

ЛЕСНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЛЕСОВОДСТВО

FOREST ECOLOGY AND SILVICULTURE

УДК 630*385:574.4:502.4

А. Ю. Комар

Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купрэвича Национальной академии наук Беларуси

ГЕАБАТАНИЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХВАЁВЫХ БАЛОТНЫХ ФІТАЦЭНОЗАЎ ЗАКАЗНИКА «НАЛІБОЦКІ» ВА ЁМОВАХ ДЭГРАДАЦЫІ АСУШАЛЬНЫХ СІСТЭМ

Сучасны склад і структура лясной расліннасці заказніка «Налібоцкі» знаходзіцца пад моцным уплывам асушальных каналаў. Як вынік такога ўплыву узнікаюць цяжжасці пры вызначэнні тыпаў лесу, асабліва хваёвых лясоў.

Фларыстычны склад і структура забалочаных лясоў залежыць ад ступені асушэння і глыбіні залягання тарфяной паклады. На дадзенай тэрыторыі сярод лясоў фармацыі *Pinus sylvestris* вылучаны пяць тыпаў фітацэнозаў для якіх прыведзена дакладная геабатанічная характарыстыка.

Прыведзены на аснове фларыстычнай класіфікацыі Й. Браун-Бланке аналіз паказаў, што ў залежнасці ад ступені асушэння, глыбіні залягання тарфяной паклады і падлеглай пароды ў хвойніках на асушаных балотах вылучаны пяць груп фітацэнозаў (фітацэнонаў). Першая група – хмызнячкова-сфагнавых хвойнікаў, другая – чарнічна-багуновых хвойнікаў, трэцяя – папарацева-доўгаімховых хвойнікаў, чацвёртая – малініева-чарнічных хвойнікаў, пятая – малініева-сфагнава-чарнічных хвойнікаў. Для кожнай групы дадзена падрабязная геабатанічная характарыстыка.

Ключавыя словы: гідралесамеліярацыя, балотныя хвойнікі, фларыстычная класіфікацыя, фітацэнон, сукцэсія, заказнік «Налібоцкі».

Для цытавання: Комар А. Ю. Геабатанічная характарыстыка хваёвых балотных фітацэнозаў заказніка «Налібоцкі» ва ўмовах дэградацыі асушальных сістэм // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 2 (258). С. 27–36.

A. Yu. Komar

V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus

GEOBATANICAL CHARACTERISTICS OF PINE PHYTOCENOSES ON RAISED BOGS OF THE NALIBOKSKY NATURE RESERVE IN CONDITIONS OF DEGRADATION OF DRAINAGE SYSTEMS

The modern composition and structure of the forest vegetation of the Naliboksky Nature Reserve is strongly influenced by drainage channels. As a result of this influence, difficulties arise in determining the types of forests, especially pine forests.

The floral composition and structure of wetlands depends on the degree of drainage and depth of peat deposits. In this territory, among the forests of the *Pinus sylvestris* formation, five types of phytocenoses have been identified for which an accurate geobotonic characteristic is given.

The analysis carried out on the basis of the floristic classification of Y. Brown-Blanke showed that, depending on the degree of drainage, the depth of the peat deposit and the underlying rock in the drained pine divide, five groups of phytocenoses (phytocenones) were identified. The first group is shrubby-sphagnum pine forests, the second group is blueberry-ledum pine forests. The third is fern-long-moss pine forests. The fourth – raspberry-blueberry pine forests, the fifth-raspberry-sphagnum-blueberry pine forests. A detailed geobotanical characteristic is given for each group.

Key words: drainage of forest land, bog pine forests, floristic classification, phytocenone, succession, Naliboksky Nature Reserve.

For citation: Komar A. Yu. Geobotanical characteristics of pine phytocenoses on raised bogs of the Naliboksky nature reserve in conditions of degradation of drainage systems. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2022, no. 2 (258), pp. 27–36 (In Belarusian).

Уводзіны. Хваёвыя лясы на верхавых балотах з'яўляюцца важным кампанентам балотных экасістэм. Тут маюць месца рэдкія і ўнікальныя віды як фаўны, так і флоры. Паводле спісу рэдкіх і тыповых біятопаў [1], балотныя хвойнікі адносяцца да катэгорыі bog woodland – 91D0 (у адпаведнасці з ЕЕС Habitats Directive [2]). Захаванне балот прадугледжана Нацыянальнай стратэгіяй і Планам дзеянняў па захаванні і ўстойліваму выкарыстанню біялагічнай разнастайнасці [3].

Самая густая сетка з лясных асушальных каналаў на тэрыторыі Беларусі была пракладзена ў 60–70-я гг. XX ст. на тэрыторыі заказніка «Налібоцкі».

Паколькі гэты час характарызаваўся паніжэннем сярэднегадавой колькасці ападкаў [4], то на кліматычнае асушэнне наклалася гідралесамеліярацыя, што садзейнічала пераасушэнню лясоў [5].

Пасля распаду СССР у Беларусі фактычна прыпыніліся як даследаванні эфектыўнасці лесаасушэння і яго наступстваў [6], так і сам догляд і рэканструкцыя гідралесамеліярацыйных сістэм, што было абумоўлена галоўным чынам эканамічнымі фактарамі [7]. На момант даследавання (2021 г.) меліярацыйныя каналы зараслі балотным разнатраўем, пакрыліся гідрафільнымі (пераважна сфагnavымі) імхамі і ў значнай ступені страцілі функцыянальнае значэнне [8].

Значны ўклад у развіццё балотазнаўства і класіфікацыі расліннасці з выкарыстаннем школы Браун-Бланке ў Беларусі на сучасным этапе зрабілі Н. А. Зелянкевіч, Дз. Г. Грумо, А. В. Соцінаў, Р. У. Цвірко [9–12]. Тым не менш застаюцца не да канца вывучанымі пытанні класіфікацыі меліярацыйна-вытворных асацыяцый балотных хваёвых лясоў.

Асноўная частка. Вывучэнне расліннага покрыва меліяраваных хвойнікаў праведзена маршрутна-дэтальным спосабам і стацыянарна.

