

## Фенотипическая и генетическая характеристика стада северных оленей Ямальской опытной станции

С. В. Николаев<sup>1</sup>, М. А. Максимчик<sup>1</sup>, С. В. Логинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФИЦ Тюменский НЦ СО РАН,  
г. Тюмень

<sup>2</sup> Государственный аграрный университет Северного Зауралья,  
г. Тюмень

fic@tmnsc.ru  
pr@gausz.ru

### Аннотация

В работе проведена фенотипическая и генетическая оценка стада северных оленей, принадлежащих Ямальской опытной станции – обособленного структурного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». Показано, что анализируемая популяция внешне имеет все признаки, характерные для ненецкой породы, а генетически обладает высоким уровнем аллельного разнообразия, превосходит другие популяции северных оленей по наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, имеет минимальные положительные значения индекса фиксации. Анализ компонент свидетельствует, что исследуемое стадо в большей степени схоже с животными Республики Коми и Ненецкого автономного округа и в меньшей – с другими северными оленями Ямало-Ненецкого автономного округа. Полученные данные могут быть использованы при разработке программ селекционно-племенной работы в оленеводческих хозяйствах различных форм собственности, что позволит повысить экономическую эффективность северного оленеводства.

### Ключевые слова:

северные олени, хозяйственно-полезные признаки, фенотип, генотип, микросателлиты, экономическая эффективность, Арктическая зона Российской Федерации

### Введение

Животноводство в арктической географической зоне главным образом представлено северным оленеводством, при этом две трети мирового поголовья северных оленей сосредоточено в Российской Федерации. Изучение пород и внутривидовых типов домашних северных оленей и их генетической структуры имеет большое значение для сохранения традиционного образа жизни коренных народов нашей страны [1, 2]. Среди четырех официально признанных в России пород одомашненных оленей наиболее рас-

## Phenotypic and genetic characteristics of the reindeer herd of the Yamal Experimental Station

S. V. Nikolaev<sup>1</sup>, M. A. Maksimchik<sup>1</sup>, S. V. Loginov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Centre Tyumen Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Tyumen

<sup>2</sup> State Agrarian University of the Northern Trans-Urals,  
Tyumen

fic@tmnsc.ru  
pr@gausz.ru

### Abstract

This work is the phenotypic and genetic assessment of the reindeer herd of the Yamal Experimental Station being a separate structural subdivision of the Federal Research Center Tyumen Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. The study population is shown to have all the external characteristics of the Nenets breed but genetically has the high level of allelic diversity, surpasses other populations of reindeer by the observed and expected heterozygosity, demonstrates minimum positive values of the fixation index. By the component analysis, the studied herd is similar to the animals of the Komi Republic and the Nenets Autonomous Okrug and differs from other reindeer of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The data obtained can be used for the development of breeding programs in reindeer herding farms of various forms of ownership which will increase the economic efficiency of reindeer husbandry.

### Keywords:

reindeer, economically useful signs, phenotype, genotype, microsatellites, economic efficiency, Arctic zone of the Russian Federation

пространенной является ненецкая. Ее разводят в различных регионах, включая Мурманскую область (Кольский полуостров), Ненецкий автономный округ, Республику Коми, Ямало-Ненецкий, Ханты-Мансийский и Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономные округа. Однако разведение домашних оленей в каждом регионе имеет свои особенности, которые связаны с уникальными характеристиками местности, разнообразием кормовой базы и этнокультурными традициями [3].

Для повышения продуктивности домашних северных оленей и развития оленеводства в целом возникает необходимость применения современных методов селекции и разведения, в том числе основанных на молекулярно-генетических исследованиях. Наиболее удобные маркеры для проведения генетических исследований – микросателлиты (STR) [4–6]. Данный тип генетических маркеров относится к «нейтральным», поскольку не влияет на проявление фенотипических признаков животных и не подвергается давлению естественного или искусственного отбора [5, 7]. Микросателлиты обладают высоким полиморфизмом, что позволяет эффективно их использовать для анализа генетического родства и процессов, происходящих в популяции [8].

