебряного месторождения Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса// Геологические условия локализации эндогенного оруденения. Владивосток, 1989. С. 86-100.
6. Фатьянов И.И., Хомич В.Г. Бекчиулское золотоносное вулканоплутоническое сооружение: магматические ассоциации, особенности развития, схема формирования (Нижнее Приамурье)// Тихоокеанская геология, 1997. Т. 16. № 1. С. 32-44.
7. Фатьянов И.И., Хомич В.Г. Структурно-вещественные жильно-метасоматических зон Многовершинного золото-серебряного месторождения (Нижнее Приамурье) как показатели эволюции гидротермальной рудообразующей системы// Рудные месторождения континентальных окраин. Выпуск 2. Владивосток. Дальнаука, 2001. С. 322-331.
8. Фатьянов И.И., Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Нетрадиционный метод типизации руд золотосеребряных месторождений (на примере Многовершинного месторождения, Нижнее Приамурье)// Вестник Томского государственного университета, 2007. № 304. С. 211-217.

ГИАБ

#### Коротко об авторах

Фатьянов И.И. - кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории металлогении благородных металлов Дальневосточного геологического института ДВО РАН; e-mail: [khomich79@mail.ru](mailto:khomich79@mail.ru)  
Хомич В.Г. - доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией металлогении благородных металлов Дальневосточного геологического института ДВО РАН; e-mail: [khomich79@mail.ru](mailto:khomich79@mail.ru)  
Борискина Н.Г. - кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории металлогении благородных металлов Дальневосточного геологического института ДВО РАН; e-mail: [boriskina2000@mail.ru](mailto:boriskina2000@mail.ru)

