

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 553:04

<https://doi.org/10.25587/2587-8751-2025-1-5-12>

Научная оригинальная статья

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИПСОВОГО КАМНЯ «ЗУЕВСКОГО» МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.К. Алванян¹*, К.А. Алванян¹, С.Н. Тагильцев²¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Российская Федерация

² Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

* alv-anton@yandex.ru

Аннотация

В статье приведены сведения о месторождениях гипса на территории Пермского края. Описана потребность различных отраслей промышленности в гипсе. Целью работы является определение качественной характеристики и физико-механических свойств гипсового камня. Приведено геологическое строение Зуевского месторождения строительного гипса. Дано описание полезной толщи, с разделением на участки и виды отложений, а также описание внутренней вскрыши. Качественная характеристика полезного ископаемого дана по результатам геологоразведочных работ. Оценка качества гипса выполнена по основным оценочным параметрам соответствующим требованиям основных нормативных документов: ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов». Технические условия и ГОСТ 125-79 «Вяжущие гипсовые». Технические условия. Для определения пригодности и сортности гипса выполнено определение химического состава. Выполнены расчеты средневзвешенных содержаний химических компонентов по укрупненным интервалам, равным половине добычного уступа (5-7м). Кроме того, были определены физико-механические свойства гипсового камня: водопоглощение, объемный вес, удельный вес, объемная пористость, пористость истинная, предел прочности в сухом состоянии. По результатам проведенных работ выявлено, что химический состав гипсовой толщи Зуевского участка разнообразен, что вызвано неравномерной гидратацией ангидритов в плане и в разрезе, а также присутствием различных карбонатных примесей и карста. По своим физико – механическим свойствам гипс Зуевского участка неоднороден. Прочность гипса в воздушно – сухом составляет, в среднем, 16,9 МПа, и в соответствии с ГОСТ 125-79 гипсовый камень имеет марку Г-16. Сырье гипсовой толщи удовлетворяет требованиям ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов» и ГОСТ 125-79 «Вяжущие гипсовые». По сложности геологического строения Зуевское месторождение отнесено ко II группе. Полезная толща на участке крайне неустойчивая по мощности и довольно выдержанная по качеству.

Ключевые слова: геологоразведка, полезные ископаемые, месторождение, гипсовые камень, ангидрит, химический состав, минеральный состав, физико-механические свойства, качество гипса, Пермский край

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки

Для цитирования: Алванян А.К., Алванян К.А., Тагильцев С.Н. Качественная характеристика и физико-механические свойства гипсового камня «Зуевского» месторождения. *Вестник СВФУ.* 2025;(1): 5-12. DOI: 10.25587/2587-8751-2025-1-5-12

QUALITATIVE CHARACTERISTICS AND PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF GYPSUM STONE FROM THE ZUEVSKY DEPOSIT

Anton K. Alvanian¹*, Karine A. Alvanian¹, Sergey N. Tagiltsev²

¹Perm State National Research University, Perm, Russian Federation

²Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russian Federation

* alv-anton@yandex.ru

Abstract

The article provides information on gypsum deposits in the Perm region. The need of various industries for gypsum is described. The purpose of the work is to determine the qualitative characteristics and physical and mechanical properties of gypsum rock. The geological structure of the Zuevskoye deposit of building gypsum is given. A description of the useful strata is given, divided into sections and types of deposits, as well as a description of the internal overburden. The qualitative characteristics of the mineral are given based on the results of geological exploration. The quality of the gypsum is assessed based on the main evaluation parameters corresponding to the requirements of the main regulatory documents: GOST 4013-82 "Gypsum and gypsum-anhydrite stone for the production of binders". Specifications and GOST 125-79 "Gypsum binders". Specifications. To determine the suitability and grade of the gypsum, the chemical composition was determined. Calculations of average weighted contents of chemical components were performed for enlarged intervals equal to half of the mining bench (5-7 m). In addition, the physical and mechanical properties of gypsum rock were determined: water absorption, bulk density, specific gravity, volume porosity, true porosity, and ultimate strength in a dry state. Based on the results of the work, it was revealed that the chemical composition of the gypsum layer of the Zuevsky site is diverse, which is caused by uneven hydration of anhydrites in plan and in section, as well as the presence of various carbonate impurities and karst. Gypsum of the Zuevsky site is heterogeneous in its physical and mechanical properties. The strength of gypsum in air-dry averages to 16.9 MPa, and in accordance with GOST 125-79, gypsum rock has a grade of G-16. The raw materials of the gypsum thickness meet the requirements of GOST 4013-82 "Gypsum and gypsum-anhydrite stone for the production of binders" and GOST 125-79 "Gypsum binders". According to the complexity of the geological structure, the Zuevskoye deposit is assigned to group II. The useful thickness in the area is extremely unstable in thickness and quite consistent in quality.

