

БАЗОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИХЕНОМОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМПЛЕКСНОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ПОЛЯРНЫЙ КРУГ»

А.В. Пчелкин*

Институт географии РАН,
Россия, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29;
*адрес для переписки: pchelkin@igras.ru

Реферат. Работы по определению количественных характеристик лишенобиоты заказника «Полярный круг» (республика Карелия) для целей долгосрочного фонового мониторинга выполнены в сентябре 2018 г. на доминирующей древесной породе *Pinus sylvestris* в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга (МСП КМ) / International Co-operative Programme on Integrated Monitoring (ICP IM) под эгидой Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния в Европе. Для пробных площадок №№ 1-3, расположенных параллельно береговой линии, вычислены следующие средние количественные показатели эпифитной лишенобиоты: *Hypogymnia physodes*: 11.35%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.74%; *Imshaugia aleurites*: 1.08%; *Bryoria fuscescens*: 0.08%; *Ochrolechia arborea*: 0.02%; *Bryoria furcellata*: 0.16%; *Hypogymnia tubulosa*: 0.51%; *Parmelia sulcata*: 0.01%; *Melanohalea olivacea*: 0.14%; *Vulpicida pinastri*: 0.02%. Общее среднее проективное покрытие: 16.11%. Для пробной площадки № 4, расположенной перпендикулярно береговой линии на вершине холма: *Bryoria fuscescens*: 3.75%; *Bryoria furcellata*: 0.86%; *Imshaugia aleurites*: 2.20%; *Loxospora elatina*: 0.08%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.03%. Общее проективное покрытие: 8.92%. Наибольшее проективное покрытие лишайников (17.24%) отмечено на площадке, расположенной ниже всех над уровнем моря, доминирующий вид – *Hypogymnia physodes*; наименьшее проективное покрытие (8.92%) – на площадке, расположенной выше остальных над уровнем моря, доминирующий вид – *Bryoria fuscescens*. Проективное покрытие уменьшается с увеличением высоты над уровнем моря. При этом в общем значении проективного покрытия увеличивается доля кустистых лишайников (*Bryoria fuscescens*, *Bryoria furcellata*). Полученные исходные количественные данные лихенометрической съемки в дальнейшем позволят использовать их как для оценки динамики лишенобиоты во времени, так и для других целей (повидовой анализ, доминантная и субдоминантная структура лишенобиоты, средние значения пересечений талломов, встречаемость отдельных талломов, распределение по сторонам света и т.д.).

Ключевые слова. Фоновый экологический мониторинг, лишайники, проективное покрытие, комплексный природный заказник «Полярный круг».

Введение

Мониторинг состояния природной среды по биологическим показателям является важным аспектом оценки динамики экосистемы (Израэль, 1984). Успешное применение эпифитных лишайников в мониторинге состояния окружающей среды в локальном масштабе, в том числе при картировании населенных пунктов (Бязров, 2002), а также в региональном и континентальном масштабах, всегда свидетельствовало в пользу их высокой потенциальной эффективности в индикационном аспекте. Сообщества лишайников имеют выгодное соотношение "сигнал/шум", т.е. "антропогенный тренд/естественная изменчивость". Поэтому они имеют высокий потенциал не только в импактных исследованиях, но и для раннего обнаружения наступающих изменений состояния природной среды в региональном и континентальном масштабах. На фоновом уровне лишайнологические исследования по системе мониторинга целесообразно проводить на базе особо охраняемых природных территорий (ООПТ): заповедников, заказников, национальных парков.

Государственный комплексный природный заказник регионального значения «Полярный круг» общей площадью 46432 га, в т.ч. 28322 га лесного фонда, организован в 1990 г. и расположен в Лоухском районе республики Карелия (Постановление..., 1990). Он образован с целью сохранения и восстановления природных комплексов Беломорского побережья Лоухского района, поддержания общего экологического баланса северной части Республики Карелия, а также оптимизации режима использования природных ресурсов, развития туризма и создания условий для активного отдыха населения. Заказник является полигоном для многолетних научных исследований и учебных студенческих практик: на его территории расположена Беломорская биологическая станция им. Н.А. Перцова Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова МГУ (ББС).

