

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2022. № 4(69). С. 133–139.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2022;4(69):133–139.

Научная статья

УДК 630*182.46

doi: 10.34655/bgsha.2022.69.4.017

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ *ACER NEGUNDO* L. И ОЦЕНКА ЕГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ИНВАЗИИ В ЛЕСОПАРК ИМ. ЛЕСОВОДОВ РОССИИ

Ольга Николаевна Орехова¹, Елена Александровна Тишкина^{1,2}

¹ ФГБУН Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ S_olga_n84@mail.ru

² elena.mlob1@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению инвазии и биологическим особенностям “чернокнижного” вида клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в лесном парке им. Лесоводов России. В 1897 году *A. negundo* впервые появился на Урале и успешно натурализовался, внедрился в лесопарковую часть Екатеринбурга, что подтверждают и наши исследования. По данным программы АРМ “Лесфонд”, он произрастает в 12 из 15 лесных парков Екатеринбурга и занимает в настоящее время площадь свыше 228 гектаров. В лесном парке им. Лесоводов России он растет на территории 41,9 гектара преимущественно в среднем по густоте подлеске при полноте древостоя 0,6–0,7. В результате обследования в четырех фрагментах ценопопуляции в лесном парке им. Лесоводов России было установлено, что индивидуальное развитие кленов зависит от эколого-ценотических условий произрастания. Со снижением сомкнутости древесного полога увеличивается плотность особей и их морфометрические показатели. Выделены в возрастной структуре два периода и три онтогенетических состояний вида. Установлен левосторонний одновершинный спектр во всех фрагментах ценопопуляции и все местообитания, по Л.А. Животовскому, принадлежат к молодым ценопопуляциям. Практически во всех местообитаниях клен достиг возобновительной способности. При изучении биологических особенностей *Acer negundo* оценено жизненное состояние клена в лесопарке. На основе комплексной оценки выявлено, что экологической нишей для клена в данном лесопарке являются разреженные сосняки разнотравные, что и подтверждают данные программы АРМ “Лесфонд”, несмотря на широкий географический и эколого-ценотический диапазон его произрастания.

Ключевые слова: *Acer negundo*, лесопарк, онтогенез, морфометрические параметры, жизненное состояние.

**INDIVIDUAL DEVELOPMENT OF ACER NEGUNDO L.
AND ITS STATE ASSESSMENT DURING INVASION TO FOREST PARK NAMED
AFTER FORESTERS OF RUSSIA**

Olga N. Orekhova², Elena A. Tishkina^{1,2}

¹Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Ural Branch, Yekaterinburg, Russia

²The Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹S_olga_n84@mail.ru

²elena.mlob1@yandex.ru

Abstract. *The article is devoted to the study of invasion and biological features of the black list species of ash-leaved maple (*Acer negundo* L.) in the forest park named after Foresters of Russia. In 1897, *A. negundo* first appeared in the Urals and was successfully naturalized and introduced into the forested part of Yekaterinburg, which is also confirmed by our studies. According to the data of AWS «Lesfond» program, ash-leaved maple grows in 12 out of 15 forest parks in Yekaterinburg; at present this species occupies over 228 ha. In the forest park named after Foresters of Russia, ash-leaved maple covers 41.9 ha, it grows on the territory with undergrowth of medium thickness with the forest stand equals to 0,6 – 0,7. It was found out that in four fragments of the cenopopulation in the forest park named after Foresters of Russia the individual development of ash-leaved maples depends on the ecological and cenotic conditions of growth. With the recession of the canopy density degree density of trees and their morphometric indices are increasing. Two periods and three ontogenetic states of the species were distinguished in the age structure. Left-sided unimodal life-form spectrum in all fragments of cenopopulation was determined. All habitat areas according to L.A. Zhivotovski are of young cenopopulations. Almost at all habitats ash-leaved maple has reached maturity. When studying the biological characteristics of *Acer negundo*, the vital state of the maple tree in the forest park was evaluated. On the basis of a comprehensive assessment, it was revealed that the ecological niche for the ash-leaved maple in this forest park is sparse mixed-grass pine forests, which is confirmed by the data of the AWs “Lesfond” program, despite the wide geographical and ecological-coenotic range of its growth.*

Keywords: *Acer negundo*, forest park, ontogenesis, morphometric parameters, vital condition.

