



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 3. С. 315–320
Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2024, vol. 24, iss. 3, pp. 315–320
<https://ichbe.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-3-315-320>, EDN: VVXPO

Научная статья
УДК 582.572.22+581.92+58.009

Разнообразие форм отгибов листочков околоцветника *Colchicum laetum* L., *C. ancymense* B. L. Burtт и *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss



В. С. Епифанов, А. С. Пархоменко, А. О. Кондратьева, А. Д. Орлова, А. С. Кашин ✉

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Епифанов Владимир Сергеевич, аспирант биологического факультета, epifanov.v2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5229-8151>

Пархоменко Алена Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики, parkhomenko_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9948-7298>

Кондратьева Анна Олеговна, ведущий биолог лаборатории микрклонального размножения растений УНЦ «Ботанический сад», popova.ao@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5000-8914>

Орлова Анастасия Дмитриевна, биолог отдела биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад», nastya.orlowa2014@yandex.ru

Кашин Александр Степанович, доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, kashinas2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2342-2172>

Аннотация. Объектом исследования были *C. laetum* L., *C. ancymense* B. L. Burtт и *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss. Исследовали изменчивость формы отгибов листочков околоцветника методом геометрической морфометрии. В каждой из 30 популяций, расположенных на территории Европейской России, исследовали по 30 образцов. Для визуализации исходных данных для выявления закономерностей изменчивости формы отгибов листочков околоцветника использовали анализ главных компонент (PCA). Относительно хорошо отделены друг от друга по этому признаку только *C. bulbocodium* subsp. *versicolor* и *C. ancymense*, в то время как *C. laetum* не отделяется ни от того, ни от другого вида за счёт гораздо большей амплитуды полиморфизма. Подобное пространственное распределение морфологических параметров у исследованных видов может быть связано с воздействием биогеографических факторов.

Ключевые слова: геометрическая морфометрия, морфологическая изменчивость, средняя форма, форма отгиба листочка околоцветника, *Colchicum*

Для цитирования: Епифанов В. С., Пархоменко А. С., Кондратьева А. О., Орлова А. Д., Кашин А. С. Разнообразие форм отгибов листочков околоцветника *Colchicum laetum* L., *C. ancymense* B. L. Burtт и *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 3. С. 315–320. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-3-315-320>, EDN: VVXPO

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

The variety of shapes perianth leaflet of *Colchicum laetum* L., *C. ancymense* B. L. Burtт and *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss

V. S. Epifanov, A. S. Parkhomenko, A. O. Kondratieva, A. D. Orlova, A. S. Kashin ✉

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Vladimir S. Epifanov, epifanov.v2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5229-8151>

Alyona S. Parkhomenko, parkhomenko_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9948-7298>

Anna O. Kondratieva, popova.ao@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5000-8914>

Anastasya D. Orlova, nastya.orlowa2014@yandex.ru

Aleksandr S. Kashin, kashinas2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2342-2172>

Abstract. The objects of the study were *C. laetum* L., *C. ancymense* B. L. Burtт and *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss. The variability of the shape of the bends of the sepals was studied by geometric morphometry. In each of the 30 populations located on the territory of European Russia, 30 samples were examined. To visualize the initial data, principal component analysis (PCA) was used to identify patterns of variability



in the shape of the bends of the perianth leaflets. Only *C. bulbocodium* subsp. are relatively well separated from each other on this basis. *versicolor* and *C. ancyrense*, while *C. laetum* is not separated from either species due to a much larger amplitude of polymorphism. Such spatial distribution of morphological parameters in the studied species may be associated with the influence of biogeographic factors.