Территория заказника находится вблизи северной границы тайги, входит в буферную зону Кандалакшского заповедника. Карельский сельговый ландшафт заказника (наибольшие абсолютные отметки не превышают 200-300 м) представляет собой чередование повышенных скальных или мелкоземистых вытянутых гряд с заболоченными ложбинами или более широкими понижениями между ними с преобладанием сосновых местообитаний (Полуостров Киндо, 2020). Флора полуострова Киндо, входящего в состав заказника, содержит около 370 видов сосудистых растений, здесь хорошо представлены приморские леса лесотундрового облика (Чесунов и др., 2008; Громцев и др., 2009). Ранее проводимые лишайнологические исследования района заказника и его окрестностей включали как изучение влияния удаленности от побережья на обилие лишайников (Благовещенская и др., 2008), так и видового состава (Пийн, 1967), когда было отмечено 117 видов, в основном макролишайников. В дальнейшем список был увеличен до 174 видов. Видовое богатство лишайников п-ва Киндо позволяет проводить здесь практические занятия со студентами ББС (Бубнова и др., 2014; Чесунов и др., 2008; Толпышева, 2018). Леса

заказника сравнительно однообразны, доминирующая порода – *Pinus sylvestris*.

Территории ООПТ являются надежными полигонами для проведения лихенологических работ в целях фоновой экологической мониторинга. В близлежащем Кандалакшском заповеднике, преимущественно на островах Кандалакшского залива, были выполнены количественные исследования эпифитной лишайнобиоты по системе переменных пробных площадей на сосне (Инсаров, Пчелкин, 1985). В настоящей работе была поставлена цель – измерить исходные, базовые показатели линейного проективного покрытия эпифитных лишайников, распространенных на территории государственного комплексного природного заказника «Полярный круг». Полученные данные позволят в дальнейшем проводить сравнение этих показателей через определенные промежутки времени, т.е. осуществлять фоновый мониторинг.

Материалы и методы

Работы по определению количественных характеристик лишайнобиоты заказника «Полярный круг» выполнены в сентябре 2018 г. методом линейных пересечений (рис. 1) по стандартной методике (Руководство..., 2013) на доминирующей древесной породе *Pinus sylvestris* в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга (МСП КМ) / International Co-operative Programme on Integrated Monitoring (ICP IM) под эгидой Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния в Европе.



Рисунок 1. Пересечение мерной лентой лишайников на стволе *Pinus sylvestris*

В природном заказнике «Полярный круг», в отличие от Кандалакшского заповедника, использована система постоянных пробных площадей. Это позволяет минимизировать вариабельность влияния особенностей ландшафта, ветровой нагрузки, сомкнутости крон на эпифитную лишайнобиоту при повторных

исследованиях и не требует большого объема выборки. Высота лихенометрической съемки (1.5 м) была выбрана с учетом высоты снежного покрова в районе исследований и его динамики в зимне-весенний период. На большинстве пробных площадок в Кандалакшском заповеднике лихенометрическая съемка в целях фонового экологического мониторинга также была проведена на высоте 1.5 м от комля растения-форофита (Инсаров, Пчелкин, 1985).

Число пробных площадок определялось временем, затраченным на проведение съемок с учетом погодных условий и длины светового периода. Лихенометрическая съемка на постоянных пробных площадках требует точного позиционирования. Кроме того, недопустимо проводить измерения во время дождя: лишайники впитывают дождевую влагу в несколько сотен процентов от собственного веса и набухают, что может привести к ошибкам при сравнительном анализе проективного покрытия через определенные промежутки времени. Степень разбухания талломов лишайников и увеличение в результате этого значений проективного покрытия практически невозможно стандартизировать, кроме того, это зависит от видовой принадлежности и жизненной формы лишайников.

Пробные площадки для оптимизации логистической составляющей были расположены вдоль природных маршрутов: от ББС в сторону бухты Биофильтров – параллельно береговой линии (площадки №№ 1, 2, 3) и от ББС в сторону Ругозерской горы – перпендикулярно береговой линии на вершине холма (площадка № 4). Для растений-форофитов внутри пробных площадок использовали случайную выборку, без предварительной информации о наличии и состоянии эпифитной лихенобиоты. Для всех пробных площадок приведены координаты GPS и точность координат (м), описание пробных площадок, сомкнутость крон. Для определения координат был использован навигатор Etrex Vista с загруженными картами Garmin и системой координат WGS-84. Для форофитов указаны высота (м) и длина окружности на измеряемой высоте (мм). Для отмеченных лишайников приведены: линейное проективное покрытие (%), округление до сотых долей процента – для пробных площадок и для отдельных деревьев-форофитов, диапазоны пересечения лишайников с мерной лентой (мм) и их видовая принадлежность.

Результаты и дискуссия

Во время лихенометрических съемок количественных показателей эпифитных лишайников по системе пробных площадей получены следующие результаты:

Пробная площадь № 1.