Введение. Из 3,9% видов флоры Земли, натурализовавшихся в новых для них регионах [1], наибольшая угроза разнообразию аборигенных сообществ связана с растениями-трансформерами, которые могут блокировать нормальное протекание сукцессий [2-5]. Объектом исследования выбран клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) неслучайно, так как он является одним из самых агрессивных древесных видов в лесной зоне Евразии [6, 7]. Согласно Виноградовой Ю.К. [8], клен ясенелистный сформировал на территории России обширный вторичный ареал, он вышел из культуры и внедрился в аборигенную флору. В 1897 году *Acer negundo* впервые появился на Урале и успешно натурализовался [9], внедрился в лесопарковую зону Екатеринбурга [10].

Целью работы являлось изучение индивидуального развития *Acer negundo* и оценка его состояния в пригородных лесах Екатеринбурга.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены в 2021 году в четырех фрагментах ценопопуляции (ФЦП) клена в лесопарке им. Лесоводов России (рис. 1, табл. 1). Для этого закладывали четыре временные пробные площади (ВПП) 30x30 м по стандартной методике [11-15]. Индивидуальное развитие оценивали по морфометрическим параметрам и онтогенетическим состояниям у 325 особей клена. Комплексную оценку состояния определяли на основе популяционных показателей и организменных параметров [16, 17].



Рисунок 1. Внедрение клена ясенелистного в березняк разнотравный в лесопарке им. Лесоводов России

Таблица 1 – Характеристика местообитаний *Acer negundo* в лесопарке им. Лесоводов России

| Номер ФЦП | Тип леса, растительное сообщество | Древостой | | Фрагменты ценопопуляции | | | |
|-----------|-----------------------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| | | состав | сомкнутость древесного полога | плотность клена, | морфометрические показатели | | |
| | | | | | высота, м | площадь проекции кроны, м ² | объем кроны, м ³ |
| 1 | Березняк разнотравный | 6Б4Ос | 0,4 | 1244 | 0,50±0,06 | 0,07±0,02 | 0,01±0 |
| 2 | Луг разнотравный | - | - | 1133 | 0,86±0,07 | 0,04±0 | 0,01±0 |
| 3 | Сосняк ягодниковый | 5СЗБ1Д1Лп | 0,5 | 600 | 0,42±0,05 | 0,04±0,01 | 0,01±0 |
| 4 | Сосняк разнотравный | 5С5Б | 0,4 | 633 | 0,57±0,05 | 0,08±0,01 | 0,02±0 |

Результаты и обсуждение. Клен ясенелистный, по данным программы АРМ “Лесфонд”, внедрился в 12 из 15 лесопарков Екатеринбурга и занимает в настоящее время площадь свыше 228 гектаров. В лесопарке им. Лесоводов России он произрастает на территории 41,9 гектара (4,76% от общей площади лесопарка) преимущественно в среднем по густоте подлеске при полноте древостоя 0,6-0,7. Предпочитает селиться в сосняках разнотравных (88,94% от общей занимаемой площади), но и в других типах

леса он также растет, например, в сосняках ягодниковых занимает 0,2 гектара (0,48%) и орляковых 4,4 гектара (10,58%). При корреляционном анализе со снижением сомкнутости древесного полога увеличивается плотность особей ($r = - 0,55$, $p < 0,05$) и высота растений ($r = - 0,98$, $p < 0,05$). Численность клена варьирует от 600 до 1244 экз./га. Чем больше плотность, тем ниже жизненное состояние клена ($r = - 0,50$, $p < 0,05$). В ценопопуляции *Acer negundo* доминируют здоровые растения (63,4-96,6%), но имеются и ослаб-

ленные (3,4-36,6%) и сильноповрежденные (6,7%) экземпляры (табл. 2). С увеличением возраста особей клена увеличиваются и морфометрические парамет-

ры, например, объем кроны ($r = 0,69$, $p < 0,05$), но в то же время ухудшается и жизненное состояние его ($r = - 0,99$, $p < 0,05$).

