

Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 169–178.

Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 169–178.

Научная статья

УДК 631.4

DOI: 10.51318/FRET.2024.87.56.018

## СРАВНЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ ГРУНТОВ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЛЕСНОГО ФОНДА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Артем Сергеевич Попов<sup>1</sup>, Наталья Валентиновна Марина<sup>2</sup>,  
Альбина Флоритовна Галиулина<sup>3</sup>, Михаил Юрьевич Захаров<sup>4</sup>,  
Лусине Аветиковна Мелконян<sup>5</sup>, Ксения Руслановна Калиева<sup>6</sup>,  
Айгуль Насимовна Гайсина<sup>7</sup>, Денис Александрович Ивлев<sup>8</sup>

<sup>1-3, 5-7</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>4, 8</sup> Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева,  
Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Артем Сергеевич Попов,  
popovas@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Результатом химических исследований почвенного грунта, сформированного на основе верхового торфа и использованного в качестве субстрата для создания газонов в условиях г. Нового Уренгоя рядом с крупными автомобильными дорогами, а также в жилой зоне Южно-Русского нефтегазоконденсатного месторождения в границах лесного фонда Красноселькупского лесничества, куда въезд автотранспорта строго ограничен, стало получение данных о том, что показатель рН грунтов урбанизированных территорий сдвигается в сторону слабокислой и нейтральной среды, в то время как аналогичный показатель, определенный для того же грунта, находившегося за пределами городской территории, продолжает оставаться на среднекислом уровне. Похожий эффект для городских почв был зафиксирован нами ранее в г. Надыме. Кроме того, статья содержит сведения о содержании в описанных грунтах гумуса и доступных растениям форм азота, фосфора и калия через 5 лет после эксплуатации почв в разных условиях.

**Ключевые слова:** почвенные грунты, Новый Уренгой, Красноселькупское лесничество, Ямало-Ненецкий автономный округ, водородный показатель солевой вытяжки (рН), плодородие почв, антропогенное воздействие

**Для цитирования:** Сравнение почвенных грунтов, развивающихся в условиях урбанизированных территорий и лесного фонда Ямало-Ненецкого автономного округа / А. С. Попов, Н. В. Марина, А. Ф. Галиулина [и др.] // Леса России и хозяйство в них. 2024. № 3 (90). С. 169–178.

Scientific article

## COMPARISON OF ARTIFICIAL SOILS DEVELOPING IN CONDITIONS OF URBANIZED TERRITORIES AND THE FOREST FUND OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Artyom S. Popov<sup>1</sup>, Natalia V. Marina<sup>2</sup>, Albina F. Galiulina<sup>3</sup>, Mikhail Yu. Zakharov<sup>4</sup>, Lusine A. Melkonyan<sup>5</sup>, Ksenia R. Kalieva<sup>6</sup>, Aigul N. Gaisina<sup>7</sup>, Denis A. Ivlev<sup>8</sup>

<sup>1-3, 5-7</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>4, 8</sup> Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Artyom S. Popov,  
popovas@m.usfeu.ru

**Abstract.** Chemical studies have been carried out with the artificial soils formed on the basis of peat and used as a substrate for creating lawns in the conditions of Novy Urengoy near major highways, as well as in the residential area of the South Russian oil and gas condensate field within the forest fund of the Krasnoselkup forestry, where the entry of vehicles is strictly limited. The main result is the pH of artificial soils in urbanized areas is shifting towards a slightly acidic and neutral level, while a similar indicator determined for the same artificial soil located outside the urban area continues to remain at the average acidic level. A similar effect for urban soils was recorded earlier in Nadym. In addition, the article contains information about humus in the artificial soils and forms of nitrogen, phosphorus and potassium available to plants 5 years after their operation in different conditions.

**Keywords:** artificial soils, Novy Urengoy, Krasnoselkupsкое forestry, Yamalo-Nenets Autonomous District, hydrogen index of salt extract (pH), soil fertility, human impact

**For citation:** Comparison of artificial soils developing in conditions of urbanized territories and the forest fund of the Yamalo-Nenets autonomous district / A. S. Popov, N. V. Marina, A. F. Galiulina [et al.] // Forests of Russia and economy in them. 2024. № 3 (90). P. 169–178.

### Введение

Исследования проводились в границах г. Новый Уренгой возле объектов, принадлежащих АО «Севернефтегазпром», а также на Южно-Русском нефтегазоконденсатном месторождении, эксплуатируемом указанной добывающей компанией, в окружении лесного фонда Ямало-Ненецкого автономного округа (Красноселькупское лесничество).

