

## БОТАНИКА / BOTANICS

DOI: <https://doi.org/10.60797/ВЮ.2025.5.5>

## ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СПЕКТР НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Коновалова И.С.<sup>1,\*</sup>, Коновалов Д.Ю.<sup>2</sup>, Быц О.А.<sup>3</sup>, Жданов В.В.<sup>4</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-9897-3342;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0003-3729-4674;<sup>1,2,3,4</sup> Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (i.konovalova[at]narfu.ru)

**Аннотация**

Напочвенный покров лесных культур на начальных стадиях формирования древостоя является уникальным лесным биогеоценозом с определенными экологическими условиями и флористическим разнообразием.

Целью исследований является изучение флористического спектра и эколого-ценотической структуры напочвенного покрова лесных культур, расположенных на территории Каргопольского лесничества в юго-западной части Архангельской области.

По результатам исследования приведен таксономический, биоморфологический, географический, эколого-ценотический, экологический анализ ценофлоры лесных культур. Отмечено 26 семейств, 38 родов и 43 вида растений. Наиболее широко представлены семейства: *Rosaceae* (12%), *Asteraceae* (9%), *Equisetaceae* (9%), *Poaceae* (7%). Основу флоры составляют корневищные многолетники (58,3%). Географическая структура характеризуется преобладанием зональных бореальных элементов. В соответствии с экологическим анализом растительности наибольшее распространение имеют теневыносливые растения (53,5%). Экологический состав представлен в основном видами группы мезофитов (74,4%). По требовательности растений к содержанию элементов минерального и органического питания в почве доминируют группы мезотрофов и мезоолиготрофов (90,7%). Преобладают растения, произрастающие на умеренно кислых почвах (60,4%). Результаты проведенного анализа отражают разнообразие биоэкологических адаптаций растений к условиям культурфитоценозов антропогенно-природного происхождения.

**Ключевые слова:** лесные культуры, напочвенный покров, ценофлора, сосудистые растения, периодически избыточное увлажнение, активность видов, экологическая шкала.

## FLORISTIC SPECTRUM OF THE GROUND COVER OF FOREST CROPS IN ARKHANGELSK OBLAST

Research article

Konovalova I.S.<sup>1,\*</sup>, Konovalov D.Y.<sup>2</sup>, Byts O.A.<sup>3</sup>, Zhdanov V.V.<sup>4</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-9897-3342;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0003-3729-4674;<sup>1,2,3,4</sup> The Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation

\* Corresponding author (i.konovalova[at]narfu.ru)

**Abstract**

The ground cover of forest crops at the initial stages of stand formation is a unique forest biogeocoenosis with specific ecological conditions and floristic diversity.

The aim of the research is to study the floristic spectrum and ecological and coenotic structure of the ground cover of forest crops located on the territory of the Kargopolsk Forestry in the south-western part of Arkhangelsk Oblast.

According to the results of the study, taxonomic, biomorphological, geographical, ecological and coenotic analyses of forest crop coenoflora are given. There are 26 families, 38 genera and 43 species of plants. The most widely represented families are *Rosaceae* (12%), *Asteraceae* (9%), *Equisetaceae* (9%), *Poaceae* (7%). The flora is based on rhizomatous perennials (58.3%). The geographical structure is characterised by the predominance of zonal boreal elements. According to the ecological analysis of the vegetation, shade-tolerant plants (53.5%) are the most common. The ecological composition is represented mainly by species of the mesophyte group (74.4%). In terms of plant requirements to the content of mineral and organic nutrition elements in the soil, the groups of mesotrophs and mesooligotrophs dominate (90.7%). Plants growing on moderately acidic soils prevail (60.4%). The results of the analysis reflect the diversity of bioecological adaptations of plants to the conditions of cultural-phytocoenoses of anthropogenic-natural origin.

**Keywords:** forest crops, ground cover, coenoflora, vascular plants, periodic overwatering, species activity, ecological scale.

