

Московская школа на Юго-Западе № 1543

Кафедра биологии

Распределения мхов и лишайников по поверхности деревьев
вида *Pinus sylvestris* L. и *Betula pendula* Roth.
в зависимости от стороны света и высоты

Отчет о научно-исследовательской работе

Работу выполнили:

Кускова Алиса, 9 «Б»

Ермаков Иван, 9 «Б»

Научный руководитель:

П.А. Волкова

г. Москва, 2017 г.

Введение

Мхи и лишайники являются важными составляющими окружающей среды. Они являются элементами пищевой цепи, участвуют в почвообразовании, влияют на видовой состав территории, на которой находятся, а также являются важным индикаторами при оценке экологического состояния местности (Smith, 1982; Beltman et al., 1980; Gigman, 2001).

На рост и развитие лишайников и мхов влияет огромное количество факторов, непосредственно воздействующих на организм, в числе которых интенсивность и спектральный состав освещения, влажность, химический состав среды, температурный режим, плотность и структура поверхности и прочие (Glime; Begon, 2006).

Оценка интенсивности и характера воздействия этих факторов позволяет спрогнозировать дальнейшее развитие мхов и лишайников, а также выполнить обратную задачу — по интенсивности роста можно оценить интенсивность действующих факторов (Mezaka et al., 2012; Shaw et al., 2000).

Однако точное измерение огромного количества факторов, непосредственно влияющих на организмы, требует лабораторных условий, специального оборудования и больших временных и человеческих ресурсов. Точная оценка совместного воздействия огромного количества динамически изменяющихся факторов на мхи и лишайники, произрастающие на больших территориях, становится практически невозможной.

Для проведения работ по прогнозированию совокупного роста и развития лишайников и мхов в естественных условиях на больших территориях лесов предлагается использовать косвенные методы оценки интенсивности факторов, влияющих на мхи и лишайники. Для этого измерению подлежат не сами факторы, непосредственно воздействующие на организмы, а косвенные признаки, которые опосредованно с ними связаны.

Если в качестве косвенных признаков выбрать такие, которые указывают на совокупное значение нескольких факторов на большой площади поверхности деревьев, поддаются простым методам измерения в полевых условиях и будут иметь достаточную точность для использования их в научно-практической деятельности, то ресурсы, требуемые на изучение распространения и развития мхов и лишайников существенно уменьшатся.

Косвенные признаки отражают значения реальных факторов роста организмов, но зависимость между значениями косвенных факторов и развитием организма может сильно изменяться в разных регионах и для разных организмов. Поэтому необходимо проверять применимость косвенных факторов в конкретном регионе произрастания конкретных видов мхов и лишайников.

Целью данной работы стало изучение распределения мхов и лишайников по стволам деревьев видов сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и береза (*Betula pendula* Roth.) в зависимости от высоты от поверхности земли и стороны света.

Значение высоты произрастания над уровнем земли косвенно говорит об режиме освещенности, влажности, температурном режиме.

Ориентация по сторонам света также может указывать на среднесуточную и среднегодовую освещенность, температуру и влажность.

Измерение косвенных факторов на различных видах деревьев позволит определить допустимость использования косвенных факторов для различных видов взаимодействующих биологических организмов.

Выявление статистически достоверной зависимости предпочтительной локализации мхов и лишайников от указанных косвенных факторов, позволит определить возможность их использования для прогнозирования роста и влияния мхов и лишайников на экосистему лесов. Определение высоты расположения и ориентации по сторонам света доступно простыми и быстрыми методами без применения ресурсоёмкого лабораторного оборудования, непригодного при исследовании больших массивов.

Кроме того, наличие или отсутствие зависимости предпочтительной локализации мхов и лишайников от сторон света, может оказаться важным для ориентации человека в лесу при отсутствии навигационных приборов и других методов ориентации.

Мхи и лишайники, ставшие объектом данного исследования, многочисленны и широко распространены во многих биомах (Mezaka et al., 2012).

И мхи, и лишайники являются фотосинтетическими автотрофами (Begon et al., 2006), а также многие их виды являются эпифитными (Pojar and MacKinnon, 1994), что делает их высоко чувствительными к таким факторам внешней среды, как освещенность, атмосферная загрязненности и влажность (Beltman et al., 1980; Larsen et al., 2007). Эпифитные виды мхов и лишайников особенно распространены в бореальных и умеренных лесах (Sales et al., 2016), предпочитая холодные и влажные территории.

