



Озеленение населенных пунктов Landscaping of settlements

DOI 10.22363/2312-797X-2022-17-1-62-71

УДК 712.41:504.064.36(470.56)

Научная статья / Research article

Оценка состояния широко используемых в озеленении Оренбурга древесно-кустарниковых растений методами эколого-фенологического мониторинга

Н.М. Назарова  , Д.Г. Фёдорова 

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Российская Федерация

 nazarova-1989@yandex.ru

Аннотация. Зеленые насаждения в городской среде испытывают угнетение ввиду высокой антропогенной нагрузки в промышленных городах. Оценить влияние среды на растительные сообщества городских экосистем возможно с использованием методов эколого-фенологического мониторинга (регистрация фенологических фаз, изучение степени цветения и плодоношения). Целью настоящего исследования является изучение особенностей сезонного развития некоторых широко распространенных древесно-кустарниковых растений в озеленении Оренбурга с применением методов эколого-фенологического мониторинга. В рамках данной работы при регистрации 6 фаз вегетативного и 4 фаз генеративного жизненных циклов изучен ход сезонного развития 5 видов древесно-кустарниковых растений. Проведена оценка интенсивности цветения и определен уровень плодоношения как показателей стабильности их развития в условиях города. По результатам проведенных наблюдений установлено, что по характеру фенологического развития наиболее благоприятный тип отмечается только у одного вида — *Aronia mitschurinii*. Лучшими декоративными характеристиками, а также высоким уровнем плодоношения отличаются *Aronia mitschurinii*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus sanguinea* и *Syringa vulgaris*. Эти виды характеризуются высокой экологической пластичностью, поэтому, несмотря на возрастающие темпы антропогенной нагрузки, способны формировать полноценный зеленый каркас городской среды и выполнять роль биологических фильтров атмосферного воздуха в условиях Оренбуржья.

Ключевые слова: фенология, феноспектр, озеленение, цветение, плодоношение, *Aronia mitschurinii*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus sanguinea*, *Syringa vulgaris*, *Syringa josikaea*

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 15 января 2021 г., принята к публикации 14 февраля 2021 г.

© Назарова Н.М., Фёдорова Д.Г., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Для цитирования: Назарова Н.М., Фёдорова Д.Г. Оценка состояния широко используемых в озеленении Оренбурга древесно-кустарниковых растений методами эколого-фенологического мониторинга // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 1. С. 62—71. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-1-62-71

Assessment of arboreal and shrubby plants widely used in greening of Orenburg by methods of ecological and phenological monitoring

N.M. Nazarova  , D.G. Fedorova 

Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation
 nazarova-1989@yandex.ru

Abstract. Green spaces in the urban environment are oppressed due to the high anthropogenic load in industrial cities. Methods of ecological and phenological monitoring (registration of phenological phases, study of the degree of flowering and fruiting) allow to assess influence of the environment on plant communities of urban ecosystems. The purpose was to study the features of seasonal development of some widespread woody and shrubby plants in the landscaping of Orenburg through ecological and phenological monitoring. Within the framework of this work, the course of seasonal development of 5 species of woody and shrubby plants with registering 6 vegetative phases and 4 generative phases of life cycles was studied. The intensity of their flowering was assessed and the level of fruiting was determined as indicators of their stable development in urban conditions. According to the results of the observations, only *Aronia mitschurinii* was found to be the most favorable type due to nature of its phenological developmen. *Aronia mitschurinii*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus sanguinea* and *Syringa vulgaris* have the best decorative characteristics, as well as a high level of fruiting. These species are characterized by high ecological plasticity. Therefore, despite the increasing rates of anthropogenic load, they are able to form a full-fledged green framework of the urban environment and act as biological filters of atmospheric air in the Orenburg region.