**Введение**

Изучение растительности нижних ярусов культурфитоценозов имеет большое значение в исследовании динамики лесовозобновительного процесса. Анализ флоры растительного сообщества занимает ведущее место и составляет основу ее изучения, является необходимым звеном для оценки степени антропогенного воздействия [1], [2]. При этом выявляются основные параметры, структура и закономерности формирования растительного сообщества, формулируются выводы о богатстве видов и их происхождении.

Цель исследования – изучение флористического состава и эколого-ценотической структуры напочвенного покрова лесных культур, расположенных на территории Каргопольского лесничества в юго-западной части Архангельской области.

Исследования экологической и эколого-ценотической структуры флоры лесных культур представляют большой интерес в силу уникальности подобного рода объектов, отличающихся своеобразными экологическими условиями, особенностями восстановительной сукцессии и биологическим разнообразием напочвенного покрова под влиянием антропогенного фактора.

#### Методы и принципы исследования

Основой для анализа послужил материал, собранный в полевых условиях (2023 г.) на участке лесных культур сосны и ели, созданных на территории Каргопольского лесничества Архангельской области (Двинско-Вычегодский таежный лесной район). Культуры заложены в 2001 г. в условиях временного переувлажнения почв на вейниково-таволговой вырубке 1994 г. из-под ельника черничного. Видовое разнообразие растительных сообществ изучали маршрутным методом по всей территории лесокультурной площади, охватывая всевозможные лесорастительные условия [3], [4], [5]. Заложено 48 учетных площадок размером 1,0 м<sup>2</sup>. Биоморфологический, географический, экологический и эколого-ценотический анализ флоры проведен с использованием рекомендаций по общепринятым методикам [1], [5], [7], [9].

#### Основные результаты

На исследуемой территории отмечено 26 семейств, 38 родов и 43 вида растений живого напочвенного покрова. Распределение таксонов по классам представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Систематическая структура ценофлоры лесных культур

DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2025.5.5.1>

Класс	Число видов		Число родов		Число семейств	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Отдел моховидные - <i>bryophyta</i>						
Листостебельные мхи – <i>Bryopsida</i>	6	14,0	6	15,8	5	19,0
Политриховые мхи - <i>Polytrichopsida</i>	1	2,3	1	2,6	1	4,0
Отдел папоротникообразные - <i>polypodiophyta (pteridophyta)</i>						
Папоротниковидные - <i>Polypodiopsida</i>	3	7,0	3	7,9	2	8,0
Отдел хвощеобразные - <i>equisetophyta</i>						
Хвощевидные - <i>Equisetopsida</i>	4	9,3	1	2,6	1	4,0
Отдел покрытосеменные - <i>magnoliophyta (angiospermatophyta)</i>						
Однодольные - <i>Liliopsida</i>	6	14,0	6	15,8	3	11,0
Двудольные - <i>Magnoliopsida</i>	23	53,5	21	55,3	14	54,0
Всего	43	100,0	38	100,0	26	100,0

Спектр ведущих семейств является характерным для бореальных флор. Наиболее крупные 10 семейств (*Rosaceae*, 12%; *Asteraceae*, 9%; *Equisetaceae*, 9%; *Poaceae*, 7% и др.) включают в себя 27 видов и составляют 64% флоры исследуемой территории. Этот показатель определяет степень антропогенной трансформации флоры. Для сравнения, по данным В.М. Шмидта, для флоры Каргопольского района показатель антропогенной трансформации флоры составляет 56% [1]. Показатели флористического богатства ценофлоры лесных культур отображены в таблице 2.

