

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

=====
УДК 574.4

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация

В статье проанализированы результаты сравнительно-экологического исследования регионально-типологических закономерностей пространственного варьирования состава травянистого покрова в условиях пологого склонового мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – фонового объекта экологического мониторинга для северной части Московского мегаполиса. Представлены стандартизированные описания состава и оценки биоразнообразия растительного покрова на пяти представительных участках орографического трансекта, секущего в направлении с северо-востока на юго-запад доминирующий в мезорельефе пологий моренный холм и его зеркальные склоны северо-восточной и юго-западной экспозиции, включая их подошвы – с общим перепадом высот не более 15 м. Наибольшее разнообразие травянистых видов из 20 представленных на исследованных участках семейств было обнаружено на подошвах склонов с более устойчивыми условиями увлажнения, при его минимальном уровне на вершине моренного холма с выраженным летним иссушением верхних горизонтов характерных для Лесной Опытной Дачи зональных дерново-подзолистых почв. Другими важными экологическими факторами травянистого биоразнообразия являются экспозиция и форма склона, влияющие как на температурный режим, так и сезонную динамику влажности верхних горизонтов почвы – в условиях относительно незначительного варьирования общей сомкнутости древесного полога и выраженной рекреационной нагрузки на напочвенный растительный покров и почвы. Доминирующие на подошве склона северо-восточной экспозиции перегнойно-подзолистые почвы устойчиво повышенного уровня увлажнения характеризуются пониженной устойчивостью к рекреационной нагрузке, что приводит к максимальной выраженности тропинойной сети и относительно пониженным индексам биоразнообразия. Проведенный

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

=====
анализ закономерностей пространственного варьирования состава травянистого покрова позволил выявить проблемные экологические ситуации и факторы снижения его биоразнообразия, которые необходимо принимать во внимание при дальнейшем планировании регулирования рекреационной нагрузки на Лесной Опытной Даче и аналогичных участках лесной инфраструктуры северной части Москвы, а также при оценке проектируемого антропогенного воздействия в условиях Московского мегаполиса и сопоставимых урбоэкосистем южнотаежной и смешанно-лесной подзон Европейской территории России.

Ключевые слова: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ГОРОДСКИЕ ЛЕСОПАРКИ, ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, МОСКВА, ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ, РЕКРЕАЦИОННАЯ НАГРУЗКА, ТРАВЯНИСТЫЙ ПОКРОВ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, УРБОЭКОСИСТЕМЫ

Введение

Лесные экосистемы считаются одними из самых богатых и разнообразных биологических сообществ на Земле. Леса имеют большое значение для экологии, общества и экономики. Они способствуют сохранению биоразнообразия, уменьшению концентрации углекислого газа в атмосфере, регулированию климата и водного баланса наземных экосистем [1-4]. Кроме того, леса предоставляют ценные древесные ресурсы, которые используются в различных отраслях промышленности [4].

Несмотря на то, что лесные экосистемы являются жизненно важным элементом устойчивого функционирования биосферы, они постоянно подвергаются опасному антропогенному воздействию, включая сплошные рубки (часто с незаконным оборотом древесины), ежегодные лесные пожары, растущую рекреационную нагрузку и глобальное изменение климата, активизированное растущими от деятельности человека выбросами парниковых газов [5-10]. В результате происходит значительное сокращение общей площади лесов и ухудшение их состояния, что в свою очередь оказывает негативное воздействие на биоразнообразие, климат, водный баланс и условия жизни населения.

Городские лесные экосистемы выполняют важные функции в поддержании здоровья и благополучия горожан, а сохранение их биоразнообразия обеспечивает устойчивость функционирования урбоэкосистем [11-15]. Городские леса предоставляют жизненно важные экосистемные сервисы (услуги), включая очищение воздуха и природных вод, снижение сезонных и суточных перепадов температуры в городе, аккумулярование талых

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

и ливневых осадков, с предотвращением наводнений и защитой почвенного и напочвенного покрова от эрозии. Исследования показывают, что наличие в городской среде древесных зеленых насаждений с богатым напочвенным растительным покровом значительно снижает уровень шума и загрязнение воздуха, что положительно влияет на улучшение качества жизни горожан [11, 14, 15]. Поддержание растительного биоразнообразия и устойчивого развития лесных экосистем в городах является важным аспектом охраны их окружающей природной среды [13-15].

Характерное для XXI столетия быстрое расширение территории городов и ускоренная урбанизация близлежащих территорий с повышенной плотностью населения и растущей рекреационной нагрузкой приводят к интенсивному росту мегаполисов и ареалов с проблемной экологической ситуацией. Одной из главных экологических проблем все более редких лесных участков городских экосистем является уменьшение биологического разнообразия их растительного покрова, что связано с серьезным изменением их исходных природных условий, техногенной и рекреационной деградацией базовых компонентов окружающей среды [11, 12, 16].

Лесные массивы являются основой природоохранного каркаса городов, выполняют важную роль в поддержании их экологической устойчивости, а также служат любимым местом повседневного отдыха населения [10, 15]. Интенсивная жилая застройка городской территории и строительство объектов дорожной и коммунальной инфраструктуры ежегодно сокращают участки сплошного растительного покрова, нарушая условия их биологического разнообразия и экологического равновесия. Сохранение и восстановление биологического разнообразия лесных урбоэкосистем имеет жизненно важное значение для устойчивого развития городов, регионов и биосферы в целом [13, 14].

Оценка экологического состояния базовых компонентов лесных экосистем в городских условиях с повышенной рекреационной нагрузкой относится к наиболее актуальным задачам экологического мониторинга и оценки воздействия на окружающую среду [17]. К основным методам экологического мониторинга относится анализ состава и изменения биоразнообразия травянистого покрова по трансекту с сечением доминирующей формы мезорельефа [18]. Для изучения изменений в растительном покрове и оценки его экологического состояния по трансекту собираются данные о видовом составе травянистых растений, проективном покрытии, высоте растений и других параметрах их биометрии,

Васенев И.И., Ибрагим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

условиях произрастания и характере доминирующей антропогенной нагрузки.

Использование метода трансект позволяет не только оценить экологическое состояние травянистого покрова, но и выявить основные причины наблюдаемых изменений биоразнообразия локальных урбоэкосистем, которые могут быть связаны с рекреационной деятельностью, сукцессионным изменением древостоя, техногенным воздействием со стороны соседних территорий более интенсивного землепользования, резкими перепадами погодных условий и другими причинами [19-22]. Таким образом, проведение мониторинга травянистого покрова по трансекту является эффективным методом для оценки состояния лесных экосистем в городских условиях и выявления причин их изменений. Результаты таких исследований могут быть использованы для разработки мер по сохранению и восстановлению активно используемых лесных экосистем в городских условиях.