Keywords: phenology, phenological spectrum, landscaping, flowering fruiting, *Aronia mitschurinii*, *Sorbus aucuparia*, *Crataegus sanguinea*, *Syringa vulgaris*, *Syringa josikaea*

Conflicts of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Article history: Received: 15 January 2021. Accepted: 14 February 2022

For citation: Nazarova NM, Fedorova DG. Assessment of arboreal and shrubby plants widely used in greening of Orenburg by methods of ecological and phenological monitoring. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022; 17(1):62—71. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-1-62-71

Введение

Ввиду высоких темпов урбанизации, связанных с развитием промышленности и автотранспортной нагрузки, в атмосфере городов стремительно увеличивается концентрация поллютантов [1]. В последние несколько десятков лет экологи отмечают постоянно меняющиеся условия окружающей среды, объясняемые вышеуказанными абиотическими процессами. Растения первыми подвергаются

пагубному воздействию, реагируя на меняющиеся условия среды различными морфофизиологическими изменениями. Оценить эти воздействия позволяют фенологические наблюдения за растениями, которые произрастают в урбосреде [2].

Город Оренбург не является исключением среди городов, наращивающих темпы промышленного производства и автотранспортной нагрузки. На территории города постоянно увеличивается число новостроек, поэтому появляется необходимость в создании новых зеленых насаждений (групповые или одиночные посадки, скверы, парки, аллеи). В озеленении города используются как хвойные, так и лиственные древесно-кустарниковые растения. Главная роль насаждений — создание благоприятного микроклимата, так как растения — живой фильтр, очищающий воздушные массы от загрязняющих веществ. Нельзя забывать и о их рекреационной и эстетической функции в городской среде. Поэтому в составе растений, рекомендуемых для озеленения города, предпочтение целесообразно отдавать тем таксонам, которые обладают высокими декоративными свойствами и устойчивы к загазованной среде [2].

С целью оценки адаптивных способностей растений в городской среде, а также для расширения ассортимента пород, которые могут использоваться в конкретном регионе для озеленения, создаются ботанические сады. Эти учреждения имеют богатые коллекционные фонды и, соответственно, научную базу для проведения подобных исследований [3].

На территории Оренбургской области ботанический сад, созданный на базе ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» (ОГУ), функционирует с 2006 г. Основное направление его деятельности — интродукция и акклиматизация растений [4]. Большинство растений в озеленении городов Оренбургской области являются интродуцентами [5], поэтому изучение вопросов их адаптивных возможностей на территории нашего региона вполне оправданно.

Золотым стандартом в определении экологической пластичности растений считается регистрация фаз их вегетативного развития в конкретном регионе [6, 7]. Фенологические наблюдения в парковом и лесопарковом хозяйстве городов, знание динамики сезонного развития древесных растений определяют подбор видов для целей озеленения территории. По полученным данным с учетом эстетической и санитарно-гигиенической оценок проводятся мероприятия по повышению устойчивости городских зеленых насаждений [8].

По итогам регистрации фенологических фаз растений составляют фенологические спектры — графические изображения сезонного развития, как отдельных видов растений, так и их сообществ [9]. Построение фенологического спектра — один из широко распространенных методов геоботанических исследований, позволяющих оценить состояние растений при изменении условий их произрастания [10].

Цель исследования — изучение особенностей сезонного развития некоторых активно используемых в озеленении Оренбурга растений с применением методов эколого-фенологического мониторинга для комплексной оценки состояния зеленых насаждений в урбосреде.

Задачи исследования:

1. Изучить сезонное развитие древесно-кустарниковых растений г. Оренбурга по срокам наступления и продолжительности фенологических фаз.
2. Оценить степень цветения и уровень плодоношения как показателей стабильности развития видов в условиях городской среды.

Объекты исследования: 5 видов, принадлежащих родам *Syringa* L. (*S. vulgaris* L., *S. josikaea* J. Jacq. ex Rchb.), *Sorbus* L. (*Sorbus aucuparia* L.), *Aronia* Medik. (*Aronia mitschurinii* A.K. Skvortsov & Maitul.), *Crataegus* Tourn. Ex L. (*Crataegus sanguinea* Pall.).