Палявыя і камеральныя даследаванні выкананы ў адпаведнасці з агульнапрынятымі ў геабатаніцы, лесазнаўстве, фларыстыцы, глебазнаўстве і матэматычнай статыстыцы метадамі [13–19].

Геабатанічныя апісанні выконваліся ў межах асушальнай сеткі не далей за 50 м ад канала. Як паказваюць даследаванні [20], менавіта на такую адлегласць на верхавых балотах прыходзіцца асноўны ўплыў канала. У найбольш характэрных фітацэнозах адбіраліся ўзоры торфу для аналізу яго асноўных паказчыкаў. Назву раслінаў удакладнялі па зборніках [21, 22].

У камеральных умовах таблічна апрацаваны геабатанічныя апісанні. Для гэтага выкарыстоўвалася праграма Juice [23]. Кластэрны аналіз для першаснага сартавання апісанняў і выдзялення груп

супольніцтваў (фітацэнозаў) выконваўся на платформе TWINSpan [24, 25].

Наступным крокам была выбаркоўка апісанняў у межах кожнай групы (кластараў). Далей праводзіўся аналіз з вылучэннем дыягнастычных (D), канстантных (C), дамінантных (Dm) відаў і складаннем характарызавальных і сінатэтычных табліц.

З усіх папулярных індэксаў разнастайнасці выкарыстоўваўся індэкс відавога багацця (S). Для размежавання вылучаных фітацэнозаў па відавой разнастайнасці разлічваліся індэкс Шэнана H , паказчыкі відавой разнастайнасці: α_1 – агульная колькасць відаў сінтаксона; α_2 – сінтэтычная разнастайнасць (сярэдняя колькасць відаў у апісанні); α_3 – адносна сінтэтычная разнастайнасць ($\alpha_{\max} - \alpha_{\min} / \alpha_2$); β_w – індэкс β -разнастайнасці Уіттэкера; \min/\max – мінімальны/максімальны значэнні, якія разлічваліся па дапаможніку [26].

Фітаіндыкацыйны аналіз праведзены з выкарыстаннем шкал Эленберга [14], і на іх аснове зроблена ардынацыя расліннасці метадам галоўных кампанент (PCA).

Згодна з фларыстычнай класіфікацыяй хваёвыя лясы на верхавым балоце адносяцца да двух асацыяцый [10]:

1) *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* (de Kleist, 1929) класа *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al., 1939;

2) *Sphagno-Pinetum sylvestris* (Kobendza, 1930) Navratilova in Chytry (ed.) 2011 класа з *Oxycocco-Sphagnetetea* Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff et al., 1946.

У ходзе палявых даследаванняў выявілася, што фактычна на тэрыторыі заказніка «Налібоцкі» амаль не засталася хвойнікаў сфагnavых, прыналежных да асацыяцыі *Sphagno-Pinetum sylvestris*, якія фіксаваліся лесаўпарадкаваннем 1970–80-х гг., таму аналіз праводзіўся для асацыяцыі *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* (Kleist, 1929) класа *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al., 1939, якім згодна з дамінантнай класіфікацыяй адпавядаюць хвойнікі багуновыя [27]. У межах гэтай асацыяцыі выкарыстоўваючы кластарны аналіз было выдзелена 5 фітацэнозаў (табл. 1, рыс. 1).

Працоўная назва групы давалася па дамінантны відаў.

1. **Група хмыхнячкова-сфагnavых хвойнікаў** (на рыс. 1 адпавядае калонцы 1) – слабапарушаны хвойнік багуновы IV–V класаў банітэту. Сярэдняя глыбіня торфу 1,6 м.

У наглебавым покрыве тут дамінуе *Ledum palustre*, значную плошчу займаюць *Vaccinium uliginosum*, характэрнай рысай дадзенага фітацэнона з'яўляецца наяўнасць *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia* і *Polytrichum strictum* (рыс. 2).

Таблиця 1

Характеристика вилучених фітаценоз

Група фітаценозу	Кількість апісань, шт.	Кількість видів	Індекс Шенана	Торф, м	Баніт	Діягностичні види	Канстантні види	Домінантні види
1. Хмизнячкова-сфагновья хвойні	6	27	2,827	1,6	IV–V	<i>Oxycoccus palustris</i> (75,1), <i>Andromeda polifolia</i> (61,7), <i>Eriophorum vaginatum</i> (49,3), <i>Vaccinium uliginosum</i> (45,3), <i>Ledum palustre</i> (44,1), <i>Polytrichum strictum</i> (85,7)	<i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Pleurozium schreberi</i> (83), <i>Dicranum polysetum</i> (83), <i>Betula pubescens</i> (67), <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (50)	<i>Vaccinium uliginosum</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Ledum palustre</i> (100), <i>Eriophorum vaginatum</i> (100), <i>Oxycoccus palustris</i> (83), <i>Polytrichum strictum</i> (67)
2. Чарнічна-багновья хвойні	17	45	3,013	1,2	IV–III	<i>Vaccinium uliginosum</i> (45,3), <i>Ledum palustre</i> (44,1), <i>Andromeda polifolia</i> (43,6), <i>Eriophorum vaginatum</i> (43,4)	<i>Vaccinium myrtillus</i> (100), <i>Pleurozium schreberi</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Picea abies</i> (94), <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (82), <i>Hylocomium splendens</i> (67)	<i>Pleurozium schreberi</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Vaccinium myrtillus</i> (94), <i>Ledum palustre</i> (94), <i>Vaccinium uliginosum</i> (65)
3. Паларцева-доўгаімовья хвойні	9	58	3,333	0,7	III–II	<i>Oxalis acetosella</i> (79,2), <i>Lycopodium annotinum</i> (78,2), <i>Rubus idaeus</i> (77,6), <i>Circaea alpina</i> (66,7), <i>Dryopteris carthusiana</i> (60,9), <i>Trisetum europaeum</i> (58,9)	<i>Vaccinium myrtillus</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Pleurozium schreberi</i> (88), <i>Dicranum polysetum</i> (75), <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (62), <i>Betula pubescens</i> (62), <i>Picea abies</i> (50)	<i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Pleurozium schreberi</i> (88), <i>Vaccinium myrtillus</i> (75), <i>Picea abies</i> (75), <i>Dryopteris carthusiana</i> (50), <i>Rubus idaeus</i> (38)
4. Малінева-чарнічна хвойні	29	64	3,210	0,4	II–I	<i>Sphagnum girgensohnii</i> (48,3), <i>Molinia caurelea</i> (47,0), <i>Carex nigra</i> (45,0)	<i>Vaccinium myrtillus</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Pleurozium schreberi</i> (93), <i>Dicranum polysetum</i> (90), <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (86), <i>Betula pubescens</i> (90), <i>Picea abies</i> (86), <i>Frangula alnus</i> (79), <i>Ledum palustre</i> (69), <i>Hylocomium splendens</i> (69)	<i>Vaccinium myrtillus</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Pleurozium schreberi</i> (90), <i>Picea abies</i> (45), <i>Hylocomium splendens</i> (45), <i>Molinia caurelea</i> (41)
5. Малінева-сфарнава-чарнічна хвойні	10	36	2,985	0,2	I–Ia	<i>Molinia caurelea</i> (50,9), <i>Rhytidadelphus triquetrus</i> (36,2), <i>Betula pendula</i> (36,2), <i>Picea abies</i> (34,7)	<i>Vaccinium myrtillus</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (90), <i>Pleurozium schreberi</i> (90), <i>Dicranum polysetum</i> (70), <i>Sorbus aucuparia</i> (70)	<i>Vaccinium myrtillus</i> (100), <i>Pinus sylvestris</i> (100), <i>Pleurozium schreberi</i> (90), <i>Picea abies</i> (90), <i>Molinia caurelea</i> (60), <i>Hylocomium splendens</i> (60)

