ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY, LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.154

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ *ACER NEGUNDO* L. ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЛЕСНОЙ ПАРК ЕКАТЕРИНБУРГА

Научная статья

Тишкина Е.А.[1,] *, Шашина А.В.[2], Фарфель Д.В.[3], Целева Н.Д.[4]
[1] ORCID : 0000-0001-6315-2878;
[1, 2, 3, 4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Российская Федерация
[1] Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (elena.mlob1[at]yandex.ru)

Аннотация

В статье изучен адаптационный механизм распространения *Acer negundo* L. на примере местообитаний в Центральном лесном парке г. Екатеринбурга на основе популяционных (возрастная и виталитетная структура) и организменных параметров (морфометрические показатели). Оценка инвазионного потенциала позволила установить сходные черты внедрения клена ясенелистного в любом его местообитании. Все фрагменты ценопопуляции находились на начальном этапе внедрения и начинали свою экспансию с открытых пространств, хорошо вселяясь в лесные экосистемы, преимущественно в сосняки разнотравные с сомкнутостью древесного полога 0,5. Указанная тенденция завоевания территории видом «агрессором» сохраняется и в настоящее время, и с уверенностью можно сказать, что эта ситуация характерна для многих регионов России, поэтому необходимо проводить мониторинг состояний экосистем.

Ключевые слова: Acer negundo, лесной парк, онтогенез, виталитетная структура, морфометрические параметры.

A COMPLEX EVALUATION OF *ACER NEGUNDO L.* AT INTRODUCTION INTO THE CENTRAL FOREST PARK OF YEKATERINBURG

Research article

Tishkina E.A.[1,] *, Shashina A.V.[2], Farfel D.V.[3], Tseleva N.D.[4]
[1] ORCID : 0000-0001-6315-2878;
[1, 2, 3, 4] Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russian Federation
[1] The Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (elena.mlob1[at]yandex.ru)

Abstract

The article studies the adaptation mechanism of *Acer negundo L.* distribution on the example of habitats in the Central Forest Park of Yekaterinburg on the basis of population (age and vitality structure) and organismal parameters (morphometric indices). The evaluation of invasion potential allowed to establish similar features of ash-leaved maple introduction in any of its habitats. All fragments of the cenopopulation were at the initial stage of introduction and started their expansion from open spaces, penetrating well into forest ecosystems, mainly in mixed herbaceous pine forests with 0.5 tree canopy closure. This tendency of territory conquest by the "aggressor" species persists at the present time, and it is safe to say that this situation is typical for many regions of Russia, therefore it is necessary to monitor ecosystem conditions.

Keywords: Acer negundo, forest park, ontogeny, vitality structure, morphometric parameters.

Введение

В настоящее время подлесок лесных парков Екатеринбурга сильно изменен по видовому составу. Большинство адвентивных древесных видов используются в озеленении [1] и высажены в лесных парках в 1970–1980-х гг. [2], [3], [4]. Большой ошибкой оказалось введение интродуцированных растений, что позволило интенсивному проникновению клена ясенелистного в лесные парки, где он занимает определенные экологические ниши, вытесняя при этом коренные виды, трансформируя экосистему. Объектом исследования выбран клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) неслучайно, так как он является одним из самых агрессивных древесных сорных видов в лесной зоне Евразии [5], [6], [7]. Поэтому изучение процессов, которые протекают в лесопарковой зоне Екатеринбурга при внедрении в них клена ясенелистного, представляется весьма актуальным.

Цель исследования – изучение инвазии клена ясенелистного в Центральном лесном парке г. Екатеринбурга.

Методом исследования являлся сравнительный анализ состояния одиннадцати фрагментов ценопопуляции (ФЦП) *Acer negundo* в Центральном лесном парке Екатеринбурга. При изучении клена в 2022 году применяли стандартные методы [8], [9], [10]. Рассчитывали доли деревьев различных онтогенетических состояний (*im* – имматурное, *v* – виргинильное, g_1 – молодое генеративное) в общем объеме выборок для каждого местообитания (лесного парка). Комплексное изучение выполняли на основе возрастной и виталитетной структуры, организменных и популяционных признаков особей.