Изменения травянистого и почвенного покрова в последние годы стали серьезной проблемой и предметом исследования во многих городах мира, включая Москву [23-25]. К наиболее интересным и традиционным объектам мониторинговых экологических исследований рекреационного воздействия на растительный покров Москвы относится Лесная Опытная Дача Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева, которая является важным элементом природоохранного каркаса города и сохранила характерные для заповедных неморальных южнотаежных лесов Центральной России слабодерново-палево-подзолистые суглинистые почвы с разным уровнем грунтового и контактного оглеения по элементам склонового мезорельефа [20, 24].

Цель данной работы состояла в сравнительно-экологическом исследовании регионально-типологических закономерностей пространственного варьирования состава травянистого покрова в условиях пологого склонового мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – фонового объекта экологического мониторинга для северной части Московского мегаполиса, с оценкой влияния различных экологических факторов на биоразнообразие почвенного растительного покрова.

Объекты и методы

Лесная Опытная Дача (ЛОД) РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева расположена в Тимирязевском районе Северного административного округа (САО) г. Москвы и служит ядром его природоохранной структуры. В 1861 году правительство России приобрело эти

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

земли, чтобы создать на них в 1865 году высшее сельско- и лесохозяйственное учебное заведение с многопрофильной экспериментальной базой в характерных для Центральной России природно-хозяйственных условиях. Изначально площадь ЛОД составляла 257,7 гектаров, но позже, в 1915 году, была уменьшена до 248,7 гектаров. Сейчас она является не только одним из основных учебно-и научно-экспериментальных объектов Университета, но и активно посещаемым местом повседневного отдыха жителей трех соседних районов Северного округа Москвы (рис. 1) с интенсивной рекреационной нагрузкой на ее растительный и почвенный покров.

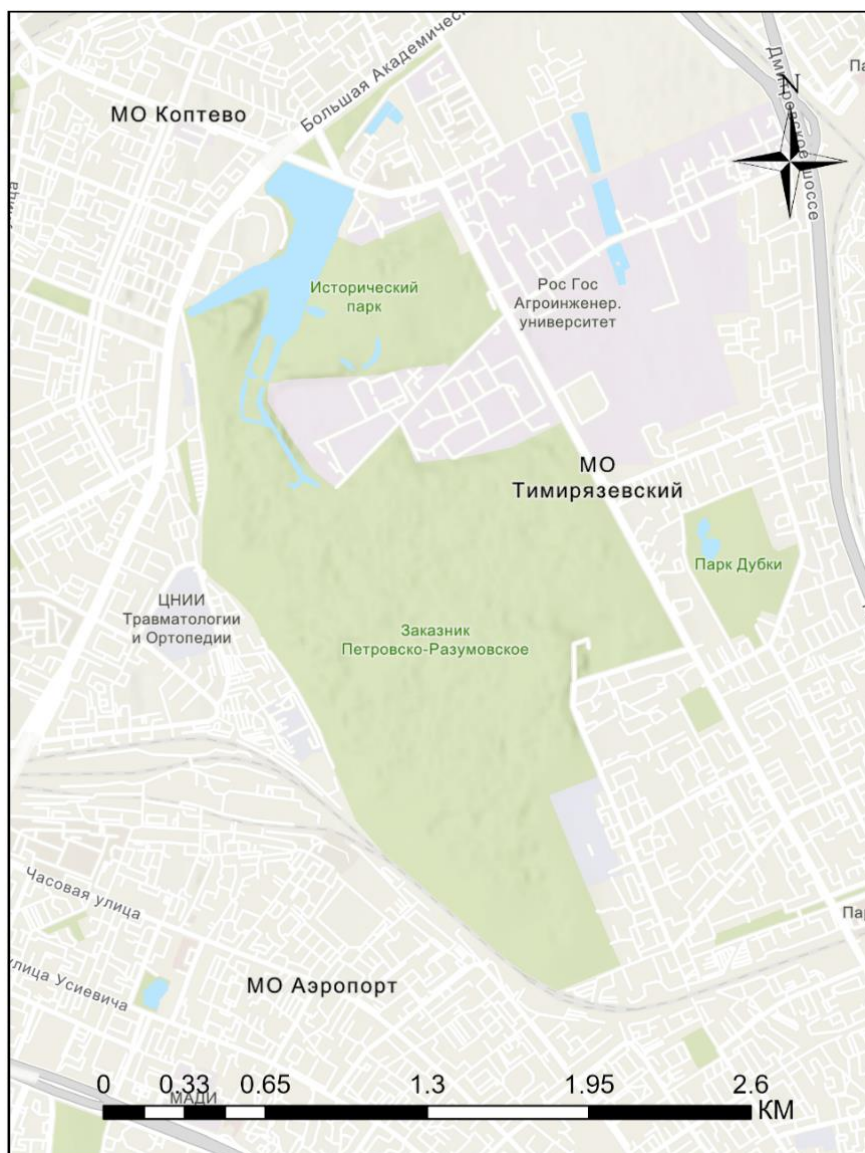


Рис. 1. Местоположение Лесной Опытной Дачи (традиционного ядра Заказника Петровско-Разумовское) в Северном Административном Округе Москвы

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

Лесная Опытная Дача расположена в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов [24-26]. Климат характеризуется устойчиво повышенным уровнем увлажнения в понижениях мезорельефа. В самый дождливый период с мая по сентябрь выпадает более половины годового количества осадков (до 366 мм), с максимальным количеством осадков в июле-августе. В течение до 20 дней в году возможны сильные ветры со скоростью более 15 м/с, что периодически приводит к ветровалу и бурелому перестойного древостоя. Средняя годовая температура воздуха составляет 3,7 °С [24].

За 160 лет происходили существенные проектно-сукцессионные изменения в составе пород на покрытой лесом площади Лесной Опытной Дачи. Если в 1862 году доля сосны составляла 57%, березы – 16%, а дуба – 14%, и к 1945 году доля сосны в общем составе древостоя ЛОД увеличилась до 71%, а доля березы и дуба уменьшилась, соответственно, до 9% и 1% при общей доле лиственницы в 8%, то к 2009 году доля сосны сократилась до 39%, и значительно выросли доли дуба (23%), лиственницы (18%) и березы (16%) [25].