Таблица 2 - Флористическое богатство ценофлоры лесных культур

DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2025.5.5.2>

№ п/п	Наши данные					Данные В.М. Шмидта (2005) для флоры Каргопольского района		
	Семейство	Число				Семейство	Число видов	
		видов		родов			абс.	%
	абс.	%	абс.	%				
1	<i>Rosaceae</i>	5	12	4	11	<i>Asteraceae</i>	56	9,9
2	<i>Asteraceae</i>	4	9	4	11	<i>Poaceae</i>	51	9,0
3	<i>Equisetaceae</i>	4	9	1	3	<i>Cyperaceae</i>	49	8,7
4	<i>Poaceae</i>	3	7	3	8	<i>Rosaceae</i>	29	5,1
5	<i>Athyriaceae</i>	2	5	2	5	<i>Ranunculaceae</i>	28	5,0
6	<i>Ericaceae</i>	2	5	1	3	<i>Scrophulariaceae</i>	25	4,4
7	<i>Fabaceae</i>	2	5	2	5	<i>Caryophyllaceae</i>	22	3,9
8	<i>Hylocomiaceae</i>	2	5	2	5	<i>Brassicaceae</i>	20	3,6
9	<i>Liliaceae</i>	2	5	2	5	<i>Fabaceae</i>	19	3,4
10	<i>Apiaceae</i>	1	2	1	3	<i>Orchidaceae</i>	18	3,2
Итого	-	27	64,0	-	-	-	317	56,2

Жизненная форма – результат приспособления растения к условиям обитания, выражается в морфологических признаках. Анализ состава ценофлоры по признакам жизненных форм проведен в соответствии с классификацией И.Г. Серебрякова [10] и может быть полезным при обсуждении вопросов формирования растительных сообществ и жизненных стратегий.

По результатам исследования ценофлоры лесных культур установили, что преобладают травянистые растения (54%), кустарники и кустарнички составляют по 7,0% в общем составе флоры. Большая часть травянистых растений на исследуемой территории относится к поликарпическим многолетникам (72%).

При характеристике жизненной формы также учитывался тип корневой системы. Корневищные виды составляют 58%, из них короткокорневищные – 22%, длиннокорневищные – 36%. Классификация жизненных форм по Г.И. Серебрякову используется как индикатор экологических условий. Преобладанию корневищных многолетников способствует рыхлая, незадерненная почва с хорошей аэрацией верхних горизонтов. Широкое распространение длиннокорневищных растений говорит о достаточном или даже избыточном увлажнении местообитаний [11].

При ботанико-географическом анализе флоры выделили географические элементы флоры, то есть группы видов, сходные по своему распространению и происхождению, в соответствии с методом биогеографических координат Б.А. Юрцева [12]. Ареал распространения видов характеризуется широтной и долготной составляющей. Анализ проводится как по широтным и по долготным группам в отдельности, так и по двумерным типам ареалов [1], [13]. Ареал произрастания сосудистых видов растений представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Ареал произрастания сосудистых видов растений

DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2025.5.5.3>

Ареал произрастания	Количество видов, шт.	Доля видов, %
Бореальный циркумполярный	15	41,6
Бореальный евроазиатский	9	25,0
Бореальный евросибирский	2	5,5
Бореальный европейский	1	2,8
Бореальный еврозападносибирский	1	2,8

Ареал произрастания	Количество видов, шт.	Доля видов, %
Бореонеморальный евроазиатский	1	2,8
Бореонеморальный евросибирский	1	2,8
Бореонеморальный циркумполярный	1	2,8
Гипоарктический циркумполярный	1	2,8
Неморальный еврозападносибирский	1	2,8
Плюризональный циркумполярный	2	5,5
Циркумполярный	1	2,8
Общий итог	36	100,0

Таким образом, географическая структура ценофлоры лесных культур на данном возрастном этапе носит бореальный характер. Из широтных фракций преобладает бореальная группа (28 видов, 78%), незначительную долю составляет бореонеморальная (3 вида, 8%). Довольно велико присутствие циркумполярной долготной фракции (20 видов, 56%).

Экологический анализ исследуемой территории основан на выявлении сходных групп растений по отношению к факторам среды (увлажнение, кислотность и азотообеспеченность почвы и освещенность) и позволяет выявить растения-индикаторы, которые указывают на особенности природной среды и процессы, происходящие в ней. Распределение видов по отношению к факторам среды, представленное в таблице 4, отражает микроклиматические условия. Виды отличаются чувствительностью к влиянию факторов среды и потребностью в ресурсе.