Таблица 2 – Популяционные характеристики клена ясенелистного

| Номер ФЦП | Жизненное состояние | | | | | Индекс состояния (L_n), % | Демографические параметры | | | | Возрастная структура | | | | | | |
|-----------|---------------------|------|-----|----|----|-------------------------------|---------------------------|---------------|----------------|-----------|----------------------|------|------|------|----|----|---|
| | n1 | n2 | n3 | n4 | n5 | | индексы | | | | j | im | v | g1 | g2 | g3 | s |
| | | | | | | | возрастности | эффективности | восстановления | замещения | | | | | | | |
| 1 | 93,3 | 6,7 | 0 | 0 | 0 | 94 | 0,08 | 0,31 | 0 | 0 | 0 | 46,6 | 53,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 63,4 | 36,6 | 0 | 0 | 0 | 89 | 0,09 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 36,6 | 63,4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 96,6 | 3,4 | 0 | 0 | 0 | 96 | 0,16 | 0,45 | 6,5 | 6,5 | 0 | 6,7 | 80 | 13,3 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 80 | 13,3 | 6,7 | 0 | 0 | 93 | 0,15 | 0,37 | 5 | 5 | 0 | 43,3 | 40 | 16,7 | 0 | 0 | 0 |

Морфометрические параметры, в зависимости от местообитания клена, по высоте варьируют от 0,42 до 0,86 м, площади проекции от 0,4 до 0,8 м² и объема кроны от 0,1 до 0,2 м³.

В онтогенезе *Acer negundo* выявлено два периода: прегенеративный и генеративный, определены всего три онтогенетических состояния. Доля генеративной фракции незначительна (молодые генеративные растения составляют всего от 13,3 до 16,7%), в то время как прегенеративные особи преобладают в местообитании (имматурные от 6,7 до 46,6%, вир-

гинильные растения от 40 до 80%). Установлен левосторонний одновершинный спектр во всех фрагментах ценопопуляции клена и все местообитания, по Л.А. Животовскому [9], принадлежат к молодым ценопопуляциям (рис.2).

В доминирующей части местообитаний клен достиг возобновительной способности, это подтверждают высокие значения индекса восстановления и замещения, исключение составляют ФЦП 1, 2, данные фрагменты ценопопуляции находятся в начальной стадии инвазии.

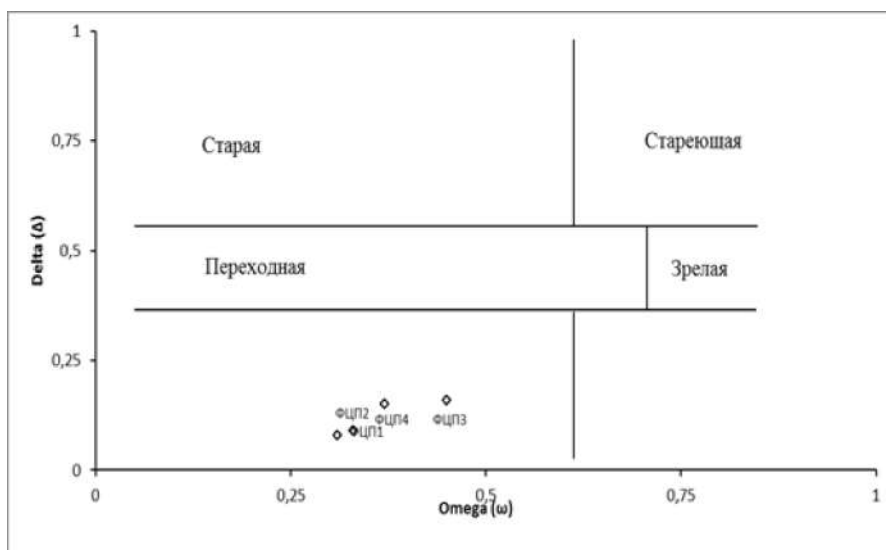


Рисунок 2. Распределение фрагментов ценопопуляции клена ясенелистного по классификации «дельта-омега»

При сравнении с помощью комплексной оценки (табл. 3, рис. 4) в различных эколого-ценотических условиях было установлено, что наилучшие условия для

произрастания клена ясенелистного являются в сосняке разнотравном (25 баллов) (ФЦП4) при сомкнутости древесного полога 0,4.