В различных справочниках часто указывают, что одним из факторов в распределении мхов и лишайников является сторона света, что можно использовать для её определения (Штюмер, 1982).

То, что вид дерева, характеристики его коры, а точнее текстура, твердость и пористость, pH, содержание питательных веществ, степень токсичности влияют на распространение мхов и лишайников уже было показано в нескольких научных работах (Johansson, 2009; Glime, 2017).

Работа по выявлению наличия зависимости между высотой, освещенностью, стороной и видом дерева ранее проводилась в национальном парке Килларни на юго-западе Ирландии. Исследуемые деревья принадлежали к следующим видам: тис (*Taxus baccata*), остролист (*Ilex aquifolium*) и дуб (*Quercus petraea*). В итоге было показано, что площадь занимаемая мхами и лишайниками на разных сторонах света зависела от стороны света. Для остролиста наибольшие показатели покрытия мха были для северной стороны ствола, тогда как для дуба — на западной. Также изменчивость в расположении лишайников была обратной к расположению мхов. Так, например, на востоке у тиса были самые высокие показатели покрытия мхом, но самые низкие — лишайником. В большинстве наблюдений существовал ярко выраженный вертикальный градиент распределения мхов и лишайников, при этом у основания дерева их было заметно больше, однако в некоторых случаях верхняя часть ствола могла быть покрыта эпифитами более чем в два раза плотнее, чем основание (Sales et al., 2016).

Для остролиста наибольшие показатели покрытия мха были для северной стороны ствола, тогда как для дуба — на западной. Также изменчивость в расположении лишайников была обратной к расположению мхов. Так, например, на востоке у тиса были самые высокие показатели покрытия мхом, но самые низкие — лишайником.

Наличие схожих научных работ подтверждает ценность темы, но указанные исследования проводились в других регионах, для других видов деревьев и нет подтверждения их достоверности для средней полосы России.

Для достижения цели данной научной работы было необходимо собрать данные по площади, занимаемой мхами и лишайниками в вертикальном и горизонтальном направлении стволов различных видов деревьев, выполнить статистическую обработку данных для вычисления параметров корреляции площади распространения мхов и лишайников от исследуемых факторов и выявить, какие косвенные факторы оказывают существенное влияние на расположение мхов и лишайников.

Методика

Мы проводили измерения в Нижне-Свирском государственном заповеднике, Ленинградская область, Лодейнопольский район, недалеко от устья реки Гумбарки, в конце июня - начале июля.

Для измерения мы выбирали деревья видов *Pinus sylvestris* L. и *Betula pendula* Roth. Обхват ствола выбранного дерева должен был быть больше 80 см. Выбранное дерево должно было находиться внутри или на границе лесного массива, отдельно стоящие деревья не рассматривались. Мы выбирали деревья случайным образом. Мы провели измерения на пятнадцати соснах и пятнадцати березах.

Ход измерений:

1. Подготовительный этап

1.1. Мы измерили обхват ствола дерева на высоте 80 см от поверхности земли

1.2. Мы анализировали участки 20×20 см, начиная от основания дерева. Таких участков было семь на каждой стороне света. Их границы мы обозначали с помощью веревочной сетки.

2. Проведение измерений

2.1. Мы поочередно вложили в каждую ячейку сетки палетку (прозрачный полиэтиленовый квадрат 20×20 см, разлинованный на квадраты 1×1 см) и подсчитать количество квадратов, заполненных мхом и заполненных лишайником. Квадраты делились на заполненные, заполненные наполовину и пустые.

Действия повторялись для всех четырех сторон ствола, обращенных на разные стороны света (север, юг, запад и восток).

Для обработки данных и их статистического анализа использовалась программа R.

Результаты

Рисунок 1 показывает мощность покрытия мха и лишайника по отдельности для каждой стороны света (столбцы) и для каждой высоты (строки). Для сравнения мощности покрытия между двумя разными объектами проверяется количество и диаметр кружков на пересечении столбца и строки и сравнивается со значениями в столбце value. По общей картине проекционного покрытия мха и лишайника на всех видах деревьев, на всех высотах, для всех сторон света (рис.1) можно увидеть, что мох в среднем занимает значимую площадь только на двух нижних квадратах деревьев, а лишайник на всех высотах и на всех сторонах света распределен равномерно.