Основные результаты

Город Екатеринбург является одним из самых зеленых городов Российской Федерации. Вокруг него расположено широкое кольцо зеленых насаждений. В пределах городской застройки располагаются 15 лесных парков [11]. Клен ясенелистный по таксационным данным внедрился в 13 из 15 лесных парков Екатеринбурга, и формирует вторичный ареал [12]. На территории Центрального лесного парка он произрастает только в сосняках разнотравных на площади 20,2 гектара преимущественно при полноте древостоя 0,4 (см.рис. 1).

Рисунок 1 - Распространение клена ясенелистного в Центральном лесном парке
DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.154.1

Численность клена в местообитаниях варьирует от 822 до 4289 особей на гектар (см. табл. 1). Максимальное количество зафиксировано в сосняке разнотравном при сомкнутости древесного полога 0,7 (ФЦП10). С увеличением древесного полога древостоя увеличивается количество особей клена ($r = 0,55$, $p < 0,05$). Морфометрические показатели особей колеблются по высоте 0,93-1,86 м, с проекцией 0,1-1,06 м² и объемом кроны 0,04-1,59 м³. Жизненное состояние растений установлено от 60 до 97% (см. рис. 2), при этом виталитетный спектр в местообитаниях представлен преимущественно здоровыми растениями.

Таблица 1 - Характеристика местопроизрастания фрагментов ценопопуляции клёна ясенелистного в Центральном лесном парке

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.154.2

Номер фрагмента ценопопуляци	Характеристика местообитания			Фрагменты ценопопуляции				
				общая плотность, экз./га	индекс виталитета, %	морфометрические показатели		
	Тип леса	Древостой				высота, м	площадь проекции кроны, м²	объем кроны, м³
		состав	сомкнутость древесного полога					
1	Сосняк разнотравный	7С3Б	0,6	1522	84	1,16±0,13	0,21±0,05	0,1±0,04
2	Сосняк разнотравный	10С	0,5	822	95	0,93±0,1	0,11±0,02	0,04±0,01
3	Сосняк разнотравный	10С	0,4	1011	97	1,02±0,09	0,2±0,03	0,09±0,02
4	Сосняк разнотравный	10С	0,6	1367	95	1,11±0,1	0,22±0,02	0,1±0,02
5	Сосняк разнотравный	9С1Б	0,6	3022	94	1,58±0,19	0,29±0,13	0,32±0,21
6	Сосняк разнотравный	8С1Б1Лп	0,5	3189	84	1,65±0,28	1,06±0,71	1,59±1,15
7	Сосняк разнотравный	10С	0,5	2744	84	1,86±0,31	0,83±0,34	1,41±0,77
8	Сосняк разнотравный	10С	0,6	1178	60	1,14±0,12	0,19±0,08	0,14±0,07
9	Сосняк разнотравный	10С	0,6	1911	88	1,30±0,12	0,31±0,05	0,17±0,04
10	Сосняк разнотравный	10С	0,7	4289	83	1,83±0,15	0,37±0,05	0,28±0,06
11	Сосняк разнотравный	10С	0,7	3734	90	1,60±0,11	0,30±0,03	0,18±0,03
$X \pm mx$			0,6	1795	87	1,57±0,16	0,37±0,14	0,4±0,22

