
СООБЩЕНИЯ

БРИОФЛОРА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПОДМОСКОВНОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

© 2024 г. Н. Н. Попова¹, *

¹*Воронежская государственная академия спорта
ул. Карла Маркса, 59, Воронеж, 394000, Россия
e-mail: leskea@vmail.ru*

Поступила в редакцию 12.01.2024 г.
Получена после доработки 26.02.2024 г.
Принята к публикации 19.03.2024 г.

Целью исследования явилось проведение комплексного анализа бриофлоры техногенных ландшафтов Подмосковного буроугольного бассейна и оценка их роли в сохранении редких мохообразных. В составе бриофлоры выявлено 124 вида (16 печеночников из 9 семейств и 107 видов мхов из 24 семейств). В сложении мохового покрова техногенных ландшафтов преобладают виды с баллом 1 (редкие виды с очень низким покрытием) — 44%, на втором месте виды с баллом 2 (довольно низкая с локальной встречаемостью и относительно низким покрытием) — 32%.

В структуре карьерно-озерных ландшафтов по видовому разнообразию выделяются аквальные и склоновые — по 40 видов, старовозрастные сосновые насаждения (35); на гривах выявлено 30 видов, на каменистых бортах карьеров, в оврагах и во фрагментах естественных дубово-липовых лесов — по 25, на шлейфах, инфраструктурных объектах — по 20, на пустошах — 10, в ложбинах стока — 7. Наибольшее количество видов отмечено на относительно сформированных почвах — 60, на крупных глыбах камней — около 30, на древесных субстратах — 24 вида. На субстратах с наиболее экстремальными условиями среды (угольные грунто-смеси, намывные почвы, рухляк) произрастает 22–28 видов, преобладают верхоплодные мхи, высокоактивные и регулярно спороносящие, ацидофильные мезофиты, а также антропо-тернатные виды, безразличные к химизму субстрата и степени его увлажнения.

Техногенные ландшафты Подмосковного буроугольного бассейна являются местом произрастания большого количества редких видов (около 20% видового состава), 6 видов занесены в региональные Красные книги. Целесообразна охрана наиболее ценных объектов в ранге памятника природы или охраняемого ландшафта местного значения.

Ключевые слова: активность вида, бриофлора, видовое разнообразие, карьеры, мохообразные, охраняемые виды, редкие виды, терриконы, угледобыча, элементы ландшафта, эколого-субстратное распределение

DOI: 10.31857/S0006813624110011, **EDN:** OKJDGW

Подмосковский буроугольный бассейн приурочен к южному и западному крыльям Московской антеклизы и расположен на территориях Тверской, Смоленской, Калужской, Тульской и Рязанской областей. История его освоения насчитывает около 300 лет. Начало организованной добычи угля, как и прочих полезных ископаемых, было положено Петром Великим. Уже в 1701 г. Н. Демидову были пожалованы земли в Щегловской засеке близ Тулы

для обеспечения топливом чугунолитейных и оружейных заводов. В 1722 г. были открыты угленосные месторождения в Рязанской губернии. Систематическая добыча угля в Тульской губернии, которая началась в середине XVIII в. в Богородицком уезде, связана с именем графа Бобринского.

Угленосность бассейна определена бобриковскими и отчасти тульскими отложениями визейского яруса нижнего карбона. Глубина

залегания угольных пластов колеблется от 20 до 150 м, мощность — от 1 до 4 м. Несмотря на низкое качество бурого угля (низкая теплотворная способность, высокая влажность, высокое содержание серы и летучих веществ), сложные геологические условия его добычи (чередование тонких угленосных слоев с пустой породой; их обводненность, вызывающая необходимость постоянной откачки воды; газификация шахтного воздуха вследствие быстрого окисления и др.) угледобыча интенсивно развивалась, что было обусловлено значительными потребностями в энергоресурсах государства. Пик добычи приходился на середину XX столетия, причем в это время подавляющее большинство шахт располагалось на территории Тульской области. В конце 1950-х гг. помимо шахтного способа добычи стал внедряться и более дешевый способ — открытая разработка (угольные разрезы Кимовский, Ушаковский, Богородицкий, Грызловский) и использование струй воды высокого давления. Однако с появлением новых источников топлива и освоением нефтегазоносных месторождений Сибири, Подмосковский буроугольный бассейн потерял для страны свое значение, шахты быстро закрывались, промышленная добыча угля в Тульской области полностью прекратилась в 2009 г. Единственный действующий Петрушевский разрез (близ пос. Горловка) остается в настоящее время в Рязанской области.

Формирование техногенных ландшафтов карьерно-отвального типа, свойственного районам угледобычи, сопровождалось полным уничтожением растительности и почвенного покрова на больших площадях (тысячи гектаров), созданием карьеров, отвалов, терриконов, озер и других новых форм рельефа, а также активизацией карстовых процессов и геохимического переноса. Несмотря на прекращение угледобычи негативные воздействия на природные экосистемы сохраняются до сих пор (Krasavin, 1991; Potapenko, 2012; Kachurin et al., 2015; Terrikony', 2015; Baraboshkina et al., 2015).

Круг изучаемых вопросов, связанных с влиянием угледобычи на окружающую среду, очень широк, и касается в основном геохимических аспектов и экологической реабилитации ландшафтов. Видовой состав и экологические особенности мохообразных, которые одними из

первых заселяют экстремальные местообитания угледобычи, изучены недостаточно; а по территории Подмосковского буроугольного бассейна такие сведения почти полностью отсутствуют. Указанные обстоятельства обусловили актуальность настоящего исследования, целью которого явилось проведение комплексного анализа бриофлоры техногенных ландшафтов и оценка их роли в сохранении редких мохообразных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исторически старый и интенсивно разрабатываемый район угледобычи расположен в лесостепной части Тульской области на водоразделах рек Упы, Дона, Осетра (Fedotov, Vasil'ev, 1979). Для него характерна высокая концентрация населенных пунктов, промышленных предприятий и густая транспортная сеть. Рельеф представляет собой пологоволнистую равнину, слабо расчлененную речными долинами и измененную последующими эрозийными и техногенными процессами. Почвенный покров водораздельных участков представлен черноземами выщелоченными и оподзоленными. Естественных злаково-разнотравных луговых степей и широколиственных лесов практически не осталось. Незначительные фрагменты степных сообществ можно обнаружить лишь по склонам балок в Кимовском и Богородицком административных районах, в этих же районах сохранились отдельные массивы широколиственных лесов. В результате подземной добычи угля под горными выработками формируются просадки грунта, заполняемые водой и активизирующие карстовые процессы. Значительные площади на территории угледобычи заняты ветландами — обширными низинами, заболоченными или слабо обводненными и заросшими водно-болотной и луговой растительностью. Относительно ровные пространства, малопригодные для земледелия, заняты вейниковыми и вейниково-бобовыми сообществами; на отвалах и пологих склонах терриконов формируются разреженные березняки. Растительность на терриконах и отвалах формируется медленно в результате естественного самозарастания. Рекультивация карьерно-отвальных ландшафтов значительных масштабов не имела, обычно она

ограничивалась засыпкой выработанных пространств вскрышными породами, лишь в некоторых случаях проведена фитомелиорация соновыми насаждениями (Кимовский разрез). В ряде отработанных карьеров в последние годы вновь началась активная добыча сопутствующих полезных ископаемых, в частности глины (Грызловский разрез).

Второй район, где имеются крупные карьерно-озерные комплексы, расположен на северо-западе области (Суворовский р-н) в полосе приокских хвойно-широколиственных лесов. Этот район значительно отличается по своим природным характеристикам, что нашло отражение в особенностях бриофлоры.

Сборы мохообразных на территории южной части Подмосквовного бурогольного бассейна (Тульская, Рязанская области) проводились маршрутным методом в течение 2018–2023 гг. Камеральная обработка осуществлялась с применением общепринятых бриологических методик. Изучено более 30 объектов — как отдельных терриконов, так и крупных карьерно-озерных комплексов. Идентифицировано около 500 образцов. Гербарные сборы мохообразных хранятся в фондовом гербарии заповедника “Галичья гора” (VU). Номенклатура видов дана по сводкам мхов и печеночников России: (Potemkin, Sofronova, 2009; Moss flora of Russia, 2017; 2018; 2020, 2022). Некоторые объекты проиллюстрированы фотографиями автора. Принятые сокращения: ТУЛ — Тульская, РЯЗ — Рязанская области. Пункты сбора (рис. 1) пронумерованы:

Тульская область

Богородицкий район:

1 — 3 км к северо-западу от пос. Бегичевский (53°48'23"N 38°17'09"E), 22.11.2018, 24.10.2020;

2 — 2 км к северо-западу от с. Корсаково (53°46'01"N 38°18'38"E), 22.11.2018;

3 — 1 км к юго-западу от дер. Степановка (53°48'12"N 37°59'26"E), 22.11.2018, 24.10.2020;

4 — пос. Красницы (53°47'16"N 38°18'41"E), 13.10.2018.

Кимовский район:

5 — 2 км к востоку от дер. Карачево (53°56'53"N 38°34'24"E), 16.10.2018;

6 — 3 км к северо-западу от с. Покровское, урочище Кимовские озера (53°56'13"N 38°35'11"E), 16.10.2018;

7 — дер. Ренево (53°55'49"N 38°27'51"E), 24.10.2020;

8 — дер. Ушаково (53°52'17"N 38°24'53"E), 10.11.2019, 21.10.2022;

9 — пос. Ясный (53°58'09"N 38°37'46"E), 16.10.2018;

10 — с. Люторичи (53°55'01"N 38°25'14"E), 10.11.2019;

11 — 1 км к западу от с. Пронь, шахта № 39 (54°02'16"N 38°30'19"E), 17.06.2017;

32 — 2 км к юго-востоку от дер. Белоозеро (54°02'16"N 38°30'19"E), 14.10.2023.

Киреевский район:

12 — 1 км к северу от пос. Подлипковский (53°58'40"N 37°44'14"E), 14.10.2019, 06.07.2021;

13 — пос. Приупский, шахта № 6 (53°55'19"N 37°45'16"E), 14.10.2019;

14 — пос. Головлинский, шахта № 9 (53°56'27"N 37°46'24"E), 14.10.2019;

15 — 3 км к западу от с. Дедилово (53°58'58"N 37°54'44"E), 14.10.2019;

16 — 1 км к западу от дер. Панино, шахта № 17 (53°56'47"N 37°48'03"E), 14.10.2019.

Новомосковский район:

17 — 2 км к северу от пос. Ширинский (54°05'33"N 38°21'12"E), 06.07.2021;

18 — 7 км к востоку от пос. Бельковский, Грызловский разрез (54°10'17"N 38°10'32"E), (54°10'31"N 38°11'16"E), (54°10'54"N 38°15'35"E), 21.07.2021, 19.06.2022;

19 — 2 км к югу от с. Акульшино (54°10'35"N 38°21'12"E), 21.07.2021.

Суворовский район:

20 — 3 км к востоку от с. Кулешово (54°01'32"N 36°23'47"E), 07.08.2019;

21 — 3 км к западу от дер. Безово (54°04'45"N 36°24'35"E), 07.08.2019;

22 — 5 км к югу от г. Суворов (54°04'30"N 36°30'05"E), 07.08.2019, 12.09.2021, 23.07.2022.