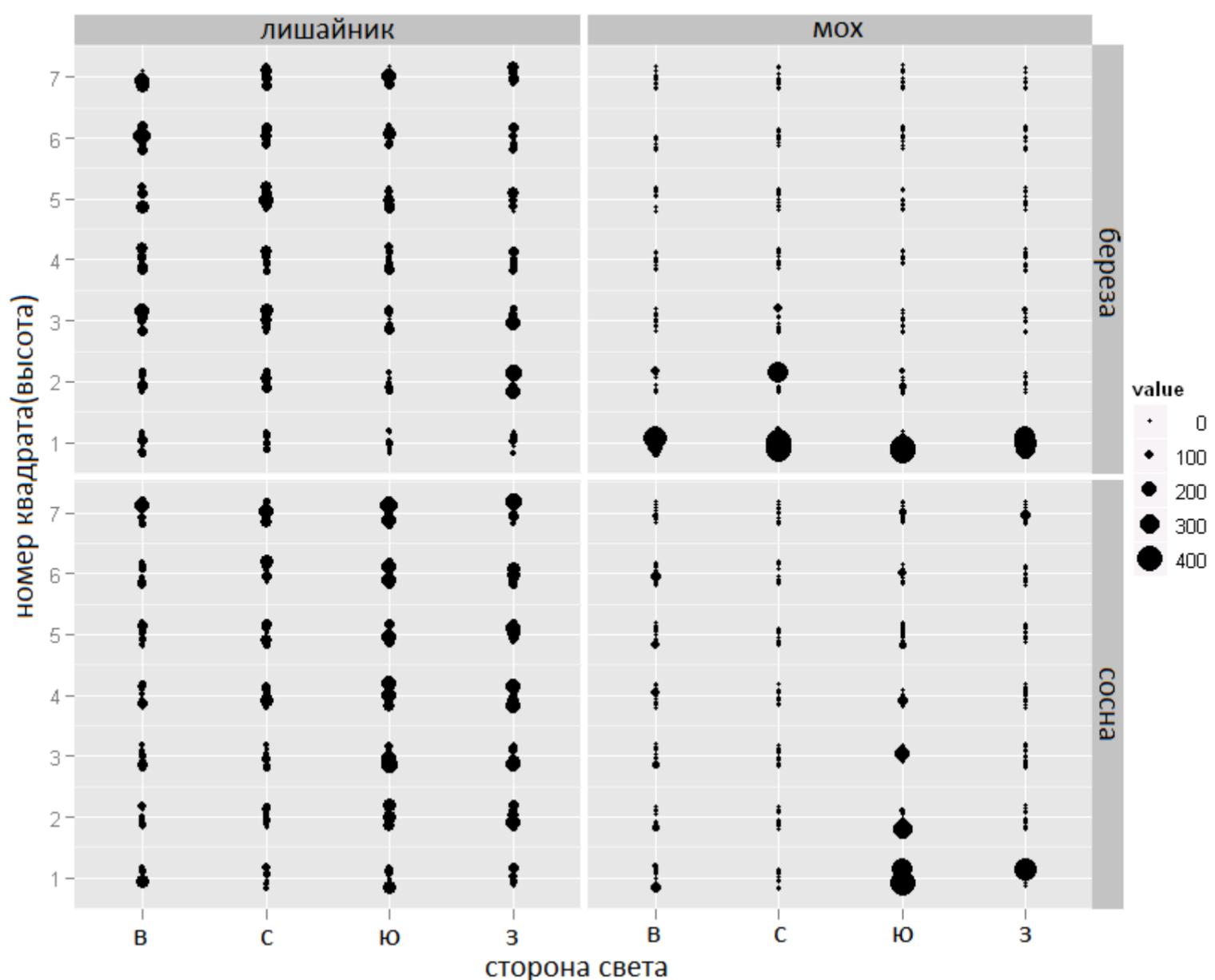


Рис. 1. Мощность покрытия мхов на березе и на сосне на различных сторонах света по высотам (цифра обозначает порядковый номер квадрата, считая снизу).

Далее мы будем использовать 95% доверительные интервалы для наглядного отражения результатов тестов. Доверительные интервалы – интервалы, в которые с заданной вероятностью попадают значения генеральной совокупности.