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе ботанического сада ОГУ согласно описательному методу фенологических наблюдений [11]. За учетную единицу принимался куст (экземпляр) растения. Регистрация наблюдений проведена в группах растений каждого вида, включавших от 5 до 10 одновозрастных экземпляров [12]. Отражением хода фенологического развития исследуемых видов являются фенологические спектры вегетативного и генеративного циклов сезонного развития растений [9]. Оценка интенсивности цветения [13] и плодоношения [14] проведены глазомерным методом.

Климатогеографическая характеристика района исследования. Климат Оренбургской области резко-континентальный. Для него характерна морозная и малоснежная зима и засушливое жаркое лето. За последние полвека климат Оренбургской области изменился в сторону значительного повышения среднегодовой температуры воздуха с 4,5 до 6,2 °С и значительного снижения годового количества осадков — с 380 до 320 мм. Высокая засушливость климата ухудшает условия для произрастания различных культур [15, 16].

Результаты исследования и обсуждение

Все виды растений—объектов настоящего исследования—отличаются между собой по происхождению и являются истинными интродуцентами для Оренбуржья. Ареал распространения *Aronia mitschurinii*—Северная Америка, *Sorbus aucuparia* и *Crataegus sanguinea*—Европа, *Syringa vulgaris* и *Syringa josikaea*—эндемики Балкан и Карпат.

Исследуемые растения произрастают на территории ботанического сада ОГУ, который расположен в центральной части города Оренбурга. Это позволило изучить фенологические фазы пяти видов растений, активно используемых в озеленении городов области, в одинаковых условиях.

Регистрация фенологических наблюдений проведена по основным периодам вегетации: листоношение, цветение, плодоношение. Полученные среднемноголетние данные о ходе фенологического развития исследуемых видов позволили составить фенологические спектры вегетативного и генеративного циклов развития растений на территории Оренбуржья.

Раньше всех видов вегетация (набухание почек) отмечается у *Aronia mitschurinii* и *Syringa vulgaris* (в первых числах апреля) (рис. 1).

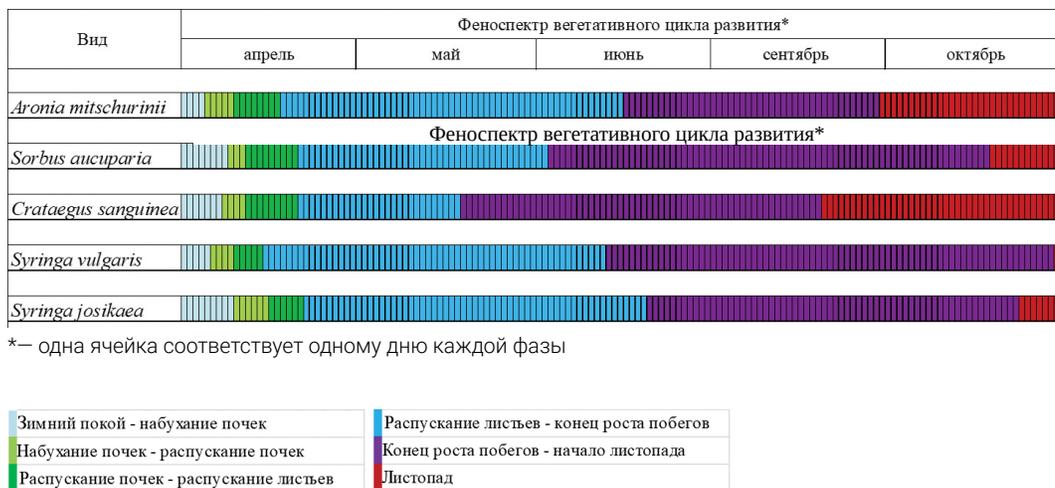


Рис. 1. Феноспектр исследуемых видов по данным среднесуточных наблюдений в условиях г. Оренбурга (вегетативный цикл)