Synoptic table with categorical frequency and standardised fidelity index (phi coefficient)

Number of releves:	6	16	11	26	10	
releves 69						
Species 90	1	2	3	4	5	
<i>Andromeda polifolia</i>	6 6	V 60.4	V 41.3	I ---	I ---	. ---
<i>Vaccinium uliginosum</i>	6 6	V 40.3	V 40.3	III ---	III ---	. ---
<i>Ledum palustre</i>	6 6	V 40.8	V 40.8	II ---	IV 13.3	. ---
<i>Oxycoccus palustris</i>	6 6	V 75.4	III 14.3	I ---	. ---	. ---
<i>Polytrichum strictum</i>	9 9	V 83.6	I ---	I ---	I ---	. ---
<i>Sphagnum magellanicum</i>	9 9	V 66.3	II 6.6	I ---	I ---	. ---
<i>Sphagnum angustifolium</i>	9 9	V 83.2	II ---	. ---	I ---	. ---
<i>Sphagnum fallax</i>	9 9	V 89.4	. ---	. ---	. ---	. ---
<i>Eriophorum vaginatum</i>	6 6	V 46.2	V 39.9	III ---	II ---	. ---
<i>Dicranum scoparium</i>	9 9	. ---	II 51.6	. ---	. ---	. ---
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6 6	III ---	V 16.7	V 16.7	V 16.7	V 16.7
<i>Melampyrum pratense</i>	6 6	. ---	II 31.4	. ---	I ---	II 20.9
<i>Phragmites australis</i>	6 6	. ---	. ---	III 10.0	. ---	. ---
<i>Polytrichum commune</i>	9 9	. ---	I ---	IV 39.9	II ---	II 2.4
<i>Rubus idaeus</i>	5 5	. ---	I ---	III 62.0	I ---	. ---
<i>Lycopodium annotinum</i>	6 6	. ---	. ---	IV 68.1	II 5.0	. ---
<i>Dryopteris carthusiana</i>	6 6	. ---	I ---	V 54.8	IV 24.5	II ---
<i>Lysimachia vulgaris</i>	6 6	. ---	. ---	I 27.2	. ---	. ---
<i>Circaea alpina</i>	6 6	. ---	. ---	II 48.0	. ---	. ---
<i>Oxalis acetosella</i>	6 6	. ---	. ---	III 56.5	I ---	. ---
<i>Moehringia trinervia</i>	6 6	. ---	I 13.3	I 25.1	. ---	. ---
<i>Naumburgia thyrsoflora</i>	6 6	. ---	. ---	I 27.2	. ---	. ---
<i>Dryopteris expansa</i>	6 6	. ---	. ---	I 27.2	. ---	. ---
<i>Milium effusum</i>	6 6	. ---	. ---	I 38.9	. ---	. ---
<i>Trientalis europaea</i>	6 6	. ---	. ---	IV 40.2	II 7.8	II 13.8
<i>Molinia caerulea</i>	6 6	. ---	I ---	II ---	V 49.6	V 47.3
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	9 9	. ---	. ---	. ---	II ---	. ---
<i>Salix cinerea</i>	5 5	. ---	. ---	I 9.7	I 24.3	. ---
<i>Carex nigra</i>	6 6	. ---	. ---	I 5.4	II 33.9	. ---
<i>Pteridium aquilinum</i>	6 6	. ---	. ---	. ---	II ---	II 27.3

Рис. 1. Кластерны анализ для першага сартавання апісанняў і выдзялення груп фітацэнозаў (фітацэнонаў) на платформе TWINSpan (слупок адпавядае групе фітацэнозаў)

Дыягнастычныя віды (%): *Oxycoccus palustris* (75,1), *Andromeda polifolia* (61,7), *Eriophorum vaginatum* (49,3), *Vaccinium uliginosum* (45,3), *Ledum palustre* (44,1), *Polytrichum strictum* (85,7).



Рис. 2. Прыклад хмызнякова-сфагновых хвойнікаў

Канстантныя віды (%): *Pinus sylvestris* (100), *Pleurozium schreberi* (83), *Dicranum polysetum* (83), *Betula pubescens* (67), *Vaccinium vitis-idaea* (50), *Vaccinium myrtillus* (50).

Дамінантныя віды (%): *Vaccinium uliginosum* (100), *Pinus sylvestris* (100), *Ledum palustre* (100), *Eriophorum vaginatum* (100), *Oxycoccus palustris* (83), *Polytrichum strictum* (67).