Узловский район:

23 — 3 км к востоку от дер. Кондуки, урочище Романцевские горы (53°50'43"N 38°23'13"E), 22.11.2018;

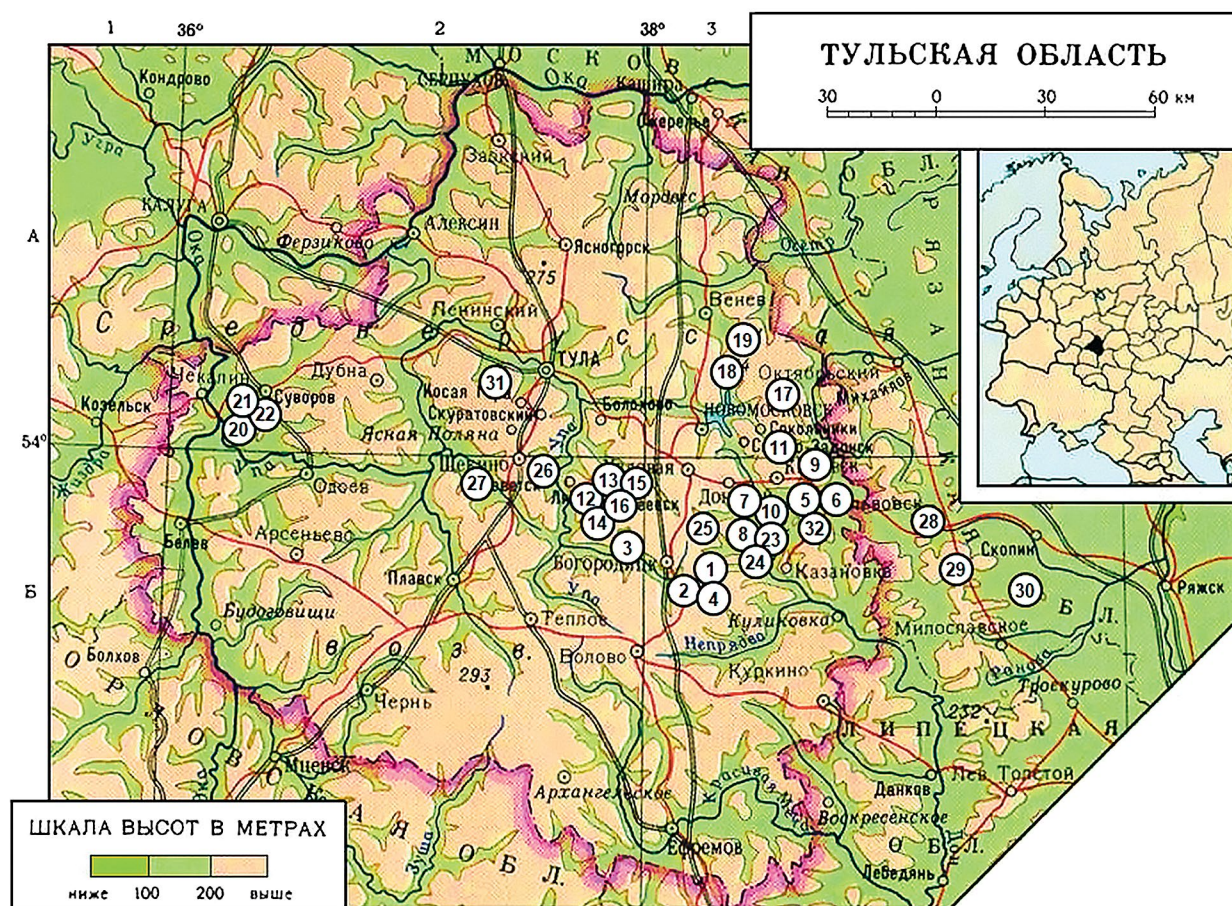


Рис. 1. Места находений изученных объектов. Номера соответствуют перечню объектов в тексте статьи.

Fig. 1. Locations of the studied objects. The numbers correspond to the list of objects in the text of the article.

24 – 3 км к юго-западу от дер. Пестово (53°51'31"N 38°21'01"E), 22.11.2018;

25 – с. Высоцкое (53°55'44"N 38°08'21"E), 21.07.2021.

Щекинский район:

26 – пос. Залесный (54°02'30"N 37°36'01"E), 19.07.2015;

27 – хутор Озерки (54°57'51"N 37°27'45"E), 29.06.2017;

31 – 2 км к востоку от дер. Воздремо, (54°01'36"N 37°23'23"E), 25.03.2023.

Рязанская область

Скопинский район:

28 – с. Петрушево, урочище Голубое озеро (53°53'56"N 39°00'06"E), 15.10.2018;

29 – 5 км к востоку от с. Князево, шахта № 6 (53°44'14"N 39°24'57"E), 01.08.2022.

Милославский район:

30 – Арцыбашевские шахты № 3, 59 (53°37'47"N 39°32'32"E), (53°41'06"N 39°34'04"E), 24.09.2020.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика объектов

Техногенные ландшафты на территории Тульской области представлены как отдельными терриконами, так и большими по площади (сотни гектаров) карьерно-отвалными и аквально-отвалными комплексами.

Бриофлора ОТДЕЛЬНЫХ ТЕРРИКОНОВ [4, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 26, 27, 30, 31; здесь и далее в квадратных скобках номера объектов] (рис. 2), как правило, окружены редкими березняками, в целом насчитывает около 25 видов, на отдельных объектах



Рис. 2. Террикон шахты № 17, объект 16.

Fig. 2. Spoil tip of mine No. 17, object 16.

количество видов варьирует от 7 до 20. Основу бриофлоры составляют виды антропо-толерантные, широко распространенные и обильные — *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticiu*m, *Ceratodon purpureus*, *Dicranella cerviculata*, *Leptobryum pyriforme*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*. Во всех объектах выявлена и *Endogemma caespiticia*, которую, наряду с *Dicranella cerviculata*, можно считать индикатором угольных субстратов. Из числа относительно редких в бриофлоре отдельных терриконов выявлены *Bryum kunzei* [27], *Weissia brachycarpa* [27], *Cephaloziella divaricata* [26], *Riccia sorocarpa* [31]. Существенно повышается уровень видового богатства терриконов (до 40 видов в целом и от 23 до 29 видов в отдельных объектах), к которым примыкают фрагменты естественных сообществ или в результате смыва с гидроотвалов формируются овраги и мелководные пересыхающие озера. В таких местообитаниях

выявлены: лесные эпифиты *Hypnum cupressiforme*, *Jochenia pallescens*, *Pseudoleskeella nervosa* [29], *Sanionia uncinata*, *Sciuro-hypnum reflexum* [16], виды лесной подстилки *Cirriphyllum piliferum* [15]; виды, приуроченные к почвенным обнажениям в лесных сообществах *Fissidens bryoides* [14, 15], *F. exilis* [29], *F. taxifolius* [14], *Pohlia bulbifera* [14]; эпиксил *Lophocolea heterophylla* [29], а также петрофиты *Schistidium apocarpum* [14, 26, 27, 31], *Tortula muralis* [14], произрастающие на отдельных кусках известняка или бетона.

Определенным эколого-ландшафтным своеобразием отличается объект 12, расположенный к северо-востоку от пос. Подлипковский и в 1 км к северу от пос. Гвардейский. Видимо, угледобыча осуществлялась здесь смешанным способом, в основном шахтным. В состав относительно небольшого по площади техногенного комплекса входят: отдельный крупный террикон, небольшое озеро, связанное с долиной

небольшой речки Скоморошки, березняки, заболоченное обширное понижение близ террикона, крутые борта карьера, изобилующие выходами известняков. Бриофлора весьма богата — 35 видов, причем большинство обильны. Здесь выявлен ряд видов, которые встречаются лишь в лесной части области, в Суворовских карьерах — *Calliergonella lindbergii*, *Campylium stellatum*, *Climacium dendroides*, *Hylocomium splendens*, *Scapania curta*. Единственное местонахождение имеет здесь *Sciuro-hypnum populeum*, собранный на глыбах известняка.

Ниже приводится краткая характеристика крупных УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ, где наблюдается наиболее разнообразный спектр местобитаний. Для изученных объектов указаны местонахождения (см. рис. 1), общее количество выявленных видов мохообразных; перечислены редкие и интересные в эколого-географическом плане виды.

ГРЫЗЛОВСКИЙ РАЗРЕЗ (рис. 3). Является одним из старейших в Подмосковном буровугольном бассейне, расположен к северу от пос. Грызлово и к северо-западу от пос. Бельковский [18]. Представляет собой комплекс озер, заполнивших угольные карьеры, и относительно невысоких отвалов. В юго-западной части озерно-отвальные ландшафты пересекает русло небольшой р. Шатец. Южный борт карьера на небольшом протяжении представлен отвесными известняковыми скалами. В средней части отвалов наблюдаются выходы грунтовых вод, в сухое время года пересыхающие. Вся территория разреза заросла молодым березняком, заболоченные берега озер и русло реки — ивняками. В восточной части разреза начата разработка глин. В составе бриофлоры выявлено 32 вида, большая часть из которых с высоким постоянством встречается и в других изученных местонахождениях. Из числа интересных



Рис. 3. Голубые озера, Грызловский разрез, объект 18.

Fig. 3. Golubye Lakes, Gryzlovsky mine, object 18.

можно назвать *Barbula convoluta*, *Cephaloziella rubella*, *Endogemma caespiticia*, *Pellia endiviifolia*, *Warnstorfia fluitans*.

КИМОВСКИЙ РАЗРЕЗ. Расположен к юго-востоку от г. Кимовска, между селами Карачево и Покровское, местное название — Кимовские озера [5, 6, 32]. Представляет собой один из наиболее живописных вариантов карьерно-озерных ландшафтов Подмосковского буроугольного бассейна. Здесь имеют место как недавно заброшенные карьеры, окруженные многочисленными высокими терриконами, полностью лишенными какой бы то ни было растительности, так и старые выработки, заполненные цветными озерами и заросшие березняками. Борты карьеров северных и западных экспозиций представлены скалистыми обнажениями известняков, многочисленны небольшие заболоченные ручьи с обильным известняковым рухляком по днищам. Высокими показателями покрытия мохообразных и обилием редких видов отличаются карьерно-озерные комплексы близ с. Белоозеро [32], они были частично рекультивированы, в настоящее время здесь представлены довольно старые посадки (40–50 лет) сосны. В целом, бриофлора Кимовского разреза насчитывает 48 видов, среди них довольно много редко встречаемых в техногенных ландшафтах видов — *Bryum elegans*, *Plagiomnium ellipticum*, *Cirriphyllum piliferum*, *Hylocomiadelphus triquetrus*, *Drepanocladus polygamus*, *Pseudoamblystegium subtile*, *Sciuro-hypnum reflexum*, *Sphagnum fallax*; обращает на себя внимание разнообразие печеночников — *Lophocolea heterophylla*, *L. minor*, *Marchantia polymorpha*, *Chiloscyphus polyanthus*, *Cephaloziella divaricata*, *Pellia endiviifolia*, *Endogemma caespiticia*.