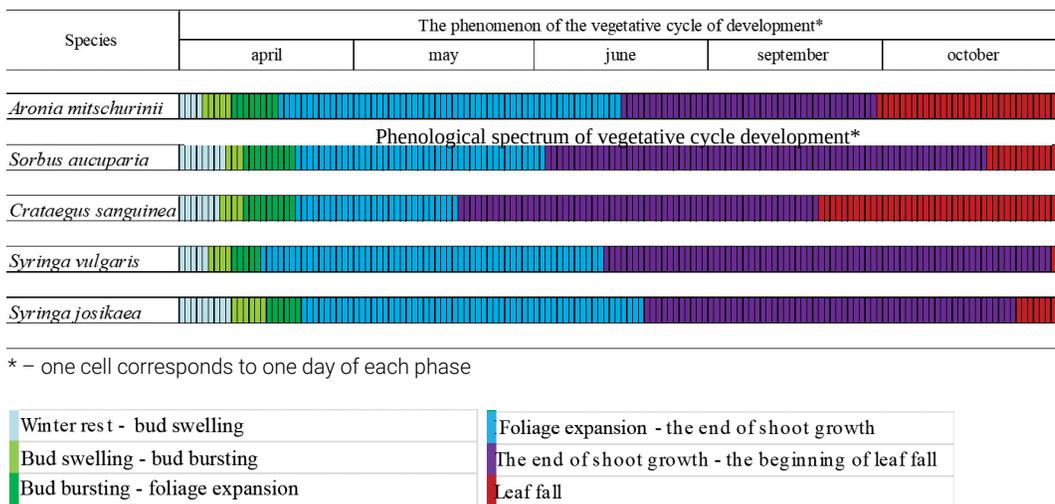


Fig. 1. Phenological spectrum of the studied species according to the data of average long-term observations in the conditions of Orenburg (vegetative cycle)

Наименее продолжительный период от набухания до раскрытия почечных чешуй наблюдается у *Sorbus aucuparia* — всего 3 дня по данным среднесуточных наблюдений. Наиболее продолжителен данный период у *Syringa josikaea* — 6 дней.

Первые настоящие листья раньше других видов появляются у *Syringa vulgaris* и *Aronia mitschurinii* — 9 апреля, позже всех — у *Syringa josikaea* — 15 апреля.

Раньше всех видов начало роста побегов отмечается у *Syringa vulgaris* — 14 апреля. Продолжительность роста побегов значительно отличается у рассматриваемых видов. Раньше всех рост побегов заканчивается у *Crataegus sanguinea*, позже всех — у *Syringa josikaea*.

За окончание вегетации мы принимаем фазу наступления листопада. По характеру фенологического развития среди всех изученных видов наиболее благоприятный тип отмечается у *Aronia mitschurinii* — рано начинает и рано заканчивает вегетацию (I группа). Ко II группе (рано начинают и поздно заканчивают вегетацию) относится *Syringa vulgaris*. К III группе (поздно начинают и рано заканчивают вегетацию) относится *Crataegus sanguinea*. Два вида (*Sorbus aucuparia* и *Syringa josikaea*) обладают наиболее неблагоприятным типом вегетативного развития (поздно начинают и поздно заканчивают вегетацию) и относятся к IV группе по характеру фенологического развития в условиях Оренбургской области.

Генеративный цикл развития, включающий фазы цветения и плодоношения, важен для изучения хода фенологического развития видов растений, в особенности тех, которые используются в озеленении городской среды. С одной стороны интенсивность цветения является отражением степени декоративности конкретного таксона, а с другой — по уровню плодоношения (т.е. способности к образованию полноценных семян) мы можем судить о благополучном развитии конкретного таксона в условиях городской среды.

Раньше, чем у всех исследуемых видов, цветение начинается у *Syringa vulgaris*, позже всех у *Syringa josikaea* (рис. 2). Эти же виды цветут наиболее продолжительно среди всех, изученных нами (порядка 20–22 дней).

Наименьшая продолжительность цветения по данным среднесезонных наблюдений отмечена у *Sorbus aucuparia* и *Crataegus sanguinea* — по 7 и 8 дней соответственно. Продолжительность периода от окончания цветения до образования завязи у видов достаточно короткий и составляет от 1 (у *Sorbus aucuparia*) до 6 дней (у *Syringa josikaea*).