2. Група чарнічна-багуновых хвойнікаў (рис. 1, калонка 2) – у значнай ступені меліяраваны

хвойнік багуновы IV–III класа банітэту з дамінаваннем *Vaccinium myrtillus*. З'яўляецца першай стадыяй постмеліярацыйнай сукцэсіі багуновых хвойнікаў. Сярэдняя глыбіня торфу 1,2 м (рис. 3).

У наглебавым покрыве дамінавальнае становішча займаюць чарніцы (да 5 балаў па Браўн-Бланке), сустракаецца *Melampyrum pratense*, назіраецца прысутнасць узнаўлення елкі.



Рис. 3. Прыклад чарнічна-багуновых хвойнікаў

Дыягнастычныя віды: *Vaccinium uliginosum* (45,3), *Ledum palustre* (44,1), *Andromeda polifolia* (43,6), *Eriophorum vaginatum* (43,4).

Канстантныя віды (%): *Vaccinium myrtillus* (100), *Pleurozium schreberi* (100), *Pinus sylvestris* (100), *Picea abies* (94), *Vaccinium vitis-idaea* (82), *Hylocomium splendens* (67), *Calluna vulgaris* (47).

Дамінантныя віды (%): *Pleurozium schreberi* (100), *Pinus sylvestris* (100), *Vaccinium myrtillus* (94), *Ledum palustre* (94), *Vaccinium uliginosum* (65).

3. **Група папарацева-доўгаімховых хвойнікаў** па відавым складзе падобная да хвойнікаў прыручаёва-травяных (рыс. 1, калонка 3) – сукцэсія да ельніка, пра што сведчыць наяўнасць другога яруса елкі і яе інтэнсіўнае натуральнае ўзнаўленне, а таксама з'яўленне ў наглебавым покрыве *Lysimachia vulgaris*, *Rubus idaeus*, *Lycopodium annotinum*, *Moehringia trinervia*, *Oxalis acetosella*, *Pteridium aquilinum*. Зрэдку сустракаецца на мінеральных, часцей на тарфяных глебах. Сярэдняя глыбіня торфу 0,7 м, максімальная – 1,3 м.

Дадзеныя лясы фарміруюцца ў мезатрофных умовах на торфах, якія падцілаюцца супескамі і суглінкамі, таму і назіраецца сукцэсія да ельніка чарнічнага (рыс. 4).



Рыс. 4. Прыклад папарацева-доўгаімховых хвойнікаў

4. **Група малініева-чарнічных хвойнікаў** часта з другім ярусам елкі (рыс. 1, калонка 4) – на мінеральных або слабаатарфаваных глебах. Сярэдняя глыбіня торфу – 0,4 м, максімальная – 0,8 м. Перадапошняя стадыя ў сукцэсіі лясоў да чарнічнага тыпу (рыс. 5).

Дыягнастычныя віды (%): *Sphagnum girgensohnii* (48,3), *Molinia caurelea* (47,0), *Carex nigra* (45,0).

Канстантныя віды (%): *Vaccinium myrtillus* (100), *Pinus sylvestris* (100), *Pleurozium schreberi* (93), *Dicranum polysetum* (90), *Vaccinium vitis-idaea* (86), *Betula pubescens* (90), *Picea abies* (86), *Frangula alnus* (79), *Ledum palustre* (69), *Hylocomium splendens* (69), *Vaccinium uliginosum* (62).

Дамінантныя віды (%): *Vaccinium myrtillus* (100), *Pinus sylvestris* (100), *Pleurozium schreberi* (90), *Picea abies* (45), *Hylocomium splendens* (45), *Molinia caurelea* (41).



Рыс. 5. Прыклад малініева-чарнічных хвойнікаў

5. **Група малініева-сфагнава-чарнічных хвойнікаў** адрозніваецца ад чацвёртай групы адсутнасцю балотных відаў, такіх як багун, дурніцы, падвей. Дрэвастан пятай групы больш прадукцыйны (рыс. 1, калонка 5) – на мінеральных або слабаатарфаваных глебах. Глыбіня торфу – да 0,2 м. Апошняя стадыя сукцэсіі меліяраваных балотных лясоў (рыс. 6).



Рыс. 6. Прыклад малініева-сфагнава-чарнічных хвойнікаў

Дыягнастычныя віды (%): *Molinia caurelea* (50,9), *Rhytidadelphus triquetrus* (36,2), *Betula pendula* (36,2), *Picea abies* (34,7), *Frangula alnus* (34,7).

Канстантныя віды (%): *Vaccinium myrtillus* (100), *Pinus sylvestris* (100), *Vaccinium vitis-idaea* (90), *Pleurozium schreberi* (90), *Dicranum polysetum* (70), *Sorbus aucuparia* (70), *Betula pubescens* (50), *Picea abies* (50), *Trientalis europaea* (40).

Дамінантныя віды (%): *Vaccinium myrtillus* (100), *Pinus sylvestris* (100), *Pleurozium schreberi* (90), *Picea abies* (90), *Molinia caurelea* (60), *Hylocomium splendens* (60), *Picea abies* (50).

Паказчыкі відавой разнастайнасці пададзены ў табл. 2.

Так, самы нізкі індэкс Шэнана (2,827) назіраецца ў першым фітаэноне, які адпавядае малапарушаным алігатрофным хвойнікам. Далей пры большай антрапагеннай трансфармацыі супольніцтваў відавое багацце расце. Самы высокі індэкс (3,333) характэрны для трэцяга фітаэнона (табл. 2, 3).

Табліца 2

Параўнанне відавой разнастайнасці груп фітаэнозаў па індэксу Шэнана

Групы	Лік ступеняў свабоды, d_f	Крытэрыі Ст'юдэнта, t_p	$t_{0,05}$
1–2	413	–2,520	1,9659
1–3	425	–5,880	1,9659
1–4	356	–5,510	1,9679
1–5	407	–2,600	1,9659

Статыстычная ацэнка дакладнасці розніцы відавой разнастайнасці паказала, што пры давяральной верагоднасці $p = 0,05$ ёсць розніца відавой разнастайнасці $t_p > t_{0,05}$ паміж першым (найменш парушаным супольніцтвам) і чатырма астатнімі фітаэнонамі рознай стадыі трансфармацыі.