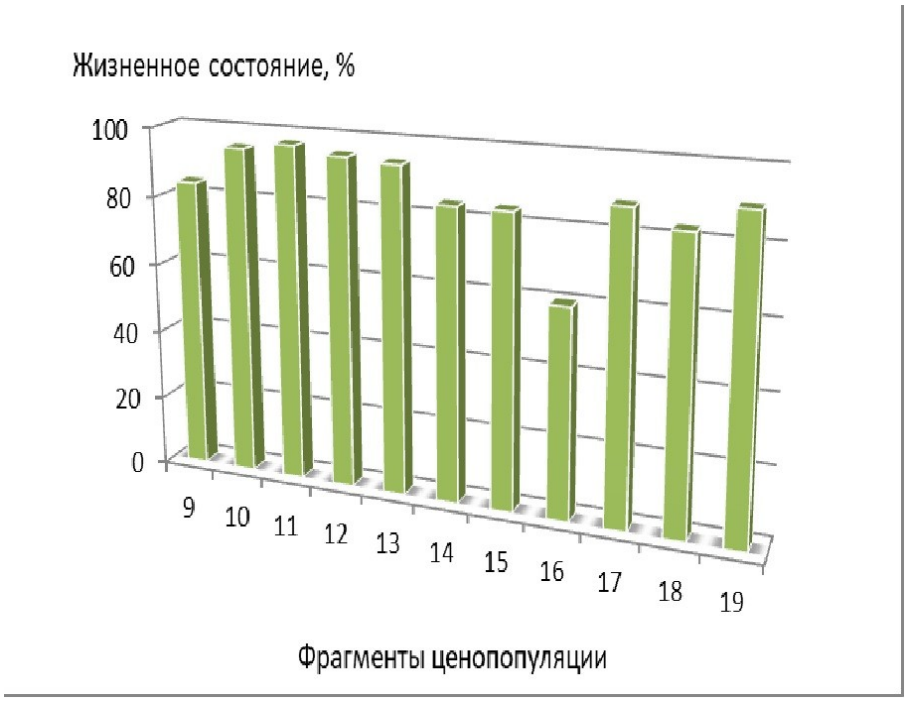

Рисунок 2 - Жизненное состояние клена ясенелистного в Центральном лесном парке
DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.154.3

В индивидуальном развитии клена выявлено два периода: прегенеративный и генеративный (см. рис. 3), определены три онтогенетических состояний (см. табл. 2).

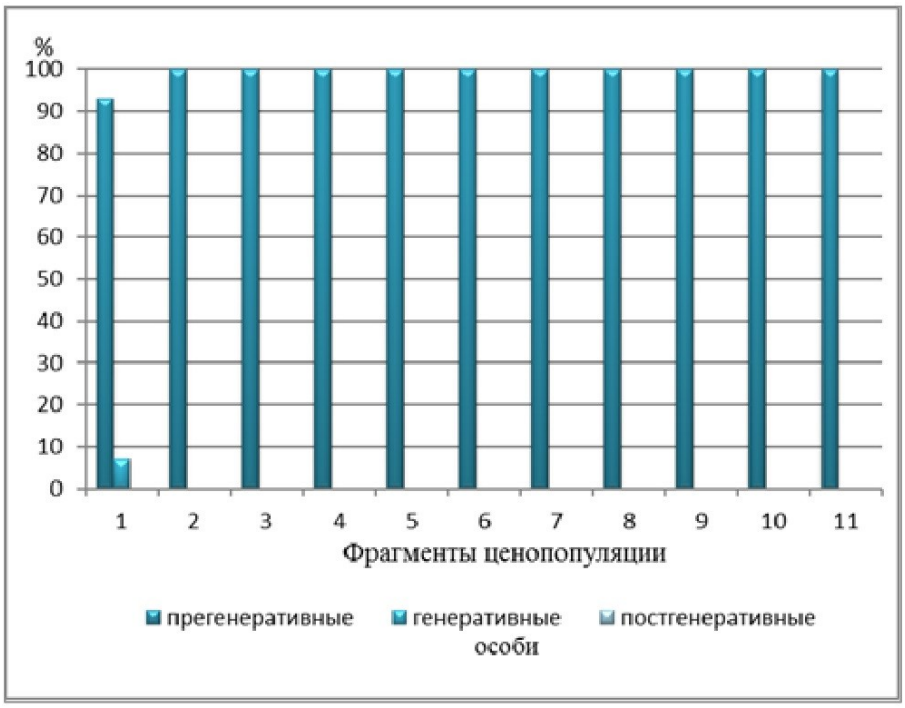

Рисунок 3 - Возрастная структура Acer negundo L.
DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.154.4

Доля генеративной фракции состоит лишь из молодых генеративных особей в одном местообитании (ФЦП 1) до 7%. Прегенеративная фракция представлена растениями имматурными от 3 до 23 и виргинильными от 73 до 100%. Практически все фрагменты состоят из прегенеративных особей, что подтверждает о начальной стадии заселения клена в данный лесной парк.

