

УДК 504.73:574.45:581.93

Л.М. Морозова , М.А. Магомедова , А.В. Зуев  
(Институт экологии растений и животных УрО РАН)

Е.А. Зотеева

(Уральский государственный лесотехнический университет)

## ВИДОВОЙ СОСТАВ, ЗАПАС, СТРУКТУРА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ И ИХ СВЯЗЬ С РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКОЙ НА НИЖНИЕ ЯРУСЫ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ И ЛЕСОПАРКОВ ЕКАТЕРИНБУРГА

*Проведено сравнительное исследование сосновых (березово-сосновых) травяно - кустарничковых лесов в лесопарковой зоне и окрестностях г. Екатеринбурга. Удаленные от города на 15-30 км леса использованы в качестве контроля, отражающего фоновое состояние лесов, тогда как пригородные лесопарки рассматривались в качестве сообществ, находящихся в условиях интенсивнейшего антропогенного воздействия.*

*Целью исследований был выбор критериев оценки состояния лесов, позволяющих диагностировать антропогенную трансформацию лесных экосистем для осуществления экологического мониторинга.*

### **Район, объекты и методика исследований**

Район исследований расположен в Зауральской холмисто-предгорной провинции, южно-таежном округе, в Тагильско-Свердловском предгорном лесорастительном районе. Это типичный лесной район, растительность которого издавна испытывает сильное антропогенное воздействие. Преобладают сосновые зеленомошные, кустарничковые и травяные типы леса и производные, обычно березовые, леса на их месте (Колесников и др., 1973).\*

---

\* Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск:УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.

Была заложена сеть из 17 опорных участков (табл. 1). В семи из них, удаленных от Екатеринбурга на 15-30 км, растительность испытывает невысокие сезонные рекреационные нагрузки в период сбора ягод и грибов. Десять площадей расположены в пригородных лесопарках и находятся под постоянным сильнейшим рекреационным воздействием.

Таблица 1

**Краткая характеристика опорных участков**

Номер на карте	Растительная формация	Высота над уровнем моря, м	Положение в рельефе	Антропогенное воздействие
<b>Удаленные от г. Екатеринбурга на 15 - 30 км</b>				
1	Сосняк травяно-кустарничковый	230	Северо-восточная пологий склон	Слабая рекреация
2	Сосняк травяно-кустарничковый	270		Умеренная рекреация
3	Березово-сосновый травяно-кустарничковый лес	300	Юго-западный пологий склон	Слабая рекреация
4	Березово-сосновый травяно-кустарничковый лес	340	Выровненное	Слабая рекреация
5	Березово-сосновый травяно-кустарничковый лес	250	Пологий западный склон	Умеренная рекреация
6	Осиново-березово-еловый с сосной крупнотравный лес	250	Выровненное	Слабая рекреация
7	Березово-сосновый злаково-разнотравный лес	300	Очень пологий юго-восточный склон	Сильнейшая рекреация

Окончание табл. 1

Номер на карте	Растительная формация	Высота над уровнем моря, м	Положение в рельефе	Антропогенное воздействие
<b>Пригородные леса и парки</b>				
8	Березово-сосновый кустарничково-травяной лес	280	Северный очень пологий склон	Очень сильная рекреация, частые проезды машин, рубки, выпас скота
9	Сосняк разнотравно-злаковый	230	Выровненное	Сильнейшая рекреация
10	Сосняк разнотравно-злаковый	280	Выровненное	Сильная рекреация
11	Сосняк злаково-разнотравный	280	Выровненное	Сильнейшая рекреация
12	Сосняк злаково-разнотравный	280	Выровненное	Сильнейшая рекреация
13	Сосняк злаково-разнотравный	280	Покатый северо-западный склон	Сильнейшая рекреация
14	Сосняк разнотравно-злаковый	270	Выровненное	Сильнейшая рекреация
15	Березово-сосновый разнотравно-злаковый лес	260	Выровненное	Сильнейшая рекреация
16	Сосняк злаково-разнотравный	300	Выровненное	Сильнейшая рекреация
17	Сосново-березовый разнотравно-злаковый лес	290	Выровненное	Сильнейшая рекреация и выпас скота

В пределах каждого участка проводились геоботанические описания. Для определения запаса брались пробы надземной фитомассы и подстилки на всех площадках с квадратов 25x25 см в десятикратной повторности. Проведена статистическая обработка.

