

ECOLOGICAL AND CENOTIC ROLE OF ALIEN PLANT SPECIES IN FOREST ECOSYSTEMS OF THE VORONEZH CITY DISTRICT

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ГОРОДСКОГО ОКРУГА Г. ВОРОНЕЖ

JOURNAL: «SCIENTIFIC NOTES OF V.I. VERNADSKY CRIMEAN FEDERAL UNIVERSITY. Biology. Chemistry» Volume 6 (72), №2, 2020

Publication text (PDF): [Download](#)

(прикрепить файл PDF « 10_Лепешкина.»)

UDK: 581.52:581.524.2

AUTHOR AND PUBLICATION INFORMATION

AUTHORS:

Lepeshkina L. A., Voronezh State University, Voronezh, Russia

Klevtsova M. A., Voronezh State University, Voronezh, Russia

Voronin A. A. Voronezh State University, Voronezh, Russia

TYPE: Article

DOI: <https://doi.org/10.37279/2413-1725-2020-6-1-88-96>

PAGES: from 88 to 96

STATUS: Published

LANGUAGE: Russian

KEYWORDS: forest ecosystems, invasive species, alien plants, flora, ecological scale method.

ABSTRACT (ENGLISH):

The processes of depletion of zonal vegetation are closely related to the settlement of invasive species. Within the forest ecosystems of the urban district of Voronezh, 31 invasive species from 30 genera and 19 families were recorded. The method of ecological scales revealed the ecological-coenotic aspects of phytoinvasions.

The sample involved geobotanical descriptions (grouped by formational feature) of native phytocenoses without an alien component in the flora and phytocenoses replacing them with the active participation of invasive species within the same research object.

Infestations of these species are accompanied by the development of allogeneic successions, which are characterized by a decrease in the species diversity of communities and the role of native taxa in them. The processes of infestations are typical for the region and are observed in communities of floodplain forests and meadows, native and derived forests and sub-forests, broad-leaved and mixed forests, slope meadow and steppes.

Plant invasions in the coniferous and deciduous forests of the district are characterized by the expansion of 3 species of woody (*Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia*), 5 species of shrub (*Sambucus racemosa*, *Caragana arborescens* Lam., *Viburnum lantana*, *Amelanchier spicata*, *Parthenocissus quinquefolia*) and 4 species of herbaceous plants (*Bidens frondosa*, *Impatiens parviflora*, *Galinsoga parviflora*, *Solidago canadensis*).

Phytoindication of pine forests shows the transformation of all 10 environmental indicators for communities with invasive species. For broad-leaved forests, the introduction of

biomorphologically close taxa to native species does not lead to a sharp transformation of the ecological parameters of forest biotopes.

The introduction of alien species into alder forests leads to a change in the ecological parameters of their biotopes towards mesophilization. This speeds up the process of the emergence of new alien species from the number of mesophytic taxa and an increase in the role of already settled ones. From 2007 to 2017, the invasive flora of the alder forests of the Voronezh increased from one species to four. According to the degree of invasiveness, the ecosystems of the southern upland, southwest oak forest, northern upland oak forests and pine forests have average values of 6.4 %, 6.1 %, 5.1 %, 5.7 %, respectively. Alder forests are minimally invasive, the share of invasive species is 1.3 %, which does not exceed 5 % of the threshold.

Minor changes cover indicators: climate thermal mode (TM), continental climate (KN), climate aridity / humidity (OM), cryoclimatic (CR), soil trophicity (TR), soil acidity (RC), moisture variability (FH).

Communities with a high level of participation of invasive species are actively developing in ecotonic conditions: forest edges and alder areas of terraces.

As a result of the settlement of alien species in the Alder forests, a decrease in the price activity of the following native species is observed: *Impatiens noli-tangere*, *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Thelypteris palustris*, *Paris quadrifolia*, *Maianthemum bifolium*. To warn of the possible expansion of *Acer negundo*, *Parthenocissus quinquefolia* and *Galinsoga parviflora*, a high water cut regime for alder forests is required. Under the conditions of global and climatic changes, this is a rather complicated task, requiring constant monitoring of the abiotic and biotic components of the forest, as well as the regulation of nature management regimes in the floodplains of small rivers.