УШАКОВСКИЙ РАЗРЕЗ (рис. 4). Расположен к юго-западу от г. Кимовска и к югу от пос. Руднев — между селами Кондуки, Пестово, Романцево, Волково, Ушаково, Люторичи, Реново, Каменка [7, 8, 10]. Уникальный для средней полосы России горно-озерный ландшафт (Романцевские горы) сформировался на месте заброшенных 40–50 лет назад угольных карьеров. Объект обладает высокими эстетическими качествами и привлекает огромное количество туристов. В 2019 г. в южной части Ушаковского разреза был организован памятник природы местного значения “Кондуки”, в дальнейшем планируется создание “Природно-антропо-

генного рекреационного комплекса”. ООПТ имеет огромную площадь 1289.8 га, на которой представлены высокие терриконы (голые или поросшие березняком), заболоченные и заозеренные участки, перемежающиеся с лугами и небольшими участками молодых сосновых насаждений. На территории всего Ушаковского разреза выявлено 52 вида мохообразных, в границах памятника природы “Кондуки” — 46 видов (Порова, 2020). Интерес представляет нахождение ацидофильных печеночников *Chiloscyphus pallescens*, *Conocephalum salebrosum*, *Pellia endiviifolia*, *Endogemma caespiticia*; кальцефитов *Didymodon ferrugineus*, *D. fallax*, *Aloina rigida*, *Bryum kunzei*, *B. funkii*, *Schistidium submuticum*; некоторых гигрофитов *Warnstorfia pseudostraminea*, *Sphagnum fallax*, *Hygroamblystegium humile*. Единично и в небольших количествах обнаружены лесные виды напочвенного покрова *Hylocomiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens*, а также *Dicranella schreberiana*, *Pohlia cruda*, произрастающие в местах выхода грунтовых вод.

БОГОРОДИЦКИЙ РАЗРЕЗ. Представлен несколькими крупными карьерно-озерными комплексами — близ с. Степановка [3] и южнее поселков Красницы и Бегичевский [2, 4], в которых отражен весь спектр местообитаний, характерных для Подмосковского буроугольного бассейна. Бриофлора насчитывает 45 видов, и весьма разнородна с экологической точки зрения: *Bryum creberrimum*, *Aloina rigida*, *Campylium stellatum*, *Cephaloziella rubella*, *Drepanocladus polygamus*, *Endogemma caespiticia*, *Hygroamblystegium humile*, *Lophocolea heterophylla*, *Pellia endiviifolia*, *Marchantia polymorpha*, *Schistidium dupretii*, *S. submuticum*, *Tortula muralis* var. *aestiva*.

СУВОРОВСКИЕ КАРЬЕРЫ расположены на северо-западе Тульской области и отличаются рядом ландшафтно-экологических особенностей. Изучено три комплекса — близ сел Березово и Кулешово [20], озера близ дер. Безово [21] и большой комплекс угольных и песчаных карьеров к югу от г. Суворов. Объект 20 мало отличается по составу бриофлоры (около 30 видов) от объектов, расположенных в лесостепной части области, здесь отмечены довольно редкие ксерофильные кальцефиты *Barbula convolute* и *Didymodon ferrugineus*.



Рис. 4. Карьерно-озерные ландшафты, “Кондуки”, объект 23.

Fig. 4. Quarry-lake landscapes, “Konduki”, object 23.

Объект 21 представляет собой комплекс озер, окруженных лесными сообществами южнотатаежного типа, берега озер изобилуют крупными глыбами песчаников, обильно покрытыми мхами *Abietinella abietina*, *Calliergonella lindbergii*, *C. cuspidata*, *Campylium stellatum*, *Thuidium recognitum*, *Climacium dendroides*. В прилегающих ельниках, рельеф которых свидетельствует о старых выработках, весьма обильны классические доминанты хвойной подстилки *Hylocomiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens*, *Plagiochila porrelloides*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Eurhynchium angustirete*, *Cirriphyllum piliferum*. Видовое разнообразие — около 40 видов.

Высокие показатели видового богатства (80 видов), оригинальности (20 видов в прочих объектах не встречаются) выявлены в бриофлоре Суворовских карьеров. Причем, подавляющее большинство популяций характеризуются высокой жизненностью, а покрытие может достигать нескольких десятков квадратных

метров. Большая часть карьеров заозерены, окружены хвойно-широколиственными лесами, близкими по структуре к коренным сообществам; рельеф весьма сложный, включающий глубокие котловины и траншеи, высокие крутые осыпи, пологие гряды. Обильны выходы подземных вод, русла ручьев на пологих склонах пробиваются через крупные куски песчаников, а иногда формируют заболоченные торфянистые березняки и ольшаники. В составе бриофлоры много гигрофильных бореальных видов *Calliergon cordifolium*, *C. giganteum*, *Helodium blandowii*, *Plagiomnium elatum*, *Polytrichum commune*, *Warnstorfia pseudostraminea*, *Sphagnum angustifolium*, *S. centrale*, *S. fallax*, *S. girgensohnii*, *S. squarrosum*, *S. subsecundum*. По берегам озер обильны *Riccia fluitans*, *Hygroamblystegium varium*, *Dicranella cerviculata*, *Dicranum bonjeanii*; встречаются эпиксилы, в целом редкие в техногенных ландшафтах — *Chiloscyphus polyanthus*, *Lophocolea heterophylla*. В напочвенном покрове лесных сообществ встречаются *Polytrichastrum formosum*,

Mnium stellare, *Scapania curta*; на песчаных почвах *Pogonatum urnigerum*; на относительно старых экземплярах липы и дуба (*Tilia cordata* L., *Quercus robur* L.) отмечены *Homalia trichomanoides*, *Pseudoanomodon attenuatus*, *Pseudoleskeella nervosa*, на стволах берез (*Betula pendula* Roth) — *Callicladium haldanianum*, *Dicranum montanum*, *Plagiothecium rossicum*, *Ptilidium pulcherrimum*. Такого разнообразия эпифитов в прочих изученных техногенных объектах не отмечено.

ПЕТРУШЕВСКИЙ РАЗРЕЗ. Расположен на юго-западе Рязанской области (Скопский р-н), близ с. Петрушево, в 3 км к северу от станции Горлово [28]; до сих пор является действующим. Техногенные ландшафты представлены как типичными для открытых разработок отвалами, озерами и карьерами, так и своеобразными чередующимися радиальными гривами, понижения между которыми в ряде случаев заполнены маленькими озерами. Такой рельеф сформировался в результате применения роторных экскаваторов. Бриофлора небогата и насчитывает 23 вида, как гигрофильных (*Drepanocladus aduncus*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Pellia endiviifolia*), так и ксерофильных (*Bryum caespitium*, *Ceratodon purpureus*); присутствует и индикаторный вид углесодержащих грунтов *Endogemma caespiticia*.

Анализ бриофлоры

В табл. 1 приведен список выявленных мохообразных с указанием некоторых эколого-биологических характеристик, принадлежности к субстратам и элементам техногенных ландшафтов; приведен номер соответствующего объекта.

В составе бриофлоры техногенных ландшафтов Подмосковного бурогольного бассейна выявлено 124 вида (16 печеночников из 9 семейств и 107 видов мхов из 24 семейств). Ведущими являются семейства *Brachytheciaceae* (12 видов), *Amblystegiaceae* (10), *Pottiaceae*, *Bryaceae*, *Mniaceae* (по 9 видов), *Dicranaceae* (8), *Polytrichaceae* (7), *Sphagnaceae* (6). Существенный удельный вес последних трех семейств отражает эколого-геохимические особенности территории (обилие переувлажненных местообитаний, повышенную кислотность субстратов).

Большинство публикаций, где, так или иначе, упоминаются мохообразные угольных

отвалов, посвящено выявлению роли мохообразных в спонтанном зарастании угольных отвалов и использовании их в реабилитации (Reva, Baklanov, 1974; Dobrovol'skij et al., 1979; Carvey et al., 1977; Engelman, Weeks, 1985). На терриконах угольных шахт Донбасса исследователи отмечают *Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum*, *B. caespitium*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Leskea polycarpa* (Dobrovol'skij et al., 1979), причем, два последних вида только на очень старых отвалах (около 40–50 лет); по нашим наблюдениям *Leskea polycarpa* произрастает лишь на стволах деревьев или на плотных поверхностях известняковых и песчаниковых глыб. Другие авторы (Reva, Baklanov, 1974), изучая динамику зарастания терриконов Донбасса, в числе видов, характерных для третьей “сложной” стадии восстановительной сукцессии, отмечают *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespitium*, *B. creberrimum*, *B. moravicum*, *Funaria hygrometrica*, причем последний вид указывают как доминант; в районе наших исследований лишь первые два вида проявляют высокую активность на угольных отвалах. По мнению М.Н. Engelman, Т.Е. Weak (1985), при колонизации нарушенных субстратов при добыче каменного угля наибольшую роль играют *Dicranella heteromalla*, *Rhynchostegium* sp.; представители *Rhynchostegium* sp. на территории Среднерусской возвышенности ведут себя как преимущественные гигрофильные кальцефиты, в районе угледобычи не отмечены.

Специальных работ, посвященных бриофлоре регионов угледобывающей промышленности, весьма немного, причем цифры, характеризующие видовое богатство, значительно варьируют: угольные отвалы Львовско-Волынского горнодобывающего района — 71 вид (Kuzynin, 2013), Красноградского горнодобывающего района — 38 видов (Lobachevs'ka, 2012), Кузбасса — 36 видов (Nozhinkov, 2021). Различия между нашими данными и опубликованными в литературных источниках, вероятно, обусловлены продолжающейся промышленной эксплуатацией, более молодым возрастом изучаемых отвалов, более узким спектром местообитаний (ограниченных, видимо, терриконами, их шлейфами и промоинами), слабой представленностью или полным отсутствием карьерно-озерных ландшафтов. В связи с этими причинами, при сравнении нами использовались только те факты, которые

Таблица 1. Эколого-биологическая характеристика мохообразных техногенных ландшафтов Подмосковского буроугольного бассейна

Table 1. Ecological and biological characteristics of bryophytes on technogenic landscapes of the Podmoskovye Brown Coal Basin