На березе лишайники покрывают примерно одинаковую площадь на всем исследованном участке стволов вне зависимости от стороны света (рис. 2). На сосне лишайники на высотах нижнего (первого), шестого и верхнего

(седьмого) квадратов занимают примерно одинаковые площади вне зависимости от стороны света, на высотах со второго по пятый квадраты лишайников больше на южной и западной по сравнению с северной и восточной (рис. 3). На северной стороне березы больше лишайника растет на верхних квадратах чем на нижних (рис. 2), та же закономерность присутствует для лишайника на западной стороне сосны (рис. 3). И на сосне, и на березе мох занимает примерно одинаковые площади на разных сторонах света (рис.4, 5). На березе мох растет только у основания, на восточной и северной стороне, доходя до второго квадрата (рис. 4). На сосне на восточной и южной сторонах мох растет на всех квадратах, на северной стороне он почти отсутствует, а на западной стороне растет у основания и на верхнем квадрате (рис. 5). На сосне на всех сторонах света, кроме южной больше мха растет у основания чем на верхних квадратах (рис. 4). А на березе только на северной стороне мха у основания больше (рис. 5). Мы не смогли обнаружить разницы в площади покрытия мха (рис. 4, 5) или лишайника (рис. 2, 3) ни по сторонам света, ни по высоте между сосной и березой.

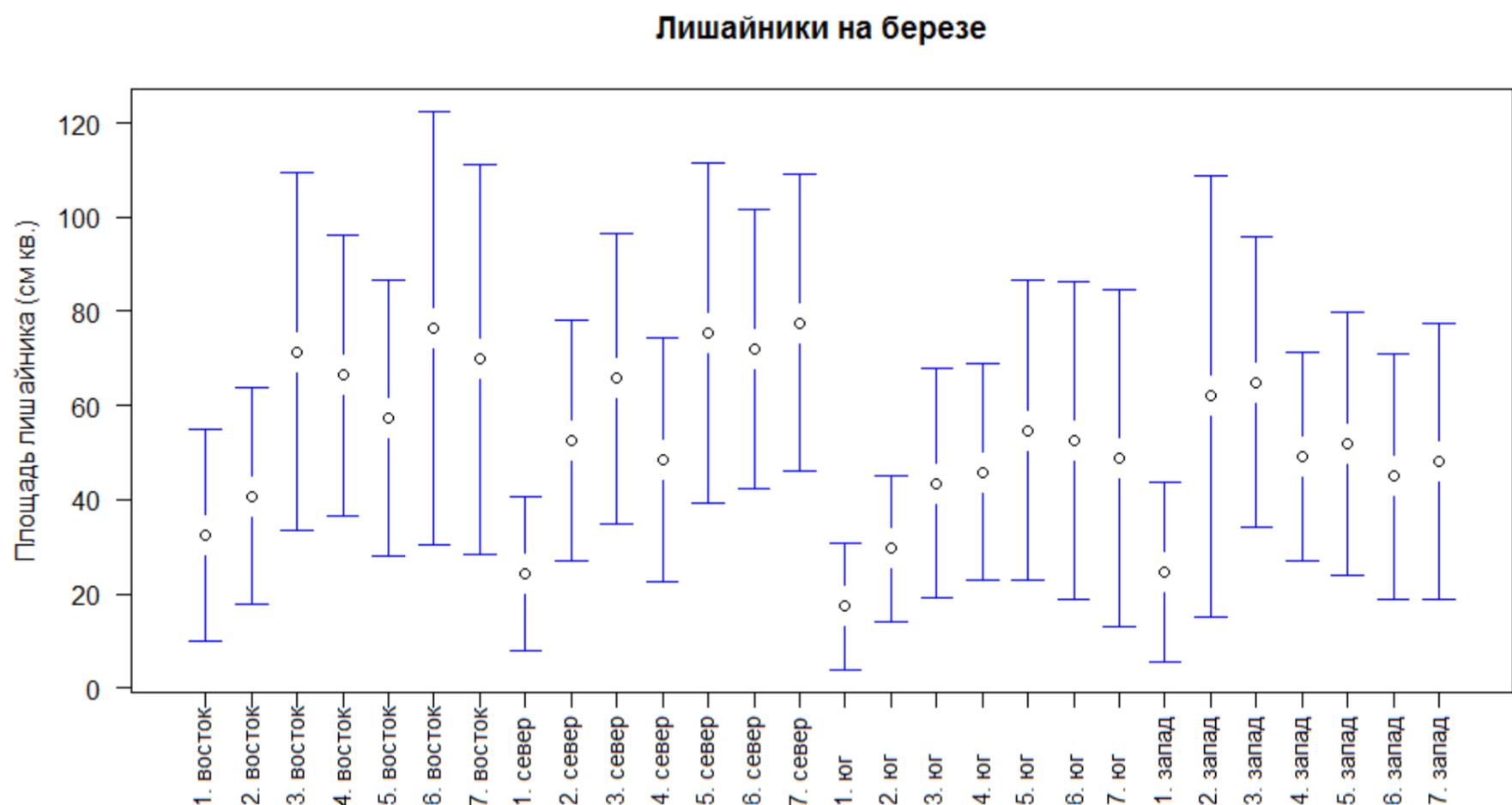


Рис. 2. Проективное покрытие лишайников на березе на различных сторонах света по высотам (цифра обозначает порядковый номер квадрата, считая снизу) (95% доверительный интервал).

