

УДК 574.474

ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛУГОВОЙ ЦЕНОФЛОРЫ ГОРОДА КАЛУГИ

Евсеева А. А.

*ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского», Калуга, Россия
E-mail: annahabarova@yandex.ru*

В современных условиях повышенного антропогенного прессинга на урбоэкосистемы, являющиеся местообитанием большей части человеческого населения, необходимо проводить оценку состояния растительных объектов, в том числе и природных, для поиска возможных путей улучшения экологической ситуации при помощи данных природных объектов. В данной работе были проведены биоморфологический и эколого-ценотический анализы, а также анализ адвентивной фракции флоры. В результате исследований была проанализирована эколого-фитоценотическая структура луговой ценофлоры города Калуги. Результаты эколого-фитоценотического анализа свидетельствуют о протекании негативных процессов в изучаемых луговых ценофлорах, ведущих к их антропогенной трансформации. Обнаружены места распространения адвентивных, а также в их числе опасных инвазивных видов.

Ключевые слова: эколого-фитоценотический анализ, луговая флора, городские луговые сообщества, урбофитоценозы, ценофлора Калуги.

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа является продолжением серии статей изучения флористической и экологической структуры луговых сообществ г. Калуги. Предыдущие статьи посвящены изучению флористического разнообразия и рекреационной трансформированности луговых экосистем в условиях крупного города [1]. Представленные исследования являются актуальными, поскольку оценка состояния и сохранение природных объектов зеленой инфраструктуры городов имеют огромное значение в аспекте формирования здоровой городской среды [2]. В современных условиях повышенного антропогенного прессинга на урбоэкосистемы, являющихся местообитанием большей части человеческого населения, необходимо периодически проводить оценку состояния растительных объектов, в том числе и природных, для поиска возможных путей улучшения экологической ситуации при помощи данных природных объектов. Для оценки состояния луговых экосистем в данной работе проведен их экологический анализ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Район изучения интересен с флористической точки зрения благодаря так называемому «феномену Окской флоры», который выражается в интразональном продвижении более южных степных видов на север и их распространение по пойме

реки Оки и ее притоков [3]. В данной работе были проведены биоморфологический и эколого-ценотический анализы, а также анализ адвентивной фракции флоры. Изучение луговой растительности города Калуги было проведено в 2014–2015 годах. Исследования проходили площадным методом, на 25 учетных площадках (рис. 1). Всего было сделано 125 флористических описаний луговой ценофлоры города Калуги. Поскольку г. Калуга находится в подзоне смешанных широколиственно-еловых лесов лесной зоны, луговые экосистемы в городе занимают небольшие участки территории. Среди городских луговых сообществ можно выделить следующие типы местообитаний: неухоженные газоны, (площадки исследования 9–12), растительность, возникающая спонтанно на месте нарушенных антропогенной деятельностью участков городской территории (площадки исследования 2, 3, 8, 13–16), заброшенные сельскохозяйственные угодия (например, площадки 21–22 в микрорайоне Ждамирово). Пойменные луга в черте города распространены вдоль Оки, а также малых рек Калуги – Яченки и Калужки (площадки 4–7, 17–20, 23–25).