Вид Species	S	A	Элемент ландшафта Landscape element	Субстрат Substrate	Пункт Point
<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M. Fleisch.	S–	2 <	Г, С, СЛ	П, К	8, 12, 21–23
<i>Aloina rigida</i> (Hedw.) Limpr.	S+	1	Г	Р	2, 23
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S±	4	П, И, Ш, Г, БК, С, АЛ, ДЛ	Д, К, У, Р, П, НП	1–32
<i>Atrichum flavisetum</i> Mitt.	S+	1	СЛ	П	22
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	S+	3 <	О, Г, С, ДЛ	П	1, 2, 6, 7, 12, 15, 16, 23, 26, 28, 29
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.	S–	1	АЛ	П	22
<i>Barbula convoluta</i> Hedw.	S–	2 >	Ш, ЛС, Г	Р, У	3, 18, 20
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	S±	5 >	П, И, Ш, ЛС, О, Г	Р, У, НП	1–32
<i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedw.) Ignatov et Huttunen	S+	4	О, Г, С, СЛ	Р, П, НП	4, 10, 12, 18, 22, 23, 29, 30, 32
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S–	5 >	И, Г, С	Р, У, НП	1–3, 6, 8, 9, 13, 14, 18, 20, 22, 30–32
<i>Brachythecium campestre</i> (Müll. Hal.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S±	5 >	П, И, Ш, О, Г, БК, С, ДЛ, СЛ	Р, У, НП, К, П	1–4, 6, 12, 18, 23, 28, 24, 29, 32
<i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp.	S±	4 >	И, П, О, АЛ	П	2–8, 12–15, 18, 22–24, 28, 31
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S±	3	О, АЛ	П	2, 4, 6, 8, 18, 22, 23, 26, 29
<i>Brachythecium salebrosum</i> (F. Weber et D. Mohr.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S+	4 <	О, И, С, ДЛ, СЛ	Д, К	1–6, 8, 12, 15, 18, 21–23, 26, 28, 29, 31, 32
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	S±	4 >	П, И, Ш, Ш, Г, БК	Р, У, К, НП	1–32
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	S+	5 >	П, И, Г, БК, СЛ	Р, У, К, НП	1–32
<i>Bryum creberrimum</i> Taylor	S+	2	О, Г	П	3, 6, 10, 27
<i>Bryum elegans</i> Nees	S–	2	СЛ	П	5, 32
<i>Bryum funckii</i> Schwägr.	S–	1	БК	К	6, 23
<i>Bryum kunzei</i> Hornsch.	S–	1	И, Г	Р	3, 23, 27
<i>Bryum moravicum</i> Podp.	S–	1 <	ДЛ, СЛ	П, Д	29, 32
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) P. Gaerth., D. Mey. et Scherb.	S+	4 >	АЛ	П	3, 5, 12, 14, 18, 21–23, 28, 29
<i>Callicladium haldanianum</i> (Grew.) H.A. Crum	S+	1 <	ДЛ, СЛ	Д	22, 32
<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.	S–	1	АЛ	П	22
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.	S–	1	АЛ	П	22
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	S–	3 >	АЛ	П, К	3, 4, 8, 12, 20, 21, 24
<i>Calliergonella lindbergii</i> (Mitt.) Hedenäs	S–	2	БК, АЛ	П, К	12, 21
<i>Campylophyllopsis sommerfeltii</i> (Myrin) Ochyra	S–	1	С	Р	12
<i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) Lange et C.E.O. Jensen	S–	1	С, АЛ, БК	П, К	4, 12, 21

Таблица 1 (продолжение)

Table 1 (continued)

Вид Species	S	A	Элемент ландшафта Landscape element	Субстрат Substrate	Пункт Point
<i>Cephaloziella divaricata</i> (Sm.) Schiffn.	S–	2 >	Ш, ЛС, О	Р, У	22, 26, 32
<i>Cephaloziella rubella</i> (Nees) Warnst.	S–	2	Ш	Р, У	3, 6, 18
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	S+	5 >	П, И, Ш, ЛС, О, Г, БК, С, ДЛ, СЛ	Р, У, К, НП	1–32
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort.	S–	1	АЛ	П	23
<i>Chiloscyphus polyanthus</i> (L.) Corda	S–	1	АЛ	П	6, 22
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout	S–	2 <	С, СЛ	П	6, 15, 20
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F. Weber et D. Mohr	S±	2	С, АЛ, СЛ	П, К	12, 22
<i>Conocephalum salebrosum</i> Szveyk., Buczk. et Odrzyk.	S–	2	АЛ	НП	22, 23
<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.	S+	2 >	Ш, ЛС, О, Г, С, АЛ	У, Р, НП	1–32
<i>Dicranella heteromalla</i> (Brid.) Schimp.	S+	5 >	Ш, О, Г, С, СЛ	У, Р, НП	6, 7, 9, 12, 18, 22, 23, 26, 28, 32
<i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.) Hilf. ex H.A. Crum et L.E. Anderson	S–	1	Ш	У	21, 23
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	S±	3	Ш, Г	У, НП	6, 12, 18, 22, 23, 32
<i>Dicranum bonjeanii</i> De Not	S–	1	СЛ	П	22
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	S±	1	СЛ	Д	12, 22
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	S±	2 <	СЛ	П	22, 32
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	S±	2 <	С, ДЛ, СЛ	Д, П	12, 22, 29, 30, 32
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H. Zander	S±	3	Г, БК	Р	1, 3, 4, 6, 8, 18, 23, 28
<i>Didymodon ferrugineus</i> (Schimp. ex Besch.) M. Hill	S–	1	Г	Р	14, 20, 23
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	S±	4	АЛ	П	1–4, 6, 10, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 24, 28, 29, 32
<i>Drepanocladus polygamus</i> (Bruch, Schimp. et W. Gümbel) Hedenäs	S±	1	АЛ	П	3, 6
<i>Endogemma caespiticia</i> (Lindenb.) Konstant., Vilnet et A.V. Troitsky	S–	5 >	Ш, ЛС, О, Г	Р, У	1–10, 12–16, 18, 2–23, 25–29, 31, 32
<i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) T. Kop	S–	1	СЛ	П	22
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	S±	2 <	С, ДЛ	НП	14, 23, 29
<i>Fissidens exilis</i> Hedw.	S–	1	С	НП	29
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	S±	1 <	ДЛ	НП	14
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	S±	1	И, Г, АЛ	Р, П, НП, У	18, 26
<i>Grimmia pulvinata</i> Hedw.	S±	2	БК	К	1, 3, 4, 6, 21
<i>Helodium blandowii</i> (F. Weber et D. Mohr) Warnst.	S–	2	АЛ	П	22
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Brid.	S±	2	ДЛ	Д	22
<i>Hygroamblystegium humile</i> (P. Beauv.) Vanderp., Hedenäs et Goffinet	S±	3 >	АЛ	П, НП	3, 23, 24

Таблица 1 (продолжение)

Table 1 (continued)

Вид Species	S	A	Элемент ландшафта Landscape element	Субстрат Substrate	Пункт Point
<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk.	S–	2	АЛ, АЛ	П	12, 22
<i>Hylocomiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Ochyra et Stebel	S–	2	С, СЛ	П	10, 22, 32
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S–	2	СЛ	П	10, 12, 22
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	S–	2 <	ДЛ, БК	Д, К	2, 12, 16, 22, 29, 32
<i>Jochenia pallescens</i> (Hedw.) Hedenäs, Schlesak et D. Quandt	S+	3	Ш, О, Г, С, Д, СЛ	Д	1, 6, 10, 12, 21–23, 29, 32
<i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson	S+	4 >	Ш, О, Г	Р, У, НП	3, 6, 12, 15, 18, 20, 21, 23, 30
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	S±	4	Ш, АЛ	П	3, 4, 6, 8, 12, 21, 22–24, 28, 29
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	S+	3	Ш, О, Г, БК, С, ДЛ	К, Д	10, 12, 14–16, 22, 23, 27, 29, 31
<i>Lewinskya speciosa</i> (Nees) F. Lara, Garilleti et Groffinet	S+	3	О, Г, БК, ДЛ, СЛ	К, Д	1–6, 8, 12, 14, 15 18, 21–23, 26, 28, 29, 31
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dum.	S–	1	АЛ, СЛ	П	3, 6, 22, 29, 32
<i>Lophocolea minor</i> Nees.	S–	1 <	С, АЛ	НП	6, 12
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	S+	3 >	АЛ	НП, Р	3, 6, 22–24
<i>Mnium stellare</i> Hedw.	S–	1	С	П	22
<i>Nygolmiella obtusifolia</i> (Brid) Holmen et E. Warncke	S–	1	С	Д	23, 31
<i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedw.) Loeske	S–	3 <	Ш, О, Г, БК, С, ДЛ, СЛ	Р, У, К, П	3, 4, 6, 12, 15, 16, 20, 22, 23, 29
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort.	S–	3 >	АЛ	НП, Р	1, 3, 6, 7, 18, 22, 23
<i>Pellia epiphylla</i> (L.) Corda	S–	2	АЛ	НП	3
<i>Plagiochila porelloides</i> (Torrey ex Nees) Lindenb.	S–	1	С, СЛ	П	6, 12, 22
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	S+	3	И, О, С, ДЛ,	Д, П	1, 2, 6, 12, 16, 20–23, 26, 27, 29, 31, 32
<i>Plagiomnium elatum</i> (Bruch et Schimp.) T.J. Kop.	S–	2	АЛ	П	22, 29
<i>Plagiomnium ellipticum</i> (Brid.) T.J. Kop.	S–	2	АЛ	П	6, 22
<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Z. Iwats.	S–	1	СЛ	П	32
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S–	1 <		Д	32
<i>Plagiothecium rossicum</i> Ignatov et Ignatova	S–	1	С	Д	22, 32
<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S–	2	С, ДЛ	Д	12, 22, 29, 31
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	S–	2 <	СЛ	Д, П	12, 22, 32
<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P. Beauv.	S+	3	С	П	22
<i>Pohlia bulbifera</i> (Warnst.) Warnst.	S–	1	Ш	У	14

Таблица 1 (продолжение)

Table 1 (continued)

Вид Species	S	A	Элемент ландшафта Landscape element	Субстрат Substrate	Пункт Point
<i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb.	S–	1	С	НП	23
<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) A.J. Shaw	S–	1	АЛ	НП	23
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	S±	3	П, Ш, О, С, СЛ	У, НП, П	3, 6, 9, 10, 12, 15, 18, 23, 29, 32
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (F. Weber et D. Mohr) A.L. Andrews	S–	3 >	Ш, АЛ	У, НП, П	3, 6, 14, 18, 22–24, 28
<i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G.L. Sm.	S+	1	СЛ	П	22
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	S+	1	АЛ	П	22, 32
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	S+	5 >	П, Ш, О, Г, СЛ	Р, У, НП, П	1–32
<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	S+	5 >	П, Ш, О, Г, БК, СЛ	Р, У, НП, П	1–32
<i>Pseudoamblystegium subtile</i> (Hedw.) Vanderp. et Hedenäs	S–	2		Д	6
<i>Pseudoanomodon attenuatus</i> (Hedw.) Ignatov et Fedosov	S–	1	ДЛ	Д	22
<i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyholm	S–	2 <	ДЛ	Д	22, 29
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (G. Web.) Vain.	S–	1	СЛ	Д	22
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S+	3	И, Ш, О, Г, С, СЛ, БК	Д, К	1–6, 8, 12, 15, 18, 21–23, 26, 28, 29, 31, 32
<i>Riccia fluitans</i> L.	S–	2	АЛ	П	22
<i>Riccia sorocarpa</i> Bisch.	S–	1	П	НП	31
<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	S±	2	С	Д, Р	12, 15, 22, 32
<i>Scapania curta</i> (Mart.) Dum.	S–	1	С	Р	12, 22
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. et W. Gümbel	S+	2	И, БК	К	6, 14, 16, 21, 26, 27, 31
<i>Schistidium dupretii</i> (Thér) W.A. Weber	S+	2	БК	К	3, 4, 6, 8
<i>Schistidium submuticum</i> Broth. ex H.H. Blom	S+	2	БК	К	3, 6, 12, 23
<i>Sciuro-hypnum curtum</i> (Lindb.) Ignatov	S±	2	СЛ	Д, П	12, 22, 32
<i>Sciuro-hypnum populeum</i> (Hedw.) Ignatov et Huttunen	S±	1	БК	К	12
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i> (Starke) Ignatov et Huttunen	S±	2 <	ДЛ	Д	4, 6, 15, 22, 23, 29
<i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O. Jensen ex Russow) C.E.O. Jensen	S±	2	АЛ	П	22
<i>Sphagnum centrale</i> C.E.O. Jensen	S±	2	АЛ	П	22
<i>Sphagnum fallax</i> (H. Klinggr.) H. Klinggr.	S–	2	АЛ	П	8, 22, 32
<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow	S–	2	АЛ	П	22
<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	S–	2	АЛ	П	22
<i>Sphagnum subsecundum</i> Nees	S–	2	АЛ	П	22
<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) F. Weber et D. Mohr.	S–	3 Б	И, БК	Р, П	10, 22, 23
<i>Thuidium recognitum</i> (Hedw.) Lindb.	S–	2	БК, СЛ	П, К	21