Из множества проведенных на территории ЛОД за прошедшие годы исследований большинство было посвящено изучению состояния и динамики древостоя и почвенного покрова, что позволило раскрыть многие закономерности в функционировании этих лесных экосистем. Пространственное разнообразие травянистого покрова Лесной Опытной Дачи остается менее изученным. В данной работе для наблюдений за составом травяного покрова были выбраны участки в 7 и 10 кварталах ЛОД в пределах заложенного в 2005 году [20, 26] для периодических мониторинговых наблюдений почвенно-экологического трансекта, примерно перпендикулярно секущего доминирующий в мезорельефе ЛОД пологий и вытянутый с запада на восток моренный холм в направлении с северо-северо-востока на юго-юго-запад (рис. 2).

Центральный участок нашего исследовательского трансекта находится на вершине пологого моренного холма (ВМХ). Два других участка расположены на средней части (ССВ) и подошве (у подножия, ПСВ) прямого короткого слабо покатого склона (средней крутизной около 3 градусов) северо-восточной экспозиции (табл. 1). На средней части и подошве противоположного пологого слабовогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции зеркально к предыдущим расположены еще два участка наблюдений: соответственно, СЮЗ на средней части склона и ПЮЗ на его подошве (рис. 2, табл. 1).

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.
 Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам
 мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

 Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»
 =====

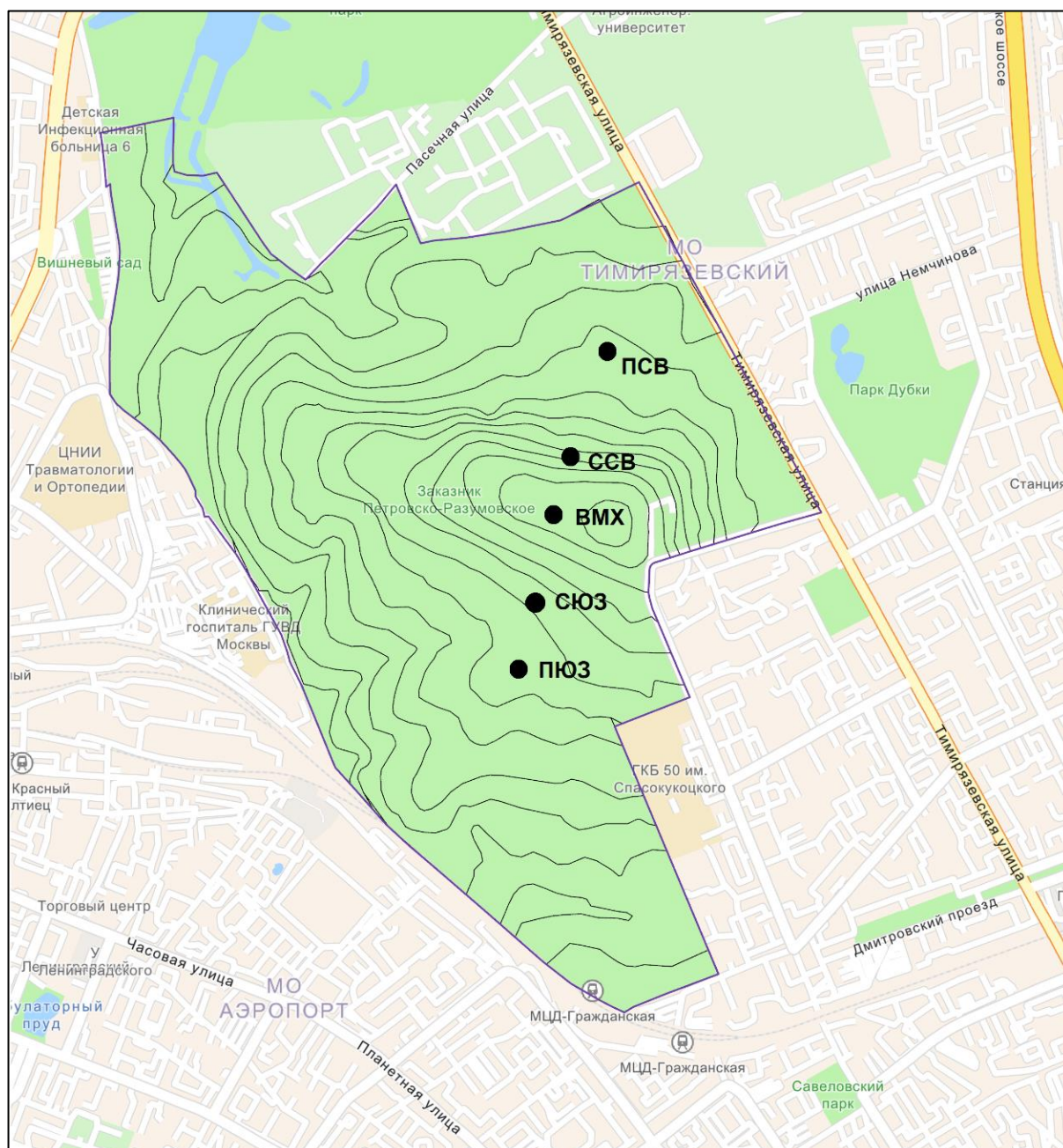


Рис. 2. Исследуемые участки мониторинговых наблюдений на Лесной Опытной Даче

Согласно «Классификации и диагностики почв СССР» (1977), почвы на вершине моренного холма (ВМХ) и его северо-восточном склоне (ССВ, ПСВ) относятся к подтипу дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв. Почвы исследуемых участков на юго-западном склоне (СЮЗ, ПЮЗ) – к подтипу дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв типа болотно-подзолистых почв (табл. 1).

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.
 Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам
 мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

На каждом элементе мезорельефа были выбраны 9 учетных площадок площадью 100 (10×10) квадратных метров. Для дальнейшей работы мы разделили каждую площадку на 100 квадратов площадью 1 квадратный метр (1х1 м) с помощью деревянных палочек.