Keywords: geometric morphometry, morphological variability, average shape, shape of the bend of the perianth leaf, *Colchicum*

For citation: Epifanov V. S., Parkhomenko A. S., Kondratieva A. O., Orlova A. D., Kashin A. S. The variety of shapes perianth leaflet of *Colchicum laetum* L., *C. ancyrense* B. L. Burt and *C. bulbocodium* var. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2024, vol. 24, iss. 3, pp. 315–320 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-3-315-320>, EDN: VVXPO

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Род *Colchicum* sensu lato включает около 160 видов, а sensu stricto около 80 [1]. Уже этот разброс представлений о числе видов в роде указывает на большое число нерешённых вопросов в отношении его таксономической структуры. Связано это, прежде всего, с проблемой современного понимания критериев понятия «род». Очень красноречиво это видно на примере комплекса близких родов *Colchicum*, *Merendera*, *Bulbocodium*, *Androcymbium*. Эти таксоны некоторыми авторами объединяются в один род *Colchicum* s.l. Основанием для подобного понимания объёма рода служат результаты молекулярно-генетических исследований последнего времени [2].

У многих видов рода, в частности у *C. laetum*, являющимся объектом данного исследования, имеет место особый цикл вегетации, когда листья образуются весной одновременно с плодами, а цветки распускаются осенью до появления листьев [3].

Виды рода *Colchicum* произрастают на равнинах и в горах, поднимаясь до 3 тыс. метров над уровнем моря, в степях, кустарниковых средиземноморских формациях, в лесах (преимущественно горных), на лугах в Средиземноморье, Передней Азии, на Кавказе; некоторые виды встречаются в Западной Европе, южных районах европейской части бывшего СССР, в Средней и Центральной Азии.

В настоящей работе мы предприняли попытку выявить основные направления межвидовой изменчивости форм отгибов листочков околоцветника внутри рода *Colchicum* s. l. на примере трёх видов, произрастающих в Европейской России с использованием метода геометрической морфометрии [4]. При этом в анализ взяты два вида *Colchicum*, традиционно относимых к этому роду в понимании s. str. (*C. laetum* L., *C. ancyrense* B. L. Burt) и один вид – включённый в этот род в понимании s. l., а до этого понимаемый в качестве представителя самостоятельного рода *Bulbocodium* (*C. bulbocodium* subsp. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss.

Материалы и методы

Объектом исследования были *C. laetum*, *C. ancyrense* и *C. bulbocodium* var. *versicolor*.

Сбор материала проводился в 2021–2023 гг. в 4 крымских популяциях *C. ancyrense*, 14 популяциях *C. laetum* из Волгоградской и Ростовской областей, Республики Калмыкия и Ставропольского края, 12 популяциях *C. bulbocodium* var. *versicolor* из Воронежской, Волгоградской, Саратовской и Тамбовской областей (таблица).

Отгибы листочков околоцветника фотографировались при одинаковом увеличении на белом фоне с масштабной линейкой. На полученных изображениях с помощью программ «tpsUtil» и «tpsDig2» [5] размещались 3 фиксированных метки, а также 2 контура. Метки № 1, 3 обозначали основание отгиба листочка; метка № 2 – верхнюю его часть. Контур состоял из 50 равноудалённых друг от друга полуметок.

В каждой популяции образцы отбирались у 30 растений. Если в популяции количество генеративных особей было меньше 30, анализировалось имеющееся количество растений. Объём исследуемой выборки для *C. ancyrense* составил 117 образцов, для *C. laetum* – 401 и для *C. bulbocodium* var. *versicolor* – 247 образцов. В качестве входных данных для анализа формы использовались координаты меток и полуметок.

Для выявления основных направлений изменчивости использовался анализ главных компонент (Principal Component Analysis) [6], выполненный в программе «MorphoJ» [7].

Результаты и их обсуждение

Были получены схемы-каркасы, дающие представление о средней форме отгибов листочков околоцветника в видовых выборках (рис. 1).

Средние формы у видов *C. bulbocodium* subsp. *versicolor* и *C. ancyrense* заметно отличаются между собой и от каркаса средней формы



Местоположение исследованных популяций трёх видов рода *Colchicum* s.l.
Table. The location of the studied populations of three species of the genus *Colchicum* s.l.