За пять лет до проведения научного исследования с целью последующего озеленения участков, прилегающих к объектам АО «Севернефтегазпром» в г. Новом Уренгое, а также жилой зоны Южно-Русского нефтегазоконденсатного месторождения работниками административно-хозяйственной части компании производилась подготовка плодородного почвенного грунта. Грунт

получали смешением 70–80 % массы местного верхового торфа, заготовленного на прилегающих сфагновых болотах, с 20–30 % массы песка в соответствии с требованиями разработанных ранее для данного региона методических рекомендаций (Агротехника выращивания..., 2017). При этом следует отметить, что при формировании плодородного почвенного грунта рабочими игнорировалось важное требование, связанное с внесением в готовящиеся грунты каких-либо раскислителей. После формирования слой искусственного почвенного плодородного грунта мощностью до 15 см наносился на георешетку, заранее расстеленную поверх отсыпанных песчаных грунтов по всей территории обустраиваемых участков, расположенных как в г. Новом Уренгое, так и на месторождении. Впоследствии на поверхности

плодородных почвенных грунтов во всех случаях был выполнен посев газонных трав одинаковыми травосмесями с преобладанием в составе клевера ползучего (*Trifolium repens* L.) и мятлика лугового (*Poa pratensis* L.). После пяти лет эксплуатации этих газонов на открытых участках городских территорий и лесного фонда один и тот же газон имел разный вид (рис. 1).

На большей части территории жилой зоны Южно-Русского нефтегазоконденсатного место-

рождения клевер ползучий и мятлик луговой были вытеснены болотными видами.

Отбор и сравнение искусственного почвенного грунта, развивавшегося в условиях урбанизированных территорий крупного северного города и на значительном удалении от него в окружении естественных природных экосистем на землях лесного фонда, производились в процессе оценки качества газона, сформировавшегося в обеих локациях.



а



б

Рис. 1. Одинаковый газон, посеянный пять лет назад на одном и том же искусственном почвенном грунте в условиях г. Нового Уренгоя (а) и Южно-Русского нефтегазоконденсатного месторождения (Красноселькупское лесничество) (б)

Fig. 1. The same lawn sown five years ago on the same artificial soil in the conditions of Novy Urengoy (a) and the Yuzhno-Russian oil and gas condensate field (Krasnoselkupskoeye forestry) (b)

#### Методика отбора и исследования грунтов

Рядом с главным офисным зданием АО «Севернефтегазпром» в г. Новом Уренгое был выполнен отбор двух объединенных проб почвенного грунта (первая – на участках газонов на перекрестке улиц 70-летия Октября и Дружбы Народов; вторая – на газонах в ограде участка, прилегающего к зданию с адресом мкр. Олимпийский, 11). Для формирования каждой объединенной пробы брались пять точечных проб почвенного грунта (почвогрунта).

Размещение точек отбора проб рядом с офисным зданием АО «Севернефтегазпром» в г. Новом Уренгое представлено на рис. 2 (точечные пробы 1-1-1-5 взяты за границами ограды участка здания, расположенного по адресу мкр. Олимпийский, 11;

точечные пробы 2-1-2-5 – в границах ограды соответственно).

Поскольку повсеместно на территории, прилегающей к главному офису АО «Севернефтегазпром», почвогрунт располагается на георешетке, отбор точечных проб производился из 10-сантиметрового слоя почвогрунта (рис. 3) при помощи совка, отобранная проба при этом помещалась в отдельный пакет.

Далее был произведен отбор точечных проб почвенного грунта в границах жилой зоны Южно-Русского нефтегазового месторождения. Учитывая тот факт, что данный объект занимает значительную площадь, было отобрано десять точечных проб. Расположение мест отбора представлено на рис. 4 (точечные пробы 3-1-3-10).



Рис. 2. Расположение мест отбора точечных проб почвогрунтов рядом с офисом ОАО «Севернефтегазпром» в г. Новом Уренгое  
Fig. 2. Location of soil sampling sites near the office of JSC Severneftegazprom in Novy Urengoy

Также точечные пробы почвогрунта отбирались на газонах, расположенных рядом со зданием АО «Севернефтегазпром» по адресу ул. Губкина, 26. Всего было отобрано две точечные пробы почвогрунтов. Расположение мест отбора представлено на рис. 5 (точечные пробы 4-1–4-2).

Отобранные точечные пробы грунта доставлялись в г. Екатеринбург, где высушивались до воздушно-сухого состояния, впоследствии из них удалялись крупные органические частицы и мусор путем просеивания через сито с диаметром отверстий 1 мм.

Для каждого из четырех участков готовили по одному усредненному образцу почвенного грунта путем отбора из соответствующих точечных проб одинаковой массы грунта, помещения его в объединенную пробу и тщательного перемешивания.

