

УДК 581 : 582.296.32 : 632.15(477)

© А. И. Сафонов, Е. И. Морозова

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БРИОБИОНТОВ МОНИТОРИНГОВОЙ СЕТИ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНБАССА***ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283050, г. Донецк, ул. Щорса, 46; e-mail: andrey_safonov@mail.ru*

Сафонов А. И., Морозова Е. И. Видовое разнообразие бриобионтов мониторинговой сети Центрального Донбасса. – Представлены результаты инвентаризационной работы по изучению видового состава мохообразных в рамках существующей мониторинговой сети Центрального Донбасса. На пробных площадках составлены списки видов. Массив данных сформирован в виде карты таксономического разнообразия бриобионтов на территории Донецкого экономического региона.

Ключевые слова: мохообразные, Донбасс, виды Bryobionta, бриотека, экологический мониторинг, фитоиндикация.

Введение

Биоразнообразие любой административной территории или природно-климатической зоны является информативным критерием и обоснованием для контроля, оценки, всестороннего мониторинга состояния экосистем. Степень изученности отдельных таксономических групп для разных территорий всегда неоднородна, что связано с многочисленными факторами объективного (физическая труднодоступность) и субъективного (наличие профильных специалистов) характера. Изучение мохообразных в России имеет продолжительную историю и существенные научные достижения мирового уровня [5, 19]. Территория современного Центрального Донбасса является сравнительно малоизученной зоной в отношении бриобионтов, поскольку макроклиматические особенности континентальной степи и высокий уровень трансформации биотопов создали условия доминирования биомассы в ценозах именно высших цветковых растений как абсолютно всех установленных эдификаторов для экосистем ландшафтного уровня дифференциации среды.

Мохообразные представляют собой научно-прикладной интерес как индикаторы состояния среды [4, 8, 17], включая их информативность по наличию [1, 8, 10, 15, 16], накоплению веществ и специфических ингредиентов [10, 18]. В рамках существующих разработок по экологическому мониторингу [2, 7, 13, 14, 20] мохообразные включены в исследования эколого-фитоиндикационного характера в Донецком экономическом регионе [3, 6, 9, 11, 12].

Цель работы – обобщить актуальные данные по видовому разнообразию бриобионтов на учетных площадках (узлах) существующей мониторинговой сети в Центральном Донбассе. В качестве прикладной задачи по анализу фиторазнообразия специфической таксономической группы было запланировано представление массива данных количественного учета видов для каждой пробной площади, что в совокупности при картографической визуализации позволяет рассмотреть полученный материал в стратегической дифференциации на всей исследованной территории.

Материал и методы исследования

Базовые справочные пособия [5, 19] и региональные аналитические сводки систематических обобщений [6, 8, 15–17] представляют для актуальной работы методическую основу видовой дифференциации и идентификации образцов в бриотеке кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета.

Численные данные были сформированы в картографической визуализации с разделением всего диапазона варьирования показателя количества видов на семь дифференцированных интервалов с равными ступенями повышения значений (на три позиции), что установлено эмпирически для адекватного представления на картосхеме

(рис. 1), начиная с минимального количества зафиксированных видов мохообразных (3), завершая шкалу максимальным значением для одной учетной площадки – 23 вида.

Мониторинговая сеть и механизм ее конструкции (113-компонентная модель двухуровневой плотности для антропогенно трансформированных участков) представлены в предыдущей публикации [13].

Обобщены результаты инвентаризационной работы за 2015–2020 гг.

Результаты и обсуждение

Особенности территориального распределения показателя видового разнообразия представлены на рис. 1. Выбранные диапазоны варьирования основного показателя позволяют наглядно дифференцировать (по цветовой гамме и размерам окружностей с центром в каждой мониторинговой точке) распределение показателя видового богатства бриобионтов на исследуемой территории.