Условное сокращение / Conditional abbreviation	Координаты / Coordinates		Географическое расположение / Geographical location
	Северная широта, ° / Northern latitude °	Восточная долгота, ° / Eastern longitude °	
Klb	49.01559	44.19995	Волгоградская обл., Городищенский р-н, окр. с. Котлубань / Volgograd region, Gorodishchenskiy district, near Kotluban village
Bel	48.38049	43.64795	Волгоградская обл., Калачёвский р-н, окр. х. Белоглинский / Volgograd region, Kalachevsky district, near Beloglinsky farmstead
Wod	47.97566	43.42131	Волгоградская обл., Октябрьский р-н, окр. х. Водянский / Volgograd region, Oktyabrskiy district, near Vodyansky farmstead
Aks	47.92638	43.89695	Волгоградская обл., Октябрьский р-н, окр. с. Аксай / Volgograd region, Oktyabrskiy district, near Aksai village
Abg	48.05287	44.15841	Волгоградская обл., Октябрьский р-н, окр. с. Абганерово / Volgograd region, Oktyabrskiy district, near Abganerovo village
Yab	49.17008	41.25116	Ростовская обл., Боковский р-н, окр. с. Яблоновский / Rostov region, Bokovskiy district, near Yablonovskiy village
Erg	46.98703	44.37356	Республика Калмыкия, Кетченеровский р-н, окр. п. Ергенинский / Republic of Kalmykia, Ketchenerovskiy district, near Ergeninskiy village
Ket	47.17955	44.34176	Республика Калмыкия, Кетченеровский р-н, окр. с. Кетченеры / Republic of Kalmykia, Ketchenerovskiy district, near Ketchenery village
Ash	47.36396	44.42502	Республика Калмыкия, Сарпинский р-н, окр. п. Аршань-Зельмень / Republic of Kalmykia, Sarpinskiy district, near Arshan-Zelmen village
Tro	46.55786	44.27310	Республика Калмыкия, Целинный р-н, окр. с. Троицкое / Republic of Kalmykia, Tselinnyy district, near Troitskoye village
Els	44,2901	44,333491	Республика Калмыкия, Целинный р-н, окр. г. Элиста / Republic of Kalmykia, Tselinnyy district, near the city of Elista
Nad	44.53664	41.41764	Ставропольский край, Кочубеевский р-н, окр. с. Надзорное / Stavropol territory, Kochubeevskiy district, near Supervisory village
Sve	45.31200	42.90948	Ставропольский край, Петровский р-н, окр. г. Светлоград / Stavropol Territory, Petrovskiy district, near the city of Svetlograd
Arz	45.23132	44.13869	Ставропольский край, Арзгирский р-н, левый берег р. Чограй, окр. с. Арзгир / Stavropol Territory Arzgir district, near Arzgir village
Alx	45.63005	33.70740	Республика Крым, Первомайский р-н, окр. с. Алексеевка / Republic of Crimea, Pervomaiskiy district, near Alekseevka village
Blk	44.49674	33.60584	Республика Крым, Севастопольский р-н, окр. г. Балаклава, гора Крепостная / Republic of Crimea, Sevastopol district, near the city of Balaclava, Krepostnaya Mountain
Bog	44.85584	35.06432	Республика Крым, Судакский р-н, окр. с. Богатовка / Republic of Crimea, Sudakskiy district, near Bogatovka village
Kok	44.96260	35.20385	Республика Крым, окр. г. Коктебель / Republic of Crimea, near the city of Koktebel
Dob	50.38334	45.45577	Волгоградская обл., Камышинский р-н, окр. с. Верхняя Добринка / Volgograd region, Kamyshinskiy district, near Verkhnyaya Dobrinka village
Kot	50.18816	44.53865	Волгоградская обл., Котовский р-н, окр. х. Попки / Volgograd region, Kotovskiy district, near Popki farmstead
Nech	50.36596	41.7291	Волгоградская обл., Нехаевский р-н, окр. ст. Нехаевская / Volgograd region, Nekhaevskiy district, near Nekhaevskaya village