The implementation of ecological and cenotic strategies for invasive species in forest communities is accompanied by a restructuring of the ecology of biotopes, which is expressed in the transformation of the ecological parameters of pine forests, mesophilization of alder biotopes, increasing the moisture content and richness of oak forests, the emergence of new alien species and reducing the cenotic activity of some native taxa. The most significant changes are subject to parameters: soil moisture (HD), soil nitrogen richness (NT), illumination/shading (LC).

ВВЕДЕНИЕ

В эпоху трансформированной окружающей среды закономерны процессы деградации, синантропизации и обеднения зональной растительности, которые охватили почти все континенты и стали одной из ключевых проблем экологии. Активные биологические инвазии чужеродных видов в природные экосистемы являются серьезной угрозой биоразнообразию [1, 2] и наносят существенный экономический ущерб регионам [3, 4].

Задачей современных научных изысканий является расширение знаний об антропогенной эволюции экосистем высоко освоенных территорий. С 2004 г. нами ведутся исследования биологических инвазий в лесных экосистемах городского округа г. Воронеж, цель которых изучение роли чужеродных видов в трансформации растительных сообществ лесостепного комплекса и разработка мероприятий по повышению устойчивости природных фитоценозов. В данной работе обобщены и статистически обработаны материалы, раскрывающие влияние чужеродных видов растений на эколого-ценотические параметры лесных биотопов.

Объектами исследования явились сообщества надпойменно-террасовых боров, нагорных и байрачных дубрав, черноольховых лесов в пределах городского округа г. Воронежа.

Географическое положение округа в междуречье рек Воронеж-Дон и Воронеж-Усмань определяет условия, где происходит внедрение и расселение чужеродных видов растений. Здесь господствует умеренно континентальный климат со среднегодовой температурой воздуха +5,5 °С. и величиной осадков 550 мм в год. Преобладающими являются серые, светло-серые и темно-серые лесные суглинистые почвы, оподзоленные и выщелоченные черноземы. Исследуемая территория характеризуется «островизацией» зональной растительности [5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования охватили сосновые леса государственного заказника «Воронежский» (охвачено 2500 га), северную нагорную дубраву (3000 га), южную нагорную дубраву (1200 га), юго-западную байрачную дубраву (31 га), ольховый лес (65 га) у с. Дубовка. Всего проведено 337 геоботанических описаний учетных площадок 100 м².

Фитоиндикационную оценку экологических параметров лесных местообитаний провели по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [6]. Это амплитудные шкалы, которые содержат балловую оценку диапазона для 10-ти факторов: терморезим климата (ТМ), континентальность климата (КН), аридность /гумидность климата (ОМ), криоклиматический (СR), влажность почв (НD), трофность почв (ТR), богатство почв азотом (NТ), кислотность почв (RС), освещенность/затенение (LС), переменность увлажнения (FН). В выборке участвовали геоботанические описания (сгруппированные по формационному признаку) нативных фитоценозов без чужеродного компонента во флоре и замещающих их фитоценозов с активным участием инвазионных видов в пределах одного объекта исследования. В результате выявили фитоиндикационные значения для каждого растительного сообщества (в ранге ассоциации), рассчитанные по амплитуде толерантности видов, слагающих ассоциацию. Балловую оценку экологических параметров местообитаний рассчитывали по средним арифметическим значениям растительных формаций в автоматической программе для ПК *Cyganov_scale_new alg* [7]. Изменение экологических параметров биотопов определяет сукцессии и генезис ценозов при участии чужеродных видов растений.

Латинские названия растений даны по С.К. Черепанову [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Инвазионная флора Воронежской области включает 26 видов-«трансформеров». В результате их внедрения снижается роль зональных видов-доминантов и (или) содоминантов в природных растительных сообществах, в некоторых случаях происходит полная их замена на чужеродные биоморфы [9].

В растительных сообществах Воронежской области наиболее успешными «трансформерами» являются 11 видов (14,5 %): *Arrhenatherum elatius*, *Acer negundo*, *Bidens frondosa*, *Impatiens parviflora*, *Echinocystis lobata*, *Lupinus polyphyllus*, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Sambucus racemosa*, *Viburnum lantana*, *Parthenocissus quinquefolia*. Инвазии этих видов сопровождаются развитием аллогенных сукцессий, которые характеризуются снижением видового разнообразия сообществ и роли в них аборигенных таксонов. Процессы фитоинвазий закономерны для региона и наблюдаются в сообществах пойменных лесов и лугов, коренных и производных боров и суборей, широколиственных и смешанных лесов, плакорных, склоновых луговых и кальцефитно-петрофитных степей [10].