Расположена в 462 м по прямой от Беломорской биологической станции (от исходной точки – лабораторного корпуса (координаты корпуса в системе Google Maps: N 66.55277, E 33.10334). Координаты пробной площади GPS: N 66°33.015, E 033°06.697, точность координат 8 м (Google Maps: N 66.550250, E 33.111617). Сосняк чернично-зеленомошный с елью и березой. Сомкнутость крон: 0.8 (рис. 2).



Рисунок 2. Лихенометрическая съемка с сосны *Pinus sylvestris* на пробной площадке № 1 в сосняке чернично-зеленомошном

Линейное проективное покрытие для пробной площадки: *Hypogymnia physodes*: 12.94%; *Parmeliopsis ambigua*: 3.57%; *Bryoria fuscescens*: 0.07%; *Imshaugia aleurites*: 0.61%; *Ochrolechia arborea*: 0.05%. Общее проективное покрытие: 17.24%.

Д.№ 1. Н = 17-18 м. Длина окружности на высоте 1,5 м от комля: 780 мм. Результаты лихенометрической съемки: линейное проективное покрытие (%) и диапазоны пересечений (мм):

Hypogymnia physodes: (12.95%) 0-8; 13-18; 19-26; 62-70; 156-159; 431-432; 434-435; 478-479; 590-591; 596-597; 599-600; 611-619; 674-678; 686-687; 690-692; 694-703; 740-780. *Parmeliopsis ambigua*: (1.03%) 58-59; 60-62; 495-496; 511-512; 523-524; 570-572.

Д.№ 2. Н=17-18 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 615 мм.

Hypogymnia physodes: (17.56%) 0-35; 59-62; 77-79; 80-84; 93-94; 96-102; 105-117; 151-156; 184-186; 187-188; 190-193; 205-207; 210-211; 254-258; 440-441; 543-545; 591-615. *Parmeliopsis ambigua*: (1.14%) 122-123; 213-214; 310-311; 390-391; 406-408; 411-412. *Bryoria fuscescens*: (0.33%) 379-380; 381-382.

Д.№ 3. Н=17-18 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 655 мм.

Parmeliopsis ambigua: (4.89%) 56-57; 83-84; 165-166; 202-204; 245-246; 252-254; 314-315; 319-320; 334-335; 341-344; 358-359; 380-382; 420-423; 511-519; 626-629; 636-637. *Hypogymnia physodes*: (1.68%) 142-145; 268-276. *Imshaugia aleurites*: (1.37%) 175-176; 253-254; 640-641; 642-648.

Д.№ 4. Н=18 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 830 мм.

Hypogymnia physodes: (29.52%) 0-19; 28-59; 74-75; 100-101; 103-104; 132-134; 135-142; 148-158; 200-212; 214-217; 232-233; 237-240; 433-455; 457-460; 555-559; 561-564; 566-567; 568-570; 578-579; 582-585; 611-630; 632-634; 642-643; 651-652; 654-656; 658-659; 660-661; 689-696; 702-704; 705-714; 723-726; 745-751; 762-763; 768-794; 796-830. *Parmeliopsis ambigua*: (6.51%) 96-97; 113-114; 302-313; 314-315; 316-319; 322-323; 324-331; 353-356; 361-366; 425-431; 473-482; 484-485; 487-489; 490-492; 685-686. *Ochrolechia arborea*: (0.24%) 726-728.

Д.№ 5. Н=17-18 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 770 мм.

Hypogymnia physodes: (2.99%) 0-1; 30-31; 213-215; 431-440; 597-698; 645-653; 769-770. *Imshaugia aleurites*: (1.69%) 31-34; 35-36; 71-72; 561-562; 734-740; 741-742. *Parmeliopsis ambigua*: (4.29%) 137-139; 142-143; 179-180; 219-221; 225-229; 236-238; 303-304; 305-306; 342-344; 664-666; 671-672; 673-675; 717-725; 750-753; 763-764.

Пробная площадь № 2.

Расположена в 2.63 км от ББС в сторону бухты Биофильтров. Координаты GPS: N 66°32.473, E 033°09.315, точность координат 13 м. (Google Maps: N 66.541217, E 33.1556250).

Сосняк беломошно-зеленомошный с березой. Вереск, брусника, черника. Сомкнутость крон: 0.4-0.5.

Линейное проективное покрытие: *Bryoria furcellata*: 0.36%; *Bryoria fuscescens*: 0.03%; *Hypogymnia physodes*: 10.44%; *Hypogymnia tubulosa*: 1.40%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.73%; *Parmelia sulcata*: 0.04%; *Imshaugia aleurites*: 1.18%. Общее: 16.18%.

Д.№ 1. Н=12 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 552 мм.