Фітаіндыкацыйныя шкалы Х. Эленберга выступаюць у якасці экалагічнай ацэнкі месцапражыванняў сінтаксонаў. Разлічваліся ў праграме Juice (табл. 3).

Згодна са шкалай *light*, асветленасць паніжаецца ад першага да пятага фітаэнона. Асабліва істотна ніжэйшы паказчык характэрны для трэцяга фітаэнона з-за з'яўлення другога яруса елкі і яе ўзнаўлення. Шкала ўвільгатнення (*moisture*), як і шкала кісліннасці (*soil reaction*), таксама адлюстроўваюць падобную тэндэнцыю – паніжэнне ад першага да пятага фітаэнона, што характарызуе большую трансфармаванасць у выніку асушэння. Шкала багацця (*nutrients*) паказвае павелічэнне ўрадлівасці глебы ад першага да пятага фітаэнона, пры гэтым значэнне трэцяга фітаэнона рэзка адрозніваецца ў бок большай ўрадлівасці.

Ардынацыя паказала, што фітаэноны 1, 2, 4 і 5 – алігатрофная расліннасць, і яны адрозніваюцца па восі ўвільгатнення.

Пры гэтым расліннасць фітаэнонаў 4 і 5 падобная, хоць і назіраецца розніца ў глыбіні тарфяной паклады (сярэдня 0,4 і менш за 0,2 адпаведна). Фітаэнон 3 адносіцца да мезатрофных умоў, што адлюстроўвае вось багацця. Сярэдняя глыбіня торфу дадзенага фітаэнона складае 0,7 м, значыць, торфы падцілаюцца ў дадзеных умовах або пераходнымі або багатымі суглінкамі, што дае падставу прапанаваць гіпотэзу дынамікі расліннасці на верхавым торфе, які падцілаецца больш багатай пародай (суглінкам, або пераходным торфам).

Для графічнага прадстаўлення галоўных экалагічных фактараў, якія вызначаюць сінтаксанамічную структуру, быў выкарыстаны метагалоўных кампанент (РСА) (рыс. 7).

Найбольш высокімі значэннямі сінтэтычнай α -разнастайнасці (сярэдня колькасць відаў у апісанні) і індэкса Шэнана (выраўнаванасць багацця відаў у супольнасцях) адрозніваюцца цэнафлоры трэцяга фітаэнона – хвойнікі папарацева-доўгаімховыя.

Разам з тым адносна невысокі паказчык β -разнастайнасці Уітэкера паказвае на высокае падабенства цэнафлор супольніцтваў (табл. 4).

Найменшая адносная сінтэтычная разнастайнасць характэрна для першага фітаэнона – хвойнікаў хмызнячкова-сфагнавых і адпавядае малапарушаным хвойнікам багуновым.

Яксны аналіз адрозненняў відавога складу вылучаных фітаэнонаў зроблены на падставе спектра цэнатычных груп – груп відаў, якія аб'яднаныя па іх падабенстве да асноўных тыпаў расліннасці канкрэтнага рэгіёна [28] з выкарыстаннем табліц для сасудзістых раслін і мохападобных Маскоўскай вобласці. У самым агульным выглядзе адрозніваюць лясныя, балотныя, водныя і пустазельна-рудэральныя групы. Суадносіны гэтых груп (спектр цэнатычных груп) дазваляюць вызначыць дынамічны стан канкрэтнага супольніцтва і (або) антрапагенную парушанасць [29].

Табліца 3

Паказчыкі фітаіндыкацыі для выдзеленых груп фітаэнозаў па Эленбергу

Групы фітаэнозаў	Асветленасць, L	Тэмпература, T	Кантынентальнасць, C	Вільготнасць, M	Кісліннасць, SR	Багацце, N
1. Хмызнячкова-сфагнавыя хвойнікі	6,95	3,45	5,64	6,94	1,82	2,00
2. Чарнічна-багуновыя хвойнікі	6,37	3,68	5,51	6,51	2,52	2,44
3. Папарацева-доўгаімховыя хвойнікі	5,50	4,20	5,02	5,89	3,65	3,97
4. Малініева-чарнічныя хвойнікі	6,00	3,75	5,32	6,01	3,04	3,00
5. Малініева-сфагнава-чарнічныя хвойнікі	5,90	3,70	5,43	5,13	3,40	3,13

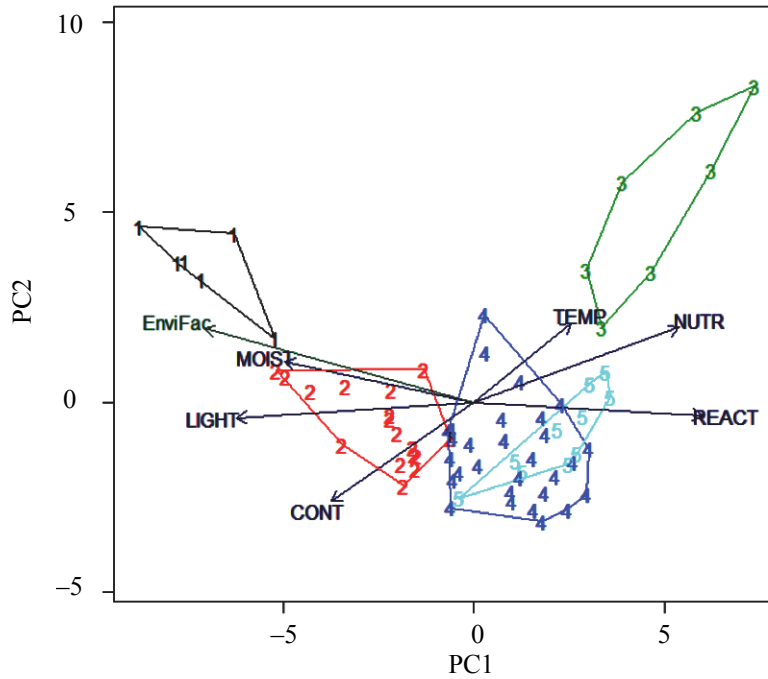


Рис. 7. Ардынацыя груп фітаэнозаў метадам галоўных кампанент (PCA)