Таблица 1 (окончание)
Table 1 (end)

Вид Species	S	A	Элемент ландшафта Landscape element	Субстрат Substrate	Пункт Point
<i>Tortula acaulon</i> (With.) R.H. Zander	S+	1	П	НП	31
<i>Tortula muralis</i> Hedw.	S±	1	БК	К	14
<i>Tortula muralis</i> var. <i>aestiva</i> Hedw.	S±	2	БК	К	3, 4, 6
<i>Warnstorfia fluitans</i> (Hedw.) Loeske	S–	2	АЛ	П	12, 18, 23
<i>Warnstorfia pseudostraminea</i> (Müll.Hal.) Tuom et T.J. Kop.	S–	1	АЛ	П	22, 23
<i>Weissia brachycarpa</i> (Nees et Hornsch.) Jur.	S±	1	Г	Р	27

Примечание: S – наличие спороношений (S+ всегда со спорофитами, S± –иногда, S– –спорофиты отсутствуют); A – активность вида в баллах (1 – встречается очень редко и имеет очень низкое обилие; 2 – встречается довольно редко, обилие довольно низкое; 3 – встречается спорадически, обилие умеренное; 4 – встречается довольно часто, обилие незначительное; 5 – встречается часто, обилие высокое); значком > отмечены виды, которые в карьерно-отвальных ландшафтах встречаются чаще и обильнее, чем в естественных местообитаниях, < – реже, чем в соответствующих природных местообитаниях; субстраты – основания и стволы деревьев (Д), крупные камни (К), рухляк (Р), почва относительно сформированная (П), намытые почвы (НП), угольная грунтосмесь (У); элементы ландшафтов – шлейфы (Ш), гривы (Г), борта карьеров и крупные глыбы (БК), пустоши (П), остатки инфраструктуры (И), аквальные ландшафты (АЛ), овраги (О), ложбины стока (ЛС), крутые обле-сенные склоны озер и котловин (С), фрагменты дубово-липовых лесов (ДЛ), сосновые леса (СЛ).

Note: S – presence of sporophytes (S+ – always with sporophytes, S± – sometimes with sporophytes, S– – sporophytes missing); A – species activity in points (1 – occurs very rarely and with a very low abundance; 2 – occurs quite rarely, quite low abundance; 3 – occurs sporadically, moderate abundance; 4 – occurs quite often, insignificant abundance; 5 – occurs often, high abundance); more frequently and abundantly in quarry-dump landscapes than in natural habitats are marked with “>”, those occurring less frequently in quarry-dump landscapes than in corresponding natural habitats are marked with “<”; substrates: tree bases and trunks (Д), large stones (К), crumble (Р), relatively formed soil (П), washed soils (НП), coal soil mixture (У); landscape elements – plumes (Ш), manes (Г), quarry sides and large blocks (БК), wastelands (П), remnants of infrastructure (И), aquatic landscapes (АЛ), ravines (О), runoff hollows (ЛС), steep forested slopes of lakes and basins (С); fragments of oak and lime forests (ДЛ), pine plantations (СЛ).

можно интерпретировать лишь однозначно. Например, меньший удельный вес печеночников в Львовско-Волынском районе по сравнению с Подмосковным буроугольным бассейном (8 и 13%), но большая доля верхоплодных мхов (56% против 45%). Однако, даже если не учитывать виды, произрастающие только в прилегающих вплотную к терриконам естественных сообществах (15–20 видов отмечены только в них), бриофлора Подмосковного буроугольного бассейна оказывается богаче Львовско-Волынского горнодобывающего района и Кузбасса.

Активность видов. В сложении мохового покрова ландшафтов Подмосковного буроугольного бассейна преобладают виды с баллом 1 (редкие виды с очень низким покрытием) – 44%, на втором месте виды с баллом 2 (виды с довольно низкой локальной встречаемостью и относительно низким покрытием) – 32%; в сумме неактивные и малоактивные виды дают 76%. Спорадических видов с умеренными

показателями как покрытия, так и обилия (среднеактивные) – всего 13%; видов активных – частых, высоко- и умеренно обильных (баллы 4 и 5) в сумме всего 15%. В Львовско-Волынском горнодобывающем районе (Kuzuyarin, 2013) доля частых видов (свыше 60% объектов) составляет 13%; доля видов с низким постоянством (менее 40%, классы I, II) – 83%, т. е. выше, чем в Подмосковном буроугольном бассейне. Для сравнения в таких техногенных ландшафтах как известняковые карьеры доля видов с баллами 1 и 2 составляет 56%, спорадических видов – 27%, частых и обильных – 17% (Ророва, 2022). В известняковых карьерах наблюдается увеличение доли спорадических видов с умеренным покрытием, что объясняется более благоприятным комплексом экологических и эдафических условий в указанных техногенных ландшафтах, по сравнению с угольными.

Для ряда видов, обнаруженных в карьерно-отвальных ландшафтах Подмосковного

буроугольного бассейна, выявлено изменение активности в сравнении с естественными ландшафтами. У 17 видов встречаемость и покрытие увеличиваются, это эвритопные антропопотолерантные виды *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticius*, *Ceratodon purpureus*, *Leptobryum pyriforme*, *Brachythecium campestre*, псаммофильные ксерофиты *Brachythecium albicans*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, гигрофильные *Bryum pseudotriquetrum*, *Pohlia wahlenbergii*, *Hygroamblystegium humile*, а также ацидофильные *Dicranella cerviculata* (по нашим наблюдениям, на территории средней полосы России встречается исключительно на кислых подзолистых почвах в сосновых лесах), *D. heteromalla* (эпигейный вид подзолистых, реже серых лесных почв), *Cephaloziella divaricata* (отмечена в галофильных степных сообществах на юге Воронежской области), *Endogemma caespiticia* (в природных экосистемах средней полосы России отсутствует). Примерно такое же количество видов (18) явно снижают свою активность: это виды лесной подстилки хвойно-широколиственных лесов *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, *Cirriphyllum piliferum*, широколиственных лесов *Fissidens taxifolius*, *Atrichum undulatum*, степные виды *Abietinella abietina*, *Syntrichia ruralis*, некоторые обычные эпифиты *Sciuro-hypnum reflexum*, *Hypnum cupressiforme*, *Pseudoleskeella nervosa*, а также *Oxurhynchium hians*, *Plagiothecium denticulatum*, *Callicladium haldanianum*, *Bryum moravicum*. Для объяснения установленных тенденций требуются специальные исследования.

Разнообразие бриофлоры структурных элементов техногенного ландшафта. В ландшафтной структуре района угледобычи, исключительно для удобства анализа, можно выделить ряд элементов.

Терриконы (верхние и средние части склонов) — самые неблагоприятные для произрастания растений местообитания, характеризуются высоким содержанием токсических веществ, кислой реакцией среды, значительной крутизной склонов, что приводит к мощной водной эрозии и образованию глубоких промоин; верхние части терриконов подвержены и действию сильных ветров, а в теле террикона идут химические экзотермические реакции, нередко заканчивающиеся самовозгоранием.

На поверхности терриконов и отвалов процессы восстановления растительности сильно растянуты во времени — растения-пионеры могут появляться на следующий год после отсыпки, однако более активное зарастание начинается спустя 15–20 лет после прекращения эксплуатации, причем, полного сходства с зональной растительностью не отмечается и через 50 лет (Lednev et al., 2020). Мохообразных в данном элементе ландшафта нами не выявлено.

Шлейфы делювиально-пролювиальные (рис. 5) — располагаются по периферии террикона и формируются в результате оползней и размыва грунта с его поверхности. Здесь, как правило, представлены разреженные березняки, реже вейниковые и хвощовые группировки. Авторы, изучающие первичные сукцессии на угольных отвалах ПБУБ (Lednev et al., 2020), считают, что на делювиальных шлейфах стадия водорослей, мохообразных и лишайников не выражена ввиду высокой чувствительности указанных таксонов к химическому воздействию среды. Наши исследования показали, что отсутствие промышленной эксплуатации в течение 30–40 лет благоприятно сказалось на процессах восстановления, и мохообразные как пионеры зарастания на шлейфах присутствуют. Всего выявлено около 20 видов на угольных почвогрунтах и 3 вида на стволах берез. Индикаторами угольных грунтов являются массово развивающиеся ацидофильные эпигейные виды *Endogemma caespiticia*, *Dicranella cerviculata*, обильны также эвритопные космополиты *Bryum argenteum*, *B. caespiticius*, *Ceratodon purpureus*.

Ложбины стока (рис. 6) — формируются в результате активной водной эрозии в нижней части терриконов, прорезая и пологие участки шлейфов. Голые, зачастую влажные, стенки промоин иногда сплошь покрывают индикаторные виды *Endogemma caespiticia*, *Dicranella cerviculata*. Выявлено 7 видов, помимо указанных, здесь встречаются *Barbula unguiculata*, *B. convoluta*, *Cephaloziella divaricata*, *Ceratodon purpureus*, *Leptobryum pyriforme*. Ложбины стока по мере удаления от террикона трансформируются в овраги.

Овраги — формируются на удалении 50–100 м от терриконов в результате смыва больших объемов воды с крутых склонов, преимущественно с подветренной стороны; протяженность их



Рис. 5. Березняки на шлейфах, объект 4.

Fig. 5. Birch forests on plumes, object 4.



Рис. 6. Ложбина стока, Суворовские карьеры, объект 22.

Fig. 6. Runoff hollow, Suvorovskiye quarries, object 22.

небольшая — несколько сот метров, почвы смытые, преимущественно глинистые с вкраплениями угольного рудяка. Промойны и овраги как элементы рельефа были сформированы еще на стадиях активной угледобычи в результате постоянной откачки воды из шахт; после прекращения эксплуатации зарастают березняками. В составе бриофлоры оврагов отмечено около 25 видов. Добавляется ряд видов, характерных для почвенных обнажений лесных сообществ: *Atrichum undulatum*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Bryum creberrimum*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Polytrichum juniperinum*, *Lophocolea minor*. Покрытие, за исключением последнего вида, значительное. На стволах берез обычны широко распространенные и устойчивые эпифиты *Pylaisia polyantha*, *Lewinskya speciosa*, *Jochenia pallescens*, *Leskea polycarpa*.