Hypogymnia physodes: (24.46%) 0-35; 40-41; 77-79; 81-120; 161-172; 175-180; 183-195; 237-242; 304-306; 491-492; 500-510; 540-552. *Parmeliopsis ambigua*: (6.88%) 62-63; 70-77; 137-141; 155-161; 196-197; 227-235; 299-300; 456-461; 464-469. *Hypogymnia tubulosa*: (1.81%) 135-137; 143-151. *Imshaugia aleurites*: (0.36%) 225-226; 424-425. *Bryoria furcellata*: (1.81%) 460-470.

Д.№ 2. Н=12 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 480 мм.

Hypogymnia physodes: (12.08%) 75-125; 147-153; 411-413. *Hypogymnia tubulosa*: (5.21%) 159-163; 164-185. *Imshaugia aleurites*: (2.08%) 319-325; 426-428; 430-432. *Parmeliopsis ambigua*: (0.63%) 335-338.

Д.№ 3. Н=13 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 660 мм.

Parmeliopsis ambigua: (2.88%) 14-23; 106-107; 148-152; 345-349; 655-656. *Imshaugia aleurites*: (1.67%) 36-37; 107-108; 117-118; 231-233; 540-541; 637-642. *Hypogymnia physodes*: (3.03%) 138-144; 153-162; 166-168; 555-558. *Bryoria fuscescens*: (0.15%) 168-169.

Д.№ 4. Н=11 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 462 мм.

Hypogymnia physodes: (0.65%) 16-18; 334-335. *Imshaugia aleurites*: (0.87%) 197-198; 199-200; 431-433.

Д.№ 5. Н=12.5 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 552 мм.

Hypogymnia physodes: (11.96%) 0-55; 427-430; 432-535; 547-552. *Parmeliopsis ambigua*: (3.26%) 125-126; 164-166; 358-362; 535-546. *Imshaugia aleurites*: (0.91%) 276-277; 339-340; 416-419. *Parmelia sulcata*: (0.18%) 546-547.

Пробная площадь № 3.

Расположена в 2.38 км по прямой от ББС. Координаты GPS: N 66°32.465, E 033°08.926, точность координат 5 м (Google Maps: N 66.541083, E 33.155250). Сосняк лишайниковый. Подрост: сосна. Вереск, брусника, вороника. Сомкнутость крон: 0.4.

Линейное проективное покрытие: *Bryoria fuscescens*: 0.13%; *Bryoria furcellata*: 0.12%; *Hypogymnia physodes*: 10.67%; *Hypogymnia tubulosa*: 0.13%; *Melanohalea olivacea*: 0.41%; *Parmeliopsis ambigua*: 1.91%; *Imshaugia aleurites*: 1.44%; *Vulpicida pinastri*: 0.05%. Общее проективное покрытие: 14.86%.

Д.№ 1. Н=13-14 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 569 мм.

Hypogymnia physodes: (15.64%) 91-175; 230-235. *Parmeliopsis ambigua*: (0.18%) 439-440. *Imshaugia aleurites*: (1.23%) 316-318; 558-563.

Д.№ 2. Н=16 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 791 мм.

Hypogymnia physodes: (26.55%) 0-45; 58-79; 98-99; 100-139; 158-160; 550-559; 586-619; 644-655; 687-688; 743-791. *Parmeliopsis ambigua*: (1.77%) 45-54; 97-98; 149-152; 325-326. *Hypogymnia tubulosa*: (0.63%) 144-149. *Bryoria fuscescens*: (0.63%) 139-140; 642-644; 658-659; 660-661. *Imshaugia aleurites*: (2.78%) 677-678; 701-719; 721-724. *Vulpicida pinastri*: (0.25%) 730-732.

Д.№ 3. Н=15 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 602 мм.

Imshaugia aleurites: (0.66%) 210-214.

Д.№ 4. Н=14.5 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 680 мм.

Bryoria furcellata: (0.59%) 220-221; 620-621; 628-629; 630-631. *Melanohalea olivacea*: (2.06%) 265-279. *Imshaugia aleurites*: (1.18%) 225-226; 238-243; 568-569; 570-571. *Hypogymnia physodes*: (11.18%) 430-501; 584-587; 591-592; 625-626.

Д.№ 5. Н=16 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 671 мм.

Parmeliopsis ambigua: (7.60%) 110-121; 515-522; 531-535; 550-552; 576-577; 595-597; 611-612; 620-641; 650-652. *Imshaugia aleurites*: (1.34%) 590-595; 605-606; 608-611.

Пробная площадь № 4.

Расположена на вершине холма в 651 м по прямой от ББС в сторону Ругозерской горы. Координаты GPS: N 66°32.818, E 033°06.347, точность координат 7 м (Google Maps: N 66.546967, E 33.105783). Сосняк лишайниковый. Вереск, брусника, вороника. Сомкнутость крон: 0.1-0.2 (рис. 3).