Keywords: geological exploration, minerals, deposit, gypsum stone, anhydrite, chemical composition, mineral composition, physical and mechanical properties, gypsum quality, Perm region

Funding. No funding was received for writing this manuscript

For citation: Alvanian A.K., Alvanian K.A., Tagiltsev S.N. Qualitative characteristics and physical and mechanical properties of gypsum stone from the Zuevsky deposit. *Vestnik of North-Eastern Federal University. "Earth Sciences"*. 2025;(1):5-12 (in Russian) DOI: 10.25587/2587-8751-2025-1-5-12

Введение

Месторождения гипса служат источником сырья в разных отраслях промышленности. В строительстве гипс используется для производства вяжущих материалов и добавок для цемента, а также при отделочных работах. Широкое применение гипс получил в химической отрасли при производстве серной кислоты, азотных удобрений, сульфата аммония и других веществ. Гипс является важным компонентом в целлюлозно-бумажной промышленности, сельском хозяйстве и медицинской сфере.

В связи с высокой потребностью различных производств в гипсе, определение качественной характеристики и физико-механических свойств является актуальной задачей.

В Пермском крае государственным балансом учтены следующие месторождения гипса: Дейковское, Ергачинское, Селищенское, Полазенское, Чумкаское, Соколино-Саркаевское,

Одиновское, Шубинское, Богомоловский лог, Кругловское, Швалевское, Разепинское, Зуевское [1, 2, 3].

Зуевское месторождение строительного гипса расположено в Кунгурском муниципальном округе Пермского края. В 2014–2016 годах выполнены геологоразведочные работы, по результатам которых в 2017 году запасы были поставлены на государственный баланс. Разработку месторождения готовится осуществлять ООО «Кнауф Гипс Кунгур» [4].

Материалы и методы

Для достижения обозначенной цели работы был проведен анализ геологоразведочных работ и дана оценка качества гипса на основании требований ГОСТ 4013-82, ГОСТ 125-79, ГОСТ 2389-79 [5, 6, 7].

Обсуждение результатов

Геологическое строение месторождения. Зуевское месторождение строительного гипса представляет собой субгоризонтально залегающие линзо-пластообразную залежь карбонатно-сульфатных отложений иренского (верхнего) горизонта кунгурского яруса пермской системы. Коренные отложения перекрыты четвертичными отложениями мощностью до 15,0 м и почвенно-растительным слоем 0,1–0,3 м.

На Северном участке месторождения глубже залегают карстово-обвальные отложения неоген-четвертичного возраста. Мощность отложений изменяется от 10 до 23 м. Суммарная мощность вскрышных пород на Северном участке изменяется от 11,2 до 34,1 м, средняя – 22,7 м.

На Южном участке месторождения кроме карстово-обвальных отложений вскрыша часто представлена выветрелыми известняками и доломитами. Мощность отложений достигает 25,4 м. Суммарная мощность вскрышных пород на Южном участке изменяется от 7,5 до 33,7 м, средняя – 20,6 м.

Полезная толща Зуевского месторождения представлена сульфатными отложениями ледянопещерской и шалашинской пачек. Сульфатные пачки разделены карбонатными породами неволинской пачки.