Таблица 4 - Распределение видов растений по экологическим группам

DOI: <https://doi.org/10.60797/BIO.2025.5.5.4>

Экологическая группа	Количество видов, шт.	Доля видов, %
По отношению к освещенности		
Полутеневые	23	53,5
Растения глубокой тени	1	2,3
Преимущественно световые	13	30,2
Растения теневой освещенности	6	14,0
По отношению к почвенному увлажнению		
Гигрофит	1	2,3
Мезогигрофит	10	23,3
Мезофит	32	74,4
По отношению к почвенному богатству		
Мезоолиготроф	13	30,2
Мезозуτροφ	3	7,0
Мезотроф	26	60,5
Олиготроф	1	2,3
По отношению к почвенной кислотности		
Нейтрофильная	10	23,3
Перацидофильная	7	16,3
Субацидофильная	26	60,4
Общий итог	43	100,0

В исследуемой флоре преобладают теневыносливые растения (*Rosa acicularis* Lindl., *Vaccinium myrtillus* L. и др.; 53,5%). Следующую позицию занимают светолюбивые виды (*Fragaria vesca* L., *Rubus idaeus* L. и др.; 30,2%). В процессе роста и развития лесных культур происходит смена светового режима, что связано с увеличением высоты и полноты древесного полога. При этом происходит модификация растительного состава и большее распространение теневыносливых видов.

В экологическом спектре флоры четко прослеживается доминирование двух групп растений: мезофитов (*Solidago virgaurea* L., *Rubus saxatilis* L. и др.; 74,4%) и мезоигрофитов (*Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Equisetum sylvaticum* L. и др.; 23,3%). В целом преобладание мезофитов подчеркивает лесной характер изучаемой флоры.

В условиях временного переувлажнения почв в напочвенном покрове лесных культур создается исключительно благоприятная обстановка для роста мезотрофных видов (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim и др.; 60,5%), которые произрастают в основном на почвах со средним содержанием азота. Дополнительно можно отметить мезоолиготрофные виды, растения бедных азотом почв, отличающиеся широким распространением (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt., *Trientalis europaea* L.; 30,2%).

Преобладает группа мезотрофов, которые произрастают в основном на почвах со средним содержанием азота, группа мезоолиготрофов – в основном на бедных почвах. На долю мезотрофов и мезоолиготрофов приходится 90,7% от видового состава. Остальные растения имеют небольшое распространение: доля олиготрофов (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и мезозутофов (*Geranium sylvaticum* L. и др.) менее 10%. Это связано с тем, что в результате промывного водного режима и разрушающего действия кислот из верхних горизонтов почвы удаляются легкорастворимые соединения, в результате почва обедняется зольными элементами. Доля растений, предпочитающих кислые почвы (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim и др.), составляет 60,4% от общего количества видов ценофлоры.

При анализе ценофлоры какой-либо местности стоит учитывать две тесно связанные между собой характеристики, а именно экологическую и ценологическую составляющую [2]. Под эколого-ценотической группой понимаем совокупность видов растений, схожих по месту обитания и по отношению к экологическим факторам [14]. Эколого-ценотические группы растений приведены по классификации О.В. Смирновой, Л.Г. Ханиной, В.Э. Смирнова [15].

В исследуемой флоре господствует бореальная внутрлесная группа (31%), образованная видами растений сомкнутых темнохвойных лесов. Промежуточное положение занимает неморальная внутрлесная группа (17%). Нитрофильная (ольшаниковая) опушечная группа, а также водно-болотная группа, объединяющая прибрежно-водные и внутриводные виды, занимают небольшую долю в ценозе (по 11%). Таким образом, по ценотической приуроченности абсолютное большинство видов являются лесными.

### Заключение

В результате проведенных исследований определен семейственно-видовой состав ценофлоры лесных культур, а также приведена характеристика растений по отношению к основным факторам среды. Напочвенный покров лесных культур сформирован в основном видами, типичными для местообитаний с влажными и сырыми, бедными азотом почвами с повышенной кислотностью.