Линейное проективное покрытие: *Bryoria fuscescens*: 3.75%; *Bryoria furcellata*: 0.86%; *Imshaugia aleurites*: 2.20%; *Loxospora elatina*: 0.08%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.03%. Общее линейное проективное покрытие: 8.92%.

Д.№ 1. Н=8 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 775 мм.

Parmeliopsis ambigua: (3.61%) 42-44; 46-50; 63-68; 86-88; 91-103; 104-105; 261-263. *Bryoria fuscescens*: (2.71%) 44-46; 50-51; 52-53; 54-55; 56-61; 88-90; 103-104; 105-106; 107-109; 110-112; 125-128.

Д.№ 2. Н=9 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 941 мм.

Parmeliopsis ambigua: (1.91%) 10-14; 20-22; 28-29; 30-32; 46-47; 71-73; 127-128; 136-138; 151-152; 215-216; 875-876. *Bryoria fuscescens*: (11.37%) 35-39; 43-44; 50-51; 52-54; 79-84; 90-91; 92-93; 94-95; 143-144; 145-146; 148-151; 155-159; 161-164; 166-167; 175-179; 202-203; 209-213; 224-225; 229-245; 246-248;

259-269; 273-284; 309-314; 318-342. *Imshaugia aleurites*: (0.96%) 68-71; 119-120; 187-188; 204-205; 293-294; 457-458; 888-889.

Д.№ 3. Н=6 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 656 мм.



Рисунок 3. Пробная площадка № 4. Сосняк лишайниковый

Bryoria fuscescens: (3.35%) 96-97; 98-100; 101-103; 116-117; 118-119; 122-123; 124-126; 136-137; 150-152; 153-154; 155-156; 203-210. *Imshaugia aleurites*: (1.52%) 117-118; 548-555; 609-610; 639-640.

Д.№ 4. Н=7.5 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 723 мм.

Imshaugia aleurites: (3.32%) 48-63; 70-74; 360-363; 525-527. *Bryoria furcellata*: (2.21%) 535-549; 550-551; 552-553. *Loxospora elatina*: (0.41%) 125-128.

Д.№ 5. Н=11 м. Длина окружности на высоте 1.5 м от комля: 671 мм.

Parmeliopsis ambigua: (4.62%) 0-2; 43-44; 50-53; 105-109; 127-132; 145-146; 183-187; 217-218; 248-258. *Bryoria furcellata*: (2.09%) 8-10; 13-15; 134-135; 152-153; 155-160; 168-170; 667-668. *Bryoria fuscescens*: (1.34%) 35-36; 72-73; 75-77; 80-81; 119-120; 188-200; 201-202. *Imshaugia aleurites*: (5.22%) 67-69; 146-147; 182-183; 210-217; 375-380; 383-387; 560-574; 645-646.

Для пробных площадок №№ 1-3, образующих трансекту, идущую параллельно берегу моря, поднимающуюся вверх (рис. 4), вычислены следующие количественные показатели эпифитной лишайнобиоты:

Hypogymnia physodes: 11.35%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.74%; *Imshaugia aleurites*: 1.08%; *Bryoria fuscescens*: 0.08%; *Ochrolechia arborea*: 0.02%; *Bryoria furcellata*: 0.16%; *Hypogymnia tubulosa*: 0.51%; *Parmelia sulcata*: 0.01%; *Melanohalea olivacea*: 0.14%; *Vulpicida pinastri*: 0.02%. Общее среднее проективное покрытие: 16.11%.

Для пробной площадки № 4: *Bryoria fuscescens*: 3.75%; *Bryoria furcellata*: 0.86%; *Imshaugia aleurites*: 2.20%; *Loxospora elatina*: 0.08%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.03%; Общее проективное покрытие: 8.92%.

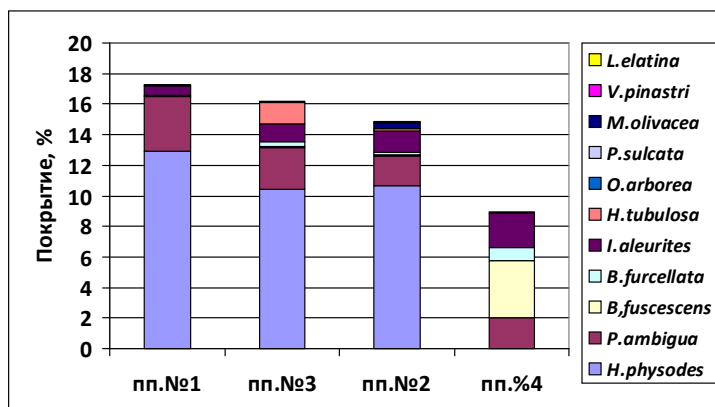


Рисунок 4. Проективное покрытие (%) эпифитных видов лишайников на пробных площадках