Таблица 3 – Балловые оценки величины признаков *Acer negundo*

| Параметры | Баллы | | | | |
|--|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | I | II | III | IV | V |
| организменные признаки | | | | | |
| высота растений, м | <0,42 | 0,43-0,53 | 0,54-0,64 | 0,65-0,75 | 0,76-0,86 |
| площадь проекции кроны, м ² | <0,040 | 0,041-0,050 | 0,051-0,060 | 0,061-0,070 | 0,071-0,080 |
| объем кроны, м ³ | <0,010 | 0,011-0,013 | 0,014-0,016 | 0,017-0,019 | 0,019-0,020 |
| популяционные признаки | | | | | |
| плотность, экз./га | <600 | 601-761 | 762-922 | 923-1083 | 1084-1244 |
| доля <i>im-v</i> , % | <83,3 | 83,4-87,5 | 87,6-91,7 | 91,8-95,9 | 96-100 |
| доля <i>g1-g2</i> , % | <0 | 0,1-4,2 | 4,3-8,4 | 8,5-12,6 | 12,7-16,7 |
| индекс состояния, % | <89 | 90-90,7 | 90,8-92,4 | 92,5-94,1 | 94,2-96 |

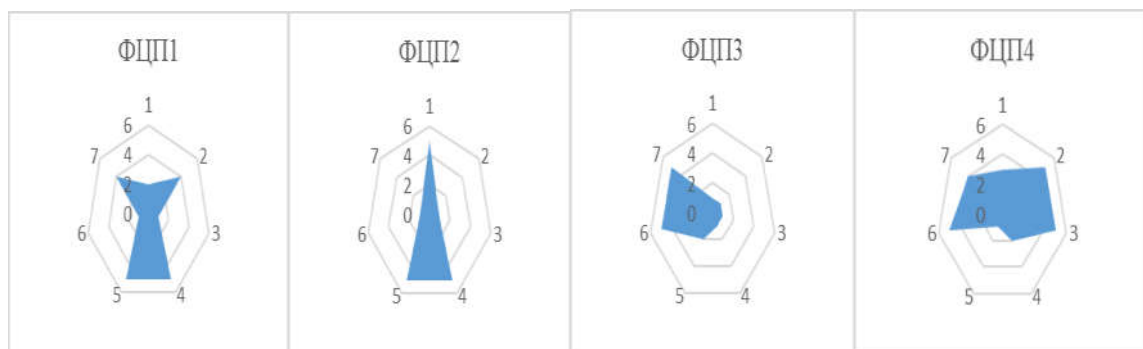


Рисунок 3. Оценка состояния местообитаний клена ясенелистного (в баллах)

Заключение. В результате исследования в четырех фрагментах ценопопуляции было установлено индивидуальное развитие кленов на основе морфометрических показателей и возрастной структуры. Выделены в онтогенезе два периода и три онтогенетических состояний клена. Оценено жизненное состояние фрагментов. Проведена комплексная оценка на основе популяционных и организменных показателей, которая определила, что экологической нишей для клена в данном лесопарке являются разреженные сосняки разнотравные, что и подтверждают данные программы АРМ “Лесфонд”, несмотря на широкий географический и эколого-ценотический диапазон его произрастания.