Таким образом, в фазе чащи лесных культур формируются структурные образования лесных теневыносливых многолетников, что позволяет сделать вывод о направленном восстановлении исходного нижнего яруса лесного фитоценоза.

### 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. Шмидт В.М. Флора Архангельской области / В.М. Шмидт. — Спб.: С.-Петербург.ун-т, 2005. — 346 с.
2. Гнатюк Е.П. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубок Карелии) / Е.П. Гнатюк, А.М. Крышень. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. — 68 с.
3. Миркин Б.М. Краткий энциклопедический словарь науки о растительности / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. — Уфа: Гилем; Башк. энцикл., 2014. — 288 с.
4. Миркин Б.М. Введение в современную науку о растительности / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. — М.: ГЕОС, 2017. — 280 с.
5. Ярошенко П.Д. Геоботаника / П.Д. Ярошенко. — М.: Просвещение, 1969. — 200 с.
6. Гнатюк Е.П. Методы сбора и анализа флористических данных / Е.П. Гнатюк, Г.С. Антипина // Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова. — Петрозаводск, 2001. — С. 126–146.
7. Методология исследований лесных экосистем: методическое пособие. — Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2018. — 132 с. — EDN: ERXLTG.
8. Дегтева С.В. Эколого-ценотические группы сосудистых растений в фитоценозах ландшафтов бассейна верхней и средней Печоры / С.В. Дегтева, А.Б. Новаковский. — Екатеринбург: УРОРАН, 2011. — 196 с.
9. Шаповалова А.А. Экология растений: учеб.-метод. пособие / А.А. Шаповалова. — Саратов, 2015. — 80 с.
10. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / И.Г. Серебряков // Полевая геоботаника. — 1964. — Т. 3. — С. 146–205.
11. Жукова Л.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова [и др.]; под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой; Мар. гос. ун-т. — Йошкар-Ола, 2010. — 368 с.

12. Юрцев Б.А. Флора Сунтар-Хаята: Проблемы истории высокогорных ландшафтов Северо-Востока Сибири / Б.А. Юрцев, В.В. Петровский. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. — 235 с.
13. Овеснов С.А. Биоразнообразие и экология высших растений: учеб. пособие по учебной практике / С.А. Овеснов, Е.Г. Ефимик; Перм. гос. ун-т. — Пермь, 2009. — 129 с.
14. Чижикова Н.А. Пространственные взаимоотношения эколого-ценотических групп в зональных условиях хвойно-широколиственных лесов / Н.А. Чижикова, Т.И. Назарова, Т.В. Рогова [и др.] // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Естественные науки. — 2008. — Т. 150. — № 1. — С. 133–146.
15. Смирнова О.В. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы / О.В. Смирнова, Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. — М.: Наука. 2004. — С. 165–175.