Ледянопещерская сульфатная пачка залегает ниже карбонатной неволинской. Представлена она гипсом белым, серым, мелкозернистой структуры, текстура плотная. Мощность гипсовой толщи изменяется от 1,5 до 10 м на Южном участке и 2,5 – 8,5 м на Северном. Гипсы подстилаются ангидритом и гипсоангидритом. Граница между гипсом и ангидритом не выражена, постепенные переходы визуально не определяются.

В пределах пачки в отдельных случаях отмечаются прослои белого селенита. Породы разбиты трещинами. В большинстве случаев трещины залечены гипсом белым пятнистым. Встречаются трещины, заполненные рыхлым материалом – суглинком с гравием.

Выше по разрезу вскрывается неволинская пачка, не выдержанная в плане и разрезе. Неволинская пачка представлена в основном доломитом, реже известняком, серым, светло-серым, средне- и мелкозернистым плотным, часто трещиноватым. Мощность пачки достигает 10 м.

Выше неволинской пачки вскрывается шалашинская сульфатная пачка, представленная гипсом от светло-серого до темно-серого цвета. Структура скрытокристаллическая, текстура плотная. Мощность пачки достигает 19 м на Южном участке и 14 м на Северном.

Качество гипса характеризуется результатами химического анализа, соотношением компонентов CaO , MgO , SO_3 и потерями при прокаливании (п.п.п.). В зависимости от наличия прослоев доломитов и гипсоангидритов изменяется содержание вышеперечисленных компонентов. По химическому составу гипс полезной толщи неоднороден, содержание двуводного сульфата кальция колеблется от 0,1 до 96,3 % на Южном участке и от 1,5 до 96,5 % на Северном участке.

Внутри полезной толщи выделяются некондиционные прослои, которые можно подразделить на 3 вида: собственно некондиционные прослои, провалы и карст. Некондиционные прослои представлены доломитами серыми, мелкокристаллическими, выветрелыми, гипсоангидритами серыми со слабым голубоватым оттенком, глиной с обломками.

Карстовые прослои представлены глиной темно-серой, песчанистой, плотной с редким щебнем известняка. Процент закарстованности – 9,3 % на Южном участке и 15,3 % на Северном.

Общий процент внутренней вскрыши (карст и некондиционные прослои) составляет 21,1 % на Южном участке и 30,4 % на Северном.

Подстилаются гипсы, в основном, ангидритами от голубовато-серых до темно-серых, плотных, пятнистых за счет мелких включений (до 1-2 мм) гипса, с прослойками глины, также содержат зерна доломита. Переход гипсовой толщи в ангидритовую либо резкий, либо постепенный, то есть прослеживается переходная зона, представленная гипсоангидритами, и гипсодоломитами.

Качественная характеристика полезного ископаемого. Зуевский участок представлен двумя основными литологическими разновидностями сульфатных пород: гипсом и ангидритом. Полезная толща сложена гипсом, в котором встречаются многочисленные карстовые полости, не заполненные и заполненные глиной со щебнем гипса, доломита и известняка. Гипсовая толща, практически повсеместно, разделена на две части прослоем выветрелого доломита. Ангидриты являются подстилающими породами для гипсов данного участка. Качественная характеристика дается по результатам геологоразведочных работ, проведенных на участке в 2014-2016 гг. Оценка качества гипса выполнена на основании геологического задания по основным оценочным параметрам. Качество гипса должно удовлетворять следующим требованиям:

- ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов». Технические условия;

- ГОСТ 125-79 «Вяжущие гипсовые». Технические условия.

Качественный состав гипсового камня. Пригодность и сортность гипса по ГОСТ 4013-82 определяется по химическому составу. Поэтому для оценки гипсового камня был определен химический состав проб полезной толщи [8, 9].

Химический состав гипсовой толщи. Для определения качества сырья, степени влияния некондиционных прослоев, карстовых пустот, выполнены расчеты средневзвешенных содержаний химических компонентов по укрупненным интервалам, равным половине добычного уступа (5-7м). На основании этих расчетов определен сортовой состав гипса по ГОСТ 4013-82.