Таблице 1. Краткое описание элементов мезорельефа, почв и древостоев исследуемых участков (с использованием материалов предыдущих исследований [23])

Участок	Рельеф	Название (подтип и тип) почвы	Состав древостоя	
			I яруса	II яруса
ПСВ	Подошва прямого короткого слабопокатога склона СВ экспозиции	Среднедерновая глубокоподзолистая поверхностно-слабоглееватая легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв)	Лиственница (<i>Larix sibirica</i>) Дуб (<i>Quercus robur</i>) Липа (<i>Tilia</i>)	Липа Клён (<i>Acer platanoides</i>) Вяз (<i>Ulmus</i>) Дуб
ССВ	Средняя часть прямого короткого слабопокатога склона СВ экспозиции	Среднедерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв)	Липа Лиственница Дуб	Липа Клён Вяз
ВМХ	Водораздельная часть мореного холма	Среднедерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв)	Дуб Лиственница Клён Липа	Клён Липа
СЮЗ	Средняя часть пологого слабоогнутого склона повышенной длины ЮЗ экспозиции	Слабодерновая глубокоподзолистая поверхностно-оглеенная легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв типа болотно-подзолистых почв)	Лиственница Ель (<i>Picea abies</i>)	Клён Липа
ПЮЗ	Подошва пологого слабоогнутого склона повышенной длины ЮЗ экспозиции	Слабодерновая глубокоподзолистая поверхностно-оглеенная легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв типа болотно-подзолистых почв)	Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>) Лиственница Клён Липа	Клён Липа

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

При проведении исследований на каждой площадке были выделены условно однородные по характеру травянистой растительности ареалы (секторы), с учетом плотности проективного покрытия их растительного покрова. Затем для каждого сектора были составлены ведомости с перечислением обнаруженных в них видов растений, фиксацией их количества, оценкой проективного покрытия травянистой растительности.

Для оценки проективного покрытия были сделаны фотографии растительного покрова в каждом секторе, которые были проанализированы с помощью программного средства анализа сайта *Detección de vegetación*, идентифицирующего растения на снимках. Для отрисовки и дифференцированного расчета площади травянистой растительности исследуемых площадок и секторов использовалась программа ArcGIS. Данные были статистически обработаны с использованием Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение

В результате исследования, проведенного с мая по сентябрь 2022 года, на площадках было выявлено 26 видов растений (табл. 2), принадлежащих к 20 семействам. Среди них два семейства класса Папоротниковых (*Polypodiopsida*) – Кочедыжниковые (*Athyriaceae*) и Щитовниковые (*Dryopteridaceae*), три семейства класса однодольных (*Monocotyledons*) – Осоковые (*Cyperaceae*), Мелантиевые (*Melanthiaceae*) и Спаржевые (*Asparagaceae*) и 15 семейств из класса двудольных. Несмотря на большое количество встреченных на площадках видов, на каждом участке доминировали только один или два из них, тогда как большинство видов наблюдалось в небольшом количестве, а многие из них были зафиксированы всего несколько раз (табл. 3).

На вершине моренного холма и средней части исследуемых склонов доминировал Зеленчук желтый (*Lamium galeobdolon*), на их подошве – Зеленчук желтый (*Lamium galeobdolon*) и Осока волосистая (*Carex pilosa*) (рис. 3). В целом, на исследуемых участках преобладают мезофитные травянистые растения, характерные для лесных тенистых местообитаний с влажной почвой, хотя некоторые из них способны выживать при засухе, включая Живучку ползучую (*Ajuga reptans*), Зеленчук желтый (*Lamium galeobdolon*), Щитовник гребенчатый (*Dryopteris cristata*) и Щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*).

Щитовник гребенчатый (*Dryopteris cristata*), Щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*), Живучка ползучая (*Ajuga reptans*), Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*) и

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

Ландыш майский (*Convallaria majalis*) способны расти как на свету, так и в полутени, но предпочитают полутень или полную тень для своего развития.

Таблица 2. Перечень видов, встречающихся на исследуемых участках

Семейство	Род	Вид	Латинское название
Кочедыжниковые	Кочедыжник	Кочедыжник женский	<i>Athyrium filix-femina</i>
Щитовниковые	Щитовник	Щитовник гребенчатый	<i>Dryopteris cristata</i>
		Щитовник мужской	<i>Dryopteris filix-mas</i>
Астровые	Кульбаба	Кульбаба осенняя	<i>Scorzoneroideis autumnalis</i>
Бальзаминовые	Недотрога	Недотрога обыкновенная	<i>Impatiens noli-tangere</i>
Первоцветные	Вербейник	Вербейник обыкновенный	<i>Lysimachia vulgaris</i>
Гвоздичные	Звездчатка	Звездчатка жестколистная	<i>Stellaria holostea</i>
	Мёрингия	Мёрингия трёхжилковая	<i>Moehringia trinervia</i>
Гречишные	Щавель	Щавель обыкновенный	<i>Rumex acetosa</i>
Гераниевые	Герань	Герань лесная	<i>Geranium sylvaticum</i>
Зонтичные	Сныть	Сныть обыкновенная	<i>Aegopodium podagraria</i>
Кисличные	Кислица	Кислица обыкновенная	<i>Oxalis acetosella</i>
Лютиковые	Лютик	Лютик кашубский	<i>Ranunculus cassubicus</i>
Молочайные	Пролесник	Пролесник многолетний	<i>Mercurialis perennis</i>
Фиалковые	Фиалка	Фиалка удивительная	<i>Viola mirabilis</i>
Кирказоновые	Копытень	Копытень европейский	<i>Asarum europaeum</i>
Крапивные	Крапива	Крапива двудомная	<i>Urtica dioica</i>
Розовые	Гравилат	Гравилат промежуточный	<i>Geum × intermedium</i>
	Рубус	Костяника каменистая	<i>Rubus saxatilis</i>
Яснотковые	Будра	Будра плющевидная	<i>Glechoma hederacea</i>
	Живучка	Живучка ползучая	<i>Ajuga reptans</i>
	Яснотка	Зеленчук желтый	<i>Lamium galeobdolon</i>
Осоковые	Осока	Осока волосистая	<i>Carex pilosa</i>
Мелантиевые	Вороний глаз	Вороний глаз четырёхлистный	<i>Paris quadrifolia</i>
Спаржевые	Ландыш	Ландыш майский	<i>Convallaria majalis</i>
	Майник	Майник двулистный	<i>Maianthemum bifolium</i>

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Таблица 3. Обилие растений разных видов на исследуемых участках.