### Результаты

Состав основных лесообразующих пород на всех 17 опорных участках одинаков и не зависит от удаленности от города. Преобладает *Pinus sylvestris*, в виде примеси к ней (реже в качестве основной лесообразующей породы) обычна *Betula* spp. Лишь в районе Глубочинского пруда в европейской части области преобладает *Picea obovata* (участок 6). Качественные характеристики древостоев в пригородных парках и удаленных лесах очень сходны.

Нижние ярусы лесов и парков, использующихся в рекреационных целях, испытывают основную нагрузку в виде вытаптывания, выжигания, загрязнения бытовым мусором и пр. Поэтому изменения лесов, являющиеся следствием антропогенного стресса, более всего заметны в травяно-кустарничковом ярусе. Здесь с увеличением совокупной антропогенной нагрузки выявлена четко выраженная смена доминантов вследствие выпадения или значительного снижения обилия многих лесных видов кустарничков и трав. Такие типичные доминанты уральских лесов, как *Vaccinium myrtillus* и *Rubus saxatilis* в пригородных лесах сохраняются преимущественно единично вокруг стволов сосен, где вытаптывания практически нет. Здесь же находят приют и некоторые мелкие лесные травы: *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Viola* spp.. Большая часть крупно- и среднетравных видов исчезает из состава напочвенного покрова: *Angelica sylvestris*, *Potentilla erecta*, *Carex montana*, *Luzula pilosa*, *Adenofora liliifolia* и др. Вместо них разрастаются луговые, сорные и синантропные виды: *Alchemilla* sp., *Taraxacum officinale*, *Agrimonia pilosa*, *Geum urbanum*, *Plantago major*, *Potentilla anserina*, *Capsella bursa-pastoris*, *Polygonum aviculare* и др. Исчезают типично лесные виды злаков: *Milium effusum*, *Melica nutans*, снижается обилие типичного доминанта - *Calamagrostis arundinacea*. Увеличивается обилие луговых злаков, более приспособленных к антропогенным нагрузкам: *Elytrigia repens*, *Phleum pratense*. На дорогах и тропах разрастается *Poa annua*, обилие которого прямо пропорционально интенсивности вытаптывания до определенной величины нагрузки.

Все пригородные парки имеют разнотравно-злаковый или злаково-разнотравный напочвенный покров, тогда как удаленные от города - травяно-кустарничковый. Однако не все пригородные парки и леса ис-

пытают одинаковые антропогенные нагрузки, и даже в каждом отдельно взятом парке нагрузки распределены по всей площади крайне неравномерно. В любом парке можно встретить участки, измененные рекреацией в наибольшей степени. Обычно это излюбленные места отдыхающих, наименее удаленные от жилых районов, участки вдоль основных дорог и троп. Но наравне с ними имеются и менее истоптанные, где преобладают типично лесные виды: *Pulmonaria mollissima*, *Galium boreale*, *Lathyrus vernus* и др., единично или рассеяно представлены *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Chimaphilla umbellata*, *Orthilia secunda*, *Linnaea borealis*.

Всего на 17 опорных участках отмечено 105 видов кустарничков, разнотравья и злаков. На отдельных участках количество видов колеблется от 57 до 11. Наибольшее (48) число видов в рекреационных лесах зарегистрировано в небольшом пригородном сосняке в п. Калиновский. Относительно высокое флористическое разнообразие создается за счет присутствия многих лесных видов с низким обилием и внедрения по тропам многих синантропных и рудеральных.

Коэффициенты флористического сходства Серенсена по напочвенному покрову приведены в табл. 2. Очевидно, что участки 1-5, удаленные от города на 15-30 км, имеют значительно более высокое флористическое сходство между собой (70-86 %), чем с пригородными лесами и парками (20-59 %). Исключением является участок 6, расположенный в европейской части и имеющий в качестве основного лесообразователя ель. Флористическое сходство напочвенного покрова березово-елового леса с сосновыми и березово-сосновыми лесами значительно снижено (44-57). Наименьшее сходство этот участок имеет с площадью 7 (п. Медный), удаленной от города, но испытывающей высокие антропогенные нагрузки. Участки 8 и 9 отличаются относительно высокими коэффициентами сходства как с удаленными от города участками, так и с пригородными парками. Как отмечено выше, в растительном покрове этих участков сохранились многие типичные лесные виды, но по дорогам и тропам внедрились синантропные и сорные виды, что сближает их флористически и с лесами, и с парками. Из пригородных парков флористически наиболее близок к естественным современным лесам парк Уктусские горы (13).