Табліца 4

Відавая разнастайнасць фітаэнозаў асушаных лясоў на верхавым балоце

Група фітаэнозаў	Паказчыкі відавой разнастайнасці						
	α_1	α_2	α_{\min}	α_{\max}	α_3	H	β_w
1. Хмызнячкова-сфагнавыя хвойнікі	27	16	14	19	0,316	2,827	0,69
2. Чарнічна-багуновыя хвойнікі	45	18	14	23	0,500	3,013	1,50
3. Папарацева-доўгаімховыя хвойнікі	58	22	13	27	0,636	3,333	1,64
4. Малініева-чарнічныя хвойнікі	64	18	14	25	0,611	3,210	2,56
5. Малініева-сфагнава-чарнічныя хвойнікі	36	16	12	21	0,563	2,985	1,25

У табл. 5 даюцца наступныя літарныя абазначэнні цэнатычных груп (ЦГ): балотныя – Б; лясныя – Л; леса-балотныя – Л-Б; леса-лугавыя – Л-Лг; пустазельна-лясныя – П-Л; пустазельныя – П; лугавыя – Лг; лугава-балотныя – Лг-Б.

з выкарыстаннем крытэрыя згоды хі-квадрат (χ^2) Пірсона (табл. 6).

Табліца 6

Статыстычныя паказчыкі дакладнасці розніцы спектра ЦГ

Табліца 5
Размеркаванне расліннасці па ЦГ

ЦГ	Фітаэнон, колькасць відаў					Разам
	1	2	3	4	5	
Б	13	12	12	13	–	50
Л	10	18	31	33	24	116
Л-Б	–	1	2	2	1	6
Л-Лг	–	1	1	2	–	4
П-Л	–	4	3	2	–	9
П	–	–	1	1	–	2
Лг	–	–	1	–	–	1
Лг-Б	–	–	–	1	–	1
Разам	23	36	51	54	25	189

Групы	Паказчык			
	$\chi^2_{\text{факт}}$	$\chi^2_{\text{тэар}}$	Лік ступеняў свабоды d.f	p-значэнне
1-2	7,844	9,488	4	0,05
1-3	12,109	12,592	6	0,05
1-4	13,506	12,592	6	0,05
1-5	20,417	9,210	2	0,01
4-5	16,201	15,086	5	0,01

Статыстычная ацэнка дакладнасці якаснага адрознення фітаэнацэнатычных груп зроблена

3 табл. 6 відаць, што статыстычна дакладная розніца ($\chi^2_{\text{факт}} > \chi^2_{\text{тэар}}$) спектра цэнатычных груп назіраецца паміж першым і чацвёртым, першым і пятым фітаэнонамі, таксама ёсць дакладная розніца паміж чацвёртым і пятым фітаэнонамі. Хоць ардынацыя і паказала падабенства паміж чацвёртым і пятым фітаэнонамі, усё ж у спектры

цэнатычных груп яны адрозніваюцца з-за наяўнасці ў чацвёртым фітацэноне балотных відаў (*Andromeda polypholia*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*), пры тым што ў пятым яны адсутнічаюць зусім.

Заклучэнне. У выніку апрацоўкі звестак геабатанічных апісанняў былі вылучаны пяць фітацэнозаў (груп супольніцтваў) на верхавых балотах Налібоцкай пушчы.

1. Індэкс відавой разнастайнасці Шэнана паказваў дакладную розніцу паміж фітацэнонамі. Крытэрыі Ст'юдэнта розніцы фітацэнонаў 1–2 складае $-2,520$ пры тэарэтычным значэнні, роўным $1,9659$. Для фітацэнонаў 1–3, 1–4, 1–5 яго значэнне складае $-5,880$, $-5,510$, $-2,600$ пры тэарэтычных паказчыках $1,9659$, $1,9679$, $1,9659$ адпаведна.

2. Якасны аналіз спектраў цэнатычных груп паказаў дакладнасць розніцы паміж першым і чацвёртым ($\chi^2_{\text{факт}} = 13,506 > \chi^2_{\text{тэар}} = 12,59; p = 0,05$), першым і пятым ($\chi^2_{\text{факт}} = 20,417 > \chi^2_{\text{тэар}} = 9,210; p = 0,05$), а таксама чацвёртым і пятым фітацэнонамі ($\chi^2_{\text{факт}} = 16,201 > \chi^2_{\text{тэар}} = 15,086; p = 0,01$), што адлюстроўвае ступень трансфармацыі раслінных супольніцтваў.

3. Экалагічная ацэнка месцапражывання сінтаксонаў з выкарыстаннем фітаіндыкацыйных шкалаў Х. Эленберга паказвае, што значэнні па шкале асветленасці (*light*) паніжаюцца ад першага (найменш парушаныя хвойнікі хмызнячкова-сфагнавыя) да пятага (найбольш трансфармаваныя хвойнікі малініева-сфагнава-чарнічныя) фітацэнона, паказчык для трэцяга фітацэнона істотна ніжэйшы (хвойнікі папарацева-доўгаімховыя) з-за з'яўлення другога яруса елкі і яе ўзнаўлення. Шкала ўвільгатнення (*moisture*), як і шкала кісліннасці (*soil reaction*), таксама адлюстроўвае падобную тэндэнцыю – паніжэнне ад першага да пятага фітацэнона, што характарызуе большую трансфармаванасць у выніку асушэння. Шкала багацця (*nutrients*) паказвае павелічэнне ўрадлівасці глебы ад першага да пятага фітацэнона, пры гэтым значэнне трэцяга фітацэнона рэзка адрозніваецца ў бок большай ўрадлівасці.

Патрабуе ўдакладнення прапанаваная гіпотэза дынамікі лясной расліннасці верхавых балотаў. Дэндрахраналагічны аналіз з'яўляецца актуальным напрамкам далейшага вывучэння.

