

Региональный этап Всероссийского юниорского лесного конкурса «Подрост»
(«За сохранение природы и бережное отношение к лесным богатствам»)

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ НА ПЛОЩАДИ
РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСА**

Автор:

КАБОЕВ Кирилл Михайлович,
10 класс МАОУ города Костромы
"Гимназия № 25"

Научный руководитель:

АНЦИФЕРОВ Анатолий Леонидович,
кандидат биологических наук,
педагог дополнительного образования
ГБУДО КО ЭБЦ «Следово»
им. Ю. П. Карвацкого

КОСТРОМА
2020

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|---|----------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| Глава 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ..... | 5 |
| 1.1. Период работы и местоположение полигона исследований..... | 5 |
| 1.2. Лесорастительные условия полигона исследований, неоднородность поверхности и антропогенная нагрузка..... | 5 |
| 1.3. Камеральная обработка и анализ данных..... | 6 |
| Глава 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ..... | 9 |
| 2.1. Таксономический состав и экологическое разнообразие почвенной мезофауны в условиях рекреации..... | 9 |
| 2.2. Особенности пространственного распределения почвенной мезофауны хвойно-широколиственного леса в условиях рекреационного воздействия..... | 12 |
| 2.3. Зависимость параметров обилия и видового богатства почвенной мезофауны на рекреационной территории от фактора плотности травяного покрова..... | 16 |
| ВЫВОДЫ..... | 18 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 19 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | I-II |

ВВЕДЕНИЕ

Среди множества серьезных экологических проблем взаимодействия человека и природы заметное место в настоящее время занимает проблема рекреационных территорий. Ее значение постоянно возрастает в связи с прогрессирующим процессом урбанизации и связанной с ним необходимостью обеспечения условий для массового отдыха и туризма (Захаров и др., 1989).

Исследования последних лет показали, что рекреация, представляющая собой комплексный, внешний по отношению к лесному биоценозу фактор, вызывает множественные, как правило, отрицательные последствия для целостности и устойчивости сообщества (Бутовский, 2001; Шарова, Якушкина, 2002). Под влиянием рекреации страдают лесные биогеоценозы: изменяется структура почвы, уменьшается содержание гумуса, сокращается мощность гумусового слоя, уменьшается проективное покрытие мхов и типичных лесных видов растений, ухудшается состояние древесных пород, кустарников и подроста (Рысин, Полякова, 1987; Камель, 1992; Юзбеков и др., 2012). За изменением почвенных и лесорастительных показателей в рекреационных лесах следует изменение других компонентов биогеоценоза. Прямое или косвенное воздействие рекреационных нагрузок в наибольшей мере испытывают обитатели подстилочного и почвенного ярусов. В результате этих нагрузок изменяется и разрушается среда обитания почвенных животных, что приводит к изменению почвенного состава, численности и характера пространственного распределения их в насаждениях (Грюнталь, 1987).

Таким образом, прогрессирующий рост рекреационной активности людей и последствия, сопутствующие этому процессу, определяют актуальность исследования нарушенных рекреацией экосистем и их фаунистических компонентов.

Проблеме влияния рекреации на население почвенных беспозвоночных лесов посвящено не столь много работ. Среди них можно отметить исследования А. А. Захарова и др. (1989), С. Ю. Грюнталя (1987), Грюнталя и Бутовского (1997), И. Х. Шаровой и М. Н. Якушкиной (2002), В. А. Кузнецова и др. (2015), и другие. Этими авторами выявлены основные тенденции в изменении населения почвенной мезофауны лесов под влиянием рекреации: сокращение стенобионтных лесных видов, увеличение обилия видов открытых пространств, эврибионтных видов, воздействие рекреации на различные экологические характеристики населения беспозвоночных и популяций доминантных видов. Однако для выяснения характера пространственного распределения почвообитающей мезофауны на территории, подверженной рекреационному влиянию имеющихся публикаций недостаточно.

Целью данной работы явилось изучение закономерностей формирования сообщества почвенной мезофауны и ее пространственного размещения на площади лесного насаждения, подверженного рекреационному воздействию в виде функционирования базы отдыха «Сосновый посад» (Костромская область).

В ходе реализации поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Отлов и учет почвенной мезофауны на территории исследуемой базы отдыха и в сопредельном ненарушенном лесу;
2. Выявление таксономического состава, обилия и доминантной структуры почвенной мезофауны на территории базы отдыха в сравнении с ненарушенным участком леса;
3. Изучение особенностей пространственного размещения беспозвоночных на территории базы отдыха и в сопредельном ненарушенном лесу с использованием фоновых картограмм;
4. Определение уровня агрегированности беспозвоночных на поверхности рекреационного участка по показателям видового богатства, общей и внутривидовой численности.

Глава 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Период работы и местоположение полигона исследований

Сбор материала осуществлялся в летний период 2019 года на территории летней базы отдыха «Сосновый посад», располагающейся на юго-западной окраине Нерехтского района Костромской области, в месте слияния рек Тега и Нерехта (Ш.: 57.447218°, Д.: 40.468194°) – рис. 1.

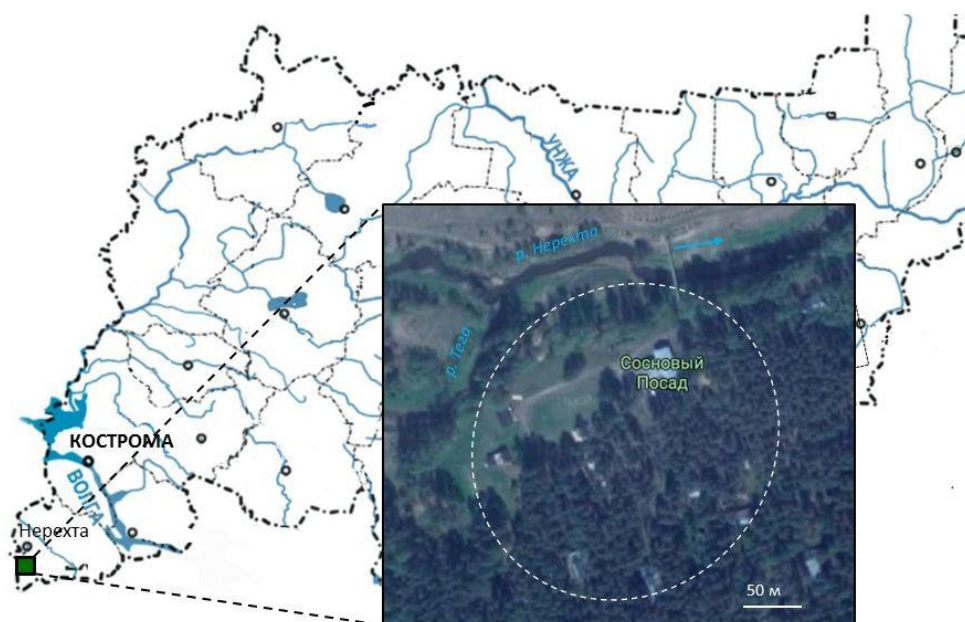


Рис. 1. Местоположение территории исследований

1.2. Лесорастительные условия полигона исследований, неоднородность поверхности и антропогенная нагрузка

Территория базы размещается под пологом хвойно-широколиственного леса, в древесном составе которого преобладают сосна обыкновенная, ель европейская, береза, осина, липа, вяз. Подлесок сформирован лещиной, ивой, рябиной, бузиной красной, бересклетом, жимолостью лесной, малиной, крушиной. В травостое преобладает грушанка, кислица, щитовник картузианский, сныть, вейники (тростниковидный), мятлик, аконит.