Из рис. 4 видно, что общее линейное проективное покрытие лишайников на пробных площадках вдоль береговой линии на трансекте от ББС в сторону бухты Биофильтров изменяется незначительно по мере возвышения над уровнем моря. Пробная площадь № 1 (ближайшая к ББС) – расположена наиболее низко над уровнем моря, затем по мере удаления от ББС несколько выше площадь № 3, затем № 2. Отмечено явное доминирование *Hypogymnia physodes* и *Parmeliopsis ambigua*. Месторасположение пробной площади № 4 – самое высокое над уровнем моря по сравнению с пп. №№ 1-3.

На рис. 5 показана сравнительная структура лишенобиоты на пробных площадках двух трансект. Из рис. 5 видно, что, если на пп. №№ 1-3 доминирует *Hypogymnia physodes* (ср. 11.35%, ош. ср. 2.58), то на пп. № 4 во время количественных сборов этот вид не отмечен, а доминантом становится *Bryoria fuscescens*. Относительно стабильна доля проективного покрытия у мелколистоватого вида *Parmeliopsis ambigua*. (для пп. №№ 1-3: ср. 2.74%, ош. ср. 0.69), для пп. № 4 (ср. 2.03%, ош. ср. 0.8). Значительная часть видов из р. *Bryoria* (*Bryoria fuscescens*, *Bryoria furcellata*) произрастают на ветвях, где их обилие гораздо больше, чем непосредственно на стволах форофитов.

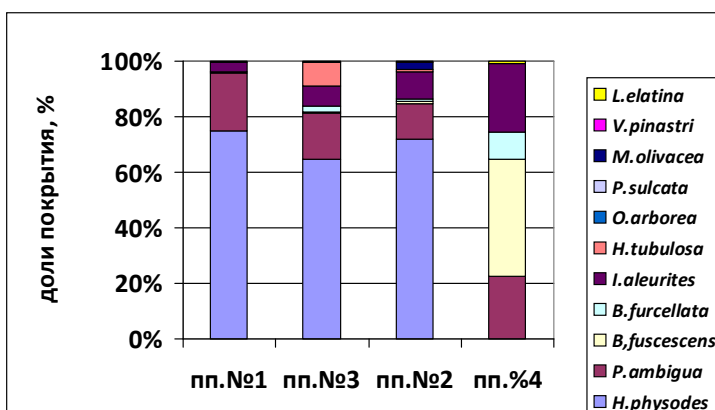


Рисунок 5. Доли различных видов лишайников в сравнительном общем проективном покрытии на пробных площадках №№ 1-3 и № 4

Сравнительная структура лишенобиоты этих точек хорошо коррелирует с исследованиями, проведенными ранее в районе ББС (Благовещенская и др., 2008), в которых также отмечается смена доминантов. Сомкнутость крон на площадке № 1 (рис. 4) – наибольшая (0.8), на этой площадке отмечено наибольшее проективное покрытие (17.24%), а наименьшая сомкнутость крон – на площадке № 4 (0.1-0.2), на ней же отмечено наименьшее проективное покрытие (8.92%). Обычно, чем больше сомкнутость крон, тем менее благоприятные условия для лишайников. В нашем случае мы наблюдаем обратную картину. По-видимому, это связано с тем, что участки, расположенные выше, испытывают более сильную ветровую нагрузку. Такое проветривание способствует быстрейшему высыханию коры деревьев после дождей, что неблагоприятным образом сказывается на ряде видов. Кроме того, при малых значениях сомкнутости крон стволы деревьев под прямыми солнечными лучами высыхают быстрее, что также сокращает период активности фото- и микобионтов в талломах лишайников.

Выводы и заключение

Исследования проведены в целях фонового экологического мониторинга с использованием эпифитных лишайников в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга (МСП КМ). Результаты лишенометрической съемки эпифитной лишенобиоты позволяют проследивать через определенные промежутки времени динамику состояния эпифитных лишайников (как биоиндикаторов) на отмеченных и конкретно позиционированных постоянных пробных площадках с указанием точности координат и на фиксированной высоте (1.5 м) *Pinus sylvestris* в качестве форофита. Отмечено снижение общего проективного покрытия и изменение доминантной структуры лишенобиоты на исследованных пробных площадях по градиенту высоты над уровнем моря. Полученные исходные количественные данные лишенометрической съемки позволяют использовать их не только для оценки динамики лишенобиоты во времени, но и для различных других целей (повидовой анализ, доминантная и субдоминантная структура лишенобиоты, средние значения пересечений талломов, встречаемость отдельных талломов, распределение по сторонам света и т.д.).