Гривы (рис. 7) — формируются между промоинами и оврагами, формируя сложный рельеф. Гривы состоят из грунтов грубого механического состава, включая известняковый

и угольный рудяк, намытые глинистые или песчаные почвогрунты. Выявлено около 30 видов весьма разнородной экологии: кальцефилы (*Didymodon fallax*, *Aloina rigida*), ацидофилы (*Endogemma caespiticia*, *Dicranella cerviculata*), псаммофилы (*Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*), а также уже упомянутые эвритофы. На отдельных стволах берез, рассеянно произрастающих на гривах, произрастает тот же комплекс устойчивых эпифитов.

Склоны котловин и заозеренных карьеров — представлены в сложных карьерно-озерных комплексах; имеют крутизну около 30–45°, заняты березняками и осинниками. Видовой состав богатый — около 40 видов, среди них довольно редкие *Campylium stellatum*, *Cirriphyllum piliferum*, *Climacium dendroides*, *Plagiochila porelloides*, *Scapania curta*, *Hylocomium splendens*, обильно развивающиеся на глинисто-известняковом рудяке; существенно обогащается “ацидофильный березовый комплекс”, за счет *Callicladium haldanianum*, *Sanionia uncinata*,



Рис. 7. Песчано-угольные гривы, Кимовский разрез, объект 32.

Fig. 7. Sand-coal manes, Kimovsky mine, object 32.

Plagiothecium rossicum, *Ptilidium pulcherrimum*, *Dicranum montanum*, *D. scoparium*.

Борта карьеров (стенки, глыбы камней) как элемент ландшафта встречается нечасто [3, 6, 18, 24], преимущественно в местах открытых разработок, где в настоящее время сформировались озерные комплексы. Учитывая, что коренными породами на территории Тульской области являются карбонские известняки, борта карьеров сложены именно этими породами. Текстура известняков слоистая, рыхлая, неблагоприятная для поселения мхов; относительно плотные глыбы, как правило, встречаются отдельно, и расположены близ берегов озер; видовой состав петрофитов весьма скуден, это представители родов *Schistidium*, *Grimmia*, *Tortula*. Всего выявлено около 25 видов.

Аквальные ландшафты (озера, берега озер, мелководные пересыхающие озерца стоки выклинивающихся подземных вод — рис. 8, обводненные канавы) — одни из самых богатых

по видовому составу структурных элементов карьерно-озерных комплексов (около 40 видов). Закономерно преобладают мезогигрофильные и гигрофильные виды, наиболее часты и обильны *Bryum pseudotriquetrum*, *Calliergonella cuspidata*, *Drepanocladus aduncus*, *Hygroamblystegium humile*, *Leptodictyum riparium*, *Marchantia polymorpha*, *Pellia endiviifolia*, *Pohlia wahlenbergii*. Преимущественно на северо-западе Подмосковского буругольного бассейна, в аквальных ландшафтах отмечены *Aulacomnium palustre*, *Helodium blandowii*, *Plagiomnium elatum*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum fallax*, *S. squarrosum*, *Riccia fluitans*, *Warnstorfia fluitans*, *Warnstorfia pseudostraminea*, ряд из них характерен для минеротрофных болот. В аквальных ландшафтах угледобывающих районов Восточной Сибири отмечены лишь *Warnstorfia fluitans*, *Calliergon giganteum*, *Marchantia polymorpha* (Efimov, 2016), видимо, собранные попутно, наряду с сосудистыми макрофитами.



Рис. 8. Выходы подземных вод, Ушаковский разрез, объект 24.

Fig. 8. Groundwater discharge, Ushakovsky mine, object 24.

Фрагменты естественных дубово-липовых лесов — встречаются редко [15, 16, 22, 29], имеют весьма небольшие площади, прилегая к карьерно-озерным комплексам; рельеф выровненный. Видовое разнообразие мохообразных невелико (около 25 видов), однако изредка встречаются типичные неморальные эпифиты *Pseudoanomodon attenuatus*, *Pseudoleskeella nervosa*, *Serpoleskea subtilis*, *Sciuro-hypnum reflexum*, *Homalia trichomanoides*.

Сосновые насаждения на относительно пологих склонах — встречаются лишь на отдельных частично рекультивированных объектах [10, 22, 32]; грунты преимущественно песчаные с примесью угольной крошки. В молодых посадках (до 20 лет), травяно-моховой покров полностью отсутствует. В более старых насаждениях в напочвенном покрове отдельными небольшими латками встречаются обычные виды хвойной подстилки *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, *Sciuro-hypnum curtum*. Высокие показатели покрытия проявляют более ксерофильные псаммофиты *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, а также *Pohlia nutans*, *Brachythecium albicans*. Из числа редких видов, приуроченных к песчаной, относительно увлажненной почве, можно назвать *Bryum elegans*, *Plagiothecium cavifolium*. На северо-западе территории (Суворовские карьеры), видовое разнообразие и покрытие мохообразных в старовозрастных сообществах выше (около 35 видов), здесь отмечены, помимо перечисленных, *Eurhynchium angustirete*, *Hylocomiadelphus triquetrus*, *Pogonatum urnigerum*, *Thuidium recognitum*.

Пустоши — обширные пространства, прилегающие к терриконам или заполненным водой карьерам; заняты в основном вейниковыми и бобовыми сообществами, сформированными в результате самозаращания. Большая часть пустошей до сих пор не используется, учитывая неблагоприятные свойства намытых песчано-глинистых почв; в некоторых случаях сельскохозяйственные угодья располагаются на расстоянии 300–500 м от терриконов; довольно часто в непосредственной близости от терриконов размещаются садовые участки. Бриофлора пустошей весьма бедна — около 10 видов. Наряду с эвритопными космополитами *Bryum argenteum*, *B. caespitium*, *Ceratodon purpureus*, *Barbula unguiculata* на немногочисленных

выбросах землероев однократно отмечены *Riccia sorocarpa*, *Tortula acaulon*, а также более частые *Amblesyrgium serpens*, *Brachythecium mildeanum*. Покрытие мхов крайне низкое.

Остатки инфраструктуры — представлены разрушенными бетонными зданиями, техническими сооружениями, откосами разобранных железнодорожных путей. Выявлено около 20 видов, в основном эвритопных, широко распространенных, антропогенно устойчивых. На бетонных глыбах изредка встречаются петрофит *Schistidium apocarpum*, эпифиты *Lewinskya speciosa*, *Leskea polycarpa*, *Pylaisia polyantha*. Обильно развиваются мхи на откосах заброшенных железнодорожных путей (*Brachythecium campestre*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Oxurhynchium hians*), ранее связывающих шахты и карьеры между собой. В настоящее время путепроводы заросли березой и прочими древесными эксплерентами, у подошвы откосов часто формируются обводненные канавы, где обильны *Brachythecium mildeanum*, *B. rutabulum*, *Drepanocladus aduncus*.

Эколого-субстратное распределение. Почвенные субстраты на территории ПБУБ весьма разнородны по химизму, текстуре, увлажнению. Систематизация почвенных субстратов таких сложных техногенных комплексов как угольные бассейны не входила в наши задачи, поскольку заслуживает самостоятельного экологического исследования. В обобщенном виде почвенные субстраты можно подразделить: 1) на угольные грунтосмеси — самый специфичный субстрат (рН 2–4, высокие концентрации солей), представляющий смывы угольного мелкодисперсного грунта, присутствует во всех объектах; 2) намытые почвогрунты, состоящие из углисто-песчано-глинистых материалов; 3) относительно сформированные почвы, иногда с развитой подстилкой, а в переувлажненных местообитаниях с небольшой долей торфа.

На **угольной грунтосмеси**, самом специфичном субстрате, выявлено 22 вида, наиболее часты и обильны здесь ацидофильные эпигейные виды *Dicranella cerviculata*, *D. heteromalla*, *D. schreberiana*, *Cephaloziella divaricata*, *Endogemma caespiticia*, а также индифферентные к химизму субстрата *Leptobryum pyriforme*, *Barbula convoluta*, *B. unguiculata*, *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespitium*. Высокие адаптивные возможности

Dicranella cerviculata к высоким концентрациям серы в субстрате подчеркивает и О.В. Лобачевская (Lobachevs'ka, 2008). На отвалах угольных карьеров в условиях Южной Якутии Е.И. Ивановой (Ivanova, 2001) отмечаются *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespiticiu*m, *Funaria hygrometrica*, *Pohlia cruda*; на полуобнаженных субстратах с угольной пылью, помимо перечисленных, *Leptobryum pyriforme*, *Pohlia bulbifera*, *Polytrichum piliferum*, *Dicranella varia*, *Dicranum bergeri*, *Encalypta procera*. Таким образом, наряду с общими эвритопными видами, в разных регионах на угольных субстратах встречаются и “свои” специфичные виды. Однако, нельзя исключить и временное нахождение ряда видов с последующей элиминацией вследствие несоответствия экологическим требованиям.

На **намытых почвогрунтах** выявлено 26 видов. Исключительно на данном субстрате отмечены эпигейные виды *Fissidens bryoides*, *F. exilis*, *F. taxifolius* (березняки на пологих склонах, фрагменты дубово-липовых лесов), *Riccia sorocarpa*, *Tortula acaulon* (пустоши), *Lophocolea minor* (крутые стенки оврагов). В целом, наблюдается сходство видового состава мохообразных, поселяющихся на намытых почвогрунтах и угольных грунтосмесях.

На **относительно сформированной почве**, близкой почвам естественных смешанных лесов, отмечено наибольшее количество видов — около 60, причем 78% всех выявленных видов встречается только на этом субстрате. Среди них как обычные доминанты хвойно-широколиственных лесов *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Hylocomiadelphus triquetrus*, *Dicranum polysetum*, *Cirriphyllum piliferum*, *Climacium dendroides*, так и более редкие *Dicranum bonjeanii*, *Polytrichastrum formosum*, *Thuidium recognitum*, *Eurhynchium angustirete*, *Plagiochila porelloides*. По заболоченным берегам озер, вдоль ручьев (Суворовские карьеры) богато представлен комплекс болотных видов *Aulacomnium palustre*, *Calliergon cordifolium*, *C. giganteum*, *Calliergonella cuspidata*, *Drepanocladus polygamus*, *Helodium blandowii*, *Hygroamblystegium humile*, *Plagiomnium elatum*, *Polytrichum commune*, *Riccia fluitans*, *Warnstorfia fluitans*, *W. pseudostraminea*, *Campylium stellatum*, виды рода *Sphagnum*. Весьма редки виды, приуроченные к

серым лесным почвам *Atrichum flavisetum*, *Mnium stellare*, а также степные виды *Abietinella abietina*, *Syntrichia ruralis*.

На **рухляке**, представляющем смесь мелких известняковых и угольных вкраплений, сцементированных мелкодисперсной глиной, произрастает 28 видов мохообразных, из них 6 видов (21%) — только на данном субстрате: *Aloina rigida*, *Bryum kunzei*, *Didymodon ferrugineus*, *D. fallax*, *Weissia brachycarpa*. На рухляке обильно развиваются эвритопные виды *Barbula unguiculata*, *Brachythecium albicans*, *Bryum caespiticiu*m, *Ceratodon purpureus*, высокие показатели постоянства и покрытия характерны для *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, *Dicranella heteromalla*, *Brachythecium campestre*. На влажном рухляке в березняках отмечен редкий печеночник *Scapania curta*. В целом, на угольной грунтосмеси и рухляке как наиболее характерных субстратах в районах угледобычи произрастает около 35 видов, из них преимущественно с этими субстратами связано 34% видового состава.