Важной особенностью исследуемой рекреационной территории является ярко выраженная пространственная неоднородность (мозаичность) поверхностно-почвенных условий, связанных с застройкой, частичным разрушением слоя лесной подстилки и обнажением верхнего почвенного горизонта, деформацией субстрата и изменением микрорельефа поверхности, частичным асфальтированием и прокладкой пешеходных дорожек, наличием спортивных игровых площадок и т. п. (рис. 2).

Плотность древесных насаждений и подлеска на территории базы существенно снижена. В древостое преобладает сосна. В подлеске встречается подрост березы, липы, дуба, черемухи. Кустарники представлены лещиной, бузиной, рябиной, жимолостью лесной, малиной. В составе кустарничков – присутствуют черника и брусника. В травостое заметную долю составляют виды, устойчивые к вытаптыванию, а также, составляющие лесные и луговые ассоциации (см. табл. 1 приложения). Слой лесной подстилки чередуется с луговым войлоком.

Подробное описание флористического состава и прочих микросредовых условий поверхности территории базы отдыха изложено в таблице 1 приложения.

1.3. Сбор, камеральная обработка и анализ данных

Учет динамической плотности производился стандартным методом почвенных ловушек (Голуб, 2012). Схема размещения ловушек на площади вырубki больше отвечает методу регулярной сетки отбора проб (Савин и др., 2006; Покаржевский и др., 2007) с шагом 20-30 м. Сетка состоит из 5 линий ловушек, проведённых в широтном направлении с севера на юг, пересекая территорию базы с захватом ненарушенного участка леса. Каждая линия включает по 5 ловушек на территории базы; по 1 ловушке в пограничной зоне базы отдыха и контрольного леса (по лесорастительным условиям соответствует контрольному участку леса), и по 2 ловушки – за пределами

базы отдыха, под пологом контрольного (ненарушенного) леса (рис. 2). Таким образом, общее количество ловушек составляет 40 шт.

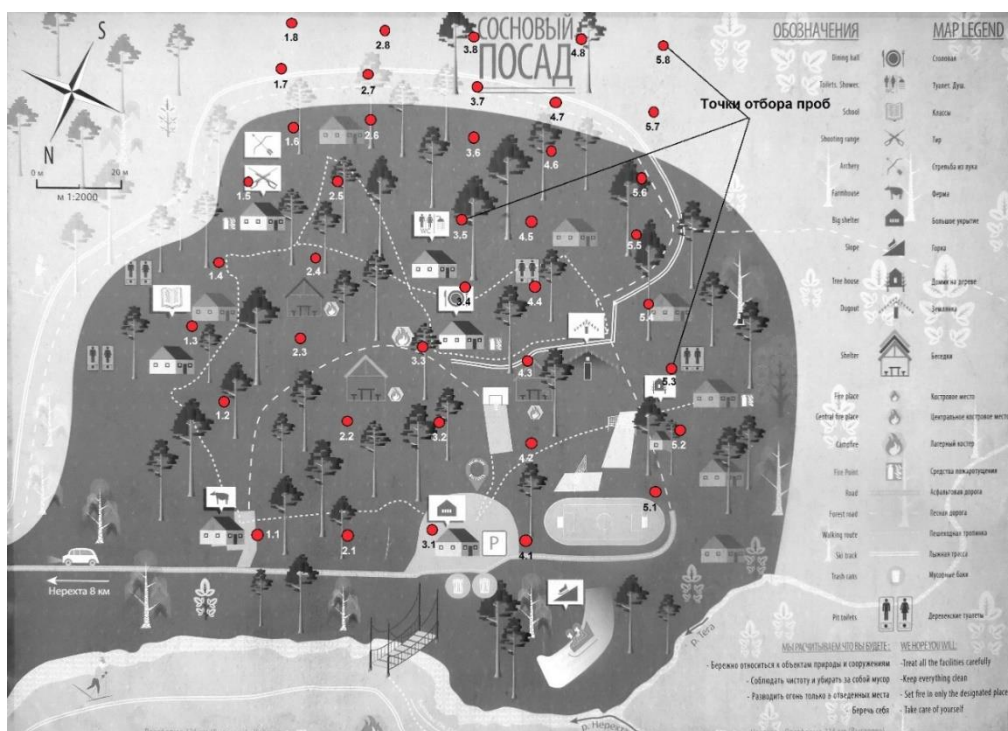


Рис. 2. Декоративная схема базы отдыха «Сосновый посад» с нанесением сетки отбора проб (1.1-5.8 - № пробных точек)

Средняя дистанция между линиями – 30 м. Расстояния между точками отбора проб флуктуируют по причине сложно-пересеченного характера поверхности территории базы (участки с асфальтным покрытием, спортивные площадки, постройки разного назначения и прочее). Выборка материала производилась дважды, с интервалом в 5 суток.

Неоднородность условий поверхности территории базы оценивалась по следующим параметрам: 1) характер почвенного покрова (лесная подстилка/луговой войлок); 2) интенсивность вытаптывания (близость пешеходных дорожек, зона спортивно-массовых мероприятий, жилая или досуговая зона); 3) проективное покрытие растительности и флористический состав.

Выделение доминантных видов осуществлялось по процентной доле от общего значения уловистости видов по шкале О. Ренконена. В состав доминантов включены виды, доля которых составила более 5 % от суммарной численности; виды с долей от 1 до 5 % отнесены к субдоминантам, менее 1 % - к рецедентам (редким).

Построение пиксельной и фоновых картограмм с линиями уровней пространственного распределения исследуемых признаков выполнялось с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA 10».

Для установления типа размещения почвенной мезофауны на площади базы отдыха и в сопредельном участке леса применялся коэффициент агрегированности (дисперсии) (Index of dispersion, ID):

$$ID = S^2/\bar{x}$$

Где S^2 - дисперсия; \bar{x} – среднее.

При случайном распределении ID равен 1, при агрегированном он выше 1, при равномерном – ниже 1 (Покаржевский и др., 2007). Расчет индекса ID производился в программном пакете «PASSaGE 2» (Rosenberg, Anderson, 2011).

В качестве меры зависимости видового богатства и обилия мезофауны от фактора травяного покрова применялся коэффициент линейной корреляции (r) Спирмена. Принято считать, что при $r \leq 0,25$ – корреляция слабая, $0,25 < r \leq 0,75$ – умеренная, $r > 0,75$ – сильная (Реброва, 2003).