Плоды рано достигают зрелости у *Crataegus sanguinea* — в начале августа. К середине августа зрелость плодов регистрируется у *Aronia mitschurinii*, через месяц — у *Sorbus aucuparia* и *Syringa vulgaris*. Позже всех созревают семянки *Syringa josikaea* — в начале октября.

Оценив цветение и плодоношение исследуемых видов, установили, что подавляющее большинство из них обладают наивысшими баллами и характеризуются обильным цветением и высоким уровнем плодоношения — плоды образуются по всей кроне в большом количестве (табл.).

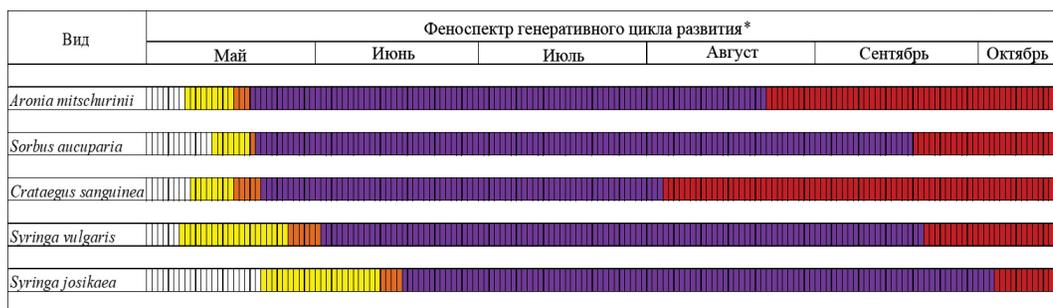
Таблица

Оценка цветения и плодоношения исследуемых таксонов

Вид	Интенсивность цветения, балл	Степень плодоношения, балл
<i>Aronia mitschurinii</i>	5 (очень большое)	5 (очень большое)
<i>Sorbus aucuparia</i>		
<i>Crataegus sanguinea</i>		
<i>Syringa vulgaris</i>		
<i>Syringa josikaea</i>	4 (среднее)	2 (малое)

Assessment of flowering and fruiting of the studied taxa

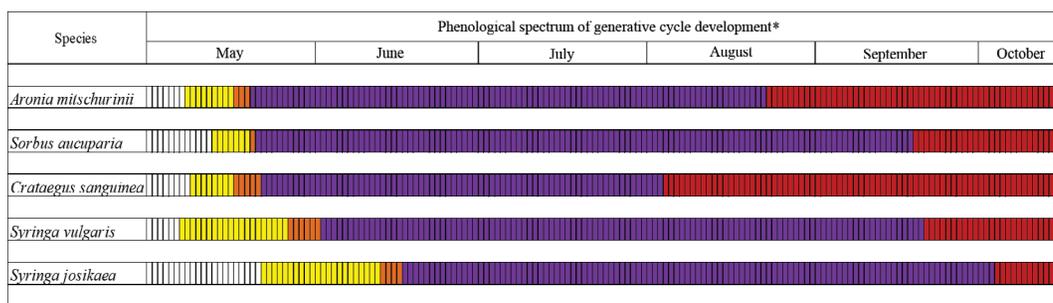
Species	Flowering intensity, grade	Degree of fruiting, grade
<i>Aronia mitschurinii</i>	5 (very large)	5 (very large)
<i>Sorbus aucuparia</i>		
<i>Crataegus sanguinea</i>		
<i>Syringa vulgaris</i>		
<i>Syringa josikaea</i>	4 (average)	2 (small)



*— одна ячейка соответствует одному дню каждой фазы



Рис. 2. Фенологический спектр сезонного развития исследуемых видов по данным среднесезонных наблюдений в условиях г. Оренбурга (генеративный цикл)



* — one cell corresponds to one day of each phase



Fig. 2. Phenological spectrum of seasonal development of the studied species according to the data of average long-term observations in Orenburg (generative cycle)

Только один вид *Syringa josikaea* характеризуется средними показателями по интенсивности цветения и низкими по уровню плодоношения. На немногих ветвях кустов образуется незначительное количество плодов, преимущественно в верхней части кроны.