Окончание таблицы / Continuation of the Table

Условное сокращение / Conditional abbreviation	Координаты / Coordinates		Географическое расположение / Geographical location
	Северная широта, ° / Northern latitude °	Восточная долгота, ° / Eastern longitude °	
Val	50.37181	46.40454	Волгоградская обл., Старополтавский р-н, окр. с. Валувка / Volgograd region, Staropoltavsky district, near Valuevka village
Ekt	50.10709	39.32205	Воронежская обл., Рассошанский р-н, окр. с. Екатериновка / Voronezh region, Rossoshansky district, near Ekaterinovka village
Kri	49.71678	40.60508	Воронежская обл., Богучарский р-н, окр. с. Криница / Voronezh region, Bogucharsky district, near Krinitza village
Per	50.31216	40.69651	Воронежская обл., Калачеевский р-н, окр. с. Переволочное / Voronezh region, Kalacheevsky district, near Perevolochnoye village
Elv	51.09143	43.66314	Саратовская обл., Самойловский р-н, окр. с. Еловатка / Saratov region, Samoylovsky district, near Elovatka village
Eng	51.19001	46.06225	Саратовская обл., Энгельсский р-н, окр. с. Красноармейское / Saratov region, Engelsky district, near Krasnoarmeyskoye village
Kur	51.68612	45.76315	Саратовская обл., Татищевский р-н, окр. ж/д ст. Курдюм / Saratov region, Tatishchevsky district, near railway station Kurdyum
Krl	52.00021	41.26578	Тамбовская обл., Токаревский р-н, окр. д. Красные Лужки / Tambov region, Tokarevsky district, near Krasnye Luzhki village
Pkr	52.38308	42.71713	Тамбовская обл., Инжавинский р-н, окр. д. Покровка, «Воронинский заповедник» / Tambov region, Injavinsky district, near Pokrovka village, «Voroninsky Nature Reserve»

по генеральной совокупности. Максимальные различия имеют место в средней части, а также в основании отгибов листочка околоцветника.

C. laetum же, напротив, имеет максимальное сходство со средним показателем всех исследованных видов.

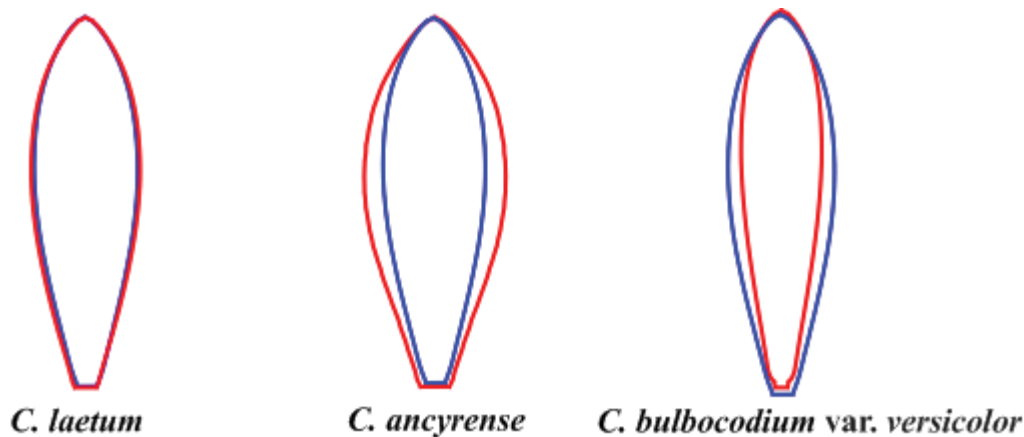


Рис. 1. Сравнение средних каркасных форм (синий контур) отгибов листочков околоцветника трёх видов рода *Colchicum* s.l. с индивидуальными средними формами отдельного вида (красный контур) (цвет онлайн)

Fig. 1. Comparison of the average skeletal forms (blue contour) of the perianth leaflet of three species of the genus *Colchicum* s.l. with individual average forms of a separate species (red contour) (color online)

В результате проведенного анализа было установлено, что первые две главные компоненты объясняют 96.3% вариации формы

(рис. 2). Наблюдаемое общее облако рассеяния указывает на нечеткое разделение образцов по видам.