Список источников

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. Москва : ГЕОС, 2010. 512 с.
2. Богатство и численность проростков из почвенного банка семян в куртинах инвазионного вида *Acer negundo* L. / Д.В. Веселкин, О.А. Киселёва, Е.Д. Екшибаров, О.С. Рафикова, А.А. Коржиневская // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 1. С. 18-25. EDN: YSIMDE
3. Richardson D.M., Pyšek P. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns // New Phytol. 2012. Vol. 196. № 2. Pp. 383–396.
4. Gioria M., Jarosik V., Pyšek P. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: emerging patterns // Perspect. Plant Ecol. 2014. Vol. 16. № 3. Pp. 132–142.

5. Kumschick S., Gaertner M., Vila M., Essl F. et al. Ecological impacts of alien species: quantification, scope, caveats and recommendations // *BioScience*. 2015. Vol. 65. №1. Pp. 55–63.

6. Костина М.В., Ясинская О.И., Барабанщикова Н.С., Орлюк Ф.А. К вопросу о вторжении клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) в подмосковные леса // *РЖБИ*. 2015. Т. 8. № 4. С. 72–80.

7. Гусев А.П. Чужеродные виды-трансформеры как причина блокировки восстановительных процессов (на примере юго-востока Беларуси) // *Российский журнал прикладной экологии*. 2016. № 3 (7). С. 10–14. EDN: XAKIPN.

8. Виноградова Ю.К. Формирование вторичного ареала и изменчивость инвазионных популяций клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) // *Бюл. Гл. ботан. сада*. 2006. № 190. С. 25-47.

9. Петров А.П., Ладейщикова Г.В., Зотева Е.А. Дигрессия фитоценозов и натурализация древесных растений в лесопарковой зоне г. Екатеринбурга // *Ботанические исследования на Урале*. 2009. С. 279-281.

10. Веселкин Д.В., Коржиневская А.А., Подгаевская Е.Н. Состав численность адвентивных и инвазивных кустарников и деревьев подлеска в лесопарках г. Екатеринбурга // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2018. № 42. С. 102-118. doi: 10.17223/19988591/42/5. EDN: XRZGLZ.

11. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // *Лесоведение*. 1989. № 4. С. 51-57.

12. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // *Экология*. 2001. № 1. С. 3-7.

13. Жукова Л.А. Внутрипопуляционное биоразнообразие травянистых растений // *Экология и генетика популяций*. 1998. С. 35-47.

14. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // *Проблемы ботаники: сб. статей*. 1950. Вып.1. С. 465-483.

15. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // *Биол. науки*. 1975. № 2. С. 7–34.

16. Тишкина Е.А. Биологические особенности ракитника русского *Chamaecytisus*

ruthenicus (Fisch. ex Wol.) Klask в Керженском заповеднике // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.П. Филиппова*. 2020. №2(59). С.153-159. doi: 10.34655/bgsha.2020.59.2.021. EDN: QRKNIB.

17. Монтиле А.А., Тишкина Е.А. Особенности размерной структуры *Cotoneaster lucida* Schlecht. в зависимости от локализации в лесопарках Екатеринбурга // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.П. Филиппова*. 2020. № 3 (60). С. 103-111. doi: 10.34655/bgsha.2020.60.3.016. EDN: WTYLBE.

References

1. Vinogradova Y.K., Maiorov S.R., Khorun L.V. *Chernaya kniga flory Srednei Rossii: chuzherodnye vidy rastenii v ekosistemakh Srednei Rossii*. [The Black Book of the Flora of Central Russia: alien plant species in the ecosystems of Central Russia]. Moscow : GEOS. 2010. 512 p. (In Russ.).

2. Veselkin D.V., Kiseleva O.A., Ekshibarov E.D., Rafikova O.S., Korzhinevskaya A.A. Richness and number of seedlings from the soil seed bank in the curtains of the invasive species *Acer negundo* L. *Rossiiskii Zhurnal Biologicheskikh Invazii*. 2018;1:18-25 (In Russ.).

3. Richardson D.M., Pyšek P. Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns. *New Phytol*. 2012;196(2):383–396.

4. Gioria M., Jarosik V., Pyšek P. Impact of invasions by alien plants on soil seed bank communities: emerging patterns. *Perspect. Plant Ecol*. 2014;16(3):132–142.