Химический состав гипсовой толщи Зуевского участка разнообразен, что вызвано неравномерной гидратацией ангидритов в плане и в разрезе, а также присутствием различных карбонатных примесей и карста.

На Северном участке содержание двуводного сульфата кальция по рядовым пробам по скважинам колеблется от 75,05 до 95,81 %. Средневзвешенное содержание по скважинам колеблется от 88,21 до 94,71 %. Среднее значение – 91,65 %, что соответствует II сорту гипса.

На Южном участке содержание двуводного сульфата кальция по рядовым пробам по скважинам колеблется от 70,05 до 96,38 %. Средневзвешенное содержание по скважинам колеблется от 81,19 до 92,56 %. Среднее значение – 89,07 %, что соответствует III сорту гипса.

По блоку 1-С₁ средневзвешенное содержание двуводного сульфата кальция по скважинам колеблется от 81,19 до 91,97 %. Среднее значение – 88,16 %, что соответствует III сорту гипса.

Некондиционные прослои и карст встречены, в основном, в гипсе III и IV сорта.

Закономерностей распределения качества гипса в плане и в разрезе не наблюдается. Распределение скважин по содержанию гипса приводится в таблице 1.

Таблица 1

Распределение скважин по содержанию гипса по ГОСТ 4013–82

Table 1

Well distribution by gypsum content under GOST 4013–82

Показатели	Распределение скважин по содержанию гипса согласно ГОСТ				Всего скважин, участвующих в определении качества гипса
	I сорт	II сорт	III сорт	IV сорт	
1	2	3	4	5	6
Южный участок					
Блок 1-С ₁					
Количество скважин	-	5	5	-	10
Распределение в %	-	50	50	-	100
Блок 2-Р ₁					
Количество скважин	-	4	1	-	5
Распределение в %	-	80	20	-	100
В целом по Южному участку					
Количество скважин	-	9	6	-	15
Распределение в %	-	60	40	-	100
Блок 1-Р ₁ (Северный участок)					
Количество скважин	1	5	3	-	9
Распределение в %	11,1	56,6	33,3	-	100

Из приведенной таблицы видно, что качество гипса, приведенное по средневзвешенному содержанию по скважинам (в целом по полезной толще, исключая внутреннюю вскрышу), соответствует II и III сорту.

В таблице 2 приводится распределение гипсовой толщи по сортам в целом по участкам и по блокам, рассчитанное по сортовым интервалам. Определение сортности по укрупненным интервалам производилось расчетом средневзвешенного по рядовым пробам.

Таблица 2

Распределение гипса по сортам согласно ГОСТ 4013-82

Table 2

Distribution of gypsum by grades by GOST 4013-82

Номер блока	Сорт гипса, %				Внутренняя вскрыша, %		
	I	II	III	IV	н.к.	карст	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Южный участок							
Блок 1-С ₁	7,44	38,86	19,86	12,12	12,17	9,55	21,72
Блок 2-Р ₁	8,51	50,35	20,80	0,59	11,11	8,63	19,74
Итого по участку	7,76	42,29	20,14	8,68	11,85	9,28	21,13
Северный участок							
Блок 1-Р ₁	15,26	45,40	4,80	3,93	15,18	15,26	30,44

Из таблицы 2 видно, что на месторождении преобладают гипсы II и III сорта, причём гипсов II сорта в 2 раза больше, чем гипса III сорта. Гипсы IV сорта, как правило, залегают в нижнем интервале гипсовой толщи на границе с ангидритами или на границе с некондиционными прослоями.

Физико-механические свойства пород

Для изучения физико-механических свойств гипса было испытано 8 проб в лаборатории ООО «Пермгеолнеруд». Для определения объёмного веса пород было проанализировано ещё 14 проб. По своим физико-механическим свойствам гипс Зуевского участка неоднороден. В таблице 3 приводятся средние значения основных физико-механических показателей.