Глава 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Таксономический состав и экологическое разнообразие почвенной мезофауны в условиях рекреации

В общей сложности на территории базы отдыха «Сосновый посад» и прилегающей территории ненарушенного леса отловлено и учтено 431 экземпляр почвообитающих членистоногих, относящихся к 32 видам, представляющим классы: насекомых (Insecta), паукообразных (Arachnida) и надкласс многоножек (Myriapoda) – таблица 2 приложения. Подавляющее большинство видов относится к классу насекомых (27 видов), из которых 26 видов составляют отряд жесткокрылых (Coleoptera) и 1 вид – отряд кожистокрылых (Dermatoptera). Надкласс многоножки включает три вида: кивсяк серый (*Rossiulus kessleri*), костянка обыкновенная (*Lithobius forficatus*) и геофил (*Geophilus sp.*). Класс Паукообразные представлен двумя семействами: Пауки-сенокосцы (Pholcidae) и Пауки-волки (Lycosidae).

Доминантный состав контрольного участка леса и его изменение под воздействием рекреации на территории базы отдыха представлен в таблице 1.

Таблица 1

Доминантный состав и его изменение в условиях рекреации на территории базы отдыха «Сосновый посад»

| Состав доминантных видов ненарушенного леса | Доля, % | Состав доминантных видов на территории базы отдыха | Доля, % |
|---|---------|--|---------|
| <i>Philontus splendens</i> | 35,8 | <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> | 19,5 |
| <i>Rossiulus kessleri</i> (Кивсяк серый) | 18,4 | <i>Philontus splendens</i> | 9,8 |
| <i>Pterostichus strenuus</i> | 14,5 | <i>Rossiulus kessleri</i> (Кивсяк серый) | 5,9 |
| <i>Heotrupes stercorarius</i> | 14,5 | <i>Heotrupes stercorarius</i> | 5,5 |
| <i>Pterostichus niger</i> | 13,4 | | |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> | 7,3 | | |
| <i>Othius sp.</i> | 6,7 | | |
| Pholcidae (Пауки-сенокосцы) | 5,0 | | |

Наибольшее видовое богатство почвенной мезофауны выявлено на территории базы отдыха – 26 видов; на территории прилегающего леса отмечено 22 вида. При этом, обилие членистоногих выше в ненарушенном лесу – 251 экз., в отличие от зоны рекреации, где уловистость составила 180 особей (табл. 2 приложения).

Отдельные представители сообщества почвенной мезофауны хвойно-широколиственного леса не одинаково реагируют на рекреационную нагрузку в условиях функционирования базы отдыха. Выявлен ряд видов, на которых данный тип рекреации действует угнетающе и приводит к заметному снижению численности, либо к их полному исчезновению с территории рекреации (рис. 3) – это так называемые характерные лесные виды. Например, численная доля таких обитателей почвы, как жуки-стафилины *Philontus splendens* и *Othius sp.*, жуки-жужелицы *Pterostichus strenuus* и *P. niger*, жук навозник обыкновенный (*Heotrupes stercorarius*) и многоножка кивсяк серый (*Rossiulus kessleri*) заметно снижается на территории базы отдыха, а многоножки-костянки (*Lithobius forficatus*) и геофилы (*Geophilus sp.*) – на данной территории не обнаружены вовсе (рис. 3). Для других видов почвенных членистоногих условия данного типа рекреации оказываются напротив, более благоприятными, чем в контрольном участке леса и их представленность на рекреационной территории существенно возрастает – такие виды можно назвать преферентными (предпочитающими) для рекреационной территории (Дажо, 1975). Это такие виды, как жужелица *Pterostichus oblongopunctatus* и уховертка *Forficula sp.* (рис. 3). Жужелицу *Harpalus laevipes*, численность которой на участке рекреации остается без изменений можно считать толерантным к воздействию рекреации видом.

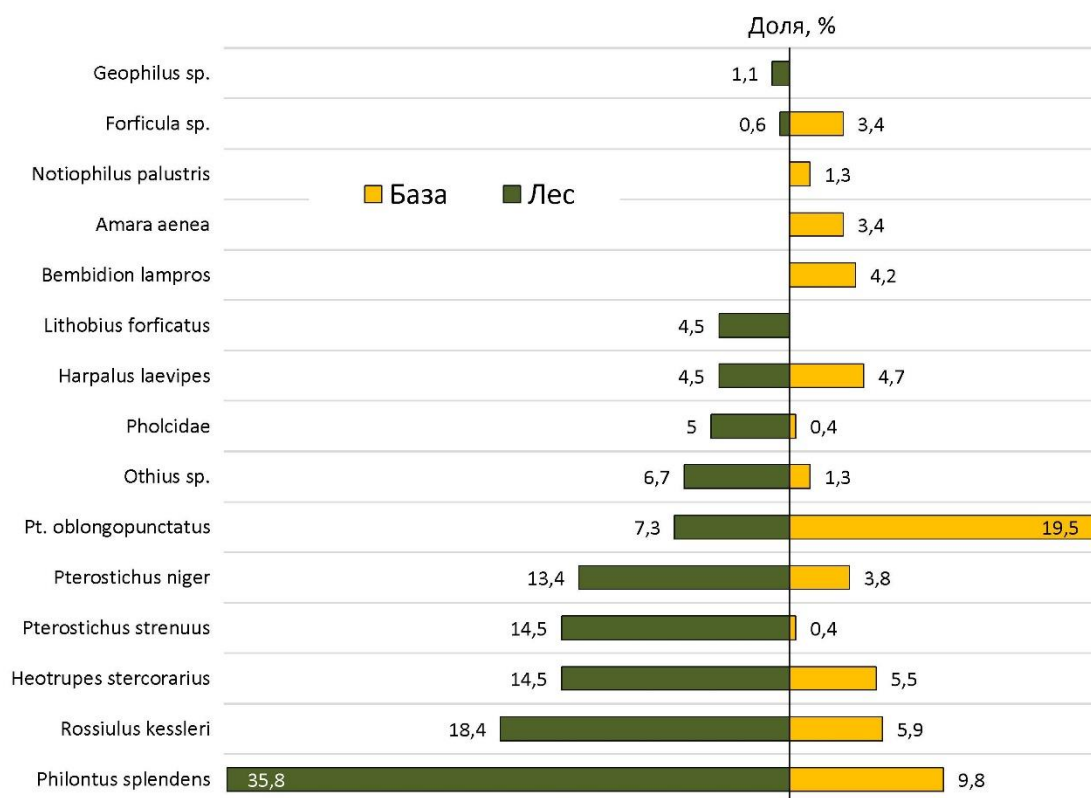


Рис. 3. Характер изменения численной доли (% от общей численности) наиболее массовых представителей почвенной мезофауны хвойно-широколиственного леса под действием рекреационной нагрузки базы отдыха «Сосновый посад»

Кроме того, обнаружена группа видов-вселенцев, обитающих на рекреационной территории базы отдыха, но не характерных для контрольного ненарушенного леса (рис. 3). К ним относятся жуужелицы *Notiophilus palustris*, *Amara aenea* и *Bembidion lampros*, относящиеся к лугово-полевой экологической группе и предпочитающие более открытые пространства для обитания (Анциферов, 2016).