Лишайники на сосне

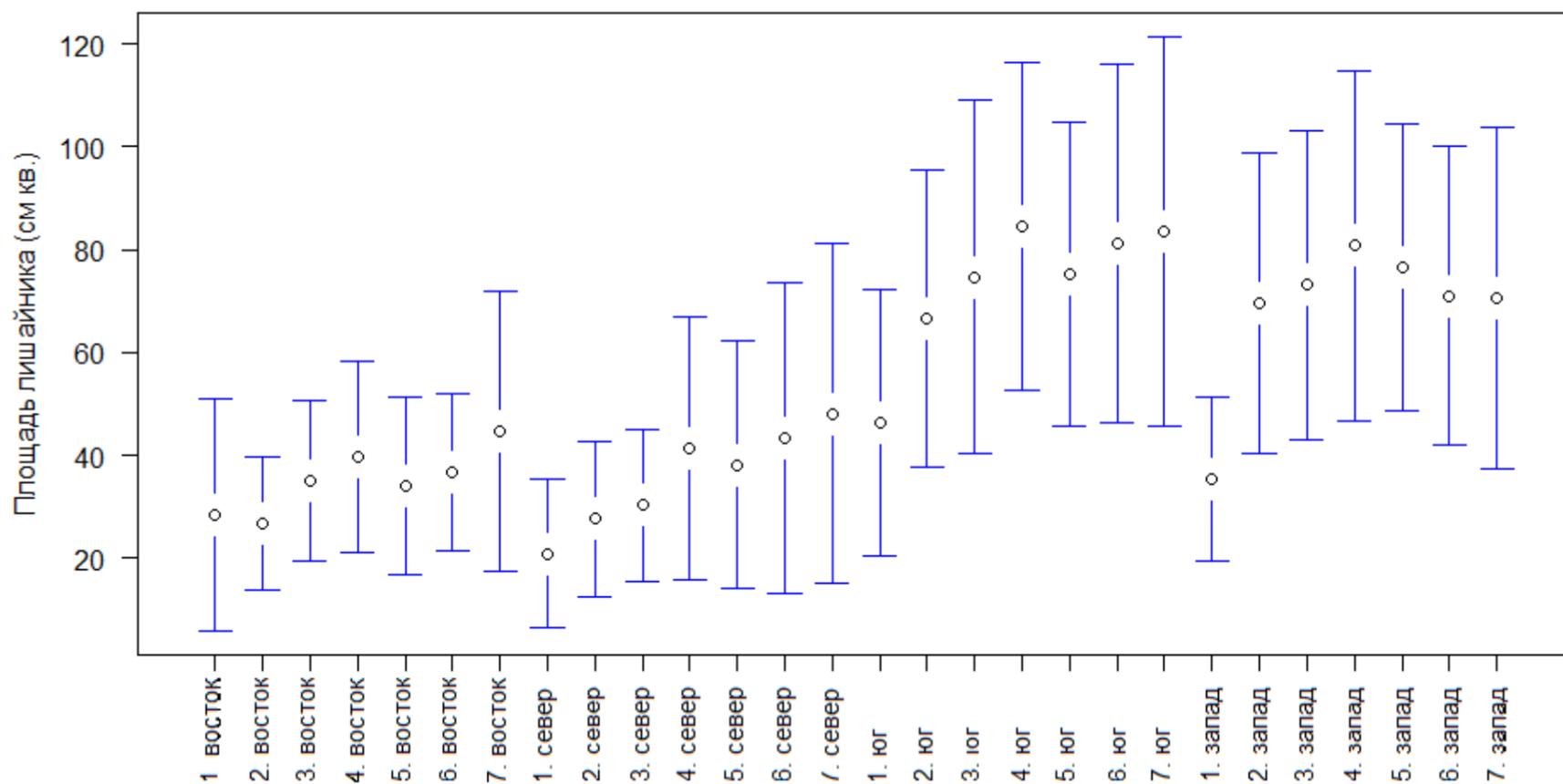


Рис. 3. Проективное покрытие лишайников на сосне на различных сторонах света по высотам (цифра обозначает порядковый номер квадрата, считая снизу) (95% доверительный интервал).