Крупные глыбы камней (известняков или песчаников) встречаются попутно, будучи вывернутыми на дневную поверхность при вскрыше пород открытым способом; как правило, поверхности камней, лежащих на открытых пространствах, лишены мхов, что связано с медленными темпами водной и ветровой эрозии, а также слоистой, рыхлой текстурой камней. Срок в 40–50 лет оказывается достаточным для поселения петрофитов лишь в лесных сообществах, где камни могут обрастать обычными видами лесной подстилки. На каменистых субстратах отмечено около 30 видов, из них 8 видов (27%), в основном кальцефилов, приурочены только каменистым субстратам: *Sciurohypnum populeum*, *Schistidium apocarpum*, *S. dupretii*, *S. submuticum*, *Grimmia pulvinata*, *Bryum funckii*, *Tortula muralis*, *T. muralis* var. *aestiva*.

На **древесных субстратах** выявлено 24 вида, причем, 7 (около 70%) из них на других субстратах не встречается. Склоны терриконов, шлейфы, гривы спустя 3–5 лет после прекращения эксплуатации активно зарастают древесными эксплерентами — доминирует береза повислая (*Betula pendula* Roth), реже встречается осина (*Populus tremula* L.), клен американский (*Acer negundo* L.). На молодых березах, возрастом 10–20 лет моховые обрастания развиты слабо,

обычно присутствуют *Pylaisia polyantha*, *Lewinskya speciosa*, *Leskea polycarpa*, реже *Brachythecium salebrosum*, *Jochenia pallescens*. Типичный “березовый ацидофильный” комплекс (*Callicladium haldanianum*, *Dicranum montanum*, *D. scoparium*, *Sanionia uncinata*, *Plagiothecium rossicum*, *Ptilidium pulcherrimum*) формируется не ранее, чем через 20–30 лет преимущественно в сложных ландшафтных комплексах (преимущественно на северо-западе территории). Широколиственные представители дендрофлоры (*Tilia cordata* L., *Acer platanoides* L., *Quercus robur* L.) с характерной неморальной эпифитной бриофлорой (*Homalia trichomanoides*, *Pseudoanomodon attenuatus*, *Pseudoleskeella nervosa*, *Serpoleskea subtilis*, *Sciurohypnum reflexum*) встречаются в составе техногенных ландшафтов лишь в том случае, если в непосредственной близости к объекту имеются фрагменты естественных дубово-липовых [объекты 14, 16] или хвойно-широколиственных сообществ [22]. Гниющая древесина как субстрат встречается лишь в объекте 22, в очень небольшом количестве.

Эколого-биологические особенности. Анализ репродуктивных особенностей видового состава показал, что процент активно спороносящих видов составляет 33%; доля неспороносящих видов довольно большая — 57%, прочие 20% видов спороносят изредка. В Львовско-Волынском горнодобывающем районе доля спороносящих видов составляет лишь 22.5% (Kuzyarín, 2013). На инициальных грунтах (угольные грунтосмеси, намывные почвогрунты), которые заселяются бриоэксплерентами, доля спороносящих видов увеличивается, но незначительно, достигая 44%. Для некоторых видов свойственно обильное образование специализированных выводковых органов: *Bryum pseudotriquetrum*, *Pellia endiviifolia*, *Pohlia bulbifera*, *Endogemma caespiticia*, *Marchantia polymorpha*. Существенное преобладание верхоплодных мхов отмечается лишь на субстратах с наиболее экстремальными условиями среды — на угольных грунтосмесях (68%), намывных почвах и рухляке (по 64%). На почвах с относительно сформированной подстилкой удельный вес верхоплодных мхов всего 35%, а на древесных субстратах они отсутствуют полностью.

Редкие виды. Бриофлора техногенных ландшафтов Подмосковного бурогоугольного бассейна

характеризуется значительной долей редких и интересных видов; 6 видов занесены в Красные книги Тульской и Рязанской областей (Krasnaya..., 2020; Krasnaya..., 2021).

Eurhynchium angustirete — ТУЛ (3, здесь и далее категория редкости), РЯЗ (3), в средней полосе России изредка встречается в напочвенном покрове хвойно-широколиственных лесов, обнаружен в старовозрастном смешанном лесу; площадь популяции около 1 м², состояние удовлетворительное [22].

Helodium blandowii — ТУЛ (3), РЯЗ (3), бореальный болотный вид, обычно произрастающий на мезотрофных болотах; отмечен вдоль русла заболоченного ручья близ старых угольных смылов, площадь популяции 1.5 м², состояние хорошее [22].

Hylocomium splendens — ТУЛ (3); бореальный вид, доминирующий в напочвенном покрове хвойных лесов; отмечено несколько популяций в сосновых лесах, на пологих склонах озерных котловин; состояние популяций хорошее, площадь — до 5 м² [10, 12, 22].

Hylocomiadelphus triquetrus — ТУЛ (3), РЯЗ (МС), все характеристики такие же, как у предыдущего вида [10, 22].

Pseudoanomodon attenuatus — РЯЗ (3), ТУЛ (мониторинговый список), неморальный эпифит, отмечен однократно на стволе липы в сообществе смешанного леса, близкого по структуре коренному, состояние удовлетворительное, площадь популяции 0.3 м² [22].

Sphagnum subsecundum — ТУЛ (2), бореальный болотный вид, обычно приуроченный к достаточно обводненным местам на сфагновых болотах, обнаружен в том же местообитании, что и *Helodium blandowii*, состояние хорошее, площадь популяции около 1 м² [22].

В мониторинговые списки включены виды, популяции которых нуждаются в контроле: кальцефильные степные виды — *Aloina rigida* (ТУЛ, РЯЗ), *Didymodon ferrugineus* (ТУЛ), *Bryum funckii* (ТУЛ, РЯЗ), *Weissia brachycarpa* (РЯЗ); кальцефильные гигрофиты — *Pellia endiviifolia* (ТУЛ); *Campylium stellatum* (ТУЛ); лесные эпифитно-петрофитные виды — *Sciurohypnum populeum* (ТУЛ, РЯЗ), *Anomodontella longifolia* (ТУЛ, РЯЗ), *Homalia trichomanoides* (ТУЛ, РЯЗ); виды хвойно-широколиственных лесов — *Dicranum*

bonjeanii (ТУЛ), *Plagiochila porelloides* (РЯЗ); виды переувлажненных местообитаний — *Plagiomnium elatum* (ТУЛ), *Warnstorfia pseudostraminea* (ТУЛ), *Drepanocladus polygamus* (ТУЛ), *Conocephalum salebrosum* (ТУЛ, РЯЗ), *Riccia fluitans* (ТУЛ); целесообразно включить в мониторинговый список и *Scapania curta* (ТУЛ).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В составе бриофлоры техногенных ландшафтов Подмосковского буроугольного бассейна выявлено 124 вида (16 печеночников из 9 семейств и 107 видов мхов из 24 семейств).

В бриофлоре отдельных терриконов с прилегающими территориями выявлено 25 видов (от 7 до 20 видов в одном объекте); в бриофлоре карьерно-озерных комплексов угольных разрезов — 116 видов, количество видов варьирует от 23 (Петрушевский разрез), до 80 (Суворовские карьеры).

В сложении мохового покрова техногенных ландшафтов преобладают виды с баллом 1 (редкие виды с очень низким покрытием) — 44%, на втором месте виды с баллом 2 (довольно низкая локальная встречаемость и относительно низкое покрытие) — 32%. Спорадических видов с умеренными показателями как покрытия, так и обилия (среднеактивные) — всего 13%; видов активных — частых, высоко- и умеренно обильных (баллы 4 и 5) в сумме всего 15%.

У ряда видов выявлено изменение активности в сравнении с природными ландшафтами лесостепи и юга зоны широколиственных лесов: у 17 активность увеличивается (ацидофильные виды *Dicranella cerviculata*, *Cephaloziella divaricata*, *Endogemma caespiticia*, которые можно считать индикаторами угольных грунтосмесей, эвритопные антропоотолерантные виды и некоторые гигрофиты). Примерно столько же видов снижают свою активность — виды напочвенного покрова хвойно-широколиственных лесов, степные виды и некоторые эпифиты.

В ландшафтной структуре карьерно-озерных ландшафтов по видовому разнообразию выделяются аквальные и склоновые ландшафты — по 40 видов, старовозрастные сосновые насаждения (35); на гривах выявлено 30 видов, на каменистых бортах карьеров, в оврагах и во фрагментах естественных дубово-липовых

лесов — по 25, на шлейфах, инфраструктурных объектах — по 20, бедный видовой состав отмечен на пустошах (10) и в ложбинах стока (7). Эколого-субстратное распределение выглядит следующим образом: на угольной грунтосмеси отмечено 22 вида, на намывных песчано-глинистых грунтах — 26, на рухляке — 28, на крупных глыбах камней — около 30, на древесных субстратах — 24 вида, наибольшее количество видов произрастает на относительно сформированных почвах — 60. На субстратах с наиболее экстремальными условиями среды (угольные грунтосмеси, намывные почвы, рухляк) преобладают верхоплодные мхи, высокоактивные и регулярно спороносящие, ацидофильные мезофиты, и антропоотолерантные виды, безразличные к химизму субстрата и степени его увлажнения.

Техногенные ландшафты Подмосковского буроугольного бассейна являются местом произрастания большого количества редких видов (около 20% видового состава), 6 видов занесены в региональные Красные книги, причем, состояние их популяций удовлетворительное и хорошее. В настоящее время лишь один объект (“Кондуки” на территории Ушаковского угольного разреза) имеет статус памятника природы местного значения. Целесообразна организация охраны таких ценных с ландшафтно-биологической и эстетической точек зрения объектов, как Кимовские озера, Суворовские карьеры, карьерно-озерные ландшафты Грызловского и Богородицкого разрезов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Baraboshkina et al.] Барабошкина Т.А., Харьковская М.А., Жигалин А.Д. 2015. Освоение минеральных ресурсов и динамика экологических функций абиотических сфер Земли (на примере месторождений Подмосковского буроугольного бассейна). — Бюлл. Моск. О-ва испытателей природы. Отд. Геол. 90(4): 73–80.
- Carvey K., Farrar D.R., Glenn-Lewin D.C. 1977. Bryophytes and Revegetation of Coal Spoils in Southern Iowa. — Bryologist. 80(4): 630–637.
- [Dobrovolskii et al.] Добровольский И.И., Шанда В.И., Гайова Н.В. 1979. Характер і напрямки сингенезу в техногенних екотопах Кривбасу. — Укр. ботан. журн. 36(6): 524–527.
- [Efimov] Ефимов Д.Ю. 2016. Организация растительного покрова аквальных экосистем отвалов