2.2. Особенности пространственного распределения почвенной мезофауны хвойно-широколиственного леса в условиях рекреационного воздействия

Выделяют три типа распределения особей вида в пространстве: 1) равномерное или регулярное – особи вида встречаются примерно через равные промежутки, т. е. находятся друг от друга на одном и том же

расстоянии; 2) случайное распределение – особи вида с равной вероятностью могут встретиться в любой точке биотопа; 3) агрегированное или пятнистое распределение – особи образуют отчетливые скопления в одних участках биотопа и отсутствуют или малочисленны в других (Чернов, 1975) – рис. 4.

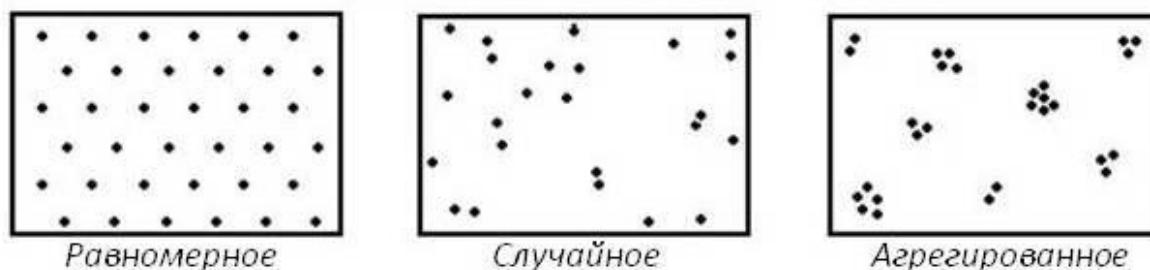


Рис. 4. Типы пространственного распределения

Исследования почвенной мезофауны на участке рекреации выявили наличие разнородного характера размещения беспозвоночных по площади. Это проявляется в наличии отчетливых, контрастных «пятен» скопления организмов (агрегаций), характеризующихся повышенной численностью особей, либо высоким значением видового богатства (рис. 5). При этом уровень и характер агрегированности (пятнистости) мезофауны в разных случаях различен.

Общая численность и видовое богатство. Вычисление индекса агрегированности почвенной мезофауны по признаку общей численности показывает наличие агрегированного типа распределения со значением $ID=3,3$. По признаку многообразия видов беспозвоночные также распределяются пятнисто, но в меньшей степени агрегированности: $ID=1,1$.

При этом, наибольшая концентрация биомассы и видового богатства мезофауны наблюдается в зоне ненарушенного леса, на уровне точек 5.7 и 5.8 (рис. 5).

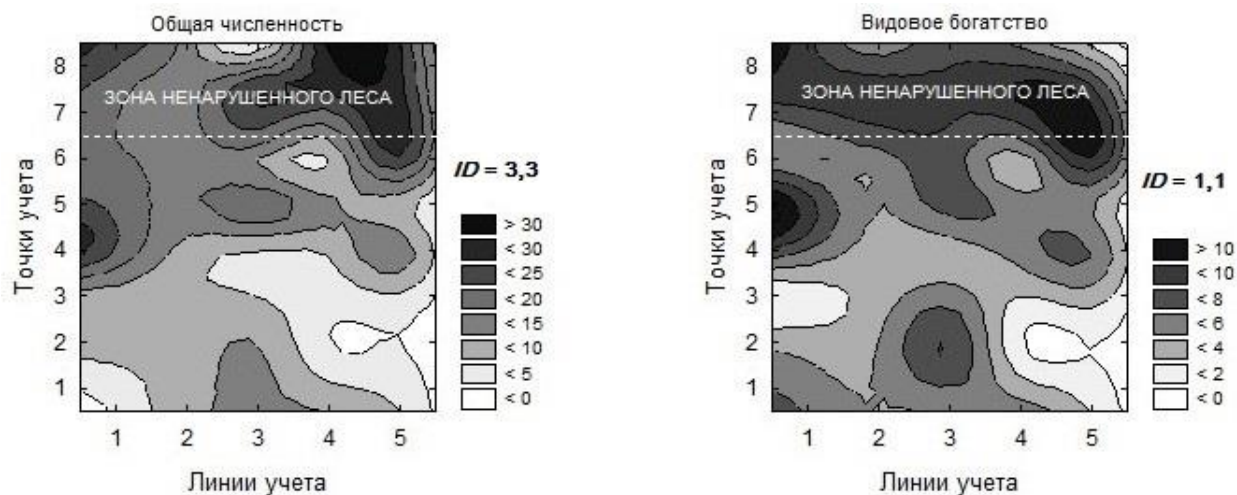


Рис. 5. Фоновые картограммы пространственного распределения общей численности и видового богатства почвенной мезофауны на поверхности рекреации и ненарушенного леса

На территории рекреации (базы отдыха) пятна наибольшей концентрации почвенных организмов по двум указанным признакам тяготеют к границам с ненарушенным лесом, в большей степени на уровне точек 1.5, 3.5 и 5.4 (рис. 5). Все указанные точки сходны по своему расположению под древесным пологом и в густом травостое (70-95%). Помимо этого, точка 1.5, расположена под густым подлеском, кустарничками и вблизи ненарушенного леса. Наличие в этом месте стрельбищной площадки не оказывает отрицательного воздействия на уровень обилия беспозвоночных. Точка 3.5 находится в относительном удалении от каких-либо построек, дорожек или игровых площадок. Точка 5.4 напротив, соседствует с хозяйственной постройкой. В районе всех указанных точек производится регулярное скашивание травы, что, повидимому, не оказывает заметного влияния на концентрацию почвенных членистоногих.

На самом минимальном уровне находится обилие и видовое богатство почвенных беспозвоночных в северо-западной части базы отдыха, в районе точек 4.2, 5.2 и соседствующих с ними (рис. 5). Их местоположение характеризуется близостью асфальтированной пешеходной дорожки и

игровых площадок, что, безусловно, не лучшим образом сказывается на сообществе почвообитающих животных.

Наиболее массовые и распространенные виды. Для выявления характера пространственного распределения наиболее значимых видов почвенной мезофауны выбраны, в первую очередь, виды с наиболее широким диапазоном встречаемости (повсеместные) и самые многочисленные (доминанты). В такую группу вошли следующие 5 видов: стафилин *Philontus splendens* (встречаемость 57,5%), жужелица ямчатоточечная *Pterostichus oblongopunctatus* (55%), навозник обыкновенный *Neotrupes stercorarius* (47,5%), жужелица черная *Pterostichus niger* (45%) и многоножка кивсяк серый *Rossiulus kessleri* (42,5%).

Индекс агрегированности у данных видов колеблется в достаточно широком диапазоне – от 2,3 ($p=0,002$) у *Rossiulus kessleri*, до 0,6 у *P. niger* и *H. stercorarius* ($p=0,8-0,9$) – рис. 6.