Спіс літаратуры

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир. Правила выделения и охраны типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Тэрыторыі. Раслінны свет. Правілы вылучэння і аховы тыповых і рэдкіх біятопаў, тыповых і рэдкіх прыродных ландшафтаў: ТКП 17.12-06-2021 (33140). Минск: М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды, 2021. 90 с.
2. A European network of protected sites under EU legislation // Natura 2000. URL: <http://www.biodiversityaz.org/areas/27/> (date of access: 01.03.2022).
3. Об утверждении национального плана действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 03.09.2015, № 743 // М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. URL: [Natsionalnyj-plan-dejstvuj-2016-2020.doc](http://natsionalnyj-plan-dejstvuj-2016-2020.doc) (дата обращения: 01.03.2022).
4. Изменения климата Беларуси и их последствия / В. Ф. Логинов [и др.]; под общ. ред. В. Ф. Логинова. Минск: Тонпик, 2003. 330 с.
5. Провести инвентаризацию, оценить состояние и выявить факторы, определяющие динамику олиготрофных сосновых фитоценозов: отчет о НИР (заключ.) / Ин-т экспериментал. ботаники имени В. Ф. Купревича Нац. акад. наук Беларуси, рук. темы М. В. Ермохин. Минск, 2016. 65 с. № ГР 20160741.
6. Якимов Н. И. Состояние и проблемы мелиорации лесов Республики Беларусь // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 1. С. 13–15.
7. Маслов Б. С., Минаев И. В. Мелиорация и охрана природы. М.: Россельхозиздат, 1985. 271 с.
8. Комар А. Ю., Сцепановіч І. М. Фітацэнатычнае аблічча і санітарны стан лясоў заказніка «Налібоцкі» ва ўмовах дэградацыі асушальных сістэм // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252). С. 18–25.
9. Груммо Д. Г. Экологическая характеристика растительности сфагновых болот Беларуси // Ботаника: исследования. 2012. Вып. 41. С. 178–200.
10. Флора и растительность верховых болот Беларуси / Н. А. Зеленкевич [и др.]; под ред. А. В. Пугачевского. Минск: СтройМедиаПроект, 2016. 244 с.
11. Созинов О. В., Груммо Д. Г., Зеленкевич Н. А. Эколого-фитоценологический и экологический анализ флоры заказника «Ельня» (Беларусь) // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы III Всерос. науч. конф., Йошкар-Ола, 19–22 апр. 2008 г. Йошкар-Ола, Пушино, 2008. С. 206–208.
12. Груммо Д. Г., Зеленкевич Н. А. Ассоциации сосновых сообществ на верховых болотах севера Беларуси // Сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. Гомель, 2008. Вып. 68: Проблемы лесоведения и лесоводства. С. 370–392.

13. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А. Практикум по классификации и ординации растительности. Брянск: РИО БГУ, 2009. 120 с.
14. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Göttingen: Goltze, 1992. 282 s.
15. Мэгаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / пер. с англ. Н. В. Матвеевой. М.: Мир, 1992. 161 с.
16. Александрова В. Д. К истории понятия ассоциации в геоботанике // Методы выделения растительных ассоциаций. Л., 1971. С. 5–13.
17. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.
18. Программа и методика биогеоценологических исследований / Акад. наук СССР, науч. совет по проблемам биогеоценологии и охраны природы. М., 1974. 403 с.
19. Федорук А. Т. Ботаническая география: полевая практика. Минск: Изд-во БГУ, 1976. 224 с.
20. Eggelsmann R. Zur Erhaltung von Naturschutzgebieten im Moor aus hydrologischer Sicht // Torfforschung. 1975. S. 105–111.
21. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд. СПХВА, 2000. 781 с.
22. Флора Беларуси. Мохообразные: в 2 т. / под ред. В. И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники имени В. Ф. Купревича. Минск: Беларус. навука, 2004–2009. Т. 2: *Hepaticopsida – Sphagnopsida* / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский. 2009. 213 с.
23. Tichy L., Holt J. JUICE program for management, analysis and classification of ecological data // Prirodovedecka fakulta, Masarykova Univerzita. URL: www.sci.muni.cz/botany/juice/JUICEman_all.pdf (date of access: 01.03.2022).
24. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures / M. Chytrý [et al.] // Journal of Vegetation Science. 2002. No. 13. P. 79–90.
25. Hill M. O. TWINSPLAN—a FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two Way Table by Classification of Individual and Attributes Ecology and Systematics. New York: Cornell University, 1979. 90 p.
26. Shannon C. E., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Urbana: Univ. Illinois Press, 1949. 117 p.
27. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Адериho В. С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование (с картой растительности Белорусской ССР, М 1 : 600 000). Минск: Наука и техника, 1979. 248 с.
28. Юрцев Б. А. Основные понятия и термины флористики. Пермь: Пермский ун-т, 1991. 80 с.
29. Уланова Н. Г. Эколого-ценотический анализ растительных сообществ. М.: МАКС Пресс, 2014. 80 с.

References

1. ТКР 17.12-06-2021 (33140). Environmental protection and nature management. Territories. Vegetable world. Rules for the allocation and protection of typical and rare biotopes, typical and rare natural landscapes. Minsk, Ministerstvo prirodnykh resursov i okhrany okruzhayushchey sredy Publ., 2021. 90 p. (In Russian).
2. A European network of protected sites under EU legislation. Available at: <http://www.biodiversityaz.org/areas/27/> (accessed 01.03.2022).
3. On approval of the national action plan for the conservation and sustainable use of biological diversity for 2016-2020: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, 03.09.2015, no. 743. Available at: [Natsionalnyj-plan-dejstvuj-2016-2020.doc](#) (accessed 01.03.2022) (In Russian).
4. Loginov V. F., Sachok G. I., Mikuckiy V. S., Mel'nik V. I., Kolyada V. V. *Izmeneniya klimata Belarusi i ikh posledstviya* [Climate change in Belarus and its consequences]. Minsk, Tonpik Publ., 2003. 330 p. (In Russian).
5. *Provesti inventarizatsiyu, otsenit' sostoyaniye i vyyavit' faktory, opredelyayushchiye dinamiku oligotrofnykh sosnovykh fitotsenozov. Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote (zaklyuchitel'nyy)* [Conduct an inventory, assess the state and identify factors that determine the dynamics of oligotrophic pine phytocenoses: research report (final)]. Theme leader M. V. Ermohin. Minsk, 2016. 65 p. No. GR 20160741 (In Russian).
6. Yakimov N. I. Status and problems of forest reclamation in the Republic of Belarus. *Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2014, no. 1, pp. 13–15 (In Russian).
7. Maslov B. S., Minaev I. V. *Melioratsiya i okhrana prirody* [Reclamation and nature protection]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1985. 271 p. (In Russian).
8. Komar A. Yu., Stepanovich I. M. Phytocenotic appearance and sanitary condition of the forests of the Nalibotsky Nature Reserve in the conditions of degradation of drainage systems. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2022, no. 1 (252), pp. 18–25 (In Belarusian).
9. Grummo D. G. Ecological characteristics of the vegetation of sphagnum bogs in Belarus. *Botanika: issledovaniya* [Botany: research], 2012, issue 41, pp. 178–200 (In Russian).
10. Zelenkevich N. A., Grummo D. G., Sozinov O. V., Galanina O. V. *Flora i rastitel'nost' verkhovykh bolot Belarusi* [Flora and vegetation of raised bogs of Belarus]. Minsk, StroyMediaProekt Publ., 2016. 244 p. (In Russian).