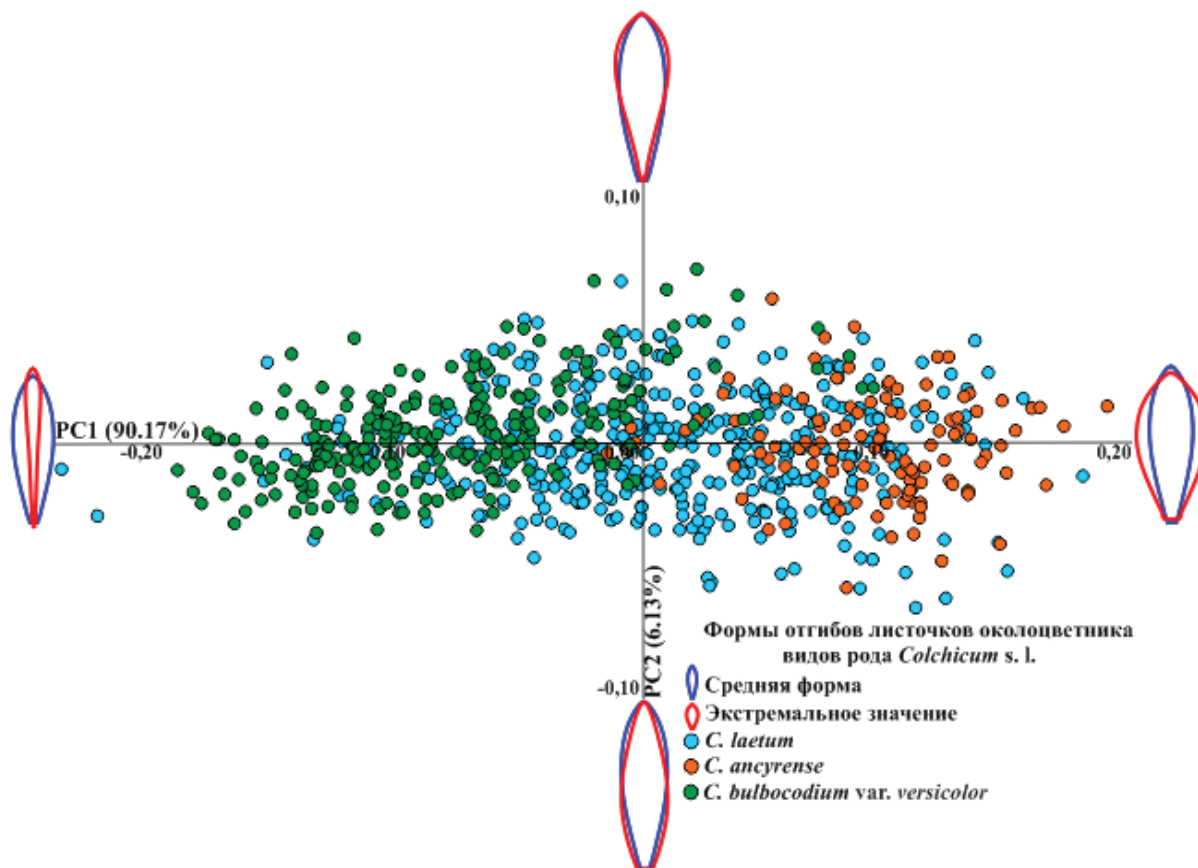


Рис. 2. Изменчивость формы отгибов листочков околоцветника в пространстве первых двух главных компонент (цвет онлайн)