Таблица 2 - Онтогенетическая структура фрагментов ценопопуляции клена в Центральном лесопарке

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.154.5

Фрагмент ценопопуляции	Онтогенетические состояния, %			Индекс			
	Im	*V*	G_1	индекс возрастности	индекс замещения	индекс восстановления	индекс эффективности
1	20	73	7	0,11	13	13	0,40
2	23	77	0	0,10	0	0	0,36
3	17	83	0	0,11	0	0	0,38
4	3	97	0	0,12	0	0	0,41
5	10	90	0	0,11	0	0	0,40
6	0	100	0	0,12	0	0	0,42
7	0	100	0	0,12	0	0	0,42
8	0	100	0	0,12	0	0	0,42
9	7	93	0	0,11	0	0	0,4
10	0	100	0	0,12	0	0	0,42
11	0	100	0	0,12	0	0	0,42
Среднее значение	7,27	92,09	0,64	0,11	0	0	0,40

Примечание: Im – имматурные, V – виргинильные, G1 – молодые генеративные

Установлены левосторонний одновершинный спектр во всех фрагментах ценопопуляции клена. Все одиннадцать фрагментов по Л.А. Животовскому [10] принадлежат: к молодым популяциям. Лишь в сосняке разнотравном (ФЦП1) клен достиг хорошей возобновительной способности, это подтверждают индексы восстановления и замещения, которые больше 1, остальные фрагменты находятся в начальной стадии внедрения, при этом индекс возрастности варьирует от 0,10 до 0,12, а индекс эффективности выявлен от 0,36 до 0,42.

При изучении состояния Acer negundo в Центральном лесном парке применили комплексный подход на основе организменных и популяционных параметров (см. табл. 3). Максимальные значения организменных показателей установлены в сосняке разнотравном (ФЦП6,7) (15 баллов) и популяционных признаков в сосняке разнотравном (ФЦП 11) (16 баллов).

Таблица 3 - Балловые оценки величины признаков Acer negundo L. (Центральный)

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.139.154.6

Параметры	Баллы				
	I	II	III	IV	V
Организменные признаки особей					
Высота растений, м	<0,93	0,94-0,1.16	1,17-1,39	1,40-1,62	1,63-1,86
Площадь проекции кроны, м²	<0,11	0,12-0,34	0,35-0,57	0,58-0,80	0,81-1,06
Объем кроны, м³	<0,04	0,05-0,42	0,43-0,80	0,81-1,18	1,19-1,59
Популяционные признаки					
Общая плотность, экз./га	<822	823-1689	1690-2557	2558-3424	3425-4289
Доля прегенератив-ных особей, %	<93	94-94,7	94,8-96,5	96,6-98,2	98,3-100
Доля генеративных особей, %	<0	0,1-1,75	1,76-3,50	3,51-5,25	5,26-7

Параметры	Баллы				
	I	II	III	IV	V
Индекс виталитета, %	<60	61-69	70-78	79-87	88-97

Выявлено, что наилучшие эколого-фитоценотические условия в Центральном лесном парке для произрастания клена являются сосняки разнотравные (29 баллов) (ФЦП6, 7) при сомкнутости древесного полога 0,5. Это подтверждает высокая плотность фрагментов местообитаний и высокими организменными показателями клена.

Заключение

Район изучения клена отличается высокой антропогенной нагрузкой, так как он изобилует многочисленными дорогами и сетью тропинок. *Acer negundo* начинает свое внедрение с открытых пространств и хорошо внедряется в лесные экосистемы, преимущественно в сосняки разнотравные при сомкнутости древесного полога 0,5. Агрессивность клёна ясенелистного в сочетании с его теневыносливостью, высокой плодовитостью и скоростью роста, а также способностью противостоять высоким рекреационным нагрузкам, образует многоярусные заросли, постепенно внедряясь вглубь древостоя, вытесняя аборигенную флору.