11. Sozinov O. V., Grummo D. G., Zelenkevich N. A. Ecological-phytocenotic and ecological analysis of the flora of the reserve “Yelnya” (Belarus). *Printsipy i sposoby sokhraneniya bioraznoobraziya: materialy III Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii* [Principles and methods of biodiversity conservation: materials of the III All-Russian scientific conference]. Joshkar-Ola, Pushchino, 2008, pp. 206–208 (In Russian).
12. Grummo D. G., Zelenkevich N. A. Associations of pine communities in the raised bogs of the north of Belarus. *Sbornik nauchnykh trudov Instituta lesa NAN Belarusi* [Collection of scientific papers of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus]. Gomel', 2008, issue 68: Problems of Silviculture and Forest Management, pp. 370–392 (In Russian).
13. Bulohov A. D., Semenishchenkov Yu. A. *Praktikum po klassifikatsii i ordinatsii rastitel'nosti* [Workshop on classification and ordination of vegetation]. Bryansk, RIO BGU, 2009. 120 p. (In Russian).
14. Ellenberg H. *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas*. Gottingen, Goltze, 1992. 282 p.
15. Megaran E. *Ekologicheskoye raznoobraziye i yego izmereniye* [Ecological diversity and its measurement]. Moscow, Mir Publ., 1992. 161 p. (In Russian).
16. Aleksandrova V. D. On the history of the concept of association in geobotany. *Metody vydeleniya rastitel'nykh assotsiatsiy* [Methods for identifying plant associations]. Leningrad, 1971, pp. 5–13 (In Russian).
17. Vasilevich V. I. *Statisticheskiye metody v geobotanike* [Statistical Methods in Geobotany]. Leningrad, Nauka Publ., 1969. 232 p. (In Russian).
18. *Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy* [Program and methodology of biogeocenological research]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 403 p. (In Russian).
19. Fedoruk A. T. *Botanicheskaya geografiya: polevaya praktika* [Botanical geography: field practice]. Minsk, Izdatel'stvo BGU Publ., 1976. 224 p. (In Russian).
20. Eggelsmann R. Zur Erhaltung von Naturschutzgebieten im Moor aus hydrologischer Sicht. *Torfforschung*, 1975, pp. 105–111.
21. Tsvelev N. N. *Opredelitel' sosudistyykh rasteniy Severo-Zapadnoy Rossii (Leningradskaya, Pskovskaya i Novgorodskaya oblasti)* [Key to vascular plants of Northwestern Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod regions)]. St. Petersburg, Izdatel'stvo SPKhVA Publ., 2000. 781 p. (In Russian).
22. Rykovskiy G. F., Maslovskiy O. M. *Flora Belarusi. Mokhoobraznyye: v 2 tomakh. Tom 2: Hepaticopsida – Sphagnopsida* [Flora of Belarus. Bryophytes: in 2 vol. Vol. 2: Hepaticopsida – Sphagnopsida]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2009. 213 p. (In Russian).
23. Tichy L., Holt J. JUICE program for management, analysis and classification of ecological data. Available at: www.sci.muni.cz/botany/juice/JUICEman_all.pdf (accessed 01.03.2022).
24. Chytrý M., Tichy L., Holt J., Botta-Dukat Z. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 2002, no. 13, pp. 79–90.
25. Hill M. O. TWINSPAN-a FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two Way Table by Classification of Individual and Attributes Ecology and Systematics. New York: Cornell University, 1979. 90 p.
26. Shannon C. E., Weaver W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: Univ. Illinois Press, 1949. 117 p.
27. Yurkevich I. D., Golod D. S., Aderikho V. S. *Rastitel'nost' Belorussii, eyo kartografirovaniye, okhrana i ispol'zovaniye (s kartoy rastitel'nosti Belorusskoy SSR, M 1: 600 000)* [The vegetation of Belarus, its mapping, protection and use (with a map of the vegetation of the Byelorussian SSR, M 1: 600,000)]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1979. 248 p. (In Russian).
28. Yurtsev B. A. *Osnovnyye ponyatiya i terminy floristiki* [Basic concepts and terms of floristry]. Perm', Permskiy universitet Publ., 1991. 80 p. (In Russian).
29. Ulanova N. G. *Ekologo-tsenoticheskiy analiz rastitel'nykh soobshchestv* [Ecological and cenotic analysis of plant communities]. Moscow, MAKS Press Publ., 2014. 80 p. (In Russian).

Інфармацыя пра аўтара

Комар Артур Юр'евіч – аспірант, малодшы навуковы супрацоўнік сектара маніторынгу расліннага свету. Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (220072, г. Мінск, вул. Акадэмічная, 27, Рэспубліка Беларусь). E-mail: artur.komar@tut.by

Information about the author

Komar Artur Yur'yevich – PhD student, junior researcher, the Sector of Monitoring of Plant World. V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademichnaya str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: artur.komar@tut.by

Пасмыніў 15.03.2022