Мхи на березе

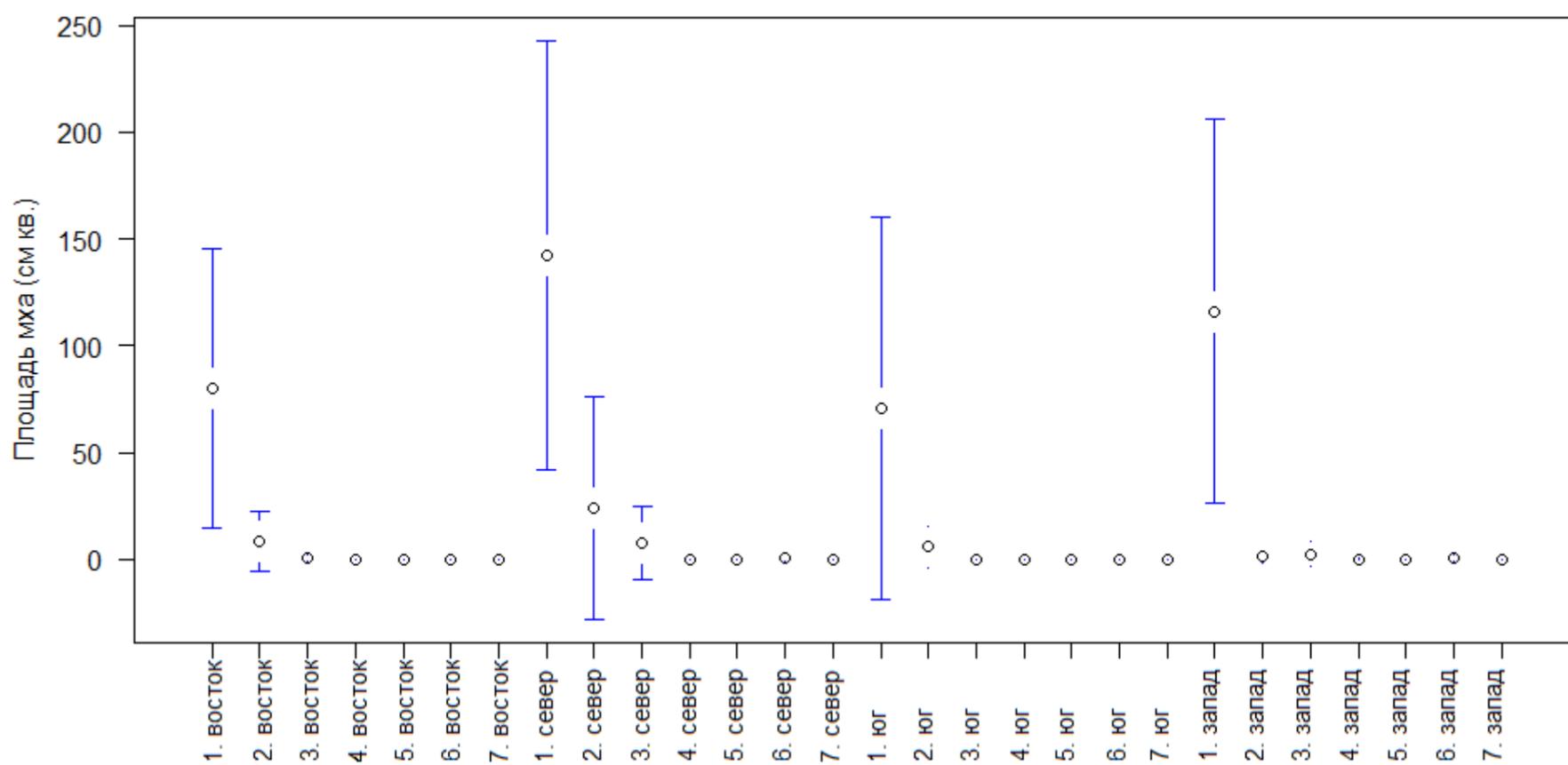


Рис. 4. Проективное покрытие мхов на березе на различных сторонах света по высотам (цифра обозначает порядковый номер квадрата, считая снизу) (95% доверительный интервал).