Количественные измерения лишенобиоты были выполнены в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга во время экспедиции, организованной Институтом глобального климата и экологии Росгидромета и РАН.

Сравнительные исследования выполнены по теме ГЗ «Изменения климата и их последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России» № Темы ПАРУС и ЕГИСУ НИОКТР (ЦИТИС): 0148-2019-0009; АААА-А19-119022190173-2.

Список литературы

Благовещенская Е.Ю., Инсарова И.Д., Штаер О.В. 2008. Влияние удаленности от моря на обилие лишайников. – Мат-лы научн. конф., посвященной 70-летию Беломорской биологической станции МГУ: сборник статей. – М., Гриф и К, с. 213-217.

Бубнова Е.Н., Грум-Гржимайло О.А., Коновалова О.П., Марфенина О.Е. 2014. 50 лет микологических исследований на Беломорской биостанции им. Н.А. Перцова: основные направления, итоги, перспективы. – Вестник Московского ун-та, сер. 16. Биология, № 1, с.29-46.

Бязров Л.Г. 2002. Лишайники в экологическом мониторинге. – М., Научный мир, 336 с.

Громцев А.Н., Антипин В.К., Бахмет О.Н., Белкин В.В., Данилов П.И., Кузнецов О.Л., Кравченко А.В., Литвиненко А.В., Макарихин В.В., Сазонов С.В. 2009. Научное обоснование развития сети особо охраняемых природных территорий в Республике Карелия. – Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 112 с.

Израэль Ю.А. 1984. Экология и контроль состояния природной среды. – М., Гидрометеиздат, 375 с.

Инсаров Г.Э., Пчелкин А.В. 1985. Количественные характеристики состояния эпифитной лишайнофлоры Кандалакшского заповедника. – М., ВНИИГМИ-МЦД, 175 с.

Пийн Т.Х. 1967. Лишайники острова Великий и полуострова Киндра. I. – Новости систематики низших растений, т. 4, с. 305-311.

Постановление Совета Министров Карельской АССР от 23.02.1990 № 62 «О создании государственного заказника местного значения "Полярный круг" в Лоухском районе Карельской АССР».

Полуостров Киндо. – Электронный ресурс. URL: <http://wsbs-msu.ru/doc/view.php?ID=116>.

Руководство по комплексному мониторингу. 2013. Перевод с английского. – М., ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 153 с.

Толпышева Т.Ю. 2018. Лихенология на кафедре микологии и альгологии МГУ им. М.В. Ломоносова. – Успехи медицинской микологии, т. 19, с. 431-436.

Чесунов А.В., Калякина Н.М., Бубнова Е.Н. 2008. Каталог биоты Беломорской биологической станции МГУ. – М., Товарищество научных изданий КМК, 384 с.

Статья поступила в редакцию: 29.03.2021 г.

После переработки: 03.04.2021 г.

BASIC INDICATORS OF LICHENOMONITORING IN THE TERRITORY OF THE "POLAR CIRCLE" COMPLEX NATURAL RESERVE

A.V. Pchelkin*

Institute of Geography RAS,
29/4, Staromonetny Lane, 119017, Moscow, Russian Federation
*Correspondence address: pchelkin@igras.ru

Abstract. The work to determine the quantitative characteristics of the lichen biota of the "Polar Circle" Complex Nature Reserve for the purposes of long-term background monitoring was carried out in September 2018 on the dominant tree species *Pinus sylvestris* within the framework of the International Co-operative Program on Integrated Monitoring (ICP IM) under the auspices of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution in Europe. For the test sites along the trail to the Biofilter Bay, the following average quantitative indicators of the epiphytic lichenobiota were calculated: *Hypogymnia physodes*: 11.35%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.74%; *Imshaugia aleurites*: 1.08%; *Bryoria fuscescens*: 0.08%; *Ochrolechia arborea*: 0.02%; *Bryoria furcellata*: 0.16%; *Hypogymnia tubulosa*: 0.51%; *Parmelia sulcata*: 0.01%; *Melanohalea olivacea*: 0.14%; *Vulpicida pinastri*: 0.02%. Total average projective cover: 16.11%. For the test site on the top of the hill towards Vodoprovodnoye Lake: *Bryoria fuscescens*: 3.75%; *Bryoria furcellata*: 0.86%; *Imshaugia aleurites*: 2.20%; *Loxospora elatina*: 0.08%; *Parmeliopsis ambigua*: 2.03%; Total projective cover: 8.92%. The largest projective cover of lichens (17.24%) was noted on the site located below all above sea level, the dominant species *Hypogymnia physodes*: the smallest projective cover (8.92%) - on the site located above the rest above sea level, the dominant species is *Bryoria fuscescens*. The projective cover decreases with increasing altitude. At the same time, the proportion of fruticose lichens (*Bryoria fuscescens*, *Bryoria furcellata*) increases in the total projective cover. The initial quantitative data obtained from lichenometric surveys will further make it possible to use them both for assessing the dynamics of lichenobiota in time and for other purposes (species-specific analysis, dominant and subdominant structure of lichenobiota, average values of thallus intersections, occurrence of individual thalli, distribution by cardinal points, etc.). etc.).

