Оригинальная статья / Original article

УДК 622.221

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2541-9455-2018-41-2-102-110>

ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПОДГОТОВЛЕННЫХ И ВСКРЫТЫХ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© Б.Л. Тальгамер^a, Ю.Г. Рославцева^b, Н.В. Мурзин^c

^{a-c}Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

РЕЗЮМЕ. Цель. Разработка методики определения объема вскрытых и подготовленных запасов для сложноструктурных рудных месторождений на примере месторождения Голец Электрический. **Методы.** Анализ существующих понятий подготовленных и вскрытых запасов, известных методик их определения, а также документации, нормирующей объемы этих запасов. Анализ горно-геологических условий залегания рудных тел на сложноструктурном месторождении Голец Электрический, а также технологии и параметров его разработки. Обоснование методики определения объемов подготовленных и вскрытых запасов. **Результаты.** Апробирована предложенная методика определения вскрытых и подготовленных запасов применительно к условиям месторождения Голец Электрический. Установлено оптимальное соотношение длин экскаваторных блоков для каждого из горизонтов, вовлеченных в одновременную отработку. **Выводы.** Обоснование длины экскаваторных блоков на горизонтах должно осуществляться с учетом конкретных условий эксплуатации месторождения, а также условий залегания рудного тела. Так как в данной статье объемы подготовленных запасов принимались по нормативным документам, то в дальнейшем необходимо разработать методику определения непосредственно объемов подготовленных запасов для каждого из горизонтов, вовлеченных в одновременную отработку.

Ключевые слова: открытые горные работы, категории запасов по степени готовности к выемке, подготовленные, вскрытые, готовые к выемке запасы.

Информация о статье. Дата поступления 27 февраля 2018 г.; дата принятия к печати 21 мая 2018 г.; дата онлайн-размещения 29 июня 2018 г.

Формат цитирования. Тальгамер Б.Л., Рославцева Ю.Г., Мурзин Н.В. Обоснование объемов подготовленных и вскрытых запасов полезных ископаемых сложноструктурных рудных месторождений // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2018. Т. 41. № 2. С. 102–110. DOI: 10.21285/2541-9455-2018-41-2-102-110

SUBSTANTIATION OF THE VOLUMES OF PREPARED AND ACCESSED RESERVES OF MINERALS FROM COMPLEX STRUCTURE ORE DEPOSITS

© B.L. Talgamer, Yu.G. Roslavl'tseva, N.V. Murzin

Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russian Federation

^aТальгамер Борис Леонидович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых, тел.: 8 (3952) 405104, e-mail: go_gor@istu.edu

Boris L. Talgamer, Doctor of technical sciences, Professor, Head of the Department of Mineral Deposits Development, tel.: 8 (3952) 405104, e-mail: go_gor@istu.edu

^bРославцева Юлия Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, тел.: 8 (3952) 405104, e-mail: go_gor@istu.edu

Yulia G. Roslavl'tseva, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Mineral Deposits Development, tel.: 8 (3952) 405104, e-mail: go_gor@istu.edu

^cМурзин Николай Владимирович, инженер научно-исследовательской части, тел.: 8 (3952) 405104, e-mail: go_gor@istu.edu

Nikolay V. Murzin, Engineer of the Research Department, tel.: 8 (3952) 405104, e-mail: go_gor@istu.edu

ABSTRACT. The **Purpose** of the paper is development of the methodology for determining the volume of accessed and prepared reserves for complex structure ore deposits on example of the Golets Electricheskiy field. **Methods.** The study involves the following methods: analysis of existing concepts of prepared and accessed reserves, known methods of their determination, documentation rating the volumes of these reserves; analysis of mining and geological conditions of ore body occurrence in the complex structure ore field Golets Electricheskiy, deposit development technology and parameters; justification of the methodology for determining the volumes of prepared and accessed reserves. **Results.** The proposed methodology for determining the accessed and prepared reserves has been tested as applied to the conditions of the deposit Golets Electricheskiy. The optimal ratio of the lengths of excavating blocks for each of the horizons involved in simultaneous mining is determined. **Conclusions.** The length of excavating blocks on the horizons should be justified taking into account the specific operating conditions of the deposit, as well as the conditions of ore body occurrence. Since this paper takes the volumes of the prepared reserves according to the normative documents it is necessary to develop a methodology for determining the volumes of prepared reserves for each horizon involved in simultaneous mining.