Выводы

1. Все исследуемые виды растений успевают завершить все фазы фенологического развития в климатогеографических условиях Оренбуржья. Лучшим типом вегетативного развития обладает только один из исследуемых видов — *Aronia mitschurinii*. По данным многолетних наблюдений, происходит смещение фаз вегетации в сторону более раннего их наступления для всех таксонов.

2. Подавляющее большинство исследуемых видов, которые активно используются в озеленении городской среды Оренбургской области, обладают обильным цветением и высоким уровнем плодоношения, что свидетельствует об их высокой экологической пластичности в условиях урбосреды.

Библиографический список

1. Симонова З.А. Использование биохимических показателей древесных растений при разработке системы экологической оптимизации урбаноcреды // Человек, экология, культура: современные практики и проблемы. Саратов, 2014. С. 41—47.
2. Герасимова Е.Ю. Проблемы озеленения населённых пунктов в Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (49). С. 60—63.
3. Демидов А.С., Потапова С.А., Гаранович И.М. Ботанические сады и тенденции современного озеленения городов // Вестник ИрГСХА. 2011. № 44—3. С. 7—12.
4. Назарова Н.М., Федорова Д.Г. Интродукционная деятельность и коллекционный фонд ботанического сада Оренбургского государственного университета // Записки Челябинского отделения Русского ботанического общества. Челябинск, 2021. С. 103—107.
5. Авдеев В.И., Ковердяева И.В. Древесные виды-экзоты для зеленого строительства на территории Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. Т. 3. № 11—1. С. 143—146.
6. Видякина А.А., Семенова М.В. Фенологические наблюдения за развитием вегетативных и генеративных органов *Syringa josikaea* Jacq. в различных районах г. Тюмени // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2009. № 9. С. 142—145.
7. Морозова Г.Ю. Мониторинг урбанизированной среды: структура популяций растений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. № 1—6. С. 1170—1173.
8. Любимов В.Б., Солдатова В.В. Результаты фенологических наблюдений за интродуцентами, их анализ и значение при создании антропогенных экосистем различного целевого назначения // Российско-китайский научный журнал «Содружество». 2016. № 2 (2). С. 89—93.
9. Шестак К.В. Фенологические исследования в дендрарии СибГТУ // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2006. № 10. С. 103—108.
10. Скок Н.В., Иванова Ю.Р. Применение фенологических методов для экологического мониторинга // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность. 2021. С. 321—322.
11. Батманов В.А. О методике составления фенологических карт для яровых культур // Сборник работ Свердловской гидрометеорологической обсерватории. Свердловск. 1966. Вып. 5. С. 74—89.
12. Зайцев Г.Н. Обработка результатов фенологических наблюдений в ботанических садах // Бюллетень ГБС. 1984. Вып. 134. С. 3—10.

13. Kapper B.G. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород // Труды по лесному опытному делу. 1930. Вып. 8. С. 5—18.
14. Корчагин А.А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ // Полевая геоботаника. 1960. Т. 2. С. 41—132.
15. Nesterenko Y.M., Solomatin N.V., Khalin A.V. Climate and weather of the Southern Urals and their influence on agronomy // E 3S Web of Conferences. EDP Sciences. 2020. Vol. 222. doi: 10.1051/e3sconf/202022205015
16. Neverov A.A., Abdrashitov R.R. Trends in regional climate change and field crop productivity in Orenburg steppe region of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Т. 839. № 2. С. 022059.