Вид	Латинское название	Оценка обилия на участках*				
		ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
Зеленчук желтый	<i>Lamium galeobdolon</i>	О	О	О	О	О
Осока волосистая	<i>Carex pilosa</i>	О	М	С	О	О
Недотрога обыкновенная	<i>Impatiens noli-tangere</i>	О	О	О	О	О
Кислица обыкновенная	<i>Oxalis acetosella</i>	Н	Н	Н	О	Н
Сныть обыкновенная	<i>Aegopodium podagraria</i>	С	О	Н	Н	М
Пролесник многолетний	<i>Mercurialis perennis</i>	Н	Н	Н	Н	М
Копытень европейский	<i>Asarum europaeum</i>	Н	В	В	Н	М
Будра плющевидная	<i>Glechoma hederacea</i>	Н	Е	Е	Н	М
Кочедыжник женский	<i>Athyrium filix-femina</i>	С	С	С	С	С
Гравилат промежуточный	<i>Geum × intermedium</i>	С	С	С	С	С
Щавель обыкновенный	<i>Rumex acetosa</i>	С	Н	Н	В	Е
Крапива двудомная	<i>Urtica dioica</i>	Н	С	С	Н	Е
Щитовник мужской	<i>Dryopteris filix-mas</i>	В	В	В	В	В
Ландыш майский	<i>Convallaria majalis</i>	Н	Н	Н	Н	С
Звездчатка жестколистная	<i>Stellaria holostea</i>	С	Н	Н	Н	С
Вороний глаз четырёхлистный	<i>Paris quadrifolia</i>	Е	Н	В	В	С
Майник двулистный	<i>Maianthemum bifolium</i>	Н	Н	Н	Н	С
Лютик кашубский	<i>Ranunculus cassubicus</i>	В	В	Н	В	В
Герань лесная	<i>Geranium sylvaticum</i>	Е	В	В	Н	Н
Вербейник обыкновенный	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Н	Н	Н	Н	С
Костяника каменистая	<i>Rubus saxatilis</i>	Н	Н	Н	Н	В
Щитовник гребенчатый	<i>Dryopteris cristata</i>	Н	Н	Н	В	Н
Живучка ползучая	<i>Ajuga reptans</i>	В	Н	Н	Н	Е
Кульбаба осенняя	<i>Scorzonerooides autumnalis</i>	Е	Н	Н	Н	Н
Фиалка удивительная	<i>Viola mirabilis</i>	Е	Н	Н	Н	Н
Мёрингия трёхжилковая	<i>Moehringia trinervia</i>	Е	Н	Н	Н	С

Примечание:* Н – Отсутствует, Е – единичный, В – 2–10 шт., С – 11–100 шт., М – 101–900 шт., О – свыше 900 шт.

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

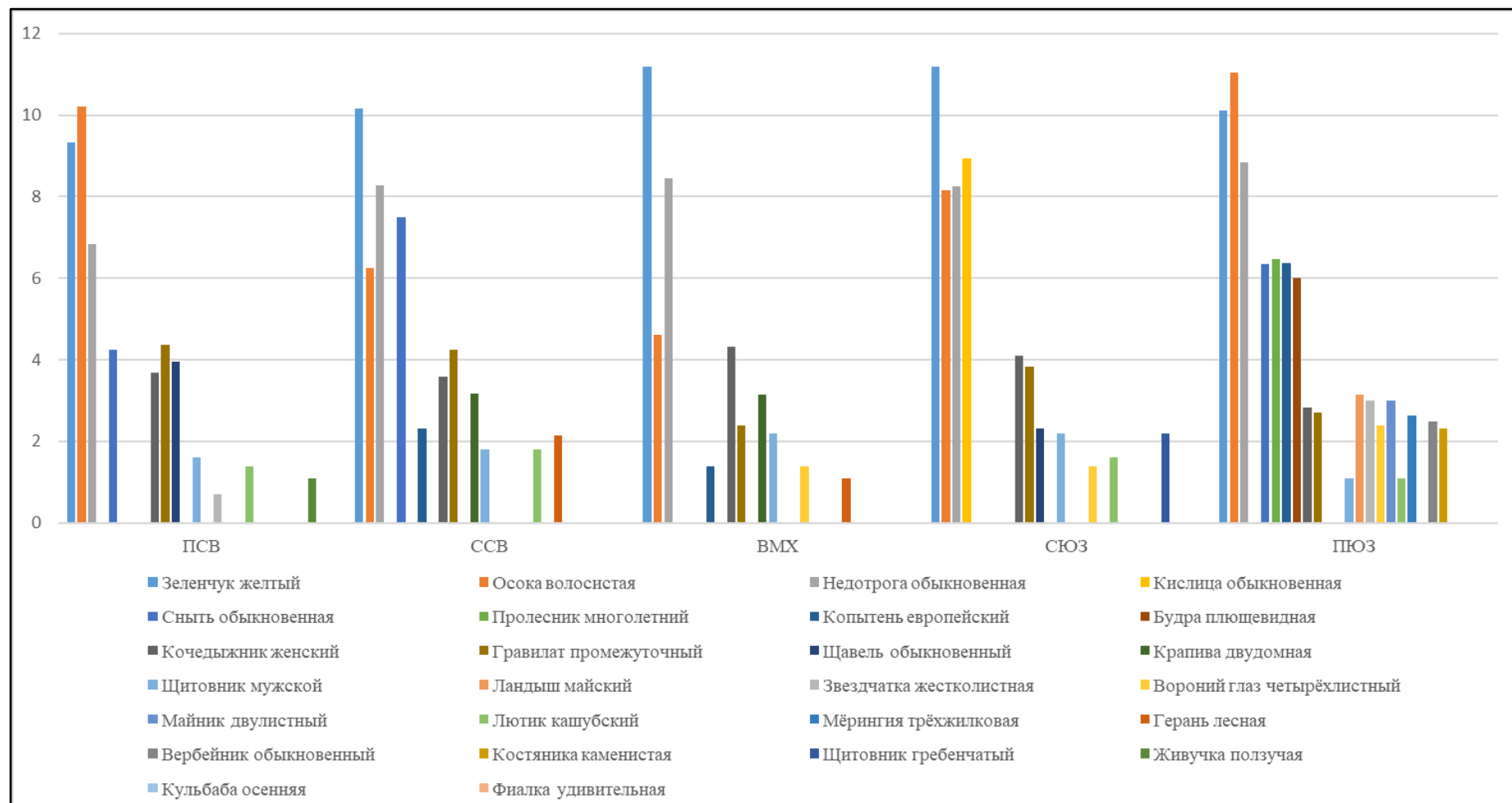


Рис. 3. Натуральный логарифм количества растений на исследуемых участках

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

К пяти наиболее распространенным на исследуемых участках видам растений относятся Зеленчук желтый (*Lamium galeobdolon*), Осока волосистая (*Carex pilosa*), Недотрога обыкновенная (*Impatiens noli-tangere*), Кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*) и Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*) (рис. 4).