Цель исследований – провести анализ фенотипического и генетического состояния популяции северных оленей, принадлежащих Ямальской опытной станции.

## Материалы и методы

Работа проведена в 2022 г. в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа на экспериментальном стаде Ямальской опытной станции – подразделения ФГБУН ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН (далее – ЯОС ТюмНЦ СО РАН). Всего пробонитировано 40 важенки и сырицы в возрасте от 1,5 до 7 лет, а также 10 телят в возрасте 6 месяцев. Оценка экстерьера и упитанности осуществляли глазомерно, согласно инструкции по бонитировке северных оленей [9]. Для определения фенотипических особенностей оленей проводили взвешивание на площадочных электронных весах, с помощью мерного циркуля, мерной палки и ленты устанавливали высоту в холке, косую длину туловища, обхват пясти, глубину груди, ширину груди за лопатками, обхват груди, косую длину зада, ширину в маклоках. Определив указанные промеры, вычисляли средние индексы телосложения: костистости, массивности, грудной, сбистости, тазо-грудной, длинноногости, широкотелости, растянутости.

В качестве биологического материала для генетических исследований использовали образцы тканей – ушные раковины от 101 важенки. Выделение ДНК проводили с помощью наборов для выделения геномной нуклеиновой кислоты серии «ДНК-Экстран» (ЗАО «Синтол», Россия), в соответствии с протоколом фирмы-производителя. Анализ полиморфизма осуществлен в лаборатории молекулярной генетики сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста по отношению к девяти STR-локусам (NVHRT21, NVHRT24, NVHRT76, RT1, RT6, RT7, RT9, RT27, RT30). Для сравнительного анализа исследуемой популяций были использованы микросателлитные профили северных оленей ненецкой породы Ненецкого (NAO, n=100) и Ямало-Ненецкого (YNAO, n=100) автономных округов, а также Республики Коми (КОМ, n=96), информация о которых хранилась в банке генетического материала домашних и диких видов животных и птицы ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста. На основе полученных микросателлитных профилей был проведен расчет основных генетических параметров, в том числе среднего количества аллелей на

локус ( $A_p$ ): процента наблюдаемой ( $H_o$ ) и ожидаемой ( $H_e$ ) гетерозиготности, соответствия наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности (индекс фиксации,  $F_{is}$ ), доверительного интервала коэффициента инбридинга ( $CI$ ).

Визуализация распределения генетических вариаций в зависимости от происхождения проведена путем анализа главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) с помощью R пакета программ adegenet и ggplot2 [10, 11].

## Результаты и их обсуждение

Обследование 40 самок показало (табл. 1), что животные имеют типичное для уральского экотипа ненецкой породы телосложение. Живая масса важенки и сырицы составляла от 64 до 90 кг, упитанность – средняя. Значительных пороков экстерьера не выявлено: все обследованные животные получили оценку 4–5 по 5-балльной шкале.

Данные табл. 1 указывают на то, что наибольшая интенсивность роста у телят исследуемой популяции происходит в первые 6 месяцев жизни. Так высота в холке к этому возрасту в среднем составляет 86,9 % от показателей взрослого животного, косая туловища – 84,0 %, а обхват груди – 84,9 %.