Таблица 3

Средние значения основных физико-механических показателей гипсов

Table 3

Average values of the main physical and mechanical properties of gypsum

Показатели	Единицы измерения	Значения показателей		
		от	до	среднее
1	2	3	4	5
Водопоглощение	%	0,09	0,48	0,18
Объёмный вес	г/см ³	2,22	2,29	2,25
Удельный вес	г/см ³	2,30	2,34	2,32
Пористость объемная	%	0,23	0,76	0,42
Пористость истинная	%	0,86	1,71	1,29
Предел прочности в сухом состоянии	МПа	7,5	25,4	16,9

Прочность гипса в воздушно – сухом составляет, в среднем, 16,9 МПа, и в соответствии с ГОСТ 125-79 гипсовый камень имеет марку Г-16.

Значения физико-механических показателей гипса по блоку 1-С₁ несколько отличаются от значений по месторождению в целом. Средние значения показателей: водопоглощение – 0,20 %, объёмный вес – 2,26 г/см³, удельный вес – 2,32 г/см³, пористость объемная – 0,45 %, пористость истинная – 1,29 %. Прочность гипса в воздушно – сухом составляет в среднем 19,3 МПа, что соответствует марке гипса Г-19.

Заключение

Зуевский участок представлен двумя основными литологическими разновидностями сульфатных пород: гипсом и ангидритом. Полезная толща сложена гипсом, в котором встречаются многочисленные карстовые полости, не заполненные и заполненные глиной со щебнем гипса, доломита и известняка. Гипсовая толща, практически повсеместно, разделена на две части прослоем выветрелого доломита.

Химический состав гипсовой толщи Зуевского участка разнообразен, что вызвано неравномерной гидратацией ангидритов в плане и в разрезе, а также присутствием различных карбонатных примесей и карста.

Сырье гипсовой толщи удовлетворяет требованиям ГОСТ 4013-82 «Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов» и ГОСТ 125-79 «Вяжущие гипсовые».

По сложности геологического строения Зуевское месторождение отнесено ко II группе. Полезная толща на участке крайне неустойчивая по мощности и довольно выдержанная по качеству.

По итогам всех данных, полученных при геологоразведочных, лабораторных и камеральных работах, определено качество полезной толщи, произведен подсчет запасов гипса в проектном контуре карьера до подстилающих пород.

Литература

1. Алвanian А.К., Алвanian К.А. Физико-механические свойства гипсового камня и инженерно-геологические условия Селищенского месторождения строительного гипса. *Вестник Пермского университета. Серия «Геология»*. 2019;18(4):386-393. <https://doi.org/10.17072/psu.geol.18.4.386>.
2. Алвanian А.К., Ибламинов Р.Г. Оценка качества и подсчет запасов строительного гипса месторождения «Швалевский Лог» Пермский край. *Научный журнал КубГАУ*. 2013;(93):497-511.
3. Алвanian А.К., Ибламинов Р.Г., Коноплев А.В. Физико-механические свойства гипсового камня и инженерно-геологические свойства Богомоловского месторождения. *Научный журнал КубГАУ*. 2012;(83):168-177.
4. Алвanian А.К. Отчет о геологоразведочных работах и подсчете запасов гипса и ангидрита Зуевского месторождения в Кунгурском районе Пермского края. Пермь, 2010.
5. ГОСТ 4013-82. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия.
6. ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые. Технические условия.
7. ГОСТ 2389-79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
8. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Гипс и ангидрит. М., 2007.
9. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий залегания твердых полезных ископаемых при разведке. М.: Недра, 1975.