В пределах лесных экосистем городского округа г. Воронеж зарегистрировано 31 инвазионный вид из 30 родов и 19 семейств. Растительные инвазии в хвойных и широколиственных лесах округа характеризуются экспансией 3 видов древесных (*Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia*), 5 видов кустарниковых (*Sambucus*

racemosa, *Caragana arborescens*, *Viburnum lantana*, *Amelanchier spicata*, *Parthenocissus quinquefolia*) эргазиофитов и 4 видов травянистых растений (*Bidens frondosa*, *Impatiens parviflora*, *Galinsoga parviflora*, *Solidago canadensis*).

Фитоиндикация сосновых лесов показывает трансформацию всех 10-ти экологических показателей для сообществ с участием инвазионных видов (Табл. 1). Установлено снижение балловых значений аридности/гумидности (OM), влажности почв (HD), освещенности/затенения (LC), переменности увлажнения (FH); увеличение балловых значений термоклиматического показателя (TM), континентальности (KN), криоклиматического (CR), богатства почв (NT) и их кислотности (RC).

Таблица 1

Статистические показатели экошкал сосновых лесов

Тип	TM	KN	OM	CR	HD	TR	NT	RC	LC	FH
N	8,0	8,5	8,8	7,3	12,9	5,0	5,0	5,6	5,0	2,8
I	8,9	9,0	8,1	8,1	12,5	5,8	5,5	5,9	4,5	1,1

Примечание: N – сообщества без инвазионного компонента в ценофлоре; I – сообщества с инвазионным компонентом в ценофлоре.

Для широколиственных лесов внедрение биоморфологически близких таксонов аборигенным видам не приводит к резкой трансформации экологических параметров лесных биотопов (Табл. 2). В целом изменения направлены в сторону увеличения увлажнения (HD 12,2) и богатства почв (NT 6,0) лесных местообитаний.

Таблица 2

Статистические показатели экошкал дубрав

Тип	TM	KN	OM	CR	HD	TR	NT	RC	LC	FH
N	8,5	8,5	7,9	7,9	11,8	6,7	5,6	7,5	4,4	5,8
I	8,6	8,6	7,9	8,0	12,2	6,7	6,0	7,5	4,2	5,8

Примечание: N – сообщества без инвазионного компонента в ценофлоре; I – сообщества с инвазионным компонентом в ценофлоре.

При изучении адаптивных стратегий аборигенных видов кустарников в лесных фитоценозах, выявлено, что их семенное возобновление с хорошо развитым травяным ярусом затруднено. Поэтому в подлеске способны удерживаться 2 группы видов: те, которые избегают угнетающего воздействия травостоя, и те, которые способны преодолевать его. Стратегия семенного возобновления или стратегия «избегания» характерна для вегетативно неподвижных или малоподвижных видов. Они размножаются семенным путем на участках, свободных от травяного покрова. В лесных урочищах Воронежской области эту стратегию используют *Crataegus rhipidophylla*, *Salix caprea* и *Euonymus verrucosus*. Стратегию вегетативного возобновления или стратегию «преодоления» используют большинство видов подлеска: *Euonymus Rubus idaeus*, *Lonicera xylosteum*, *Swida sanguinea* и др. Две эти стратегии успешно освоили чужеродные виды кустарников в лесных экосистемах Подворонежья: *Viburnum lantana*, *Sambucus racemosa*, *Ligustrum vulgare*, *Mahonia aquifolium* и виды рода *Ribes*.

Наиболее высокой трансформации подвергаются растительные сообщества опушечных местообитаний, где на смену характерным кленовникам из *Acer tataricum* приходят кленовники из *Acer negundo*. Это достаточно молодые инвазионные сообщества, которые начали активно формироваться в начале XXI вв. В Подворонежье они приурочены главным образом к опушкам дубрав и днищам балок. Выделяется всего два яруса. I ярус слагает *Acer negundo* высотой 4–8 м. Видовое разнообразие колеблется от 13

до 25 на 100 м². В травяном ярусе представлены сорно-луговые, сорно-рудеральные, сорно-опушечные и опушечные фитоценоотипы. Кленовники из *Acer tataricum* имеют обычно 3 яруса, видовая насыщенность на 100 м² от 16 до 22 видов. В составе фитоценоотипов преобладают опушечно-лесные и лесные таксоны.