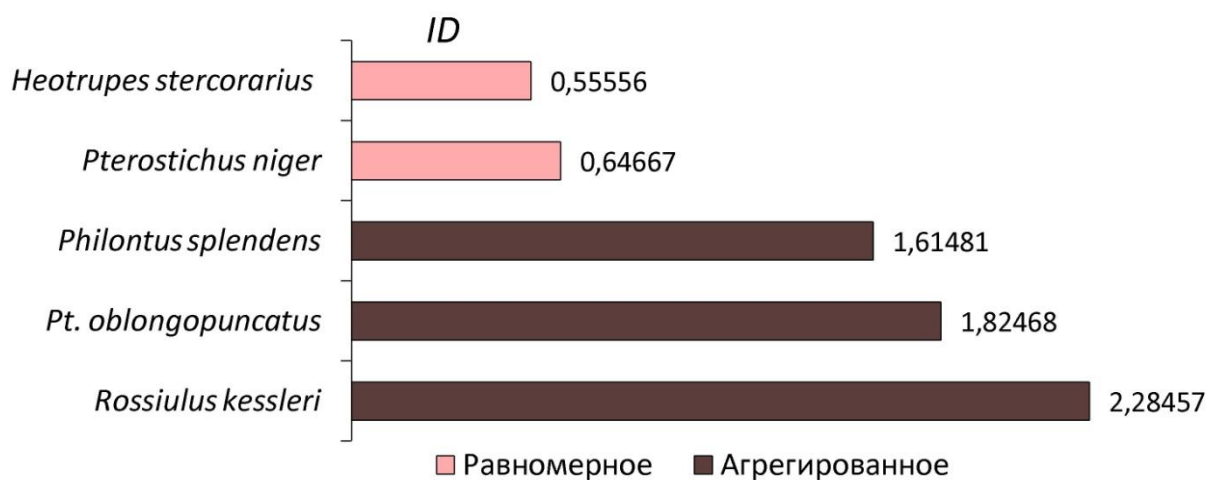


Рис. 6. Соотношение наиболее значимых видов почвенной мезофауны по величине индекса агрегированности (ID)

Согласно значениям ID такие виды, как *Neotrupes stercorarius* и *Pterostichus niger* распределяются по площади базы отдыха равномерно, остальные – образуют пятна скоплений (агрегации).

Фоновые картограммы пространственного распределения отдельно взятых наиболее массовых и распространенных видов мезофауны представлены на рисунке 7.

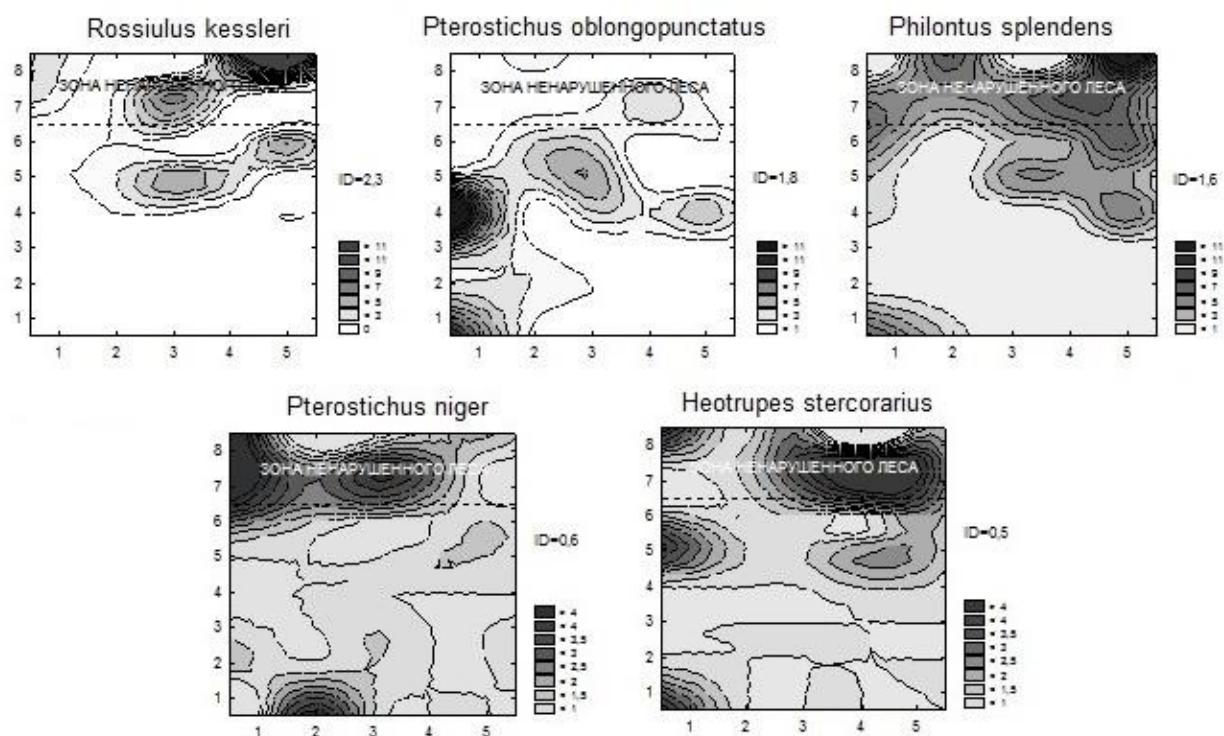


Рис. 7. Фоновые картограммы пространственного распределения наиболее значимых видов почвенной мезофауны на поверхности базы отдыха

Виды, пространственное размещение которых охарактеризовано, как агрегированное (*Rossiulus kessleri*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Philontus splendens*), концентрируются в разных зонах базы отдыха, но, как правило, ближе к границе с ненарушенным лесом, на участках с густым травостоем и подлеском. Другие, равномерно распространенные по площади рекреации виды (*Pterostichus niger* и *Neotrupes stercorarius*), не обнаруживают особой привязанности к каким-либо определенным условиям поверхности.

2.3. Зависимость параметров обилия и видового богатства почвенной мезофауны на рекреационной территории от фактора плотности травяного покрова

Анализ пространственного распределения почвенной мезофауны по площади базы отдыха (в предыдущей главе) указывает на важную роль густоты травяного покрова и особенностей его поверхностной мозаики (рис. 8). Более точно оценить силу зависимости обилия и видового богатства почвенной мезофауны на рекреационной территории от фактора плотности травостоя можно с помощью корреляционного анализа.