Keywords: open-cast mining, categories of reserves according to the readiness degree for excavation, prepared, accessed, ready for excavation reserves

Article info. Received 27 February 2018; accepted for publication 21 May 2018; available online 29 June 2018.

For citation. Talgamer B.L., Roslavl'tseva Yu.G., Murzin N.V. Substantiation of the volumes of prepared and accessed reserves of minerals from complex structure ore deposits. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Sektsii nauk o Zemle Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk. Geologiya, razvedka i razrabotka mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh* = Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits, 2018, vol. 41, no. 2, pp. 102–110. DOI: 10.21285/2541-9455-2018-41-2-102-110. (In Russian).

Введение

При проектировании разработки одного из небольших золоторудных месторождений Голец Электрический возникла необходимость обоснования объемов подготовленных и вскрытых запасов. Однозначных рекомендаций по расчету этих параметров для условий залегания и эксплуатации данного сложноструктурного месторождения нет.

Месторождение Голец Электрический расположено на территории Артемовского муниципального образования Бодайбинского района Иркутской области, в междуречье р. Большой Чанчик и Большой Догалдын. Месторождение представлено средними и мелкими по размерам телами полезного ископаемого с интенсивно нарушенным залеганием.

Под месторождением Голец Электрический понимается зона шириной до 500–650 м и длиной более 2 км в различной степени минерализованных, золотоносных пород и кварцевых жил, приуроченных к замковой части субширотной антиклинали Электрической. Ее ядро и крылья представлены отложениями

третьей и четвертой подсвит догалдынской свиты венда. Зона протягивается вдоль водораздела р. Большой Догалдын и Большой Чанчик и постепенно сужается до 140–200 м на западной границе лицензионной площади, повторяя контур периклинального замыкания антиклинали. Характеризуется очень изменчивой мощностью и внутренним строением рудных тел, а также неравномерным распределением основных ценных компонентов.

В морфологическом плане структура рудовмещающей антиклинали представляет собой асимметричную складку с падением осевой поверхности 84–88° на СВ 3–17°. Углы простирания и падения крыльев антиклинали составляют соответственно: северного СВ 0–12° и 30–42°; южного ЮЗ 185–205° и 45–73°. Шарнир складки полого погружается на ЗСЗ по азимуту 274–284° с углами 4–7° на восточном фланге и 13–14° на западном фланге месторождения. Вдоль северного и южного крыльев складки ополоскованы протяженные субсогласные тектонические зоны взбросо-надвигового типа, участками минерализованные: Северо-

Электрическая – в северном крыле; Южно-Электрическая – в южном. Зоны (от 2–8 до 10–15 м) представляют собой рассланцованные породы, вмещающие одиночные кварцевые жилы и зоны пиритизации и окварцевания.

Породы третьей подсвиты в отличие от практически не деформированных пород четвертой подсвиты интенсивно кливажированы согласно общему простиранию структуры, образуют дивергентный (расходящийся кверху) веер кливажных поверхностей. Вдоль осевой плоскости антиклинали развиты узкие (около 3–4 м) зоны интенсивного субвертикального рассланцевания.

Руды и вмещающие породы месторождения отнесены к категории крепких скальных пород с пределом прочности на сжатие от 944 до 2175 кг/см² или 94,4–217,5 МПа. По этим данным определены коэффициенты крепости f по М.М. Протодьяконову в диапазоне 9–20 ед. при расчетном среднем значении 12 ед. К числу наиболее крепких относятся жильный кварц и кварцитовидные песчаники.