Keywords. Background ecological monitoring, lichens, projective cover, complex nature reserve "Polar Circle".

References

Blagoveshchenskaya E.Yu., Insarova I.D., Shtaer O.V. 2008. *Vliyanie udalennosti ot morya na obilie lishajnikov* [Effect of remoteness from the sea on the abundance of lichens]. Material nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu Belomorskoy biologicheskoy stantsii MGU: sbornik statey [Materials of the scientific conference dedicated to the 70th anniversary of the White Sea Biological Station of Moscow State University: a collection of articles]. Moscow, pp. 213-217.

Bubnova E.N., Grum-Grzhimajlo O.A., Konovalova O.P., Marfenina O.E. 2014. 50 let mikologicheskikh issledovanij na Belomorskoj biostancii im. N.A. Percova: osnovnye napravleniya, itogi, perspektivy [50 years of mycological research at the Pertsov White Sea biological station: main directions, results, prospects]. *Vestnik Moskovskogo un-ta – Bulletin of Moscow University*, ser. 16, Biology, No. 1, pp. 29-46.

Byazrov L.G. 2002. *Lishajniki v ekologicheskom monitoring* [Lichens in environmental monitoring]. Moscow, Scientific world, 336 p.

Gromcev A.N., Antipin V.K., Bahmet O.N., Belkin V.V., Danilov P.I., Kuznecov O.L., Kravchenko A.V., Litvinenko A.V., Makarihin V.V., Sazonov S.V., 2009. *Nauchnoe obosnovanie razvitiya seti osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij v Respublike Kareliya* [Scientific substantiation of the development of a network of specially protected natural areas in the Republic of Karelia]. Petrozavodsk, 112 p.

Izrael' Yu.A. 1984. *Ekologiya i kontrol' sostoyaniya prirodnoj sredy* [Ecology and control of the state of the natural environment]. Moscow, 375 p.

Insarov G.E., Pchelkin A.V. 1985. *Kolichestvennye harakteristiki sostoyaniya epifitnoj lihenoflory Kandalakshskogo zapovednika* [Quantitative characteristics of the state of the epiphytic lichen flora of the Kandalaksha reserve]. Moscow, 175 p.

Pijn T.H. 1967. Lishajniki ostrova Velikij i poluostrova Kindra [Lichens of the Great Island and the Kindra Peninsula. I]. *Novosti sistematiki nizshih rastenij – News of the taxonomy of lower plants*, vol. 4, pp. 305-311.

Postanovlenie Soveta Ministrov Karel'skoj ASSR ot 23.02.1990 № 62 «O sozdanii gosudarstvennogo zakaznika mestnogo znacheniya "Polyarnyj krug" v Louhskom rajone Karel'skoj ASSR» [Resolution of the Council of Ministers of the Karelian Autonomous Soviet Socialist Republic of 02.23.1990 No. 62 "On the creation of a state reserve of local importance" Polar Circle "in the Louhsky region of the Karelian Autonomous Soviet Socialist Republic"].

Poluostrov Kindo [Kindo Peninsula]. Available at: <http://wsbs-msu.ru/doc/view.php?ID=116>.

Rukovodstvo po kompleksnomu monitoringu [Integrated Monitoring Manual]. 2013. Translated from English. Moscow, 153 p.

Tolpysheva T.Yu. 2018. Lihenologiya na kafedre mikologii i al'gologii MGU im. M.V. Lomonosova [Lichenology at the Department of Mycology and Algology, Moscow State University. M.V. Lomonosov]. *Uspekhi medicinskoj mikologii – Advances in medical mycology*, vol. 19, pp. 431-436.

Chesunov A.V., Kalyakina N.M., Bubnova E.N. 2008. *Katalog bioty Belomorskoj biologicheskoy stancii MGU* [Catalog of biota of the Belomorsk biological station of Moscow State University]. Moscow, 384 p.