Номер 1 был присвоен усредненному образцу грунта, собранному из точечных проб, взятых на газонах перекрестка улиц 70-летия Октября и Дружбы Народов в г. Новом Уренгое; № 2 – усредненному образцу грунта, собранному из точечных проб, взятых на газонах, расположенных в ограде участка, прилегающего к офисному зданию АО «Севернефтегазпром» в г. Новом Уренгое (мкр. Олимпийский, 11); № 3 – усредненному образцу грунта, собранному из точечных проб, взятых на территории жилой зоны Южно-Русского нефтегазоконденсатного месторождения, № 4 – усредненному образцу грунта, собранному из точечных проб, взятых на газонах рядом со зданием АО «Севернефтегазпром», расположенным по адресу г. Новый Уренгой, ул. Губкина, 26.

Для усредненных образцов грунта определяли pH солевой (KCl) вытяжки, содержание доступных

для растений элементов минерального питания (водорастворимый калий, подвижный фосфор, азот нитратов) и гумуса. Все определения проводились в двух параллельных измерениях.

Водородный показатель солевой вытяжки ( $pH_{KCl}$ ) определяли потенциометрическим методом в соответствии с требованиями государственного стандарта (ГОСТ 26483–85).

Содержание водорастворимого калия (в пересчете на  $K_2O$ ) определяли ионометрическим методом с калий-селективным электродом (ГОСТ 27753.6–88), количество азота нитратов ( $N/NO_3$ ) – ионометрическим методом с нитрат-селективным электродом (ГОСТ 26951–86).

Определение подвижных соединений фосфора (в пересчете на  $P_2O_5$ ) проводили фотометрически по образованию фосфорно-молибденовой сини по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650–2011; Практикум..., 1989).

Определение гумуса проводили по методу Тюрина с использованием в качестве индикатора фенилантраниловой кислоты (Практикум..., 1989; Аринушкина, 1970).



Рис. 3. Слой почвогрунта, расположенного на георешетке, имеет среднюю мощность 10 см  
Fig. 3. The soil layer located on the geogrid has an average thickness of 10 cm



Рис. 4. Расположение мест отбора точечных проб почвогрунтов на территории жилой зоны Южно-Русского нефтегазового месторождения  
Fig. 4. Location of the sites for sampling of spot soil samples in the residential area of the Yuzhno-Russian oil and gas field



Рис. 5. Расположение мест отбора точечных проб почвогрунтов на газонах рядом со зданием, находящимся по адресу ул. Губкина, 26

Fig. 5. Location of soil sampling sites on lawns next to the building located at Gubkin str., 26

### Результаты и их обсуждение

Результаты выполненных лабораторных исследований четырех объединенных проб почвенных грунтов представлены в табл. 1.

Данные, содержащиеся в табл. 1, свидетельствуют о том, что почвогрунты, отобранные на Южно-Русском месторождении (участок № 3), демонстрируют наличие кислой реакции среды (4,24), что характерно для почв и почвогрунтов, развивающихся в условиях тундры, лесотундры и северной подзоны тайги. Учитывая тот факт, что, по свидетельствам сотрудников компании, почвенные грунты в границах жилой зоны Южно-Русского месторождения изначально наносились на отсыпанную на лесном фоне песчаную площадку, было ожидаемо получить именно такие значения pH. Однако почвогрунты, отобранные

в г. Новом Уренгое в непосредственной близости от офисных зданий АО «Севернефтегазпром», продемонстрировали показатели pH, характерные для слабокислой среды, т. е. более приближенные к нейтральному значению (для участков № 1, 2 и 4 они оказались равными соответственно 6,28; 5,36 и 5,98). Полученный результат в очередной раз зафиксировал наличие закономерности, которая отмечалась ранее при проведении исследований почв (почвенных грунтов) в населенных пунктах ЯНАО: чем ближе участок располагается к путям движения автотранспорта, тем больший сдвиг наблюдается у показателя pH почв (почвенных грунтов) в сторону нейтральной или даже щелочной среды (Состояние..., 2016). Более высокие показатели pH почвогрунтов, отобранных на участках в г. Новом Уренгое, являются маркером того,

Таблица 1  
Table 1

Результаты химического анализа объединенных образцов почвенных грунтов,  
отобранных на обследуемых участках  
The results of chemical analysis of combined soil samples taken from  
the surveyed sites

Участок отбора грунта The site of soil sampling	рН <sub>KCl</sub>	Содержание Content			
		К <sub>2</sub> O, мг/кг mg/kg	N/NO <sub>3</sub> , мг/кг mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг mg/kg	Гумус, % Humus, %
Участок № 1 Region № 1	6,28	19	3,30	174	24,9
Участок № 2 Region № 2	5,36	19	3,20	218	17,1
Участок № 3 Region № 3	4,24	Следы	< 2,80	25	2,0
Участок № 4 Region № 4	5,98	18	3,20	197	21,3

что данные территории находятся под значительным антропогенным воздействием по сравнению с территорией жилой зоны Южно-Русского месторождения.