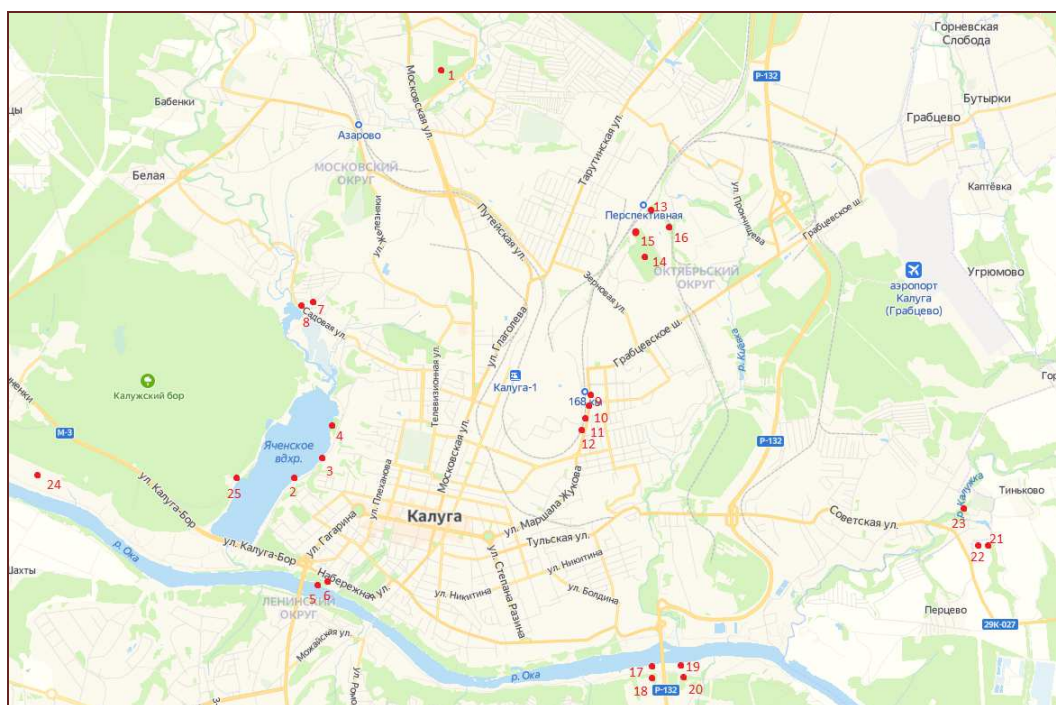


Рис. 1. Расположение площадок изучения луговых сообществ города Калуги.

Для анализа биоморфологической структуры флоры были использованы группы жизненных форм Серебрякова, поскольку они демонстрируют распределение видов по местообитаниям [4]. Анализ адвентивной флоры проводился с использованием конспекта адвентивной флоры Калужской области А. В. Крылова [5, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эколого-биологическая структура флоры представлена на рисунке 2. Доминирующей группой являются многолетние травы, что в целом характерно для луговых флор [7, 8]. Следует отметить, что пойменные прибрежные луговые сообщества характеризуются большим включением однолетних растений, например (*Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz, *Bidens frondosa* L., *Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl, *Thlaspi arvense* L., *Erysimum cheiranthoides* L.), суходольные луга характеризуются наличием достаточного количества двулетних растений (*Oenothera biennis* L., *Tragopogon orientalis* L., *Echium vulgare* L., *Pastinaca sativa* L.), сырые луга и олуговевшие городские экосистемы, несущие большую антропогенную нагрузку, содержат меньшее число видов групп однолетников и двулетников. Поскольку в лесных экосистемах подобное соотношение многолетних/однолетних растений может указывать на повышенную рекреационную нагрузку [9], возможно транслировать данное предположение и на луговые сообщества, так же страдающие в условиях города от вытаптывания. В целом данные эколого-биологического анализа характеризуют флору как луговую.

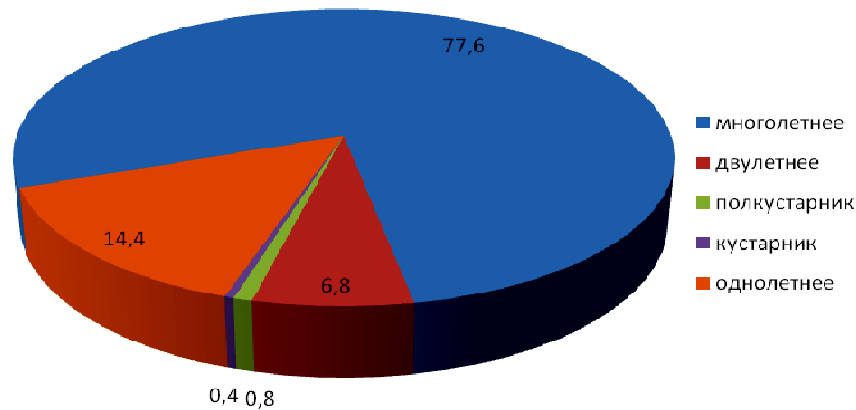


Рис. 2. Спектр эколого-биологических групп луговой растительности города Калуги.