5. Kumschick S., Gaertner M., Vila M., Essl F. et al. Ecological impacts of alien species: quantification, scope, caveats and recommendations. *BioScience*. 2015; 65(1):55–63.

6. Kostina M.V., Yasinskaya O.I., Barabanshchikova N.S., Orlyuk F.A. On the problem of box elder invasion into the forests around Moscow. *RZhBl*. 2015;8(4):72–80 (In Russ.).

7. Gusev A.P. Alien species-transformers as the reason of regenerative processes blocking (on an example of the southeast of Belarus). *Russian Journal of applied ecology*. 2016;3(7):10–14 (In Russ.).

8. Vinogradova Y.K. Formirovanie vtorichnogo areala i izmenchivost' invazionnykh

populyatsii klена yasenelistnogo (*Acer negundo* L.) [Formation of the secondary range and variability of invasive populations of the ash-leaved maple (*Acer negundo* L.)]. *Byul. Gl. botan. sada*. 2006;190:25-47 (In Russ.).

9. Petrov A.P., Ladeishchikova G.V., Zoteeva E.A. Digressiya fitotsenozov i naturalizatsiya drevesnykh rastenii v lesoparkovoi zone g. Ekaterinburga [Digression of phytocenoses and naturalization of woody plants in the forest park zone of Yekaterinburg]. *Botanicheskie issledovaniya na Urale*. 2009. Pp.279-281 (In Russ.).

10. Veselkin D.V., Korzhinevskaya A.A., Podgaevskaya E.N. The species composition and abundance of alien and invasive understory shrubs and trees in urban forests of Yekaterinburg. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. 2018;42:102-118 (In Russ.).

11. Alekseev V.A. Diagnostics of the vital state of trees and forest stands. *Lesovedenie*. 1989;4:51-57 (In Russ.).

12. Zhivotovskii L.A. Ontogeneticheskie sostoyaniya, effektivnaya plotnost' i klasifikatsiya populyatsii rastenii [Ontogenetic states, effective density and classification of plant populations]. *Ekologiya*. 2001;1:3-7 (In Russ.).

13. Zhukova L.A. Vnutripopulyatsionnoe

bioraznoobrazie travyanistykh rastenii [Intrapopulation biodiversity of herbaceous plants]. *Ekologiya i genetika populyatsii*. 1998. Pp. 35-47 (In Russ.).

14. Rabotnov T.A. Voprosy izucheniya sostava populyatsii dlya tseyey fitotsenologii [Issues of studying the composition of the population for the purposes of phytocenology]. *Problems of botany: collection of articles*. 1950;1:465-483 (In Russ.).

15. Uranov A.A. Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsiy kak funktsiya vremeni i energeticheskikh volnovykh protsessov [Age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and energy wave processes]. *Biologicheskie nauki*. 1975;2:7-34 (In Russ.).

16. Tishkina E.A. Biological peculiarities of *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. Ex Wol.) Klask. In the Kerzhenskiy State Nature Reserve. *Vestnik Buryatskoi Gosudarstvennoi selskokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova*. 2020;2(59):153-159 (In Russ.).

17. Montile A.A., Tishkina E.A. Features of the size structure of *Cotoneaster lucidus* Chlecht. depending on localization in forest parks of Yekaterinburg. *Vestnik Buryatskoi Gosudarstvennoi Selskokhozyaistvennoi Akademii im. V.R. Filippova*. 2020;3(60):103-111 (In Russ.).

Информация об авторах

Орехова Ольга Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства;

Елена Александровна Тишкина – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории «Экология древесных растений»; доцент кафедры экологии и природопользования.

Information about the authors

Olga N. Orekhova – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Forest taxation and forest management;

Elena A. Tishkina – Candidate of Science (Agriculture), Researcher, Ecology of Woody Plants Laboratory; Associate Professor, Ecology and Nature Management Chair.

Статья поступила в редакцию 07.06. 2022; одобрена после рецензирования 16.07.2022; принята к публикации 20.08.2022.

The article was submitted 07.06.2022; approved after reviewing 09.07.2022; accepted for publication 20.08.2022.