Содержание гумуса, подвижного фосфора и растворимого калия в пробах почвогрунтов, отобранных на газонах в г. Новом Уренгое в разы выше, чем в пробах почвогрунтов, отобранных на месторождении. Содержание нитратного азота в грунтах, взятых рядом с офисом АО «Севернефтегазпром», также выше, чем у отобранных на месторождении. Данный результат предварительно может быть объяснен тем, что в газоны, расположенные на территории, прилегающей к городским зданиям компании, с определенной степенью регулярности вносятся подкормки, тогда как почвогрунты, нанесенные несколько лет назад на газоны жилой зоны Южно-Русского нефтегазового месторождения, никогда после нанесения не подкармливались. Однако тот факт, что схожие результаты ранее были получены в г. Надыме для почв парка имени Е. Ф. Козлова, чья территория, так же как и территория городских участков АО «Севернефтегазпром», находится в окружении автомобильных дорог, может свидетельствовать о влиянии автотранспорта на смещение показателей рН почв (почвогрунтов) в городских условиях в сторону нейтральных значений.

Для того чтобы сделать вывод об уровне плодородия почвогрунтов, отобранных на четырех участках, требуется сравнить показатели содержания в них доступных для растений форм калия, азота и фосфора (см. табл. 1) с данными табл. 2 (Практикум..., 1989).

Таблица 2  
Table 2

Уровни обеспеченности почв  
элементами питания  
Levels of soil supply with nutrients

Уровни Levels	К <sub>2</sub> O, мг/кг mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг mg/kg	N/NO <sub>3</sub> , мг/кг mg/kg
Низкий Low	60–120	57–114	10–20
Средний Average	120–240	114–230	20–40
Высокий Tall	240–300 и более	230–286	40–50 и более

Результаты химического анализа свидетельствуют в пользу того, что плодородие почвогрунтов, пробы которых были отобраны в границах г. Нового Уренгоя (участки № 1, 2 и 4), может быть оценено по содержанию калия и нитратного азота как низкое, а по содержанию фосфора – как среднее. Почвы нуждаются в более регулярном внесении удобрений.

Сравнение значений содержания доступных для растений форм важнейших элементов минерального питания в почвогрунтах участка № 3 с нормативными однозначно указывает на их очень низкое содержание.

### Выводы

Проведенное исследование одинаковых почвогрунтов, сформированных пять лет назад на основе верхового торфа и нанесенных как основа для создания одинаковых газонов в условиях г. Нового Уренгоя и в жилой зоне Южно-Русского нефтегазоконденсатного месторождения (в окружении земель лесного фонда), куда доступ автотранспорта невозможен, позволило сделать следующие предварительные выводы.

1. Так же, как ранее в г. Надыме, зафиксирован сдвиг показателя рН в сторону слабокислой и нейтральной среды у почвогрунтов, отобранных в границах крупного северного города (Новый Уренгой) рядом с оживленными автотрассами. Напротив, у почвогрунта, взятого на площади, свободной от влияния автотранспорта, реакция почвенной среды оказалась среднекислой.

2. Среди вероятных причин зафиксированного сдвига показателя рН почвогрунтов в городских

условиях можно назвать регулярное внесение в них подкормок и влияние выбросов автомобильного транспорта.

3. Возможно, сдвиг значения водородного показателя солевой вытяжки в сторону слабокислой или нейтральной реакции может использоваться в качестве индикатора для оценки интенсивности антропогенного воздействия на почвогрунты в условиях Ямало-Ненецкого автономного округа.

4. Нераскисленные должным образом на этапе формирования плодородные почвенные грунты без регулярного внесения в них подкормок быстро утрачивают свои полезные свойства и становятся непригодными для формирования на них газонов, поскольку уровень содержания в них доступных растениям форм азота, калия и фосфора очень низкий.

5. Напротив, в условиях г. Нового Уренгоя изначально нераскисленные должным образом почвенные грунты в результате посева на них газонных смесей с преобладанием в составе клевера ползучего (*Trifolium repens* L.) и мятлика лугового (*Poa pratensis* L.) и регулярного внесения подкормок через пять лет после нанесения продемонстрировали достаточный для северных территорий уровень плодородия.