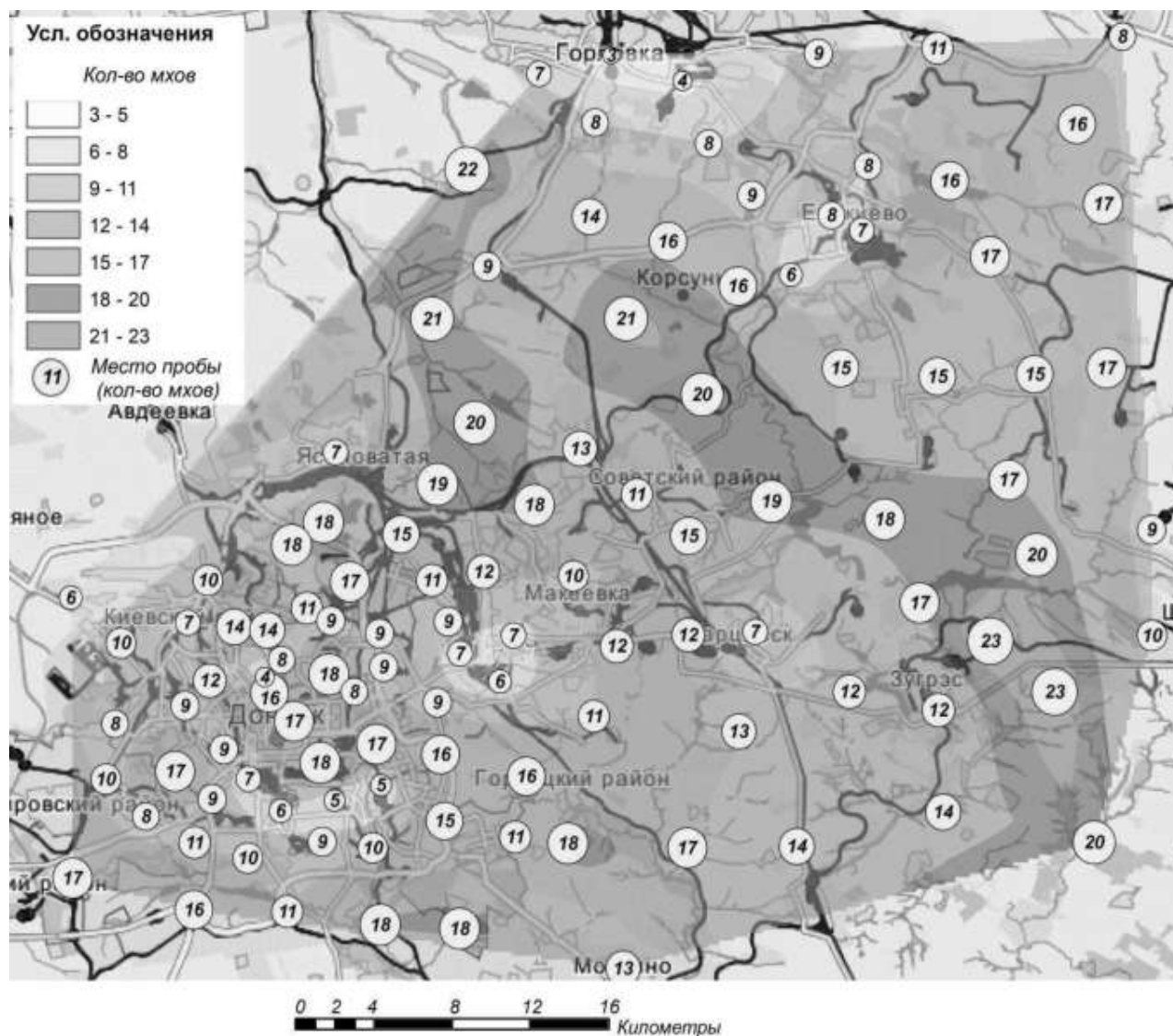


Рис. 1. Видовое разнообразие бриобионтов мониторинговой сети Центрального Донбасса

Диапазоны с минимальными количественными значениями преимущественно соответствуют зонам максимальной антропогенной нагрузки по степени трансформации биотопов и уровню токсического загрязнения. Массово представлены (по степени уменьшения количественного значения) виды: *Bryum argenteum* Hedw., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, *Bryum caespiticium* Hedw., *Brachythecium campestre* (Müll. Hal.) Bruch et al.,

Bryum capillare Hedw. (подавляющее большинство экотопов), *Leskea polycarpa* Hedw., *Tortula muralis* Hedw., *Orthotrichum speciosum* Nees (центральногородские районы, места высокой урбанизации), *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. (массово встречаются в экотопах бытовых свалок, рудеральных полигонов), *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm., *Brachythecium salebrosum* (F. Weber & D. Mohr) Bruch et al., *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & Mohr, *Tortula mucronifolia* Schwaegr., *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt (чаще отмечены в экотопах жилых застроек, преимущественно частного сектора), *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp., *Amblystegium subtile* (Hedw.) Schimp., *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. (массово характерны для экотопов путей сообщений), *Weissia controversa* Hedw., *Orthotrichum pumilum* Sw., *Polytrichum juniperinum* Hedw. (экотопы индустриальных территорий, зон высокого промышленного импакта или воздействия загрязняющих веществ от источников выбросов коммунальной сферы деятельности в регионе) – это виды с широкой экологической амплитудой, регистрируемые во всех интервальных значениях представленной шкалы варьирования признака по видовому богатству мохообразных.