Морфология, значительная мощность рудных тел, выход рудных тел на дневную поверхность, а также сложное внутреннее строение рудных тел, пониженная устойчивость руды и вмещающих пород в приповерхностной части определяют применение открытого способа разработки.

Основные параметры карьера:

- максимальная глубина карьера – 105 м;
- средняя глубина карьера – 85 м;
- общая площадь карьера – 62,5 тыс. м²;
- длина карьера по дну – 872 м;
- ширина карьера по дну – 20 м;
- длина карьера по поверхности – 1000 м;
- ширина карьера по поверхности – 235 м;
- геологический коэффициент вскрыши – 4,6 м³/т;

– эксплуатационный коэффициент вскрыши – 3,8 м³/т.

На месторождении принята транспортная система. Подготовка горных пород к выемке осуществляется буровзрывным способом. Взорванные вскрышные породы гидравлическим экскаватором типа прямая лопата ЭКГ-5А грузятся на автосамосвалы БелАЗ-7540 (грузоподъемность 30 т) и транспортируются на отвал пустых пород. Взорванная рудная масса гидравлическим экскаватором типа обратная лопата Doosan DX300 (емкость ковша 0,8 м³) грузится на автосамосвалы и транспортируется к обогатительной фабрике, внутренняя вскрыша (породные прослои) разрабатывается экскаватором Doosan DX300 и транспортируется в отвал автосамосвалами.

Методы обоснования

В настоящее время в горном деле существует несколько определений вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезного ископаемого.

А.И. Арсентьев [1] и Я.М. Адигамов [2] предложили связывать определение вскрытых запасов со вскрытием горизонтов, подготовленных – с завершением для них горно-подготовительных работ, готовых к выемке – с освобождением запасов от расположенного на них оборудования и сооружений. Вскрытые запасы – запасы, к которым обеспечен транспортный доступ. Выемка таких запасов полезного ископаемого может быть осуществлена в результате проходки разрезных траншей и производства вскрышных и добычных работ без проведения вскрышающих выработок (обычно въездных траншей). Подготовленные запасы – это часть вскрытых запасов, для которой возможно выполнение добычных работ без проведения разрезных траншей и вскрышных работ. Готовые к выемке запасы – это часть подготовленных на каждом горизонте запасов, которые можно извлечь без проведения горных работ на

вышележащем уступе.

В.В. Ржевский [3] под подготовленными запасами горной массы уступа понимает те объемы, которые могут быть вовлечены в начальные технологические процессы (бурение, взрывание, механическое рыхление и др.), предшествующие выемочно-погрузочным работам, или хотя бы в один из начальных процессов. Для выполнения основных процессов – выемки, погрузки и перемещения пород из забоев к пунктам приема грузов – необходимо вскрыть уступ, то есть провести вскрывающую выработку, уложить транспортные коммуникации, создать первоначальный забой для выемки пород. Часть подготовленных запасов горной массы, к которым обеспечен транспортный доступ, необходимый для выемки и перемещения пород, считается вскрытыми запасами горной массы уступа. Часть вскрытых запасов составляют готовые к выемке запасы уступа. К ним относятся запасы, которые готовы к выемке, погрузке и перемещению непосредственно из массива (мягкие и часто плотные породы) или после взрывания, механического рыхления (скальные, полускальные и иногда плотные породы).

Согласно предложению К.Н. Трубецкого [4], вскрытыми следует называть запасы полезного ископаемого месторождения или его части из числа балансовых запасов предприятия, освобожденные от покрывающих пород или обнаженные вследствие естественных условий залегания, для разработки которых пройдена въездная траншея и выполнены горно-капитальные работы, предусмотренные техническим проектом. К подготовленным относятся запасы уступов (из

объема вскрытых) с обнаженными верхней и боковой поверхностями (выполнены горно-подготовительные работы, предусмотренные проектом). Готовыми к выемке считаются запасы из числа подготовленных, которые могут быть отработаны независимо от подвигания смежного верхнего уступа с оставлением минимальной ширины рабочей площадки.