References

1. Simonova Z.A. Accounting of biochemical parameters in tree leaves to develop a system for optimization of the urban environment. In: Human, ecology, culture: modern practices and problems: conference proceedings. Saratov; 2014. p.41–47. (In Russ).
2. Gerasimova E.Y. Problems of gardening of settlements in the Orenburg region. *Izvestia Orenburg state agrarian university*. 2014; (5):60—63. (In Russ).
3. Demidov A.S., Potapova S.A., Garanovich I.M. Botanical gardens and some aspects of urban greenery. *Vestnik IRGSHA*. 2011; (44–3):7—12. (In Russ).
4. Nazarova N.M., Fedorova D.G. Introduction activities and collection fund of the botanical garden of Orenburg State University. In: *Zapiski Chelyabinskogo otdeleniya Russkogo botanicheskogo obshchestva*. Chelyabinsk; 2021. p.103—107. (In Russ).
5. Avdeyev V.I., Koverdyayeva I.V. Exotic tree species intended for trees and gardens growing on the territory of the Orenburg region. *Izvestia Orenburg state agrarian university*. 2006; (3):143—146. (In Russ).
6. Vidyakina A.A., Semyonova M.V. Phenological observations regarding development of vegetative and generative organs of *Syringa josikaea* Jacq. in different parts of Tyumen. *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya*. 2009; (9):142—145. (In Russ).
7. Morozova G.Y. Monitoring of the urbanized inhabitancy: structure of plant populations. *Izvestiya of the Samara science centre of the Russian academy of sciences*. 2009; 11(1—6):1170—1173. (In Russ).
8. Lyubimov V.B., Soldatova V.V. The results of phenological observations of introduced species, their analysis and significance in the creation of anthropogenic ecosystems for various purposes. *Rossiisko-kitaiskii nauchnyi zhurnal 'Sodruzhestvo'*. 2016;(2):89—93. (In Russ).
9. Shestak K.V. Phenological research in the arboretum of the Siberian State Technical University. *Bulletin of KSAU*. 2006; (10):103—108. (In Russ).
10. Skok N.V., Ivanova Y.R. Application of phenological methods for ecological monitoring. In: *Study of aquatic and terrestrial ecosystems: history and modernity: conference proceedings*. Sevastopol; 2021. p.321—322. (In Russ).
11. Batmanov V.A. methodology for compiling phenological maps for spring crops. In: *Collection of works of the Sverdlovsk hydrometeorological observatory. Issue 5*. Sverdlovsk; 1966. p.74—89. (In Russ).
12. Zaitsev G.N. Processing the results of phenological observations in botanical gardens. *Bulletin of State Nikitsky Botanical Garden*. 1984; (134):3—10. (In Russ).
13. Kapper V.G. Organization of annual systematic observations of tree species fruiting. In: *Proceedings on experimental forestry. Issue 8*. 1930; p.5—18. (In Russ).
14. Korchagin A.A. Methods for accounting seed production of tree species and forest communities. *Polevaya geobotanika*. 1960; 2:41—132. (In Russ).
15. Nesterenko Y.M., Solomatin N.V., Khalin A.V. Climate and weather of the Southern Urals and their influence on agronomy. *E 3S Web of Conferences*. 2020; 222:05015. doi: 10.1051/e3sconf/202022205015
16. Neverov A.A., Abdrashitov R.R. Trends in regional climate change and field crop productivity in Orenburg steppe region of Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 839(2):022059

Об авторах:

Назарова Наталья Михайловна — младший научный сотрудник научной группы Ботанического сада Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru

ORCID: 0000–0002–7449–0378

SPIN-код: 1242–9420

Фёдорова Дарья Геннадьевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научной группы Ботанического сада Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13; e-mail: daryaorlova24@rambler.ru

ORCID: 0000–0002–5323–4965

SPIN-код: 6805–9269

About the authors:

Nazarova Natalia Mikhailovna — Junior researcher, scientific group of the Botanical Garden, Orenburg State University, 13 Pobedy ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru;

ORCID: 0000–0002–7449–0378

SPIN-code: 1242–9420

Fedorova Darya Gennadievna — Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, scientific group of the Botanical Garden, Orenburg State University, 13 Pobedy ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation; e-mail: daryaorlova24@rambler.ru

ORCID: 0000–0002–5323–4965

SPIN-code: 6805–9269