References

1. Alvanyan AK, Alvanyan K.A. Fiziko-mekhanicheskiye svoystva gipsovogo kamnya i inzhenerno-geologicheskkiye usloviya Selishchenskogo mestorozhdeniya stroitel'nogo gipsa [Physical and Mechanical Properties of Gypsum stone. Engineering and Geological Conditions of Selishchenskoe Deposit of Construction Gypsum]. *Bulletin of Perm University. Geology (Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya)*. 2019;18(4):386-393. <https://doi.org/10.17072/psu.geol.18.4.386> (in Russian).
2. Alvanyan AK, Iblaminov RG. Otsenka kachestva i podschet zapasov stroitel'nogo gipsa mestorozhdeniya «Shvalevskiy Log» Permskiy kray [Quality assessment and reserves estimate of gypsum deposit of Shvalevsky log (Perm region)]. *Scientific journal of KubSAU (Nauchnyy zhurnal KubGAU)*. 2013;(93):497-511 (in Russian).
3. Alvanyan AK, Iblaminov RG, Konoplev AV. Fiziko-mekhanicheskiye svoystva gipsovogo kamnya i inzhenerno-geologicheskkiye svoystva Bogomolovskogo mestorozhdeniya [Physical and mechanical properties of gypsum and geotechnical conditions of deposit Bogomolovskoye]. *Scientific journal of KubSAU (Nauchnyy zhurnal KubGAU)*. 2012;(83):168-177 (in Russian).
4. Alvanyan AK. Otchet o geologorazvedochnykh rabotakh i podschete zapasov gipsa i angidrita Zuyevskogo mestorozhdeniya v Kungurskom rayone Permskogo kraya [Report on geological exploration and calculation of reserves of gypsum and anhydrite of the Zuevskoye deposit in the Kungursky district of the Perm region]. Perm, 2010 (in Russian).
5. GOST 4013-82. Gypsum and gypsum-anhydrite stone for the production of binders. Technical conditions (in Russian).
6. GOST 125-79. Gypsum binders. Technical conditions (in Russian).
7. GOST 2389-79. Gypsum binders. Test methods (in Russian).
8. Methodical recommendations for the application of the Classification of reserves of deposits and forecast resources of solid minerals. Gypsum and anhydrite. [Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyyu Klassifikatsii zapasov mestorozhdeniy i prognoznnykh resursov tverdykh poleznykh iskopayemykh. Gips i angidrit]. M., 2007 (in Russian).
9. Instruksiya po izucheniyu inzhenerno-geologicheskikh usloviy zaleganiya tvordykh poleznykh iskopayemykh pri razvedke [Instructions for studying engineering-geological conditions of occurrence of solid minerals during exploration]. M.: Nedra, 1975 (in Russian).

Об авторах

АЛВАНЯН Антон Карпетович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры Инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, SPIN: 8192-0328, e-mail: alv-anton@yandex.ru

АЛВАНЯН Карине Антоновна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры Инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета. ул. Букирева, ORCID: 0000-0001-7813-4779, SPIN: 2402-5127, e-mail: karinealvanyan@yandex.ru

ТАГИЛЬЦЕВ Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры Гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, Уральский государственный горный университет, ResearcherID: D-8994-2014, Scopus Author ID: 6506180352, SPIN: 5958-8035, e-mail: tagiltsev@k66.ru

About the authors

Anton K. ALVANIAN, Cand. Sci. (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Department of Engineering Geology and Subsoil Protection, Perm State National Research University, SPIN: 8192-0328, e-mail: alv-anton@yandex.ru

Karine A. ALVANIAN, Cand. Sci. (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Department of Engineering Geology and Subsoil Protection, Perm State National Research University, ORCID ID: 0000-0001-7813-4779, SPIN: 2402-5127, e-mail: karinealvanyan@yandex.ru

Sergey N. TAGILTSEV, Doct. Sci. (Engineering), Professor, Department of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology, Ural State Mining University, ResearcherID: D-8994-2014, Scopus Author ID: 6506180352, SPIN: 5958-8035, e-mail: tagiltsev@k66.ru

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Authors' contribution

All authors made equivalent contributions to the publication.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Корреспондент автор имеет право и полномочия выступать от имени всех авторов по этому исследованию.

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest. The corresponding author has the right and authority to speak on behalf of all authors on this study.

Поступила в редакцию / Submitted 20.02.2025

Принята к публикации / Accepted 10.03.25