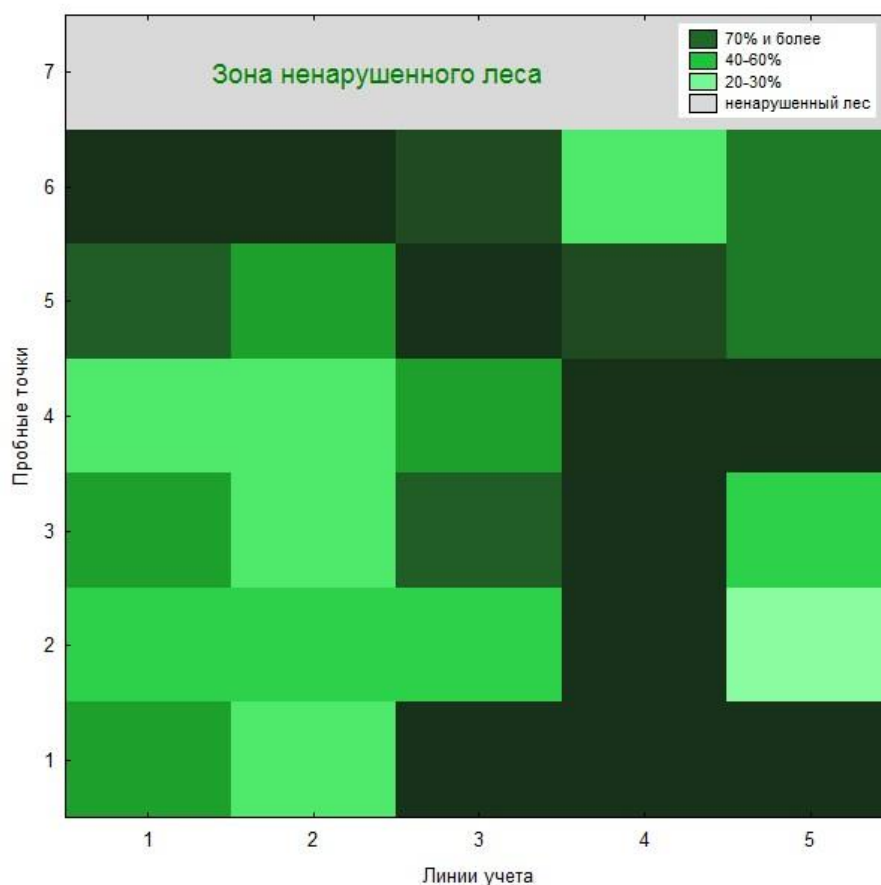


Рис. 8. Пиксельная картограмма мозаики распространения травостоя по поверхности базы отдыха «Сосновый посад»

По результатам корреляционного анализа выявляется слабая зависимость показателей обилия и видового богатства почвенной мезофауны на рекреационной территории от плотности травяного покрова (рис. 9).

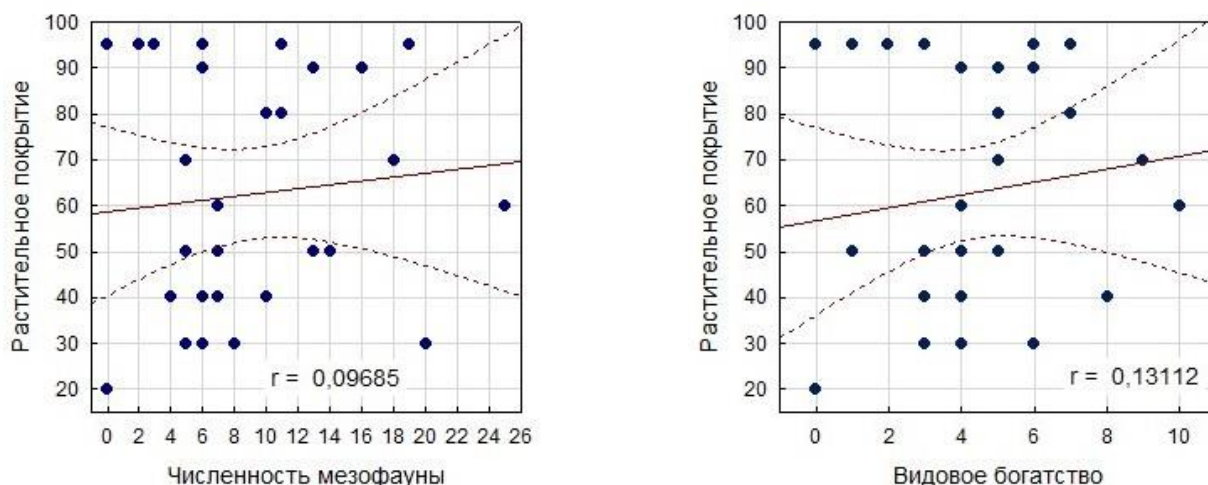


Рис. 9. Анализ корреляции (Спирмена) обилия и видового богатства почвенной мезофауны на рекреационной территории с фактором плотности травостоя

Вероятно, на размещение пятен концентраций беспозвоночных, кроме фактора проективного покрытия травостоя, могут иметь значение дополнительные особенности территории, например, наличие и густота подлеска, видовой состав травостоя, плотность верхнего слоя почвы и напочвенного покрова, состав напочвенного покрова и т. д. Таким образом, выявляется необходимость учитывать более широкий и подробный спектр факторов микросредовых условий, чего в данной работе не производилось.

ВЫВОДЫ

По итогам настоящих исследований можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Рекреационное воздействие на хвойно-широколиственный лес в виде функционирования базы отдыха оказывает эффект увеличения видового богатства почвенной мезофауны при заметном снижении ее численности. Возрастает, при этом, и показатель экологического разнообразия данных организмов, отражающий устойчивость экосистемы.

2. В условиях рекреации, сообщество почвенных членистоногих дифференцируется на 4 группы по отношению к нарушению данного типа: характерные (эуценные) только для ненарушенного леса; преферентные для условий рекреации; толерантные виды, и виды-вселенцы.

3. Общая численность и совокупность видов почвенной мезофауны распределяются по рекреационной территории агрегированно. При этом, наибольшая концентрация организмов по этим параметрам наблюдается в зоне ненарушенного леса.

4. Отдельные, наиболее значимые виды беспозвоночных могут распределяться по рекреационной территории либо агрегированно, либо равномерно. Размещение пятен концентраций, при этом, зависит не только от характера растительного покрова, но и от комплекса дополнительных факторов, учитывать которые планируется в ходе дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анциферов А.Л. Сообщество жужелиц (Coleoptera, Carabidae) вторичных темнохвойных лесов Костромского Заволжья в сравнении с данными по коренным ельникам // Евразийский энтомологический журнал. 2016. Вып. 15(3). С. 261-269.
2. Бутовский Р.О. Устойчивость комплексов почвообитающих членистоногих к антропогенным воздействиям. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 2001. 45 с.
3. Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 339 с.
4. Грюнталь С.Ю. Влияние рекреационного лесопользования на почвенное население сосняков // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987. С. 137-141.
5. Грюнталь С.Ю., Бутовский Р.О. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как индикаторы рекреационного воздействия на лесные экосистемы // Энтомологическое обозрение. 1997. Т. 76. №3. С. 547-554.
6. Даждо Р. Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
7. Захаров А.А., Бызова Ю.Б., Уваров А.В., Залеская Н.Т. и др. Почвенные беспозвоночные рекреационных ельников Подмосковья. М.: Наука, 1989. 233 с.
8. Камель Д.А. Влияние антропогенных факторов на состояние сосновых насаждений зеленой зоны г. Воронежа. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Воронеж, 1992. 18 с.
9. Кузнецов В.А., Стома Г.В., Рыжова И.М. Влияние рекреации на состояние почвенных беспозвоночных в лесопарках Москвы // Фундаментальные и прикладные вопросы лесного почвоведения. Материалы докладов VI Всероссийской научной конференции по лесному почвоведению с международным участием. Сыктывкар, 2015. С. 260-262.