Территориально-стратегический анализ позволяет обособить отдельные промышленные узлы в регионе: Донецко-Макеевскую агломерацию и конгломерат Горловско-Енакиевского промышленного узла, а также выделить центр г. Харцызска с предположительно высоким уровнем загрязнения воздушной среды. В процентном соотношении учетные площадки минимального численного значения (3–5 видов) занимают не более 3% всей изучаемой территории. Интервал значений в 6–8 видов соответствует 7,5%, 9–11 видов – 12% территории.

Буферными территориями являются прилегающие участки меньшего промышленного импакта, где зарегистрированы виды бриобионтов с экологической амплитудой среднего диапазона выносливости: *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Barbula unguiculata* Hedw. (экотопы агротехнического назначения), *Bryum turbinatum* (Hedw.) Turn., *Dicranum fulvum* Hook., *Orthotrichum obtusifolium* Brid., *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst., *Polytrichum commune* Hedw. (территории рекреационного назначения в городских условиях), *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid., *Didymodon rigidulus* Hedw., *Dicranum polysetum* Sw. (экотопы садово-парковых назначений и рекультивационных работ), *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Bryum torquescens* Bruch & Schimp., *Phascum cuspidatum* Schreb. ex Hedw. (удаленные места от промышленных экотопов и селитебной застройки), *Weissia brachycarpa* (Nees & Hornschuch) Juratzka, *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Dicranum scoparium* Hedw. (квазинатурализированные экотопы). Среднеинтервальные значения индексов флористического богатства бриобионтов на общей картосхематической визуализации занимают более 57% всей территории Центрального Донбасса.

Экологический коридор наибольшего видового богатства мохообразных расположен единой вытянутой линией, соединяя северо-западные и юго-восточные районы, – это учетные площадки населенных пунктов Михайловка, Пятихатки, Шевченко, Петровское, Рясное, Монахово, Новоселовка, Верхняя Крынка, Красная Зоря, Нижняя Крынка, Лесное, Липовое, Ольховка, Зуевка, Золотаревка, Николаевка, Шахтное, Заречье, Широкое, Покровка – места регистрации наибольшего видового количества мохообразных (до 18–23 на одной учетной площадке). Такой сравнительно высокий коэффициент флористического разнообразия по представленной таксономической группе обусловлен наличием в изучаемых экотопах редких для региона видов, характеризующихся узкой экологической амплитудой: *Homomallium incurvatum* (Schrader ex Brid.) Loeske, *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R. S. Chopra, *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp., *Niphotrichum canescens* (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra, *Brachythecium albicans* (Hedw.) Bruch et al., *Ditrichum pussillum* (Hedw.) Hampe., *Didymodon fallax* (Hedwig) R. H. Zander, *Bryum funckii* Schwaegr., *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Robins., *Marchantia polymorpha* L., *Orthotrichum*

diaphanum Brid., *Brachythecium velutinum* (Hedw.) Schimp., *Pleuridium acuminatum* Lindb., *Funaria hygrometrica* Hedw. В стратегическом планировании территории сформированный экологический коридор рассматривается нами как обоснование для функционального зонирования с включением объектов природно-заповедного фонда.

Выводы

Обобщенные флористические данные позволили представить единый количественно-дифференцированный на плоскости картографический продукт, имеющий территориально-численное разграничение пространства по критерию видового богатства бриобионтов в Центральном Донбассе.

Биотопы с высоким уровнем видового разнообразия мохообразных занимают площадь не менее 20% всей изучаемой территории и, как правило, представляют собой места максимально возможного отдаления от непосредственной хозяйственной деятельности человека, что также подтверждает систему знаний об индикаторной значимости этой таксономической группы растений при проведении экологического мониторинга в регионах высокой индустриализации или трансформации природных сред.

Полученные данные визуализируют критерий видового броразнообразия и являются ориентиром по регистрации видов разных экологических амплитуд и стратегий выживания в промышленно трансформированном регионе.