На исследованной территории города растения луговых местообитаний относятся к следующим группам: болотно-лесные, болотно-лесо-луговые, болотно-луговые, болотно-лугово-лесные, болотно-опушечно-луговые, болотно-прибрежно-лесные, болотно-прибрежно-опушечные, интродуценты, лесные, луговые, лугово-болотные, лугово-степные, опушечно-лесные, опушечно-луговые, опушечно-лугово-лесные, опушечно-лугово-степные, опушечно-прибрежно-луговые, опушечно-сорно-луговые, опушечные, прибрежно-болотно-луговые, прибрежно-болотные, прибрежно-водные, прибрежно-луговые, прибрежно-лугово-болотные, прибрежно-сорно-болотные, прибрежно-сорные, прибрежные, сорные, сорно-лесные, сорно-луговые, сорно-лугово-степные, сорно-опушечно-лесные, сорно-опушечно-луговые, сорно-опушечные, сорно-прибрежно-болотные, сорно-

прибрежно-опушечные, сорно-прибрежные, степные. Для удобства сравнительного анализа спектров и их соотношений эколого-ценотические группы растений были укрупнены до групп луговых, лесных, сорных, интродуцентов и прочих. Поскольку в данной работе исследуется растительность луговых биотопов, при укрупнении эколого-ценотических групп растений в группу луговых видов были объединены все типы, которые имеют в составе названия указание на луговой биотоп произрастания.

Анализ фитоценотического спектра показывает, что ведущее положение занимают луговые виды (рис. 3). К луговым относится 112 видов; что составляет 42,1 % всех выявленных. Среди них отмечаются виды, произрастающие на сырых лугах, например *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, *Carex hirta* L., *C. acuta* L., *Geum rivale* L., *Juncus compressus* Jacq., *Epilobium hirsutum* L., *Ranunculus repens* L. и т.д.; лесо-луговые виды сообществ лесных полей, например, *Prunella vulgaris* L., *Melampyrum nemorosum* L., *Galium mollugo* L.; прибрежно-луговые: *Potentilla anserina* L., *Polygonum lapathifolium* Besf., *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Juncus bufonius* L. Состав и структура растительности лугов Калуги связаны с их нахождением в лесной зоне, откуда идет распространение в них бореальных видов (*Betonica officinalis* L., *Geranium silvaticum* L., *Platantera bifolia* (L.) Rich., *Campanula latifolia* L. и др.). Это обуславливает присутствие в составе флоры наряду с луговыми видами и лесных представителей (41 вид; 15,4 %), происходящее под зональным влиянием на луговую флору окружающей лесной растительности.

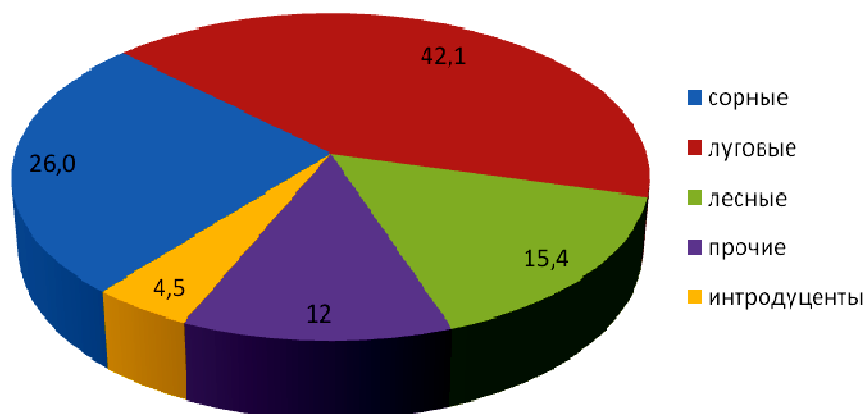


Рис. 3. Спектр эколого-ценотических групп луговой растительности города Калуги.

Специфической особенностью пойменных лугов Калуги является «феномен Окской флоры». К представителям данного явления относятся следующие виды, обнаруженные на территории города: *Leersia oryzoides* (L.) Swartz., *Arrhenatherum*