В табл. 2 дана характеристика индексов телосложения – отношение анатомически связанных между собой промеров тела животных. Согласно расчетным данным, можно сделать вывод, что исследуемые северные оле-

Таблица 1  
Показатели промеров тела северных оленей  
Ямальской опытной станции

Table 1  
Indicators of body measurements of reindeer  
of the Yamal Experimental Station

Промер	Важенки и сырицы	Телята
Высота в холке, см	90.6±0.55	78.7±1.43
Косая длина туловища, см	99.3±0.84	83.5±1.31
Обхват пясти, см	11.1±0.09	11.0±0.66
Глубина груди, см	36.8±0.39	31.5±0.56
Ширина груди за лопатками, см	23.1±0.29	18.0±0.69
Обхват груди, см	110.8±0.79	94.1±1.55
Косая длина зада, см	38.4±0.40	33.7±0.99
Ширина в маклоках, см	21.4±0.21	16.8±0.45

Таблица 2  
Индексы телосложения исследуемой популяции северных  
оленей ненецкой породы

Table 2  
Indexes of the body-built of the studied population  
of the Nenets reindeer breed

Индекс	Показатель, %
Растянутости	102.1
Костистости	12.4
Длинноногости	60.8
Массивности	114.0
Грудной	61.1
Сбистости	110.9
Тазо-грудной	99.7
Длинноголовости	32.3

ни сравнительно невысокие, с хорошо развитым в длину и глубину туловищем, несколько удлинённой грудью, хорошо развитым костяком, сравнительно широкой недлинной головой.

В табл. 3 представлены основные генетические характеристики анализируемого стада северных оленей в сравнении с другими региональными популяциями.

Генетическая характеристика четырех региональных популяций по девяти STR-локусам

Genetic characteristics of four regional populations by nine STR-loci

Популяция	N	Ar	Ho	He	Fis [95% CI]
YOS	101	9.515±0.464	0.634±0.055	0.762±0.029	0.162[0.025;0.299]
YNAO	100	7.630±0.792	0.499±0.094	0.627±0.078	0.210[0.010;0.410]
NAO	100	8.630±0.619	0.600±0.034	0.749±0.031	0.194[0.114;0.274]
КОМ	96	9.556±0.709	0.611±0.042	0.752±0.034	0.187[0.113;0.261]

Полученные цифровые значения свидетельствуют, что популяция северных оленей ЯОС ТюмНЦ СО РАН характеризуется высоким уровнем аллельного разнообразия ( $Ar=9.515$ ), лишь незначительно уступая северным оленям, разводимым на территории Республики Коми ( $Ar=9.556$ ). Однако именно данная популяция превосходила другие выборки северных оленей по значениям наблюдаемой ( $Ho=0.634$ ) и ожидаемой ( $He=0.762$ ) гетерозиготности. Все исследованные группы животных характеризуются преобладанием степени ожидаемой гетерозиготности над наблюдаемой, что свидетельствует о положительных значениях коэффициента инбридинга ( $Fis$ ) и, как следствие, о смещении генетического равновесия в сторону недостатка гетерозигот. Однако популяция ЯОС имела минимальные положительные значения индекса фиксации ( $0.162$ ). Положительные значения  $Fis$ , по-видимости, отчасти обусловлены результатами селекционно-племенной работы в стаде, направленной на создание необходимой для ненецкой породы однородности и закрепления соответствующих хозяйственно-полезных признаков.

На рисунке показаны результаты PCA-анализа Ямало-Ненецкой популяции ЯОС ТюмНЦ СО РАН в сравнитель-

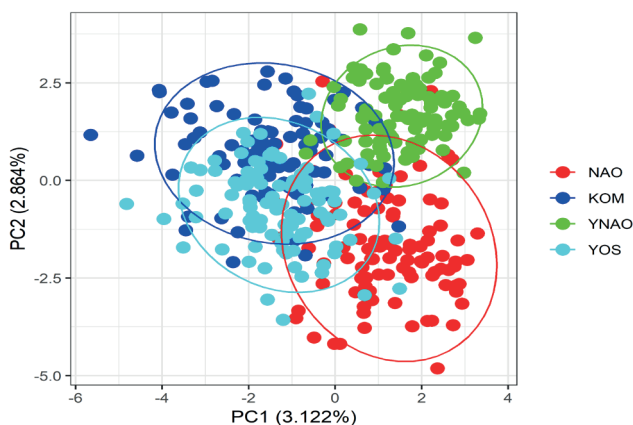


Рисунок. Проекция северных оленей ЯОС ТюмНЦ СО РАН с другими региональными популяциями ненецкой породы на плоскости двух координат по данным PCA-анализа.