### **Список литературы на английском языке / References in English**

1. Shmidt V.M. Flora Arhangel'skoj oblasti [Flora of Arkhangelsk Oblast] / V.M. Shmidt. — Spb.: St.-Peterb. University, 2005. — 346 p. [in Russian]
2. Gnatjuk E.P. Metody issledovaniya cenoflor (na primere rastitel'nyh soobshhestv vyrubok Karelii) [Methods of cenoflora research (on the example of plant communities of clearcuts in Karelia)] / E.P. Gnatjuk, A.M. Kryshen'. — Petrozavodsk: KarSC RAS, 2005. — 68 p. [in Russian]
3. Mirkin B.M. Kratkij jenciklopedicheskiy slovar' nauki o rastitel'nosti [Concise encyclopaedic dictionary of vegetation science] / B.M. Mirkin, L.G. Naumova. — Ufa: Gilem; Bashk. Encyclopaedia, 2014. — 288 p. [in Russian]
4. Mirkin B.M. Vvedenie v sovremennuju nauku o rastitel'nosti [Introduction to modern vegetation science] / B.M. Mirkin, L.G. Naumova. — M.: GEOS, 2017. — 280 p. [in Russian]
5. Jaroshenko P.D. Geobotanika [Geobotany] / P.D. Jaroshenko. — M.: Prosveshhenie, 1969. — 200 p. [in Russian]
6. Gnatjuk E.P. Metody sbora i analiza floristicheskikh dannyh [Methods of collection and analysis of floristic data] / E.P. Gnatjuk, G.S. Antipina // Metody polevyh i laboratornyh issledovaniy rastenij i rastitel'nogo pokrova [Methods of field and laboratory studies of plants and vegetation cover]. — Petrozavodsk, 2001. — P. 126–146. [in Russian]
7. Metodologija issledovaniy lesnyh jekosistem: metodicheskoe posobie [Methodology of forest ecosystems research: methodological manual]. — Vologda-Molochnoe: Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, 2018. — 132 p. — EDN: ERXLTG. [in Russian]
8. Degteva S.V. Jekologo-cenoticheskie gruppy sosudistyh rastenij v fitocenzah landshaftov bassejna verhnjej i srednej Pechory [Ecological and cenotic groups of vascular plants in phytocenoses of landscapes in the upper and middle Pechora basin] / S.V. Degteva, A.B. Novakovskij. — Yekaterinburg: UrBRAS, 2011. — 196 p. [in Russian]
9. Shapovalova A.A. Jekologija rastenij: ucheb.-metod. posobie [Ecology of plants: textbook] / A.A. Shapovalova. — Saratov, 2015. — 80 p. [in Russian]
10. Serebrjakov I.G. Zhiznennye formy vysshih rastenij i ih izuchenie [Life forms of higher plants and their study] / I.G. Serebrjakov // Polevaja geobotanika [Field Geobotany]. — 1964. — Vol. 3. — P. 146–205. [in Russian]
11. Zhukova L.A. Jekologicheskie shkaly i metody analiza jekologicheskogo raznoobrazija rastenij: monografija [Ecological scales and methods for analysing the ecological diversity of plants: a monograph] / L.A. Zhukova, Ju.A. Dorogova, N.V. Turmuhametova [et al.]; under gen. ed. of Prof. L.A. Zhukova; Mar. State Univ. — Yoshkar-Ola, 2010. — 368 p. [in Russian]
12. Jurcev B.A. Flora Suntar-Hajata: Problemy istorii vysokogornyh landshaftov Severo-Vostoka Sibiri [Flora of Suntar-Khayat: Problems of the history of high-mountain landscapes of the North-East of Siberia] / B.A. Jurcev, V.V. Petrovskij. — L.: Nauka. Leningr. branch, 1968. — 235 p. [in Russian]
13. Ovesnov S.A. Bioraznoobrazie i jekologija vysshih rastenij: ucheb. posobie po uchebnoj praktike [Biodiversity and ecology of higher plants: textbook for training practice] / S.A. Ovesnov, E.G. Efimik; Perm State University — Perm, 2009. — 129 p. [in Russian]
14. Chizhikova N.A. Prostranstvennye vzaimootnosheniya jekologo-cenoticheskikh grupp v zonal'nyh uslovijah hvojno-shirokolistvennyh lesov [Spatial relationships of ecological and cenotic groups in zonal conditions of coniferous-broadleaved forests] / N.A. Chizhikova, T.I. Nazarova, T.V. Rogova [et al.] // Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki [Scientific Notes of Kazan State University. Series: Natural Sciences]. — 2008. — Vol. 150. — № 1. — P. 133–146. [in Russian]
15. Smirnova O.V. Jekologo-cenoticheskie gruppy v rastitel'nom pokrove lesnogo pojasa Vostochnoj Evropy [Ecological and cenotic groups in the vegetation cover of the forest belt of Eastern Europe] / O.V. Smirnova, L.G. Hanina, V.Je. Smirnov // Vostochnoevropejskie lesa: istorija v golocene i sovremennost' [East European forests: history in the Holocene and modernity]. — M.: Nauka. 2004. — P. 165–175. [in Russian]