Приведенные данные указывают на выраженную экспансию чужеродного вида и его значительный инвазионный потенциал. Таким образом, данные исследования представляют научный интерес при мониторинге за состоянием натурализовавшегося вида для получения достоверных сведений о его фитоценотической стратегии в новом сообществе и месте в структуре коренных сообществ.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Мамаев С.А. Определитель деревьев и кустарников Урала. Местные и интродуцированные виды / С.А. Мамаев. — Екатеринбург: УрО РАН, 2000. — 260 с.
2. Петров А.П. Дигрессия фитоценозов и натурализация древесных растений в лесопарковой зоне г. Екатеринбурга / А.П. Петров, Г.В. Ладейщикова, Е.А. Зотеева // Ботанические исследования на Урале // под ред. С.А. Овеснов. — Изд-во Перм. гос. ун-та, 2009. — с. 279–281.
3. Монтиле А.А. Количественная характеристика проявления признаков размера особей и диагностика состояния Cotoneaster lucida Schlecht. в условиях урбаносферы г. Екатеринбурга. / А.А. Монтиле, Е.А. Тишкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2020. — 3(83). — С. 138-145. — DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.016
4. Тишкина Е.А. Внедрение лекарственного вида Caragana arborescens Lam. в лесопарковую зону Екатеринбурга. / Е.А. Тишкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2022. — 3(95). — С. 96-100. — DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-96-100
5. Виноградова Ю.К. Влияние чужеродных видов растений на динамику флоры территории Главного ботанического сада РАН. / Ю.К. Виноградова // Российский журнал биологических инвазий. — 2015. — 8(4). — С. 22-41.
6. Третьякова А.С. Особенности распределения чужеродных растений в естественных местообитаниях на урбанизированных территориях Свердловской области. / А.С. Третьякова // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. — 2016. — 26(1). — С. 85-93.
7. Виноградова Ю.К. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. — Москва: ГЕОС, 2010. — 512 с.
8. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. / В.А. Алексеев // Лесоведение. — 1989. — 4. — С. 51-57.
9. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений. / Л.А. Животовский // Экология. — 2001. — 1. — С. 3-7.
10. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов. / А.А. Уранов // Биол. науки. — 1975. — 2. — С. 7–34.
11. Шевелина И.В. Характеристика лесного фонда зеленой зоны в пределах муниципального образования г. Екатеринбург. / И.В. Шевелина, З.Я. Нагимов, Д.В. Метелев // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — 1.
12. Тишкина Е.А. Индивидуальное развитие Acer negundo L. и оценка его состояния при инвазии в лесопарк им. Лесоводов России. / Е.А. Тишкина, О.Н. Орехова // Вестник Бурятской Государственной Сельскохозяйственной Академии им. В.Р. Филиппова. — 2022. — 4(69). — С. 133-139. — DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.017

Список литературы на английском языке / References in English

1. Mamaev S.A. Opredelitel' derev'ev i kustarnikov Urala. Mestny'e i introducirovanny'e vidy' [Determinant of Trees and Shrubs of the Urals. Native and Introduced Species] / S.A. Mamaev. — Ekaterinburg: UrO RAN, 2000. — 260 p. [in Russian]

2. Petrov A.P. Digressija fitotsenozov i naturalizatsija drevesnyh rastenij v lesoparkovoj zone g. Ekaterinburga [Digression of Phytocenoses and Naturalization of Woody Plants in the Forest Park Area of Yekaterinburg] / A.P. Petrov, G.V. Ladejschikova, E.A. Zoteeva // Botanicheskie issledovaniya na Urale [Botanical Research in the Urals] // edited by S.A. Ovesnov. — Publishing House of Perm State University, 2009. — p. 279–281. [in Russian]