Figure. Projection of reindeer of the Yamal Experimental Station (YOS) with other regional populations of the Nenets breed on plane of two coordinates according to the data of PCA analysis.

ном аспекте с другими популяциями ненецкой породы северного оленя.

Первая главная компонента (PC1), объясняющая большую часть общей изменчивости всего массива данных (3.122 %), приблизила популяции ЯОС ТюмНЦ СО РАН и Республики Коми, и отделила животных Ненецкого автономного округа и оленей другого хозяйства Ямало-Ненецкого автономного округа. Вторая компонента (PC2), отражающая 2.864 % изменчивости, расположила в одной плоскости особей ненецкой популяции ЯОС ТюмНЦ СО РАН с животными Ненецкого автономного округа. Таким образом, исследуемое стадо в большей степени схоже с микросателлитным профилем животных хозяйств Республики Коми и Ненецкого автономного округа и в меньшей – с другими оленями Ямало-Ненецкого округа.

## Заключение

Результаты фенотипической и генетической оценок показали, что исследуемая популяция северных оленей имеет характерные для ненецкой породы признаки, в том числе интенсивные темпы роста, сравнительно невысокое туловище, несколько удлинённую грудь, хорошо развитый костяк, широкую недлинную голову. Анализ основных генетических параметров выявил достаточно высокий уровень аллельного разнообразия, при этом степень инбридинга в стаде северных оленей ЯОС была минимальной, по сравнению с другими региональными популяциями. По микросателлитному профилю данная группа животных в большей степени схожа с аллелофондом северных оленей Республики Коми и Ненецкого автономного округа банка генетического материала домашних и диких видов животных и птицы ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста.

## Литература

- Dotsev, A. V. Microsatellite-based heterozygosity-fitness correlations in reindeer / A. V. Dotsev, V. R. Kharzinova, T. M. Romanenko, K. A. Laishev, G. G. Brem [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 2019. – Vol. 97. – № S3. – P. 266.
- Jombart, T. Adegnet : a R package for the multivariate analysis of genetic markers / T. Jombart // *Bioinformatics*. – 2008. – № 24. – P. 1403-1405.
- Kharzinova, V. R. Genetic variability of Russian domestic reindeer populations (*Rangifer tarandus*) by microsatellites / V. R. Kharzinova, A. V. Dotsev, A. D. Solovieva, V. I. Fedorov, L. D. O. Shimit [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 2020. – Vol. 98. – № 4. – P. 237-238.
- Radko, A. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle / A. Radko, T. Rychlik // *Annals of Animal Science*. 2009, 9 (2): 119-125.
- Van de Goor, L. H. P. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci / L. H. P. Van de Goor, H. Panneman & W. A. Van Haeringen // *Animal Genetics*. 2009, 40, 630-636.