Средние статистические показатели экологических шкал кленовников показывают изменение 9 из 10-ти показателей (Табл. 3).

Таблица 3

Статистические показатели экошкал кленовников

Тип	TM	KN	OM	CR	HD	TR	NT	RC	LC	FH
At	8,8	8,7	7,8	8,3	12,1	6,2	5,1	7,0	4,8	2,2
An	9,2	9,3	8,1	8,5	12,1	7,2	5,8	5,3	4,1	2,6

Примечание: At – кленовник из *Acer tataricum*; An – кленовник из *Acer negundo*.

Ольховые леса более устойчивы к фитоинвазиям, так как проникающие виды сталкиваются с неподходящими условиями – высокой затененностью и переизбыточным увлажнением [11]. Внедрение чужеродных видов в ольховые леса ведет к изменению экологических параметров их биотопов. Увеличиваются балльные значения: термоклиматического (TM 10,2), континентальности климата (10,5), содержания азота в почве (NT 9,2); уменьшаются значения: переменной увлажненности (FH 8,1); аридности-гумидности (OM 8,1), влажности почв (HD 13,3) и освещенности-затенения (LC 4,7) (Табл. 4).

Таблица 4

Статистические показатели экошкал ольховых лесов

Тип	TM	KN	OM	CR	HD	TR	NT	RC	LC	FH
N	9,3	9,4	8,5	9,4	15,4	5,0	8,3	8,0	4,9	7,9
I	10,2	10,5	8,1	9,6	13,3	5,0	9,2	8,0	4,7	8,1

Примечание: N – сообщества без инвазионного компонента в ценофлоре; I – сообщества с инвазионным компонентом в ценофлоре.

Изменение экологических параметров в сторону мезофилизации биотопов ольховых лесов ведет к появлению новых чужеродных видов из числа мезофитных таксонов и увеличению роли уже расселившихся. С 2007 г. по 2017 г. инвазионная флора ольшаников Подворонежья увеличилась с одного вида до четырех [11]. Подобная тенденция отмечена нами в ольшаниках городского округа г. Воронеж. Здесь наблюдается внедрение *Bidens frondosa*, *Acer negundo*, *Parthenocissus quinquefolia* и *Galinsoga parviflora*. Они осваивают главным образом притеррасную зону ольхового леса, где наблюдается активная рекреация и проходит граница с урочищами Усманского бора.

Стратегии чужеродных видов по захвату местообитаний в ольшанике зависят от фактора увлажнения. Например, в засушливые периоды (2010 г., 2012 г.) *Parthenocissus quinquefolia* реализует активное почвопокровное расселение, а в обводненные годы (2013 г.) осваивает внеярусную экологическую нишу, поднимаясь вертикально по стволам *Alnus glutinosa*. По нашим наблюдениям, его прямая конкуренция с нативными элементами флоры ольховых лесов охватывает порядка 9 видов: *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Impatiens noli-tangere*, *Thelypteris palustris*, *Paris quadrifolia*, *Maianthemum bifolium*, *Urtica pubescens*, *Ribes nigrum*, *Coronaria flos-cuculi* ольховых лесах Подворонежья за последние 5-ть лет не обнаружен аборигенный вид *Bidens tripartite*, что связано с её полным замещением инвазионным *Bidens frondosa*.

По степени инвазибельности экосистемы южной нагорной, юго-западной байрачной, северной нагорной дубрав и сосновых лесов имеют средние значения – 6,4 %, 6,1 %, 5,1 %, 5,7 % соответственно. Ольховые леса являются малоинвазибельными, здесь доля инвазионных видов 1,3 %, что не превышает 5 % порог.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация эколого-ценотических стратегий инвазионных видов в лесных сообществах сопровождается перестройкой экологии биотопов. Самым значительным изменениям подвергаются параметры: влажности почв (HD), богатства почв азотом (NT), освещенности/затенения (LC); незначительным: терморезим климата (TM), континентальность климата (KN), аридность /гумидность климата (OM), криоклиматический (CR), трофность почв (TR), кислотность почв (RC), переменность увлажнения (FH).

Для биотопов сосновых лесов с инвазионным компонентом в ценофлоре установлена трансформация всех 10-ти экологических показателей. Инвазибельность сосняков оценивается в 5,7 %.