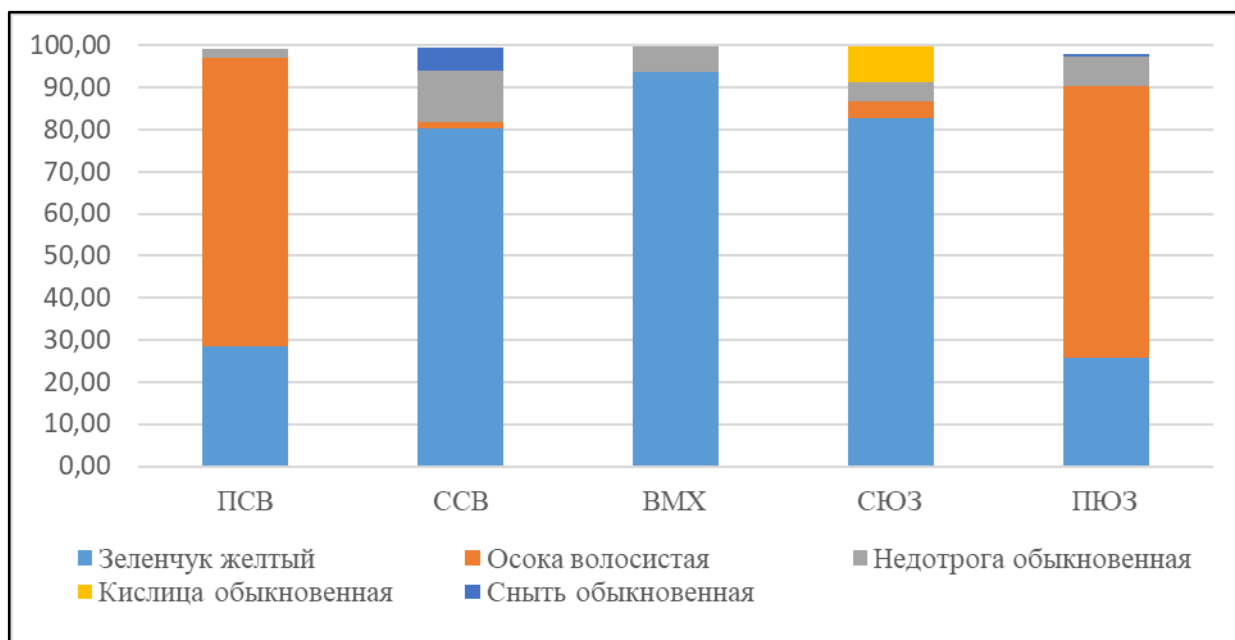


Рис. 4. Экологическая оценка относительного участия в травянистой растительности исследуемых участков пяти наиболее распространенных видов растений.

Зеленчук желтый относится к одному из двух доминирующих видов на всех исследуемых участках, причем на двух из них его средняя численность достигает 81 особи на квадратный метр при максимальных значениях более 100 (табл. 4), а относительное обилие на вершине моренного холма превышает 93% (табл. 5).

Осока волосистая – доминирует на наиболее устойчиво увлажненных подошвах склонов, где ее относительное обилие превышает 64%, и отсутствует на наиболее сухом участке на вершине моренного холма (табл. 5). При этом бросается в глаза 2–3-кратное сокращение общего количества особей травянистых растений на одном квадратном метре площади участков северо-восточного склона по сравнению с их аналогами на более теплом склоне юго-западной экспозиции.

Недотрога обыкновенная обнаружена на всех исследованных участках, с различной, но в целом невысокой частотой встречаемости: от 2 до 12 % от общего количества растений,

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

с максимальным относительным участием на склоне северо-восточной экспозиции (табл. 5) при максимальном абсолютном количестве на подошве юго-западного склона (табл. 4).

Таблица 4. Среднее количество особей пяти наиболее распространенных видов растений на исследуемых участках

Вид	Латинское название	Среднее количество особей на м ²				
		ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
Зеленчук желтый	<i>Lamium galeobdolon</i>	13 ±10	29 ±12	81 ±46	81 ±39	27 ±29
Осока волосистая	<i>Carex pilosa</i>	30 ±29	<1	<1	4 ±6	69 ±38
Недотрога обыкновенная	<i>Impatiens noli-tangere</i>	1 ±1	4 ±4	5 ±3	4 ±3	8 ±2
Кислица обыкновенная	<i>Oxalis acetosella</i>	0	0	0	8 ±14	0
Сныть обыкновенная	<i>Aegopodium podagraria</i>	0	2 ±5	0	0	<1

Таблица. 5. Распределение доминирующих и сопутствующих видов по исследуемым участкам мониторинга (в % от общего количества растений)

№ п/п	Вид	Латинское название	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
1	Зеленчук желтый	<i>Lamium galeobdolon</i>	28.57	80.34	93.68	82.79	25.69
2	Осока волосистая	<i>Carex pilosa</i>	68.45	1.60	-	4.0	64.61
3	Недотрога обыкновенная	<i>Impatiens noli-tangere</i>	2.33	12.10	6.03	4.38	7.21
4	Кислица обыкновенная	<i>Oxalis acetosella</i>	-	-	-	8.64	-
5	Сныть обыкновенная	<i>Aegopodium podagraria</i>	-	5.47	-	-	0.60
6	Пролесник многолетний	<i>Mercurialis perennis</i>	-	-	-	-	0.68
7	Копытень европейский	<i>Asarum europaeum</i>	-	-	-	-	0.62
8	Будра плющевидная	<i>Glechoma hederacea</i>	-	-	-	-	0.43
Сумма			99.35	99.51	99.70	99.84	99.84
Количество доминирующих видов			2	1	1	1	2
Количество сопутствующих видов			1	3	1	3	5

Кислица обыкновенная была замечена только на средней части склона юго-западной экспозиции. Сныть обыкновенная встречалась на средней части склона северо-восточной экспозиции и, в очень незначительном количестве, на подошве юго-западного склона (табл. 4 и 5).

Наиболее высокое биологическое разнообразие и богатство видов травянистой растительности на подошве обоих исследованных склонов, с максимумом на подошве юго-западного склона, хорошо согласуются с минимальными значениями индекса Симпсона, который отражает степень доминирования конкретного вида в сообществе (табл. 6).