10. Покаржевский А.Д., Гонгальский К.Б., Зайцев А.С., Савин Ф.А. Пространственная экология почвенных животных. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 174 с.
11. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: МедиаСфера, 2003. 312 с.
12. Рысин Л.П., Полякова Г.А. Влияние рекреационного лесопользования на растительность // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987. С. 4-26.
13. Савин Ф.А., Гонгальский К.Б., Покаржевский А.Д. Необходимый объем выборки при учете численности и таксономического разнообразия крупных почвенных беспозвоночных в разных природных зонах // Экология. 2006. №1. С. 39-44.
14. Чернов Ю.И. Основные синэкологические характеристики почвенных беспозвоночных и методы их анализа // Методы почвенно-зоологических исследований. М.: Наука, 1975. С. 161-215.
15. Шарова И.Х., Якушкина М.Н. Закономерности изменения населения жуужелиц под влиянием рекреации в лесах Среднего Поволжья. Монография. Саранск: Мордов. гос. пед ин-т, 2002. 183 с.
16. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова). Тольятти, 2005. С. 91-130.
17. Юзбеков А.К., Мазина С.Е., Тимошенко В.В. Влияние рекреации на экосистемы южных ельников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1 (8). С. 2024-2027.
18. Rosenberg M.S., Anderson C.D. PASSaGE: Pattern Analysis, Spatial Statistics and Geographic Exegesis. Version 2. Methods in Ecology & Evolution 2(3). 2011. P. 229-232.

Таблица 1. Характеристика поверхностных условий территории базы отдыха «Сосновый посад»

| № учетн. точки | Напочв. покров* | Условия поверхности | Проективн. покрытие травостоя (%), флористический состав |
|----------------|-----------------|---|---|
| 1.1 | ЛП | Сосновый полог. Регулярн. скашивание. Близость асфальтной дорожки и хоз. постройки. | 50%. Щитовник картузианский, подорожник большой, земляника, золотарник, манжетка, щавель, вейник тростниколистный, черника. |
| 1.2 | ЛП | Сосновый полог. Регулярн. скашивание. | 40%. Кислица, ожика волосистая, земляника, лютик ползучий, щитовник картузианский, щучка дернистая. |
| 1.3 | ЛП | Сосновый полог. Регулярн. скашивание. Близость жил. постройки. | 50%. Щитовник картузианский, дудник, манжетка, черноголовка, щучка, овсяница, ожика волосист., кислица. |
| 1.4 | ЛП | Елово-сосновый полог, под кустарниками. | 30%. Лещина, рябина, жимолость лесная, кислица, костяника, земляника, звездчатка ланцетная, вейник тростниковидный. |
| 1.5 | ЛП | Сосновый полог (лесная редина). Регулярн. скашивание. Стрельбище. | 70%. Черника, вейник тростниковидный, подорожник большой, дудник, черноголовка, ежа, овсяница. |
| 1.6 | ЛП | Сосново-березовый полог. Густой подрост. Близость ненарушенного леса. | 90%. Рябина, дуб, ива козья, черемуха, вейник тростниковидный, ландыш. |
| 1.7 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 1.8 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 2.1 | ЛП | Сосново-еловый полог. Регулярн. скашивание. | 30%. Земляника, купырь, ожика волосистая, гравилат, вероника лекарственная, живучка ползучая, колокольчик круглолистный. |
| 2.2 | ЛП | Сосновый полог. Регулярн. скашивание. Старая автоколея. | 40%. Подорожник большой, мятлик однолетний, щучка, душистый колосок, кислица. |
| 2.3 | ЛП | Лесная редина. Регулярн. скашивание. | 30%. Мятлик, ежа обыкновенная, подорожник ланцетолистный, лютик едкий, черноголовка, полевика тонкая. |
| 2.4 | ЛП | Лесная редина. Регулярн. скашивание. Близость асфальтной дорожки, жилой постройки. | 30%. Клевер ползучий, черника, подорожник большой, ежа, полевика тонкая, земляника, ожика волосистая. |

| | | | |
|-----|----|--|--|
| 2.5 | ЛП | Лесная редина. Регулярн. скашивание. Близость асфальтной дорожки, жилой постройки. | 50%. Дудник, ландыш, вейник тростниковидный, манжетка, щучка, лютик ползучий, горошек заборный. |
| 2.6 | ЛП | Сосновый полог. Близость жилой постройки. Близость ненарушенного леса. | 90%. Подрост дуба, ландыш, сныть, одуванчик, кислица, золотарник, дудник, тысячелистник. |
| 2.7 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 2.8 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 3.1 | ЛВ | Лесная редина. Регулярн. скашивание. Близость пешеходной тропы, хоз. постройки. | 95%. Луговая ассоциация. Тимофеевка, клевер луговой, клевер ползучий, овсяница луговая, ежа сборная, черноголовка, душистый колосок, купырь, лютик многоцветковый. |
| 3.2 | ЛП | Сосновый полог. Регулярное скашивание. Близость автодороги (без покрытия) | 40%. Кислица, земляника, ожика волосистая, овсяница луговая, полевица тонкая, щучка, лапчатка гусиная, кульбаба осенняя. |
| 3.3 | ЛП | Лесная редина. Регулярное скашивание. Близость пешеходных тропинок. | 70%. Душистый колосок, кульбаба осенняя, черноголовка, подорожник большой, подорожник ланцетолистный, клевер ползучий, лапчатка гусиная, колокольчик раскидистый, короставник. |
| 3.4 | ЛП | Елово-березовый полог. Густой подрост. Регулярное скашивание. | 50%. Подрост дуба, щитовник картузианский, ландыш майский, земляника, вейник тростниковидный, ежа, ожика. |
| 3.5 | ЛП | Сосново-березовый полог. Регулярное скашивание. | 95%. Рябина, черемуха, сныть, вейник тростниковидный, золотарник, костяника, кислица. |
| 3.6 | ЛП | Сосновый полог. Близость ненарушенного леса. | 80%. Подрост липы, сныть, купырь, ландыш, вейник тростниковидный, золотарник, короставник, кислица, земляника. |
| 3.7 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 3.8 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 4.1 | ЛП | Сосновый полог. Регулярное скашивание. Близость автодороги (без покрытия) | 95%. Черноголовка, клевер луговой, клевер ползучий, кульбаба осенняя, щучка, ежа, подорожник большой, овсяница луговая. |
| 4.2 | ЛП | Сосновый полог. Регулярное скашивание. Близость баскетбольной площадки. | 95%. Мятлик однолетний, черноголовка, клевер луговой, клевер ползучий, кульбаба осенняя, подорожник большой. |
| 4.3 | ЛП | Лесная редина. | 95%. Черноголовка, клевер луговой, |