6. Wickham, H. *ggplot2 : Elegant graphics for data analysis* / H. Wickham. – New York : Springer Verlag, 2009. – 213p.
7. Денискова, Т. Е. Генетическая характеристика региональных популяций ненецкой породы северного оленя / Т. Е. Денискова, В. Р. Харзинова, А. В. Доцев, А. Д. Соловьева, Т. М. Романенко [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. – 2018. – Т. 53, № 6. – С. 1152–1161.
8. Инструкция по бонитировке северных оленей. Государственный агропромышленный комитет СССР / Сибирское отделение ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1988. – 20 с.
9. Романенко, Т. М. Генетическая структура популяции северных оленей о. Колгуев Ненецкого автономного округа. Достижения науки и техники АПК / Т. М. Романенко, Л. А. Калашникова, Г. И. Филиппова, К. А. Лайшев. – 2014. – № 4. – С. 68–70.
10. Семина, М. Т. Анализ генетического разнообразия и популяционной структуры ненецкой аборигенной породы северных оленей на основе микросателлитных маркеров. Генетика / М. Т. Семина, С. Н. Каштанова, О. В. Бабаян, К. А. Лайшев, А. А. Южаков [и др.]. – 2022. – Т. 58, № 8. – С. 954–966.
11. Харзинова, В.Р. Изучение изменчивости микросателлитов для характеристики аллелофонда и генетической структуры домашней популяции северного оленя: сборник тезисов докладов 19-й Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича Муромцева / В. Р. Харзинова, А. В. Доцев, А. Д. Соловьева, К. А. Лайшев, Т. М. Романенко. – Москва, 2019. – С. 109–111.
5. Van de Goor, L. H. P. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci / L. H. P. Van de Goor, H. Panneman & W. A. Van Haeringen // *Animal Genetics*. 2009, 40, 630–636.
6. Wickham, H. *ggplot2 : Elegant graphics for data analysis* / H. Wickham. – New York : Springer Verlag, 2009. – 213p.
7. Deniskova, T. E. Geneticheskaya harakteristika regional'nyh populyacij neneckoj porody severnogo olenya [Genetic characteristics of regional populations of the Nenets reindeer breed] / T. E. Deniskova, V. R. Kharzinova, A. V. Dotsev, A. D. Soloviev, T. M. Romanenko [et al.] // *Selskokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*. – 2018. – Vol. 53. – № 6. – P. 1152–1161.
8. Instrukciya po bonitirovke severnyh oleney [Instructions for valuation of reindeer]. State Agro-industrial Committee of the USSR / Siberian Branch of the All-Union Academy of Agricultural Sciences named after Lenin. – Novosibirsk, 1988. – 20 p.
9. Romanenko, T. M. Geneticheskaya struktura populyacii severnyh oleney o. Kolguev Neneckogo avtonomnogo okruga. Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Genetic structure of the reindeer population of the Kolguev Island of the Nenets Autonomous Okrug] / T. M. Romanenko, L. A. Kalashnikova, G. I. Filippova, K. A. Laishev // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*. – 2014. – № 4. – P. 68–70.
10. Semina, M. T. Analiz geneticheskogo raznoobraziya i populyacionnoj struktury neneckoj aborigennoj porody severnyh oleney na osnove mikrosatellitnyh markerov [Analysis of genetic diversity and population structure of the Nenets indigenous breed of reindeer based on microsatellite markers] / M. T. Semina, S. N. Kashtanova, O. V. Babayan, K. A. Laishev, Yuzhakov A.A. [et al.] // *Genetics*. – 2022. – Vol.58. – № 8. – P. 954–966.
11. Kharzinova, V. R. Izuchenie izmenchivosti mikrosatellitov dlya harakteristiki allelofonda i geneticheskoy struktury domashnej populyacii severnogo olenya [Study of microsatellite variability to characterize the allelofund and genetic structure of the domestic reindeer population]. Collection of Materials of the 19th All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the memory of RASKhN Academician Georgy Sergeevich Muromtsev / V. R. Kharzinova, A. V. Dotsev, A. D. Solovyova, K. A. Laishev, T. M. Romanenko. – Moscow, 2019. – P. 109–111.

## References

1. Dotsev, A. V. Microsatellite-based heterozygosity–fitness correlations in reindeer / A. V. Dotsev, V. R. Kharzinova, T. M. Romanenko, K. A. Laishev, G. G. Brem [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 2019. – Vol. 97. – № S3. – P. 266.
2. Jombart, T. Adegnet : a R package for the multivariate analysis of genetic markers / T. Jombart // *Bioinformatics*. – 2008. – № 24. –P. 1403–1405.
3. Kharzinova, V. R. Genetic variability of Russian domestic reindeer populations (*Rangifer tarandus*) by microsatellites / V. R. Kharzinova, A. V. Dotsev, A. D. Solovieva, V. I. Fedorov, L. D. O. Shimit [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 2020. – Vol. 98. – № 4. – P. 237–238.
4. Radko, A. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle / A. Radko, T. Rychlik // *Annals of Animal Science*. 2009; 9 (2): 119–125.