3. Montile A.A. Kolichestvennaya xarakteristika proyavleniya priznakov razmera osobej i diagnostika sostoyaniya Cotoneaster lucida Schlecht. v usloviyax urbanosfery' g. Ekaterinburga [Features of the Size Structure of Cotoneaster Lucidus Chlecht. Depending on Localization in Forest Parks of Yekaterinburg]. / A.A. Montile, E.A. Tishkina // Proceedings Orenburg State Agrarian University. — 2020. — 3(83). — P. 138-145. — DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.016 [in Russian]

4. Tishkina E.A. Vnedrenie lekarstvennogo vida Caragana arborescens Lam. v lesoparkovuyu zonu Ekaterinburga [The Introduction of the Medicinal Species Caragana Arborescens Lam. to the Forest Park Zone of Yekaterinburg]. / E.A. Tishkina // Proceedings Orenburg State Agrarian University. — 2022. — 3(95). — P. 96-100. — DOI: 10.37670/2073-0853-2022-95-3-96-100 [in Russian]

5. Vinogradova Yu.K. Vliyanie chuzherodny'x vidov rastenij na dinamiku flory' territorii Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Influence Of Alien Plant Species on the Dynamics of Flora in the Territory of the Main Botanical Garden of the RAS]. / Yu.K. Vinogradova // Russian Journal of Biological Invasions. — 2015. — 8(4). — P. 22-41. [in Russian]

6. Tret'yakova A.S. Osobennosti raspredeleniya chuzherodny'x rastenij v estestvenny'x mestoobitaniyax na urbanizirovanny'x territoriyax Sverdlovskoj oblasti [Features of the Distribution of Alien Plants in Natural Habitats in Urbanized Areas of the Sverdlovsk Region]. / A.S. Tret'yakova // Bulletin of Udmurt University. Ser. Biology. Geosciences. — 2016. — 26(1). — P. 85-93. [in Russian]

7. Vinogradova Yu.K. Chernaya kniga flory' Srednej Rossii: chuzherodny'e vidy' rastenij v e'kosistemax Srednej Rossii [Black Book of the Flora of Central Russia: Alien Plant Species in the Ecosystems of Central Russia] / Yu.K. Vinogradova, S.R. Majorov, L.V. Xorun. — Moscow: GEOS, 2010. — 512 p. [in Russian]

8. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev [Diagnostics of the Vital State of Trees and Forest Stands]. / V.A. Alekseev // Forestry. — 1989. — 4. — P. 51-57. [in Russian]

9. Zhivotovskij L.A. Ontogeneticheskie sostoyaniya, e'ffektivnaya plotnost' i klassifikaciya populyacij rastenij [Ontogenetic States, Effective Densities and Classification of Plant Populations]. / L.A. Zhivotovskij // Ecology. — 2001. — 1. — P. 3-7. [in Russian]

10. Uranov A.A. Vozrastnoj spektr fitocenopopulyacij kak funkciya vremeni i e'nergeticheskix volnovy'x processov [Age Spectrum of Phytocenopopulations as a Function of Time and Energy Wave Processes]. / A.A. Uranov // Biol. Sciences. — 1975. — 2. — P. 7–34. [in Russian]

11. Shevelina I.V. Xarakteristika lesnogo fonda zelenoj zony' v predelax municipal'nogo obrazovaniya g. Ekaterinburg [Characteristics of the Forest Fund of the Green Zone within the Municipal Formation of Yekaterinburg]. / I.V. Shevelina, Z.Ya. Nagimov, D.V. Metelev // Modern Problems of Science and Education. — 2015. — 1. [in Russian]

12. Tishkina E.A. Individual'noe razvitie Acer negundo L. i ocenka ego sostoyaniya pri invazii v lesopark im. Lesovodov Rossii [Individual Development of Acer Negundo L. and Its State Assessment during Invasion to Forest Park Named after Foresters of Russia]. / E.A. Tishkina, O.N. Orexova // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after. V.R. Filippov. — 2022. — 4(69). — P. 133-139. — DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.017 [in Russian]