- Бородинского угольного разреза (Канская лесостепь, Восточная Сибирь). — Сибирский лесной журнал. 2: 32–42.
- [Engelman M.H., Weeks T.E. 1985. An analysis of the effects of strip-mining disturbance a bryophyte species diversity. — *Bryologist*. 88(4): 344–349.
- [Fedotov, Vasil'ev] Федотов В.Н., Васильев В.М. 1979. Земля Тульская. Тула. 221 с.
- [Ivanova] Иванова Е.И. 2001. Листостебельные мхи Южной Якутии. Новосибирск. 136 с.
- [Kachurin et al.] Качурин Н.М., Васильев П.В., Рыбак В.А., Богданова С.М. 2015. Экологические последствия закрытия угольных шахт. Тула. 321 с.
- [Krasavin] Красавин А.П. 1991. Защита окружающей среды в угольной промышленности. М. 221 с.
- [Krasnaya...] Красная книга Тульской области: растения. 2020. Тула. 275 с.
- [Krasnaya...] Красная книга Рязанской области. 2021. Ижевск. 556 с.
- [Kuzyarin] Кузярін О.Т. 2013. Бріофлора вугільних відвалів Львівсько-Волинського гірничопромислового регіону. — *Studia Biologica*. 7(1): 105–114
- [Lednev et al.] Леднев С.А., Шарапова А.В., Семенов И.Н., Королева Т.В. 2020. Растительные сукцессии на отвалах угольных шахт в лесостепи Тульской области. — *Известия РАН. Серия Географическая*. 84(2): 239–245.
- [Lobachevs'ka] Лобачевська О.В. 2008. Изучение адаптивных возможностей мха *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp. в зоне техногенного воздействия соединений серы. — В сб.: Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. “Экологические системы: фундаментальные и прикладные исследования”. Нижний Тагил. С. 33–36.
- [Lobachevs'ka] Лобачевська О.В. 2012. Мохоподібні породних відвалів Червоноградського гірничопромислового району. — *Чорноморськ. ботан. Журнал*. 8(1): 67–76.
- [Moss flora...] Флора мхов России. 2017. Oedipodiales — Grimmiales. Т. 2. М. 560 с.
- [Moss flora...] Флора мхов России. 2018. Bartramiales — Aulacomniales. Т. 4. М. 543 с.
- [Moss flora...] Флора мхов России. 2020. Hypopterygiales — Hypnales (Plagiotheciaceae — Brachytheciaceae). Т. 5. М. 600 с.
- [Moss flora...] Флора мхов России. 2022. Hypnales (Calliergonaceae — Amblystegiaceae). Т. 6. М. 472 с.
- [Nozhnikov] Ножинков А.Е. 2021. Мхи угольных отвалов Кузбасса. — В сб.: Материалы докладов VI Международной конференции “Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов”. Кемерово. С. 74–75.
- [Pорова] Попова Н.Н. 2020. Бриофлора памятника природы “Кондуки” (Тульская область). — В сб. “Флора и растительность Центрального Черноземья-2020”. Курск. С. 169–173.
- [Pорова] Попова Н.Н. 2022. Бриофлора известняковых карьеров Среднерусской возвышенности. — *Бот. журн.* 107(4): 3–20.
- [Potapenko] Потапенко В.А. 2012. Экологические последствия ликвидации угольных шахт в Тульской области. — *Безопасность жизнедеятельности*. 12(144): 34–38.
- [Potemkin, Sofronova] Потемкин А.Д., Софронова Е.В. 2009. Печеночники и антоцеротовые России. Т. 1. СПб. — Якутск. 368 с.
- [Reva, Baklanov] Рева М.Л., Бакланов В.Н. 1974. Динамика естественного зарастания терриконов Донбасса. — В сб.: Растения и промышленная среда. Свердловск. С. 108–115.
- [Terrikony] Терриконы. 2015. Луганск. 712 с.

BRYOFLORA OF TECHNOGENIC LANDSCAPES OF THE PODMOSKOVYE BROWN COAL BASIN

N. N. Popova¹, *

¹Voronezh State Academy of Sports
Karl Marks Str., 59, Voronezh, 394000, Russia
*e-mail: leskea@vmail.ru

The aim of the study was to conduct a comprehensive analysis of the bryoflora of technogenic landscapes of the Podmoskovye Brown Coal Basin, and to assess their role in the conservation of rare bryophytes. 124 species have been identified as part of the bryoflora of the technogenic landscapes. In terms of species diversity, the bryoflora of the studied area is significantly richer than that of the coal-mining regions of Kuzbass and Lviv Podillya. This is due to the long period of non-operation, favorable climatic conditions, and a complex landscape structure, including large quarry-lake complexes. 25 species have been identified in the bryoflora of individual spoil tips with adjacent territories (from 7 to 20 species in

one object); 116 species in the bryoflora of quarry-lake complexes of coal mines, the number of species varying from 23 (Petrushevsky mine) to 80 species (Suvorov quarries).

In the composition of the moss cover of technogenic landscapes, the species with a score of 1 (rare species with very low coverage) prevail – 44%, the species with a score of 2 (rather low local occurrence and relatively low coverage) are second-prevailing – 32%. There are 13% only of sporadic species with moderate indexes of both coverage and abundance (moderately active); the share of active species, i.e. frequent, highly and moderately abundant (scores 4 and 5) is only 15% in total.

In the landscape structure of quarry-lake landscapes, standing out by species diversity are aquatic and slope landscapes (40 species each) and old-age pine plantations (35); on manes, 30 species were identified; on rocky sides of quarries, in ravines and in fragments of natural oak-lime forests – 25 in each; on plumes and infrastructure facilities – 20 in each. Poor species composition was noted on wastelands (10) and in runoff hollows (7).

The largest number of species (60) grows on relatively formed soils, about 30 ones are found on large stone blocks, and 24 species are found on woody substrates. 22–28 species grow on substrates with the most extreme environmental conditions (coal soil mixtures, washed soils, crumble), with predominance of acrocarpous mosses, highly active and regularly spore-bearing, acidophilic mesophytes, as well as anthropotolerant species, indifferent to the chemistry of the substrate and the degree of its moisture.

The technogenic landscapes of the Podmoskovye Brown Coal Basin give shelter to a large number of rare species (about 20% of the species composition), 6 species being listed in the regional Red Data Books, and the condition of their populations is satisfactory and good. Currently, only one object (Konduki, Ushakovsky Mine) has the status of a protected landscape of local importance. It is advisable to organize the protection of such landscape-biologically and aesthetically valuable objects as the Kimovskiye Lakes, Suvorovskiye quarries, quarry-lake landscapes of the Gryzlovsky and Bogoroditsky coal mines.

Keywords: species activity, bryophora, species diversity, quarries, mosses, protected species, rare species, spoil tips, coal mining, landscape elements, ecological and substrate distribution

REFERENCES

- Baraboshkina T.A., Xar'kina M.A., Zhigalin A.D. 2015. Development of mineral resources and dynamics of ecological functions of abiotic spheres of Earth (on the example of fields of Moscow brown-coal basin). – Byull. MOIP. Otd. Geol. 90(4): 73–80 (In Russ.).
- Carvey K., Farrar D.R., Glenn-Lewin D.C. 1977. Bryophytes and Revegetation of Coal Spoils in Southern Iowa. – Bryologist. 80(4): 630–637.
- Dobrovol'skij I.I., Shanda V.I., Gajova N.V. 1979. Character and of direct syngensis in technogenic ecotopes of Krivbass. – Ukr. Botanicheskij Zhurnal. 36(6): 524–527 (In Ukr.).
- Efimov D.Yu. 2016. Organization of vegetation cover of the aquatic ecosystems of the Borodino coal mine dumps (Kansk forest-steppe, Eastern Siberia). – Sibirskiy lesnoy zhurnal. 2: 32–42 (In Russ.).
- Engelman M.H., Weeks T.E. 1985. An analysis of the effects of stip-mining disturbance a bryophyte species diversity. – Bryologist. 88(4): 344–349.
- Fedotov V.N., Vasil'ev V.M. 1979 [Tula Land]. Tula. 221 p. (In Russ.).
- Ivanova E.I. 2001. Leaf-stemmed mosses of South Yakutia. Novosibirsk. 136 p. (In Russ.).
- Kachurin N.M., Vasil'ev P.V., Rybak V.A., Bogdanova S.M. 2015. Environmental consequences of the closure of coal mines. Tula. 321 p. (In Russ.).
- Krasavin A.P. 1991. Environmental protection in the coal industry. Moscow. 221 p.
- Krasnaya kniga Ryazanskoy oblasti [The Red Book of the Ryazan region]. 2021. Izhevsk. 556 p. (In Russ.).
- Krasnaya kniga Tul'skoy oblasti: rasteniya [Red Book of the Tula region: plants]. 2020. Tula. 275 p. (In Russ.).
- Kuzyarin O.T. 2013. Bryoflora of coal dumps of the Lviv-Volyn mining region. – Studia Biologica. 7(1): 105–114.
- Lednev S.A., Sharapova A.V., Semenov I.N., Koroleva T.V. 2020. Plant succession on coal mine dumps in the forest-steppe of the Tula region. – Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya. 84(2): 239–245 (In Ukr.).
- Lobachevs'ka O.V. 2008. Studying the adaptive capabilities of *Dicranella cerviculata* moss (Hedw.) Schimp. in the zone of anthropogenic impact of sulfur compounds. – In.: Materialy II Vseros. nauch.-prakt. konf. "Ekologicheskie sistemy: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya". Nizhniy Tagil. P. 33–36.
- Lobachevs'ka O.V. 2012. Mossy rock dumps of the Chornograd mining district. – Chornomors'kiy botanicheskij Zhurnal. 8(1): 67–76 (In Ukr.).

- Moss flora of Russia. 2017. Oedipodiales — Grimmiales. Vol. 2. Moscow. 560 p. (In Russ. and Engl.).
- Moss flora of Russia. 2018. Bartramiales — Aulacomniales. Vol. 4. Moscow. 543 p. (In Russ. and Engl.).
- Moss flora of Russia. 2020. Hypopterygiales — Hypnales (Plagiotheciaceae — Brachitheciaceae). Vol. 5. Moscow. 600 p. (In Russ. and Engl.).
- Moss flora of Russia. 2022. Hypnales (Calliergonaceae — Amblystegiaceae). Vol. 6. Moscow. 472 p. (In Russ. and Engl.).
- Nozhinkov A.E. 2021. Mkhі ugolnykh otvalov Kuzbassa [Mosses flora of coal dumps of Kuzbass]. — In: materials of VI International Scientific Conference “Problems of Industrial Botany of Industrially Developed Regions”. Kemerovo. P. 74–75 (In Russ.).
- Popova N.N. 2020. Bryoflora of the natural monument “Konduki” (Tula region). — In: “Flora i rastitel’nost’ Central’nogo Chernozem’ya-2020”. Kursk. P. 169–173 (In Russ.).
- Popova N.N. 2022. Bryoflora of limestone quarries of the Central Russian upland. — Bot. Zhurn. 107(4): 3–20 (In Russ.).
- Potapenko V.A. 2012. Environmental consequences of the liquidation of coal mines in the Tula region. — Bezopasnost’ zhiznedeyatel’nosti. 12(144): 34–38 (In Russ.).
- Potemkin A.D., Sofronova E.V. 2009. Liverworts and hornworts of Russia. Vol. 1. St. Petersburg — Yakutsk. 368 p. (In Russ. and Engl.).
- Reva M.L., Baklanov V.N. 1974. The dynamics of the natural overgrowth of the Donbass landfills. — In: “Plants and the industrial environment”. Sverdlovsk. P. 108–115 (In Russ.).
- Terrikony. 2015. Lugansk. 712 p. (In Russ.).