Fig. 2. Variability of the shape of the perianth leaflet in the space of the first two main components (color online)

Точки, соответствующие образцам *C. bulbocodium* subsp. *versicolor*, находятся в области отрицательных значений первой компоненты, соответствующей более узкой и вытянутой форме отгиба листочка околоцветника. В правой части области ординации расположились точки, соответствующие образцам *C. ancyrense*, имеющим более широкие отгибы листочка околоцветника в средней части и у основания. При этом форма отгибов листочков околоцветника *C. laetum* более вариабельна, так как точки, соответствующие образцам этого вида, распределяются фактически по всему общему облаку рассеяния трёх исследованных видов.

Таким образом, относительно хорошо отделены друг от друга по форме отгиба листочков околоцветника только *C. bulbocodium* subsp. *versicolor* и *C. ancyrense*, в то время как *C. laetum* по этому признаку не отделяется ни от того, ни от другого вида.

По первой компоненте от средней формы влево области ординации заметно сужение основания отгиба листочка околоцветника, верхняя

часть при этом становится более заостренной. Вдоль области ординации главных компонент от средней формы вправо наблюдается расширение средней и верхней частей отгиба листочка околоцветника. Изменение вдоль второй компоненты от нулевой точки вниз сопряжено с расширением средней части ближе к основанию и сужением к верхушке отгиба листочка околоцветника. От нулевой точки вверх наблюдается обратное: верхушка листочка околоцветника расширяется, а его основание сужается. При этом очевидно, что различия и изменения в целом прослеживаются у основания и в средней части отгиба при условии, что верхняя его часть почти всегда остаётся без изменений.

Заключение

Попарные сравнения показали, что *C. ancyrense* имеет минимальное сходство с двумя другими видами. Наиболее полиморфным по исследованному признаку оказался *C. laetum*. Вероятно, это связано с более широким его



ареалом, пересекающимся с ареалом *C. bulbocodium* subsp. *versicolor*. Предполагается, что в пространственном распределении морфологической изменчивости исследованных видов существенная роль принадлежит биогеографическим факторам. По крайней мере, нами было показано это на примере изменчивости количественных и качественных морфологических признаков данных видов.

Полученные данные служат дополнительным аргументом в пользу справедливости объединения *Colchicum* и *Bulbocodium* в один род *Colchicum* s.l.

Список литературы

1. Оганезова Г. Г. Проблемы рода *Colchicum* L. *Colchicum sensu lato* или *Colchicum sensu stricto* в свете категорий прерывности и непрерывности. Ереван : НАН РА, Институт ботаники им. А. Тахтаджяна, 2019. 176 с.
2. Vinnersten A., Manning Jo. A new classification of Colchicaceae // *Taxon*. 2007. Vol. 56. P. 171–178.
3. Флора Нижнего Поволжья. Т. 1 / отв. ред. А. К. Скворцов; Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. 435 с.
4. Васильев А. Г., Васильева И. А., Шкурин А. О. Геометрическая морфометрия: от теории к практике. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2018. 471 с.
5. Rohlf F. J. The tps series of software // *Hystrix*. 2015. Vol. 26, № 1. P. 9–12. <https://doi.org/10.4404/hystrix-26.1-11264>
6. Кашин А. С., Богослов А. В., Пархоменко А. С., Шулова И. В., Крицкая Т. А., Муртазалиев Р. А. Геометрическая морфометрия и филогенетический анализ таксонов рода *Delphinium* юга России // *Turczaninowia*. 2023. № 2. С. 59–81. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.26.2.4>
7. Klingenberg C. P. MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics // *Mol. Ecol. Resour.* 2011. Vol. 11, № 2. P. 353–357. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>

Поступила в редакцию: 07.05.2024; одобрена после рецензирования 10.05.2024; принята к публикации 28.05.2024; опубликована 30.09.2024

The article was submitted 07.05.2024; approved after reviewing 10.05.2024; accepted for publication 28.05.2024; published 30.09.2024