| | | | |
|-----|----------|---|--|
| | | Регулярное скашивание. Близость асфальтной пешеходной дорожки. | клевер ползучий, кульбаба осенняя, щучка, ежа, подорожник большой, овсяница луговая. |
| 4.4 | ЛП | Сосновый полог. Лещина. Регулярное скашивание. | 90%. Колокольчик круглолистный, купырь, дудник, подорожник большой, клевер, икотник, щучка, крапива, одуванчик. |
| 4.5 | ЛП (50%) | Сосновый полог. Подрост липы, дуба. После скашивания. Подстилка частично скальпирована. | 80%. Дудник, купырь, папоротник кочедыжник, лютик ползучий, вейник тростниковидный, овсяница. |
| 4.6 | ЛП | Сосновый полог. Регулярное скашивание. Рельеф бугристый. | 30%. Ландыш, земляника, кислица, седмичник, ожика, золотарник, щитовник. |
| 4.7 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 4.8 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 5.1 | ЛВ | Луговина. Регулярное скашивание. Близость асфальтной пешеходной дорожки, волейбольной площадки, футбольного поля. | 95%. Манжетка, подорожник большой, клевер луговой, клевер ползучий, тысячелистник, черноголовка, овсяница луговая. |
| 5.2 | ЛП | Сосновый полог, Близость асфальтной пешеходной дорожки, игровой площадки. | 20%. Брусника, земляника, ожика, колокольчик круглолистный, вероника тимьянолистная. |
| 5.3 | ЛП | Сосновый полог. Близость хозяйств. и жилой построек. | 40%. Клевер ползучий, ежасборная, подорожник большой, подорожник средний, черноголовка, овсяница луговая, лютик едкий. |
| 5.4 | ЛП | Сосновый полог. Регулярное скашивание. Близость хозяйств. постройки. | 90%. Подмаренник трехцветковый, крапива, сныть, купырь, подорожник большой, клевер ползучий, одуванчик, щучка дернистая. |
| 5.5 | ЛП | Елово-сосновый полог. Близость ненарушенного леса. | 60%. Рябина, ирга, малина, лещина, щитовник картузианский, ландыш, земляника, кислица, костяника, ожика. |
| 5.6 | ЛП | Сосновый полог. Густой подрост. Близость ненарушенного леса. | 60%. Подрост липы, лещина, сныть, кислица, костяника, ожика, вейник тростниковидный, щитовник, малина, марьяник, звездчатка ланцетная. |
| 5.7 | ЛП | Ненарушенный лес | |
| 5.8 | ЛП | Ненарушенный лес | |

*Условные обозначения: ЛП – лесная подстилка, ЛВ – луговой войлок.

Приложение II

Таблица 2. Видовой состав, обилие, соотношение (%) и встречаемость почвенной мезофауны ненарушенного хвойно-широколиственного леса (лес) и территории с рекреационной нагрузкой (база)

| Таксономический состав | Лес | | База | | Встреч. |
|---|--------|------------|------------|-------|---------|
| | Числ. | % | Числ. | % | |
| Насекомые (Insecta) | | | | | |
| 1. <i>Pterostichus niger</i> | 24 | 13,41 | 9 | 3,81 | 45 |
| 2. <i>Pt. melanarius</i> | 2 | 1,12 | 6 | 2,54 | 10 |
| 3. <i>Pt. oblongopunctatus</i> | 13 | 7,26 | 46 | 19,49 | 55 |
| 4. <i>Pt. strenuus</i> | 26 | 14,53 | 1 | 0,42 | 22,5 |
| 5. <i>Poecilus cupreus</i> | | | 3 | 1,27 | 5 |
| 6. <i>Poecilus versicolor</i> | | | 1 | 0,42 | 2,5 |
| 7. <i>Trechus secalis</i> | 2 | 1,12 | 8 | 3,39 | 15 |
| 8. <i>Bembidion lampros</i> | | | 10 | 4,24 | 12,5 |
| 9. <i>Amara brunnea</i> | | | 1 | 0,42 | 5 |
| 10. <i>Amara aenea</i> | | | 8 | 3,39 | 15 |
| 11. <i>Harpalus laevipes</i> | 8 | 4,47 | 11 | 4,66 | 35 |
| 12. <i>Harpalus signaticornis</i> | | | 1 | 0,42 | 2,5 |
| 13. <i>Calathus micropterus</i> | 6 | 3,35 | 3 | 1,27 | 17,5 |
| 14. <i>C. melanocephalus</i> | | | 1 | 0,42 | 2,5 |
| 15. <i>Calathus erratus</i> | 1 | 0,56 | | | 2,5 |
| 16. <i>Notiophilus palustris</i> | | | 3 | 1,27 | 7,5 |
| 17. <i>Carabus glabratus</i> | | | 1 | 0,42 | 2,5 |
| 18. <i>Carabus granulatus</i> | | | 1 | 0,42 | 2,5 |
| 19. <i>Oxypselaphus obsculus</i> | 6 | 3,35 | 1 | 0,42 | 12,5 |
| 20. <i>Philonthus splendens</i> | 64 | 35,75 | 23 | 9,75 | 57,5 |
| 21. <i>Othius</i> sp. | 12 | 6,70 | 3 | 1,27 | 25 |
| 22. <i>Staphylinus erythropterus</i> | 1 | 0,56 | | | 2,5 |
| 23. <i>Quedius</i> sp. | 1 | 0,56 | | | 2,5 |
| 24. <i>Neotrupes stercorarius</i> L. | 26 | 14,53 | 13 | 5,51 | 47,5 |
| 25. <i>Nicrophorus vespilloides</i> | 4 | 2,23 | 2 | 0,85 | 7,5 |
| 26. <i>Birchus</i> sp. | 1 | 0,56 | 1 | 0,42 | 5 |
| 27. <i>Forficula</i> sp. | 1 | 0,56 | 8 | 3,39 | 7,5 |
| Паукообразные (Arachnida) | | | | | |
| 28. Pholcidae (Пауки-сенокосцы) | 9 | 5,03 | 1 | 0,42 | 15 |
| 29. Lycosidae (Пауки-волки) | 1 | 0,56 | | | 2,5 |
| Многоножки (Myriapoda) | | | | | |
| 30. <i>Rossiulus kessleri</i> (Кивсяк серый) | 33 | 18,44 | 14 | 5,93 | 42,5 |
| 31. <i>Lithobius forficatus</i> (костянка обыкн.) | 8 | 4,47 | | | 12,5 |
| 32. <i>Geophilus</i> sp. (Геофил) | 2 | 1,12 | | | 5 |
| Всего | особей | 251 | 180 | | |
| | видов | 22 | 26 | | |