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.
 Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам
 мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

Таблица. 6. Показатели биоразнообразия травянистого покрова на исследуемых участках

Индекс биоразнообразия	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ШЮЗ
Богатство видов	13	12	12	12	21
Симпсона	0.55	0.66	0.88	0.7	0.54
Шэннона	0.75	0.69	0.25	0.65	0.97

Яркое доминирование на пологой вершине моренного холма одного вида – Зеленчука желтого отражается в максимальном значении индекса Симпсона. Площадки на средней части исследованных склонов с одним доминирующим и тремя сопутствующими видами (см. табл. 5) характеризуются его промежуточными значениями (табл. 6).

С пространственным распределением значений индекса Симпсона хорошо обратно коррелирует индекс Шеннона, характеризующий разнообразие биологического сообщества и имеющий минимальное значение на вершине моренного холма (табл. 6), что указывает на низкое разнообразие травянистых видов и выраженную неравномерность их численности. Самое высокое значение индекса Шеннона на подошве юго-западного склона соответствует наиболее высокому разнообразию видов (табл. 6) и более равномерному распределению их численности (см. табл. 5).

Индекс Шеннона травянистой растительности на участках северо-восточного склона и средней части юго-западного склона имеет промежуточные значения, которые хорошо согласуются с пространственной дифференциацией значений индекса Симпсона на этих участках мониторинга (табл. 6) и распределением на них доминирующих и сопутствующих видов травянистых растений (см. табл. 5).

Наряду с позицией в мезорельефе и обусловленными ею микроклиматическими особенностями конкретного местообитания, на биологическое разнообразие травянистой растительности, как правило, серьезное влияние оказывают характер, сомкнутость крон древесного яруса и выраженность рекреационной нагрузки.

В летнее время все участки исследования имеют сравнительно высокую степень сомкнутости крон (табл. 7), что устойчиво снижает доступ солнечного света к травянистому покрову и определяет доминирование в нем тенелюбивых видов (см. табл. 5). Минимальное значение сомкнутости крон на подошве юго-западного склона (табл. 7) хорошо согласуется

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

с максимальными показателями биоразнообразия (богатство видов – 21, индекс Шеннона – 0.97 и индекс Симпсона – 0.54) травянистого покрова этого участка (см. табл. 6), но с учетом незначительной дифференциации сомкнутости крон на исследуемых участках (в пределах 3%) не может служить решающим фактором хорошо выраженной пространственной дифференциации их травянистого покрова (см. табл. 5).

Таблица. 7. Степень сомкнутости крон и суммарная площадь тропинок на исследуемых участках.

Показатель	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
Степень сомкнутости крон	89.4	87.4	88.5	88.6	86.6
Площадь тропинок, %	19.04	4.02	0.87	3.97	3.01

Относительная площадь тропинок варьирует значительно сильнее – кратно (табл. 7), отражая влияние рельефа на повышенное увлажнение почв подошвы склона северо-восточной экспозиции и, следовательно, повышенную чувствительность их напочвенного растительного покрова, подстилки и почвенного покрова к рекреационному вытаптыванию в периоды с повышенным количеством жидких осадков. Безусловно, это способствует существенному снижению биоразнообразия травянистого покрова (богатство видов – 13, индекс Шеннона – 0.75) этой формы мезорельефа – по сравнению с подошвой противоположного склона юго-западной экспозиции (см. табл. 6).

Устойчиво более благоприятные для развития травянистых растений условия увлажнения, плотности сложения и содержания гумуса в верхних горизонтах исследуемых почв на подошве и, в меньшей степени, средней части исследуемых склонов [27, 28] являются доминирующим фактором повышенного биологического разнообразия их травянистого покрова. В то же время устойчиво повышенное увлажнение на подошве склонов обуславливает повышенные риски рекреационной деградации их травянистого покрова с ускоренным развитием тропинок вытаптывания, что должно приниматься во внимание при проектировании мероприятий по охране и восстановлению нарушенного травянистого покрова.

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Заключение

Сравнительно-экологические исследования состава травянистого покрова на пяти представительных участках орографического трансекта, секущего в направлении с северо-востока на юго-запад доминирующий в мезорельефе пологий моренный холм и его зеркальные склоны северо-восточной и юго-западной экспозиции в условиях фонового объекта экологического мониторинга для северной части Москвы – Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева показали кратную дифференциацию основных показателей биоразнообразия травянистого покрова на исследуемых участках с мягкими формами рельефа, близкими почвенно-морфогенетическими условиями и однотипным характером рекреационной нагрузки. Наибольшее разнообразие травянистых видов из 20 представленных на участках семейств было обнаружено на подножии склонов с более устойчивыми условиями увлажнения, при его минимальном уровне на вершине моренного холма с выраженным летним иссушением верхних горизонтов характерных для Лесной Опытной Дачи зональных дерново-подзолистых почв.

Другими важными экологическими факторами травянистого биоразнообразия являются экспозиция и форма склона, влияющие как на температурный режим, так и сезонную динамику влажности верхних горизонтов почвы – в условиях относительно незначительного варьирования общей сомкнутости древесного полога и выраженной рекреационной нагрузки на напочвенный растительный покров и почвы.

Доминирующие на подошве склона северо-восточной экспозиции перегнойно-подзолистые почвы устойчиво повышенного уровня увлажнения характеризуются пониженной устойчивостью к рекреационной нагрузке, что приводит к максимальной выраженности тропиной сети и относительно пониженным индексам биоразнообразия.

Проведенный анализ закономерностей пространственного варьирования состава травянистого покрова позволил выявить проблемные экологические ситуации и факторы снижения его биоразнообразия, которые необходимо принимать во внимание при дальнейшем планировании регулирования рекреационной нагрузки на Лесной Опытной Даче и аналогичных участках лесной инфраструктуры северной части Москвы, а также при оценке проектируемого антропогенного воздействия в условиях Московского мегаполиса и сопоставимых урбоэкосистем южнотаежной и смешанно-лесной подзон Европейской территории России.