elatus (L.) J. et C. Presl, *Centaurea pseudomaculosa* Dobroc., *Juncus ambiguus* Guss., *Rorippa anceps* (Wahlenb.) Reichenb., *Lycopus exaltatus* L. fil., *Scabiosa ochroleuca* L., *Cirsium polonicum* (Petrak) Iljin, *Androsace septentrionalis* L., *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz, *Veronica spicata* L., *V. teucrium* L., *Echium vulgare* L. и др. Достаточно большую долю в спектре (26%) составляют сорные виды, свидетельствующие о дегенеративных процессах в городских лугах, протекающих под воздействием хозяйственной деятельности. Это типичные сорняки и рудеральные виды, такие как *Bunias orientalis* L., *Barbarea arcuata* (Opiz ex J. et C. Presl) Reichenb., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Sonchus oleraceus* L., *Senecio vulgaris* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Thlaspi arvense* L., *Erysimum cheiranthoides* L., *Galeopsis bifida* Boenn. К интродуцентам относятся 4,5% выявленных видов. Это такие представители флоры, как *Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. Et Scherb. *Erigeron canadensis* L., *Echinocystis lobata* Torr. Et Gray, *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Solidago gigantea* Ait., *S. canadensis* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl. Большая часть данных видов составляет ядро адвентивной фракции луговой флоры Калуги, к которой относится 16 видов, что составляет 10% от общего числа. Адвентивные виды луговых местообитаний представлены в таблице 4. Таким образом, эколого-ценотический анализ свидетельствует об изменениях в луговых сообществах, протекающих под антропогенным воздействием городской среды.

Изучение адвентивного компонента флоры необходимо для своевременного выявления и борьбы с агрессивными инвазионными видами, разрушающими местные аборигенные экосистемы. Это особенно важно в условиях города, поскольку городские фитоценозы подвергаются наибольшему антропогенному воздействию и, вследствие этого имеют низкую устойчивость, что допускает быстрое внедрение и распространение адвентивных видов.

Как видно, большая часть адвентивных видов лугов Калуги имеют преднамеренный путь заноса. Все адвентивные виды, за исключением *Atriplex patens* (Litv.) Iljin, – натурализовавшиеся в местных сообществах агрессивные виды. К примеру, флора лесных экосистем Калуги допускает внедрение менее агрессивных адвентивных видов, не прошедших барьер натурализации, что может быть связано со снижением уровня устойчивости данных экосистем [10]. Возможно, луговые сообщества города Калуги характеризуются относительной устойчивостью благодаря тому, что данная городская луговая флора носит интразональный характер, представлена видами более «южных» местообитаний и менее подвержена изменениям, связанным с урбанизацией [11]. Ряд видов включен в Черную книгу Калужской области [12]. Это виды, представляющие угрозу аборигенным экосистемам. Работа по выявлению таких видов и учет их мест произрастания – необходимая часть регионального экологического мониторинга. Таким образом, в ходе данного исследования были установлены места произрастания таких опасных инвазивных видов, как *Echinocystis lobata* Torr. Et Gray, *Erigeron canadensis* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Impatiens glandulifera* Royle, *Solidago canadensis* Ait., *S. gigantea* Aiton.

Таблица 4.
Адвентивные виды луговых местообитаний г. Калуги и степень их натурализации

№	Виды	По степени натурализации								Путь заноса	Включен в черную книгу Калужской области
		N ⁰ - N ²	N ³	N ⁴	N ⁵	N ⁶	N ⁷	N ⁸	N ⁹		
1.	<i>Arrhenatherum elatius</i>								+	АС	+
2.	<i>Atriplex patens</i>	+								А	
3.	<i>Bidens frondosa</i>							+		А	+
4.	<i>Bromopsis riparia</i>				+					А	
5.	<i>Echinocystis lobata</i>								+	АС	+
6.	<i>Erigeron canadensis</i>								+	А	
7.	<i>Helianthus tuberosus</i>					+				АС	
8.	<i>Heracleum sosnowskyi</i>								+	С	+
9.	<i>Impatiens glandulifera</i>								+	С	+
10.	<i>I. parviflora</i>								+	А	+
11.	<i>Juncus tenuis</i>								+	А	
12.	<i>Mentha x gentelis</i>				+					С	
13.	<i>Oenothera biennis</i>								+	А	
14.	<i>Solidago canadensis</i>								+	С	+
15.	<i>Solidago gigantea</i>								+	С	+
16.	<i>Xanthium albinum</i>								+	А	+

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований была проанализирована эколого-фитоценотическая структура луговой ценофлоры города Калуги. Результаты эколого-фитоценотического анализа свидетельствуют о протекании негативных процессов в изучаемых луговых ценофлорах, ведущих к их антропогенной трансформации. На это указывает присутствие в изучаемой флоре значительной доли сорных и рудеральных видов, а также распространение адвентивных видов, среди которых выявлены инвазивные виды Черной книги Калужской области. Выявленное соотношение многолетних/однолетних растений может указывать на повышенную рекреационную нагрузку данных экосистем в условиях города [9], что проявляется в вытаптывании. Данный анализ является важным при изучении растительности, поскольку показывает экологическую адаптированность данного растительного сообщества к биотопу и условиям среды, что особенно важно в динамично меняющейся, измененной антропогенной деятельностью городской среде.