Б.Р. Ракишев и Е.Б. Ракишев [5] предложили вскрытыми назвать запасы горных пород, которые могут быть извлечены из рабочей зоны карьера до момента достижения бортами уступов текущих предельных положений в тылу массива, подготовленные запасы исключить, а под готовыми к выемке, по их мнению, следует понимать те запасы из числа вскрытых, которые готовы к выемке, погрузке и перемещению непосредственно из массива или после взрывания, механического рыхления и т. д.

Как видно, подготовленные запасы в одном случае предшествуют вскрытым [3], в других случаях являются частью вскрытых запасов [1, 2, 4, 5]. В данной работе определения вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов приняты в соответствии с классификацией, предложенной К.Н. Трубецким.

В настоящее время нормирование объемов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов осуществляется по нормативным документам:

1. ВНТП 35-86 горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки¹ (табл. 1).

2. ВНТП 13-86 горнорудных предприятий черной металлургии с открытым способом разработки² (табл. 2).

¹Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки. М.: Минцветмет СССР, 1986. 40 с. / Technological design standards of mining enterprises of non-ferrous metallurgy with an open-cut mining method. M.: Mintsvetmet USSR, 1986. 40 p.

²Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий черной металлургии с открытым способом разработки. М.: Минчермет СССР, 1986. 264 с. / Technological design standards of mining enterprises of iron and steel industry with an open-cut mining method. M.: Minchermet USSR, 1986. 264 p.

Таблица 1

Обеспеченность карьера запасами руды по степени готовности к добыче

Table 1

Open-cast mine ore reserves according to the degree of readiness for production

Период эксплуатации карьера / Open-cast mine life-cycle	Обеспеченность запасами, мес. / Reserve life, month		
	Вскрытыми / Accessed reserves	Подготовленными / Prepared reserves	Готовыми к выемке / Ready for excavation
Ввод в эксплуатацию / Commissioning	12–6	6–4	1,5–0,5
Работа с проектной мощностью / Operation with design capacity	7–4,5	3–2	1,5–1
Затухание горных работ / Attenuation of mining operations	5,4–3,5	3,5–1,5	1–0,5

Таблица 2

Обеспеченность карьера готовыми к выемке запасами

Table 2

Open-cast mine reserves ready for excavation

Категория запасов / Reserve category	Обеспеченность запасами, мес. / Reserve life, month		
	Руда / Ore	Скальные вскрышные породы / Rock overburden	Рыхлые вскрышные породы / Loose overburden
Готовые к выемке / Ready for excavation	>2,5	>2,5	>1,8

3. Для угольных и сланцевых разрезов³:

- при круглогодичном режиме работы на вскрыше при транспортной системе разработки объем подготовленных к выемке запасов полезного ископаемого должен быть равен двухмесячной производительности разреза в год эксплуатации;
- при круглогодичном режиме работы на вскрыше при бестранспортной и

транспортно-отвальной системах разработки – 15-суточной производительности разреза;

- при сезонном режиме работы готовые к выемке запасы должны обеспечивать работу разреза на период остановки вскрышных работ.

4. Для предприятий цветной металлургии по разработке россыпных месторождений⁴:

³Правила технической эксплуатации при разработке угольных и сланцевых месторождений открытым способом. М.: Недра, 1972. 145 с. / Operating instructions under development of coal and shale deposits by the open-cut mining method. М.: Nedra, 1972. 145 p.

⁴Нормы технологического проектирования предприятий цветной металлургии по разработке россыпных месторождений. М.: Минцветмет СССР, 1976. 91 с. / Technological design standards of non-ferrous metallurgy enterprises for the development of placer deposits. М.: Mintsvetmet USSR, 1976. 91 p.

– на талых россыпях малой (до 5 м) и средней (5–15 м) глубины залегания добычное оборудование должно быть обеспечено запасами на 2–3 месяца;

– на мерзлых россыпях – на сезон.

5. Для предприятий нерудных строительных материалов⁵:

– при круглогодичном режиме работы обеспеченность запасами должна быть не менее 3 месяцев производительности разреза в год эксплуатации;

– при сезонном режиме работы – не менее 2 месяцев установленной производительности разреза в год эксплуатации.