## Благодарность (госзадание)

Исследования выполнены в рамках государственного задания FWRZ-2021-0030 «Изучение, сохранение и рациональное использование генетических ресурсов северных оленей в целях создания фундаментальных основ направленного селекционного процесса».

#### Информация об авторах:

**Николаев Семен Викторович** – кандидат ветеринарных наук, заведующий лабораторией северного оленеводства ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН; <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616> (625026, Российская Федерация, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86; e-mail: [semen.nikolaev.90@mail.ru](mailto:semen.nikolaev.90@mail.ru)).

**Максимчик Максим Александрович** – заведующий отделом лаборатории северного оленеводства ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН; <https://orcid.org/0009-0006-3942-9981> (625026, Российская Федерация, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86; e-mail: [maxim.maksimchik@gmail.com](mailto:maxim.maksimchik@gmail.com)).

**Логинов Сергей Вадимович** – преподаватель кафедры инфекционных и инвазионных болезней Института биотехнологии и ветеринарной медицины, кандидат сельскохозяйственных наук Государственного аграрного университета Северного Зауралья; <https://orcid.org/0000-0002-2586-8952> (625000, Российская Федерация, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7; e-mail: [pr@gausz.ru](mailto:pr@gausz.ru)).

#### About the authors:

**Semen V. Nikolaev** – Candidate of Sciences (Veterinary), Head of the Laboratory of Northern Reindeer Husbandry FRC Tyumen SC SB RAS, <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616> (Federal Research Center Tyumen Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 86 Malygina st., Tyumen, 625026 Russian Federation; e-mail: [semen.nikolaev.90@mail.ru](mailto:semen.nikolaev.90@mail.ru)).

**Maxim A. Maksimchik** – Head of the Department at the Laboratory of Northern Reindeer Husbandry FRC Tyumen SC SB RAS, <https://orcid.org/0009-0006-3942-9981> (Federal Research Center Tyumen Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 86 Malygina st., Tyumen, 625026 Russian Federation; e-mail: [maxim.maksimchik@gmail.com](mailto:maxim.maksimchik@gmail.com)).

**Sergey V. Loginov** – Candidate of Sciences (Agriculture), Lecturer at the Department of Infectious and Invasive Diseases of the Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine at the Northern Trans-Ural State Agricultural University, <https://orcid.org/0000-0002-2586-8952> (Northern Trans-Ural State Agricultural University, 7 Republic st., Tyumen, Tyumen region, 625000 Russian Federation; e-mail: [pr@gausz.ru](mailto:pr@gausz.ru)).

#### Для цитирования:

Николаев, С. В. Фенотипическая и генетическая характеристика стада северных оленей Ямальской опытной станции / С. В. Николаев, М. А. Максимчик, С. В. Логинов // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2023. – № 7 (65). – С. 112–116.

#### For citation:

Nikolaev, S. V. Fenotipicheskaya i geneticheskaya harakteristika stada severnyh olenej Yamal'skoj opytnoj stancii [Phenotypic and genetic characteristics of the reindeer herd of the Yamal Experimental Station] / S. V. Nikolaev, M. A. Maksimchik, S. V. Loginov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2023. – № 7 (65). – P. 112–116.

Дата поступления статьи: 15.09.2023

Прошла рецензирование: 27.09.2023

Принято решение о публикации: 06.10.2023

Received: 15.09.2023

Reviewed: 27.09.2023

Accepted: 06.10.2023