Список литературы

1. Евсеева А. А. Определение рекреационной трансформации, как метод анализа последствий воздействия рекреационной нагрузки на экосистемы / А. А. Евсеева // Вестник Калужского университета. – 2018. – №4. – С. 61–65.
2. Стрельцов А. Б. Региональная система биологического мониторинга качества (здоровья) окружающей среды в Калужской области / А. Б. Стрельцов // Проблемы региональной экологии. – 2012. – №6. – С. 158–162.
3. Решетникова Н. М. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н. М. Решетникова [и др.]. – М. : Товарищество науч. изданий КМК, 2010. – 549 с.
4. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных растений / И. Г. Серебряков – М., 1962. – 378 с.
5. Крылов А. В. Адвентивный компонент флоры Калужской области: натурализация видов / А. В. Крылов, Н. М. Решетникова // Ботанический журнал. – 2009. – Т. 94, №8. – С. 1126–1148.
6. Крылов А. В. Адвентивный компонент флоры Калужской области: динамика распространения видов / А. В. Крылов, Н. М. Решетникова // Ботанический журнал. – 2010. – Т. 95, №3. – С. 350–367.
7. Щукина К. В. Анализ луговой флоры поймы реки Вятки в пределах Кировской области / К. В. Щукина // Ботаника в современном мире. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (г. Махачкала, 18–23 июня 2018 г.). Т. 1: Систематика высших растений. Флористика и география растений. Охрана растительного мира. Палеоботаника. Ботаническое образование. – Махачкала: АЛЕФ., 2018. – С. 221–224.
8. Демидова А. Н. Комплексный подход к анализу флоры / А. Н. Демидова, Н. Г. Прилепский // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2014. – № 2. – С. 46–53.
9. Евсеева А. А. Анализ роли однолетних и двулетних растений в остаточных лесных сообществах города / А. А. Евсеева, Е. Л. Константинов // Экология урбанизированных территорий. – 2015. – № 3. – С. 22–25.
10. Евсеева А. А. Видовое богатство и адвентизация как критерии устойчивости остаточных урбофитоценозов / А. А. Евсеева, Е. Л. Константинов // Экология урбанизированных территорий. – 2014. – № 1. – С. 54–58.
11. Шадрин В. А. Состояние лесных экосистем под влиянием рекреации (на примере города Ижевска) / В. А. Шадрин, А. В. Федчук // Молодежный научный вестник. – 2017. – № 12 (25). – С. 33–39.
12. Решетникова Н. М. Черная книга Калужской области. Сосудистые растения. / Решетникова Н. М., Майоров С. Р., Крылов А. В. – Калуга, ООО «Ваш Домь», 2019. – 342 с.: ил.

ECOLOGO-PHYTOCOENOTIC ANALYSIS OF MEADOW CANAFLORE OF
THE CITY OF KALUGA

Evseeva A. A.

Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovski, Kaluga, Russian
E-mail: annahabarova@yandex.ru