Существует несколько методов обоснования количества подготовленных запасов, однако все они рассчитаны на мощные пласты либо на рудные тела правильной геометрической формы, в связи с чем возникает проблема определения оптимального количества подготовленных запасов для сложноструктурных рудных месторождений, а также угольных месторождений с небольшой мощностью пласта.

Целью данной работы является разработка методики определения объема подготовленных запасов для сложноструктурных рудных месторождений.

Результаты исследований

По результатам анализа известных методик определения объемов вскрытых и подготовленных запасов применительно к сложноструктурным рудным месторождениям установлено, что обоснование объемов подготовленных запасов должно осуществляться в следующей последовательности:

– обосновываются параметры элементов системы разработки;

– определяется необходимый объем подготовленных запасов;

– рассчитывается площадь поперечного сечения горной массы $S_{ГМ}$ и площадь поперечного сечения полезного ископаемого $S_{ПИ}$, включаемые в горизонты отработки (рис. 1).

4. Определяется длина экскаваторного блока по горизонтам. Для этого

Рис. 1. Схема горизонтов, включенных в одновременную отработку, используемая для подсчета подготовленных запасов:

$S_{вск1}, S_{вск2}$ – площадь вскрышных пород на 1 и 2 горизонте;

$S_{ПИ1}, S_{ПИ2}$ – площадь полезного ископаемого на 1 и 2 горизонте

Fig. 1. Diagram of horizons included in the simultaneous mining used to calculate the prepared reserves:

$S_{вск1}, S_{вск2}$ – area of overburden on 1 and 2 horizons;

$S_{ПИ1}, S_{ПИ2}$ – area of mineral on 1 and 2 horizons

⁵Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов. Л.: Минпром СССР, 1988. 41 с. /

National technological design standards of non-metallic building material enterprises. L.: Minprom of the USSR, 1988. 41 p.

методом вариантов для каждой длины горизонта рассчитывается объем вскрышных пород и полезного ископаемого, устанавливается текущий коэффициент вскрыши. Расчет ведется на всю длину карьерного поля в несколько этапов подготовки запасов.

5. Находится среднее отклонение текущего коэффициента вскрыши от эталонного на данном этапе.

6. По критерию минимального среднеквадратического отклонения коэффициента вскрыши определяется рациональное соотношение длин экскаваторных блоков на каждом из горизонтов.

В соответствии с вышеуказанным порядком обоснования объемов вскрытых и подготовленных запасов были выполнены расчеты для условий разработки месторождения Голец Электрический.

Принятое направление развития фронта горных работ на данном месторождении – продольное двубортовое (развитие работ от висячего борта). Отработка уступов производится продольными заходками. Движение транспорта осуществляется по маятниковой схеме. Вскрышные породы будут отрабатываться по мере необходимости создания готовых к выемке запасов на добычных горизонтах.

Высота уступов принята исходя из характеристик рекомендуемого горнотранспортного оборудования и технологии отработки с учетом уменьшения потерь и разубоживания и составляет 5 м в контурах рудной залежи на добычных работах и 10 м на вскрышных работах.

Количество одновременно разрабатываемых уступов n_o для продольных систем разработки в условиях наклонных и крутопадающих залежей рассчитывается по формуле

$$n_o = \frac{m_T - b_{PT}}{B_{PP} + h \cdot (ctg\alpha \pm ctg\beta)},$$

где m_T – горизонтальная мощность залежи; b_{PT} – ширина разрезной траншеи;

B_{PP} – ширина рабочей площадки, установленная в соответствии с расстановкой горнотранспортного оборудования и кольцевой схемой подъезда автосамосвалов при ведении взрывных работ; h – высота уступа; α – угол откоса уступа; β – угол падения залежи.

$$n_o = \frac{100 - 25}{42,1 + 5(0,364 + 1,1918)} = 1,5.$$

Принимается два горизонта, находящихся в одновременной отработке.