### Список источников

- Агротехника выращивания растений в Ямало-Ненецком автономном округе : метод. рекомендации для учреждений и подразделений, занимающихся строительством и благоустройством территории в населенных пунктах. СПб. : СПб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, 2017. 40 с.
- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1970. 491 с.
- ГОСТ 26483–85. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023490> (дата обращения: 01.05.2024).
- ГОСТ 27753.6–88. Грунты тепличные. Методы определения водорастворимого калия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023540> (дата обращения: 01.05.2024).
- ГОСТ 26951–86. Почвы. Определение нитратов потенциометрическим методом. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023499> (дата обращения: 01.05.2024).
- ГОСТ Р 54650–2011. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094361> (дата обращения: 01.05.2024).
- Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1989. 304 с.
- Состояние и динамика свойств глеево-подзолистых почв в условиях антропогенеза (на примере парка им. Е. Ф. Козлова в городе Надым, Ямало-Ненецкий автономный округ) / А. С. Попов, В. Н. Луганский, Н. В. Луганский, Н. С. Ненашев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (137). С. 63–67.

## References

- Agrotechnics of plant cultivation in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug : Methodological recommendations for institutions and departments engaged in the construction and landscaping of the territory in settlements. St. Petersburg : St. Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov, 2017. 40 p.
- Arinushkina E. V.* Handbook of chemical analysis of soils. Moscow : Publishing House of Moscow University, 1970. 491 p.
- GOST 26483–85. Preparation of salt extract and determination of its pH by the TSINAO method. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023490> / (accessed 05.01.2024). (In Russ.)
- GOST 27753.6–88. Greenhouse soils. Methods for the determination of water-soluble potassium. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023540> / (accessed 05.01.2024) (In Russ.)
- GOST 26951–86. Soils. Determination of nitrates by the potentiometric method. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023499> (accessed 05.01.2024) (In Russ.)
- GOST R 54650–2011. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the Kirsanov method in the modification of the TSINAO. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094361> (accessed 05.01.2024) (In Russ.)
- The state and dynamics of the properties of gleevo-podzolic soils in conditions of anthropogenesis (on the example of the park named after E. F. Kozlov in the city of Nadym, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug) / *A. S. Popov, V. N. Lugansky, N. V. Lugansky, N. S. Nenashev* // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2016. № 3 (137). P. 63–67. (In Russ.)
- Workshop on agrochemistry / Edited by V. G. Mineev. Moscow : Publishing House of Moscow State University, 1989. 304 p.

## Информация об авторах

- А. С. Попов* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
popovas@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0000000230609461>
- Н. В. Марина* – кандидат химических наук, доцент,  
marinanv@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0009000352346652>
- А. Ф. Галиулина* – магистр,  
galiulinaaf@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0009000036428605>
- М. Ю. Захаров* – кандидат военных наук, доцент,  
zmeiu69@mail.ru, <http://ocrid.org/0009000064699031>
- Л. А. Мелконян* – магистрант,  
melkonyanla@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0009000445119117>
- К. Р. Калиева* – магистрант,  
ksyu\_kalieva@mail.ru, <http://ocrid.org/0009000058688694>
- А. Н. Гайсина* – магистрант,  
gaisins99@mail.ru, <http://ocrid.org/0009000242706397>
- Д. А. Ивлев* – слушатель,  
d.ivlev89@mail.ru, <http://ocrid.org/0009-0000-3588-0667>

## Information about the authors

- A. S. Popov* – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,  
popovas@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0000000230609461>
- N. V. Marina* – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,  
marinanv@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0009000352346652>

*A. F. Galiulina – Master's degree,*

*galiulinaaf@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0009000036428605>*

*M. Yu. Zakharov – Candidate of Military Sciences, Associate Professor,*

*zmeiu69@mail.ru, <http://ocrid.org/0009000064699031>*

*L. A. Melkonyan – Master's degree,*

*melkonyanla@m.usfeu.ru, <http://ocrid.org/0009000445119117>*

*K. R. Kalieva – Master's degree,*

*ksyu\_kalieva@mail.ru, <http://ocrid.org/0009000058688694>*

*A. N. Gaisina – Master's degree,*

*gaisins99@mail.ru, <http://ocrid.org/0009000242706397>*

*D. A. Ivlev – listener,*

*d.ivlev89@mail.ru, <http://ocrid.org/0009-0000-3588-0667>*

*Статья поступила в редакцию 13.01.2024; принята к публикации 27.04.2024.*

*The article was submitted 13.01.2024; accepted for publication 27.04.2024.*

---

---