Работа выполнена в рамках инициативной научной темы «Функциональная ботаника: экологический мониторинг, ресурсные технологии, фитодизайн» № 0117D000192 на кафедре ботаники и экологии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Список литературы

1. Алемасова А. С., Сафонов А. И., Сергеева А. С. Накопление тяжелых металлов мохообразными в различных экотопах Донбасса // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов : матер. Междунар. науч. конф. (Киров, 16–18 апреля 2019 г.). Киров : ВятГУ, 2019. С. 60–65.
2. Бондарь Е. Н. Создание бриотеки на кафедре ботаники и экологии Донецкого национального университета // Донецкие чтения 2020 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17–18 ноября 2020 г.). Т. 2 : Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2020. С. 172–175.
3. Глухов А. З., Сафонов А. И. Экосистемное нормирование по данным фитоиндикационного мониторинга // Донецкие чтения 2016 : Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2016. Т. 1. С. 311–312.
4. Глухов О. З., Маишталер О. В. Бріоіндикація техногенного забруднення навколишнього середовища південного сходу України. Донецьк : Вебер, 2007. 156 с.
5. Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части европейской России. М. : КМК, 2003. Т. 1. 608 с.; М. : КМК, 2004. Т. 2. С. 608–994.
6. Морозова Е. И., Бондарь Е. Н. Инвентаризация бриотеки кафедры ботаники и экологии ДонНУ // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2020. № 3–4. С. 26–32.
7. Морозова Е. И., Сафонов А. И. Мониторинг в условиях промышленных экотопов с помощью мохообразных // Донецкие чтения 2016 : Образование, наука и вызовы современности : матер. I Междунар. науч. конф. (Донецк, 16–18 мая 2016 г.). Т. 1. Физ.-мат., техн. науки и экол. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2016. С. 317–318.
8. Морозова Е. И., Сафонов А. И. Видовой состав, особенности произрастания и морфометрическая характеристика мхов-индикаторов г. Макеевки // Донецкие чтения 2017 : Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса : матер. Междунар. науч. конф. студ. и молодых ученых (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2017. С. 100–102.

9. Сафонов А. И. Функциональная ботаника в Донбассе : экологический мониторинг, информационные ресурсные технологии, фитодизайн // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. № 1–2. С. 8–14.

10. Сафонов А. И. Экспертиза промышленных предприятий Донбасса по состоянию фитокомпонентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019 а. № 1–2. С. 35–43.

11. Сафонов А. И. Фронтальный спектр фитодиагностики в Донбассе (2018-2019 гг.) // Донецкие чтения 2019 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : матер. IV Междунар. науч. конф. (Донецк, 31 октября 2019 г.). Т. 2: Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019 б. С. 270–271.

12. Сафонов А. И. Динамика фитомониторинговых показателей антропогенеза в Донбассе (2000–2019 гг.) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2020. № 1–2. С. 31–36.

13. Сафонов А. И., Гермонова Е. А. Экологические сети фитомониторингового назначения в Донбассе // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2019. № 3–4. С. 37–42.

14. Сафонов А. И., Глухов А. З. Методологические аспекты фитомониторинга в техногенно трансформированной среде // Донецкие чтения 2020 : образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Матер. V Междунар. науч. конф. (Донецк, 17–18 ноября 2020 г.). Донецк : Изд-во ДонНУ, 2020. Т. 2. С. 254–257.

15. Сафонов А. И., Морозова Е. И. Видовое разнообразие мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2017. № 3–4. С. 24–32.

16. Сафонов А. И., Морозова Е. И. Редкие виды мохообразных Донецко-Макеевской промышленной агломерации // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2018 а. № 1–2. С. 33–43.

17. Сафонов А. И., Морозова Е. И. Мохообразные Донецкой агломерации : иллюстрированный атлас и бриоиндикация. Донецк : ДонНУ, 2018 б. 128 с.

18. Сергеева А. С., Алемасова А. С., Сафонов А. И. Накопление тяжелых металлов гаметофитами мохообразных в экотопах промышленного Донбасса // Донецкие чтения 2018 : Образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Матер. III Междунар. науч. конф. (Донецк, 25 октября 2018 г.). Т. 2. Хим.-биол. науки. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2018. С. 217–218.

19. Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130.

20. Safonov A. I. Phyto-qualimetry of toxic pressure and the degree of ecotopes transformation in Donetsk region // *Problems of ecology and nature protection of technogenic region*. 2013. № 1 (13). P. 52–59.

Safonov A. I., Morozova E. I. Species diversity of bryobionts in the monitoring network of the Central Donbass. – The results of the inventory work on the study of the species composition of bryophytes within the framework of the existing monitoring network of Central Donbass are presented. Species lists have been compiled on the trial sites. The data set is formed in the form of a map of taxonomic diversity of bryobionts in the territory of the Donetsk economic region.

Key words: bryophytes, Donbass, Bryobionta species, brioteca, ecological monitoring, phytoindication.