Схема горизонтов, включенных в одновременную отработку, используемая для подсчета подготовленных запасов в условиях месторождения Голец Электрический, приведена выше (см. рис. 1).

Для данного месторождения выполнены расчеты длины экскаваторного блока по горизонтам, а также среднего отклонения текущего коэффициента вскрыши.

График зависимости длин подготовленных горизонтов от среднеквадратического отклонения текущего коэффициента вскрыши представлен на рис. 2.

Выводы

По результатам расчетов установлено, что при нормативе объема подготовленных запасов, принятом равным двухмесячной производительности карьера по полезному ископаемому (21,7 тыс. м³), оптимальная длина первого подготовленного горизонта составляет 350 м, второго – 289 м при среднеквадратичном отклонении текущего коэффициента вскрыши 0,109.

В ходе исследований определено оптимальное соотношение длин экскаваторных блоков на каждом из горизонтов, включенных в одновременную отработку, что позволяет оптимизировать производительность экскаватора и транспорта, сократить время рейса и тем самым снизить себестоимость транспортирования.

В данной работе с целью расчета оптимальных длин экскаваторных блоков объемы подготовленных запасов

Рис. 2. График зависимости длин подготовленных горизонтов от среднеквадратического отклонения коэффициента вскрыши
Fig. 2. Dependency graph of the lengths of prepared horizons on the mean-square deviation of the stripping ratio

принимались по нормативным документам, что не учитывает особенностей залегания рудной залежи. В дальнейшем необходимо разработать методику опре-

деления непосредственно объемов подготовленных запасов для каждого из горизонтов, вовлеченных в одновременную отработку.

Библиографический список

1. Арсентьев А.И., Богачев А.Ф., Оводенко Б.К., Сиртюк Г.Н., Сигачев А.Е. Управление запасами горной массы в карьерах. Мурманск: Кн. изд-во, 1972. 144 с.
2. Адигамов Я.М., Зарайский В.П. Нормирование запасов руд по степени подготовленности к добыче. М.: Недра, 1978. 264 с.
3. Ржевский В.В. Открытые горные работы: учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 2. М.: Недра, 1985. 550 с.
4. Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В. Проектирование карьеров. В 2 т. Т. 1. М.: Из-во Академии горных наук, 2001. 519 с.
5. Ракишев Б.Р., Ракишев Е.Б. Целесообразное соотношение между видами запасов горных пород на открытых разработках // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 4. С. 270–276.

References

1. Arsent'ev A.I., Bogachev A.F., Ovodenko B.K., Sirtyuk G.N., Sigachev A.E. *Upravlenie zapasami gornoj massy v kar'erakh* [Management of rock mass reserves in open-pit mines]. Murmansk: Knizhnoe izdatel'stvo Publ., 1972, 144 p. (In Russian).
2. Adigamov Ya.M., Zaiskii V.P. *Normirovanie zapasov rud po stepeni podgotovlennosti k dobyche* [Rating of ore reserves in terms of readiness for mining]. Moscow: Nedra Publ., 1978, 264 p. (In Russian).
3. Rzhetskii V.V. *Otkrytye gornye raboty* [Open mining]. In 2 p. P. 2. Moscow: Nedra Publ., 1985, 550 p. (In Russian).
4. Trubetskoi K.N., Krasnyanskii G.L., Khronin V.V. *Proektirovanie kar'erov* [Design of open-pit mines]. In 2 vol. Vol. 1. Moscow: Academy of Mining Sciences Publ., 2001, 519 p. (In Russian).
5. Rakishev B.R., Rakishev E.B. Efficient ratio between rock reserve types in open-cast mines. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)], 2007, no. 4, pp. 270–276. (In Russian).

Критерии авторства

Тальгамер Б.Л., Рославцева Ю.Г., Мурзин Н.В. написали статью, имеют равные авторские права и несут одинаковую ответственность за плагиат.

Authorship criteria

Talgamer B.L., Roslavitseva Yu.G., Murzin N.V. have written the article, have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.