Мхи на сосне

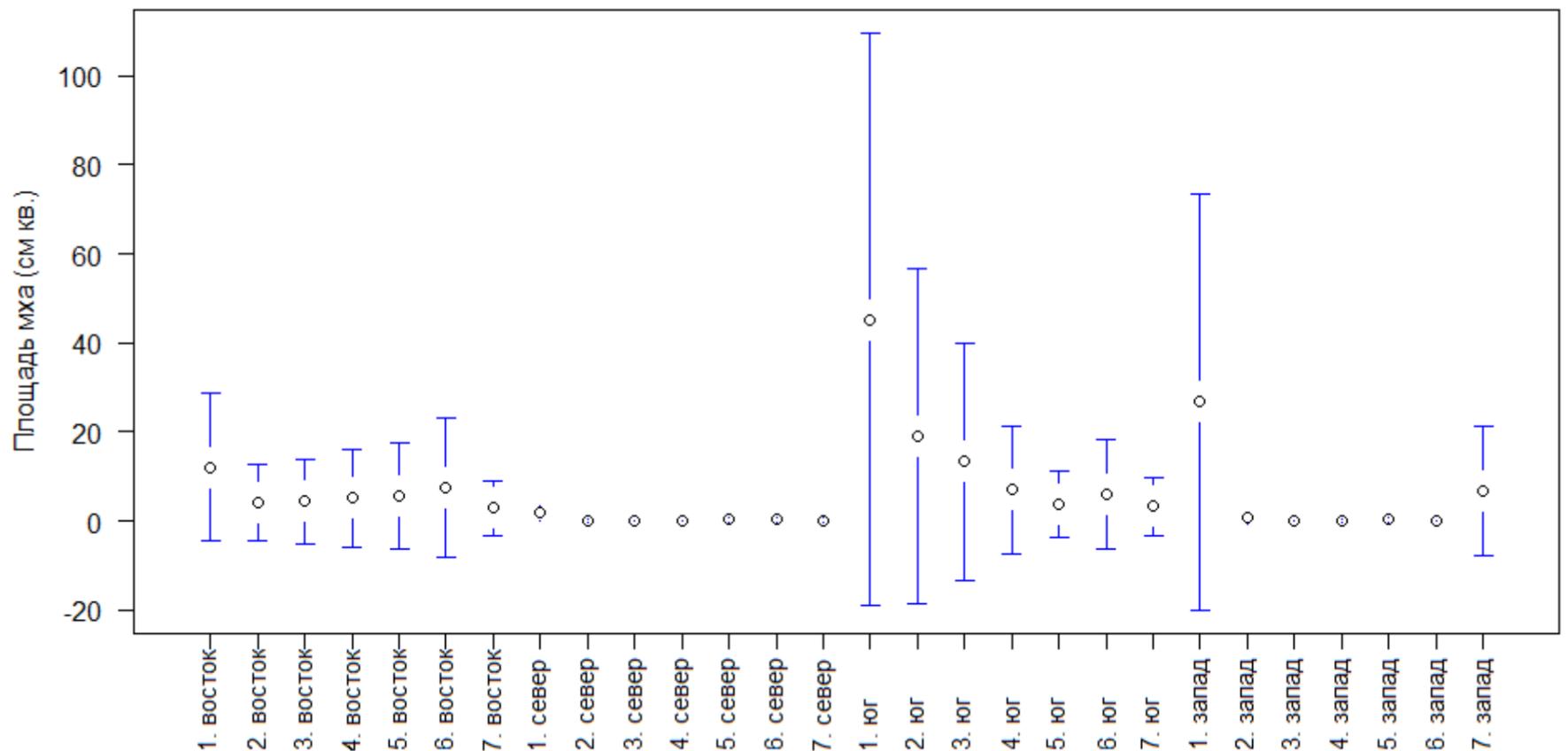


Рис. 5. Проективное покрытие мхов на сосне на различных сторонах света по высотам (цифра обозначает порядковый номер квадрата, считая снизу) (95% доверительный интервал).

Обсуждение

Мы показали, что лишайники гуще растут на южной и западной сторонах ствола сосен. На березах лишайники были распределены примерно равномерно и по сторонам света. Площадь мха была примерно одинаковой на всех сторонах света на сосне и на всех на березе, за исключением южной, где мха меньше. Поэтому мы не смогли подтвердить гипотезу о том, что по расположению мхов и лишайников по сторонам света можно определять их (Штюрмер, 1982). Отсутствие ярко выраженных различий между частями ствола, обращенными к разным сторонам света в наших данных, может быть связано с тем, что данная зависимость существует для других видов деревьев, либо с тем, что определенную сторону ствола предпочитают определенные виды мхов, а в своем исследовании мы не учитывали видовое разнообразие.