В дубравах с участием чужеродных видов растений изменения экологии лесных местообитаний выражаются в увеличении балловых значений только 2-х параметров: увлажнения (HD) и богатства почв (NT). Инвазибельность широколиственных лесов колеблется от 5,1 % до 6,4 %, что соответствует средним значениям.

В сообществах ольховых лесов с инвазионным компонентом во флоре изменения затрагивают 9-ть из 10-ти экологических шкал. Наибольшую трансформацию претерпевает параметр влажности почв (HD): от сыро-лесолугового до влажно-лесолугового типа, что индицирует мезофилизацию биотопов. Ольшаники являются малоинвазибельными лесными экосистемами, доля инвазионных видов составляет 1,3 %, что не превышает 5 % порог.

Экотонные участки лесных урочищ подвержены более глубоким трансформациям эколого-ценотических параметров. По опушкам байрачных и нагорных дубрав Подворонежья аборигенные кленовики из *Acer tataricum* активно замещаются кленовиками из североамериканского *Acer negundo*. Это ведет к изменению видового состава, структуры сообществ и 9-ти из 10-ти экологических параметров местообитаний. Причем балловые значения влажности почвы (HD) остаются постоянными, заметно увеличивается богатство почв (ND), а параметр освещенности/затенения (LC) меняется от светло-лесного до разреженно-лесного типа.

В экотонных сообществах притеррасных участков, где смежными выступают фитоценозы ольшаников и боров, идет активное расселение чужеродных видов *Acer negundo*, *Parthenocissus quinquefolia* и *Galinsoga parviflora*, но замена аборигенных доминантов или содоминантов пока не установлена. В таких сообществах снижена ценотическая активность *Impatiens noli-tangere*, *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Thelypteris palustris*, *Paris quadrifolia*, *Maianthemum bifolium*. Для предупреждения дальнейшей экспансии чужеродных таксонов необходим высокий режим обводненности ольховых лесов. В условиях глобальных и региональных климатических изменений это достаточно сложная задача, требующая постоянного мониторинга абиотических и биотических компонентов леса, а также регулирования режимов природопользования в поймах малых рек.

Выявленные трансформации экологических параметров лесных экосистем городского округа г. Воронеж являются результатом их антропогенной эволюции под воздействием чужеродных видов растений.

REFERENCES

1. Hulme Ph. E., Hester R. E. Biological invasions in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses, *Biodiversity under threat*, 56 (2007).
2. Galanin A. V., Belikovich A. V. Stability and dynamics of ecosystems, *Ecosystems of Siberia and the Far East*, 7 (2010).
3. Vinogradova Yu. K., Mayorov S. R., Khorun L. V. The Black book of the flora of Central Russia: Alien plant species in the ecosystems of Central Russia, 512 p. (GEOS, Moscow, 2010).
4. Abramova L. M. The expansion of alien plant species in the Southern Urals (Republic of Bashkortostan): analysis of causes and environmental threats, *Ecology*, 5, 324 (2012).
5. Mikhno V. B. Landscape features of the insularity of oak forests of the Central Russian forest-steppe, *Bulletin of the Voronezh State University. Series Geography. Geoecology*, 2, 14 (2012).
6. Tsyganov D. N. Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests, 197 p. (Nauka, Moscow, 1983).
7. Buzuk G. N., Sozinov O. V. Regression analysis in phytoindication (the case of ecological scales of DN Tsygankov), *Botany (research). Collection of Scientific Papers*, 37, 356 (2009).
8. Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and neighboring states (within the former USSR), 990 p. (Peace and Family-95, St. Petersburg, 1995).
9. Lepeshkina L. A., Grigoryevskaya A. Ya., Klevtsova M. A., Voronin A. A. Invasive dendroflora of the Central Russian forest-steppe: structural and biogeographic aspects of the study, *Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences*, 19, 5, 1524 (2014).
10. Lepeshkina L. A., Voronin A. A., Klevtsova M. A. Management Code for Invasive Alien Plant Species at Introduction Centers of the Central Chernozem Region, 57 p. (Publishing House "Scientific Book", Voronezh, 2016).
11. Lepeshkina L. A., Klevtsova M. A. Ecological and coenotic aspects of the study of the invasive component of alder forest communities, *Forestry Bulletin*, 22, 4, 117 (2018).