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Список использованных источников:

1. González, D.C. Species Richness and Biomass of Epiphytic Vegetation in a Tropical Montane Forest in Western Panama / D.C. González, C.R. Quiel, G. Zotz, M.Y. Bader // *Tropical Conservation Science*. – 2017. – Vol. 10. – P. 1-17.
2. Лукина Н.В. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований / Н.В. Лукина, А.П. Гераськина, А.В. Горнов [и др.] // *Вопросы лесной науки*. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 1–90.
3. Gardi, O. Ecosystem services delivered by tropical forests: regulating services of tropical forests for climate and hydrological cycles / O. Gardi // *Achieving sustainable management of tropical forests*. – 2020. – P. 189–214.
4. Тарасенок А.И. Экономическая оценка экосистемных услуг лесов Республики Беларусь / А.И. Тарасенок // *Сацыяльна-эканамічныя і прававыя даследаванні*. – 2023. – №1 (71). – С. 82–90.
5. Стоцкая Д.Р. Антропогенное воздействие на леса и другие растительные сообщества / Д.Р. Стоцкая, Р.Р. Муратов // *Наука через призму времени*. – 2020. – №10 (43). – С. 8–10.
6. Крапивин В.Ф. Глобальное изменение климата: дистанционное зондирование лесов / В.Ф. Крапивин, И.И. Потапов // *Проблемы окружающей среды и природных ресурсов*. – 2021. – №4. – С. 3–24.
7. Адамова Р.М. Проблемы сохранения биологического разнообразия лесных ресурсов в Республике Дагестан / Р.М. Адамова, М.Р.А. Казиев // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2022. – Т. 59–4. – С. 184–190.
8. Кузнецова Н.Е. Влияние урбанизации на компоненты экосистем Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / Н.Е. Кузнецова, С.Н. Волков // *Актуальные проблемы лесного комплекса*. – 2022. – №62. – С. 162–164.
9. Конева Н.В. Влияние рекреационной нагрузки на лесные экосистемы городского округа Тольятти / Н.В. Конева, С.С. Саксонов, А.В. Васильев // *Академический вестник ЕЛРПТ*. – 2023. – Т. 8, №1 (23). – С. 12–18.
10. Манджи О. Оценка антропогенного воздействия на лесные экосистемы города Москвы / О. Манджи, А.М. Ярославцев, И.И. Васенев // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2023. – №6 (34). – С. 1–6.
11. Коломыц Э.Г. Состояние лесных экосистем в условиях большого города / Э.Г. Коломыц, Н.А. Сурова, А.С. Керженцев, О.В. Глебова // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2000. – Т. 2, № 2. – С. 311–318.
12. Пряхин В.Н. Экологические проблемы плотно застроенных урбанизированных территорий / В.Н. Пряхин, А.Л. Большеротов, Н.Е. Рязанова // *Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. – 2009. – №3. – С. 72–76.
13. Платонова Е.А. Значение садово-парковых экосистем как центров сохранения

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

разнообразия растительности (на примере г. Петрозаводска) / Е.А. Платонова, А.С. Лантратова // Экология урбанизированных территорий. – 2014. – №4. – С. 21–28.

14. Нотов А.А. О проблеме сохранения компонентов лесных экосистем в урбанизированной среде (на примере ГПП "Лесопарк Конаковский") / А.А. Нотов, С.М. Дементьева, А.Ф. Мейсурова [и др.] // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2015. – № 3. – С. 166–181.

15. Стрельникова Т.О. Природный ландшафтный комплекс "Рудничный бор" и его рекреационное использование / Т.О. Стрельникова, И.А. Хрусталева, Ю.А. Манаков [и др.] // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2017. – №16. – С. 83–87.

16. Иметхенов А.Б. Влияние антропогенных факторов на городские леса Нижнего Приангарья / А.Б. Иметхенов, О.П. Курек, В.А. Арасланова, О.А. Иметхенов // Экологическое образование и охрана окружающей среды: Технические университеты в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ. Часть II. – Москва: Ассоциация технических университетов. – 2014. – С. 48–54.

17. Borer, E.T. Finding generality in ecology: a model for globally distributed experiments. / E.T. Borer, W.S. Harpole, P.B. Adler, E.M. Lind, J.L. Orrock, E.W. Seabloom, M.D. Smith // Methods Ecol. Evol. – 2014. – P. 65-73.

18. Grant, T.A. Monitoring Native Prairie Vegetation: The Belt Transect Method. / T.A. Grant, E.M. Madden, R.K. Murphy, K.A. Smith, M.P. Nenneman // Ecological Restoration. – 2004. – V. 22, # 2. – P. 106-112.

19. Харчева Н. Биоиндикация рекреационных нагрузок на лесные экосистемы Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича и города Сарова Нижегородской области / Н. Харчева, М.А. Макеева // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2006. – № 7. – С. 305–349.

20. Васенев И.И. Структурно-функциональная организация почвенно-экологического мониторинга Лесной опытной дачи РГАУ МСХА / И.И. Васенев, В.Д. Наумов, Т.В. Раскатова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2007. – №4. – С. 29–44.

21. Васенев И.И. Почвенные сукцессии. – М.: ЛКИ. – 2008. – 320 с.

22. Савченко А.С. Оценка рекреационной нагрузки на городские леса Перми / А.С. Савченко, А.П. Мальцева // Аллея науки. – 2018. – Т. 5, № 5(21). – С. 391–398.

23. Dovletyarova, E.A. Monitoring and assessing anthropogenic influence on soil's health in urban forests: The case from Moscow City / E.A. Dovletyarova, V.I. Vasenev, K.V. Ivashchenko [et al.] // Adaptive Soil Management: From Theory to Practices, 2017. – P. 531–557.

24. Яшин И.М. Путеводитель научных почвенно-экологических экскурсий в лесных и аграрных ландшафтах ЦЛГПБЗ и мегаполиса Москвы / И.М. Яшин, И.И. Васенев, С.Л. Белоухов. – Москва: РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2018. – 128 с.

25. Дубенок Н.Н. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии / Н.Н. Дубенок, В.В. Кузьмичев, А.В.

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б.

Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

Лебедев. – М.: Наука. – 2020. – 382 с.

26. Наумов В.Д. Структура почвенного покрова Лесной опытной дачи ТСХА / В.Д. Наумов, Н.П. Сорокина, В.М. Градусов // Пространственно-временная организации почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты: международная научная конференция. Санкт-Петербург. – 2007. – С. 117–121.

27. Мелесе С.М., Васенев И.И. Сезонная динамика влажности и плотности дерново-подзолистых почв на склоновой катене ЛОД РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева при различных уровнях рекреационной нагрузки [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/2/st_243.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202122243>.

28. Васенев И.И., Мелесе С.М., Малахов А.О. Экологическая оценка сезонной динамики почвенных потоков CO₂ и содержания гумуса дерново-подзолистых почв на склоновой катене лесопарка при разных уровнях рекреационной нагрузки [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/4/st_419.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202124419>.
=====

Цитирование:

Васенев И.И., Ибрахим М., Таллер Е.Б. Экологическая оценка варьирования состава травянистого покрова по контрастным элементам мезорельефа Лесной Опытной Дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязев [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/4/st_427.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202134427>.