Если отдельно рассматривать участки ствола на разной высоте от земли, все равно нет заметных различий в густоте произрастания мхов и лишайников по сторонам света (рис. 4, 5). Единственное исключение – это лишайники на сосне, но там на некотором удалении от земли густота лишайника не различается на западной и южной сторонах, а также на северной и восточной (хотя на севере и востоке она меньше).

Мы не обнаружили различий в густоте произрастания мхов и лишайников на сосне и березе. Это противоречит данным Sales *et al.* (2016) о том, что какие-то виды деревьев более предпочтительны для мхов и лишайников. Возможно, распределение лишайников и мхов, произрастающих на исследованной нами территории, зависит в большей мере от освещенности, чем от вида дерева и, соответственно, свойств его коры, либо оттого, что те свойства коры березы и сосны, которые играют роль в распределении мхов и лишайников, не имеют значимых различий (западные ученые исследовали другие виды деревьев).

Выводы

- Мы не смогли подтвердить, что на исследованных нами видах деревьев есть различия в локализации мха по сторонам света.
- На исследованных нами видах деревьев отсутствуют различия в локализации лишайников по определенным сторонам света.

- Мы не обнаружили разницы в площади покрытия мхов и лишайников между березой и сосной ни по высоте, ни по сторонам света.
- На сосне на верхних квадратах лишайника больше чем на нижних для северной стороны.
- На березе та же закономерность для лишайника присутствует для западной стороны.
- На березе на нижних квадратах мха больше чем на верхних для всех сторон света, кроме южной.
- На сосне та же закономерность для мха присутствует только для северной стороны.

Благодарности

Мы благодарим администрацию Нижне-Свирского государственного природного заповедника, а особенно Ковалева Виктора Алексеевича, за предоставление места проведения практики и возможности сбора данных, Волкову Полину Андреевну за кураторство научной работы и организаторов полевой практики Московской школы на Юго-Западе №1543 в Нижне-Свирском государственном природном заповеднике Глаголева Сергея Менделевича, Волкову Полину Андреевну и Елисееву Екатерину Викторовну.

Список литературы

1. Штюмер Ю.А. Карманный справочник туриста. - М.: Профиздат, 1982. - 16 с.
2. Begon M., Townsend C., Harper J. Ecology, from individuals to ecosystems, 4th edn / Blackwell Publishing, 2006. - 752 p.
3. Beltman I., de Kok L., Kuiper P. et al. Fatty acid composition and chlorophyll content of epiphytic lichens and a possible relation to their sensitivity to air pollution // OIKOS. - 1980. - Vol. 35. - No. 3. - pp. 321-326
4. Gignac L. Bryophytes as Indicators of Climate Change // The Biologist. - 2001. - Vol. 104. - No. 3. - pp. 410-420
5. Glime J.M. Bryophyte Ecology [Electronic resource] / Digital Commons @ Michigan Tech, [2006 -]. URL: <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyteecology/>
6. Johansson V., Beram K., Lattman H. et al. Tree and site quality preferences of six growing epiphytic lichens growing on oaks in south-eastern Sweden // Annales Botanici Fennici. - 2009. - Vol. 46. - pp. 496-506
7. Larsen R., Bell J., James P. et al. Lichen and bryophyte distribution on oak in London in relation to air pollution and bark acidity // Environmental Pollution. - 2007. - Vol. 146. - pp. 332-340
8. Mezaka A., Brumelis G., Piterans A. Tree and stand-scale factors affecting richness and composition of epiphytic bryophytes and lichens in deciduous woodland key habitats // Biodiversity and Conservation. - 2012. - Vol. 21. - pp. 3221-3241
9. Pojar J., MacKinnon A. Plants of the Pacific Northwest Coast: Washington, Oregon, British Columbia and Alaska / Lone Pine Publishing, 1994. - 527 p.
10. Sales K., Kerr L., Gardner J. Factors influencing epiphytic moss and lichen distribution within Killarney National Park // *Bioscience Horizons: The International Journal of Student Research*. - 2016. - Vol. 9
11. Shaw A., Goffinet B. Bryophyte Biology / Cambridge University Press, 2000. - 476 p.
12. Smith A. Bryophyte Ecology / Chapman and Hall, 1982. - 511 p.