This work is a continuation of a series of articles studying the floristic and ecological structure of meadow communities in Kaluga. Previous articles are devoted to the study of floristic diversity and recreational transformation of meadow ecosystems in a large city. The presented research is relevant, since the assessment of the state and preservation of natural objects of the green infrastructure of cities are of great importance in the aspect of forming a healthy urban environment. In modern conditions of increased anthropogenic pressure on urban ecosystems, which are the habitat of most of the human population, it is necessary to assess the state of plant objects, including natural ones, in order to find possible ways to improve the environmental situation using these natural objects. To assess the state of meadow ecosystems in this work, their ecological analysis is carried out. Groups of Serebryakov's life forms were used to analyze the biomorphological structure of the flora, since they demonstrate the distribution of species by habitat. The analysis of the adventive flora was carried out using the abstract of the adventive flora of the Kaluga region by A. V. Krylov. The dominant group is perennial grasses, which is generally characteristic of meadow flora. A fairly large share of the spectrum (26 %) is made up of weeds that indicate degenerative processes in urban meadows that occur under the influence of economic activity. These are typical weeds and ruderalAs a result of the research, the ecological and phytocenotic structure of the meadow cenoflora of the city of Kaluga was analyzed. The results of ecological and phytocenotic analysis indicate that negative processes occur in the studied meadow cenoflora, leading to their anthropogenic transformation. This is indicated by the presence of a significant proportion of weed and ruderal widows in the studied flora, as well as the spread of adventitious species, among which invasive species of The black book of the Kaluga region were identified. The revealed ratio of perennial/annual plants may indicate an increased recreational load of these ecosystems in urban conditions which is manifested in trampling. This analysis is important when studying vegetation, since it shows the ecological adaptability of this plant community to the biotope and environmental conditions, which is especially important in a dynamically changing urban environment. . All adventitious species, with the exception of *Atriplex patens* (Litv.) Iljin, are aggressive species naturalized in local communities. A number of species are included in The black book of the Kaluga region [12]. These are species that pose a threat to native ecosystems. Identification of such species and consideration of their habitats is a necessary part of regional environmental monitoring. Thus, in the course of this study, the growing places of such dangerous invasive species as *Echinocystis lobata* Torr Et Gray, *Erigeron canadensis* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Impatiens glandulifera* Royle, *Solidago canadensis* Ait., *S. gigantea* Aiton.

Keywords: ecological-phytocenotic analysis, urbophytocenoses, meadow flora, urban meadow communities, Kaluga coenoflora.

References

1. Evseeva A. A. definition of recreational transformation as a method for analyzing the effects of recreational load on ecosystems, *Vestnik Kaluzhskogo universiteta [Bulletin of the Kaluga University]*, **4**, 61 (2018).
2. Streltsov A. B. regional system of biological monitoring of environmental quality (health) in the Kaluga region, *Problemy regionalnoj ekologii [Problems of regional ecology]*, **6**, 158 (2012).
3. Reshetnikova N. M. *Kaluga flora: annotated list of vascular plants of the Kaluga region*, 549 p. (Partnership of scientists. KMC publications, Moscow, 2010).
4. Serebryakov I. G. *Ecological morphology of plants. Life forms of angiosperms and coniferous plants*, 378 p. (Moscow, 1962).
5. Krylov A. V., Reshetnikova N. M. Adventive component of the flora of the Kaluga region: naturalization of species, *Botanicheskij zhurnal. [Botanical Journal]*, **94**, **8**, 1126 (2009).
6. Krylov, A.V., Reshetnikova N.M. Adventive component of the Kaluga region flora: dynamics of species distribution, *Botanicheskij zhurnal. [Botanical Journal]*, **95**, **3**, 350 (2010).
7. Shchukina K. V. Analysis of meadow flora of the Vyatka river floodplain within the Kirov region. Botany in the modern world. Proceedings of the XIV Congress of the Russian Botanical society and the conference "Botany in the modern world" (Makhachkala, June 18-23, 2018). Vol. 1: systematics of higher plants. Floristics and geography of plants. Protection of the plant world. Paleobotany. Botanical education, (Makhachkala: ALEF, 2018), 221.
8. Demidova A. N., Prilepsky N. G. Complex approach to flora analysis, *Vestnik Moskovskogo universiteta [Bulletin of the Moscow University]*, **16**, **2**, 46 (2014).
9. Evseeva A. A., Konstantinov E. L. Analysis of the role of annual and biennial plants in the residual forest communities of the city, *Ekologiya urbanizirovannyh territorij. [Ecology of urbanized territories]*, **3**, 22 (2015).
10. Evseeva A. A., Konstantinov E. L. Species richness and adventization as stability criteria for residual urban phytocenoses, *Ekologiya urbanizirovannyh territorij. [Ecology of urbanized territories]*, **1**, 54 (2014).
11. Shadrin V. A., Fedchuk A. V. Sostoyanie lesnyh ekosistem pod vliyaniem rekreacii (na primere goroda Izhevskaja), *Molodezhnyj nauchnyj vestnik. [Youth Scientific Herald]*, **12** (**25**), 33 (2017).
12. Reshetnikova N. M., Mayorov S. R., Krylov A. V. *Black book of the Kaluga region. Vascular plants*, 342 p. (LLC Vash Dom, 2019).