Следует отметить низкое (менее 50 %) флористическое сходство напочвенного покрова в пригородных парках. Так, коэффициент сходства двух прибрежных участков оз. Шарташ - площади 10 (Шарташский парк), расположенной на западном берегу озера, и площади 11 (Изоплит), расположенной на восточном берегу, составляет только 33 %, что значительно ниже, чем с участками 13 (Уктус) и 14 (Юго-западный парк). Это ка-

Таблица 2.

**Коэффициенты флористического сходства лесных сообществ  
опорных участков по травяно-кустарничковому покрову**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	100	85	71	86	84	52	51	58	44	31	23	32	55	25	32	23	33
2		100	80	78	74	44	52	55	43	36	20	27	50	29	39	27	39
3			100	70	80	44	48	56	59	44	26	32	46	40	48	39	41
4				100	73	52	48	60	40	23	23	37	60	19	46	26	58
5					100	57	45	57	43	27	23	31	52	26	41	27	42
6						100	18	50	27	28	27	27	45	22	40	27	31
7							100	48	32	47	38	32	59	43	54	57	64
8								100	55	43	21	34	49	33	38	47	39
9									100	50	34	34	44	59	52	59	46
10										100	33	28	44	47	35	44	43
11											100	36	33	34	29	45	44
12												100	22	24	29	51	38
13													100	36	29	36	26
14														100	51	36	31
15															100	46	48
16																100	50
17																	100

жется закономерным из-за неравномерности антропогенной нагрузки и соответственно состава и структуры напочвенного покрова.

### Запас и структура надземной фитомассы

Запас и структура надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса в лесных экосистемах - одна из важнейших характеристик их состояния и функционирования. При этом структура фитомассы является более показательным критерием, поскольку отражает вклад в продукционный процесс типичных для менее нарушенных экосистем видов трав и кустарничков. Исходя из этого на большей части опорных участков были взяты пробы на запас надземной фитомассы. Результаты показали, что запасы и структура фитомассы травяно-кустарничкового яруса в удаленных лесах и пригородных парках на отдельных опорных участках значительно варьируют, поэтому имеет смысл сравнить средние значения этих показателей по группам: леса, испытывающие слабые рекреационные нагрузки, и пригородные леса и парки, испытывающие высокие и очень высокие рекреационные нагрузки, а местами добавляются выпас домашних животных и рубки деревьев. В первую группу включены участки 2-4,

во вторую - 7-17. Участки 7 и 8 отнесены во вторую группу, поскольку антропогенные нагрузки на их почвенный покров очень высоки. Изменение усредненных показателей по группам с разной антропогенной нагрузкой представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Изменение средних значений запасов и структуры надземной фитомассы с увеличением совокупной антропогенной нагрузки, г/м<sup>2</sup> (%)**

Показатели	Леса, испытывающие слабые нагрузки	Пригородные леса и парки
Общий запас кустарничков:	120 (62)	31 (29)
в том числе :		
черника	112 (58)	24 (22)
прочие виды	8 (6)	7 (7)
Разнотравье	31 (16)	30 (28)
Злаки	43 (22)	46 (43)
Общая фитомасса	194 (100)	107 (100)

Результаты демонстрируют снижение запаса общей фитомассы почвенного покрова на 45 % при увеличении совокупной антропогенной нагрузки и существенные изменения в соотношении ее структурных элементов. Если при слабой нагрузке основными образователями растительного вещества являются кустарнички, то при высоких нагрузках эту функцию выполняют злаки. Роли разнотравья и кустарничков в продукционном процессе практически уравниваются. При этом запасы кустарничков снижаются почти в 4 раза, а разнотравья остаются без изменения, но доля в общей фитомассе возрастает более чем на 10 %.

Черника является основным продуктивным видом кустарничков. Ее доля в фитомассе значительна на всех опорных участках. Запас фитомассы черники при возрастании антропогенного стресса снижается почти в 5 раз при снижении доли в общей фитомассе в 2,6 раза. Запас прочих кустарничков практически не изменяется, но доля их в общей фитомассе возрастает почти в 2 раза.

Средний запас злаков с увеличением общей антропогенной нагрузки практически не меняется, хотя доля в общей фитомассе увеличивается более чем в 2 раза.

Итак, под воздействием антропогенных нагрузок на лесные экосистемы происходит значительное снижение фитоценотической роли кустарничков в нижних ярусах лесов, прежде всего черники. Ее средний запас снижается почти в 5 раз, а доля в общей фитомассе - в 2,6 раза. Запасы общей фитомассы напочвенного покрова снижаются за счет снижения фитомассы черники.

Запас надземной фитомассы напочвенного покрова является достаточно подвижным показателем и изменяется по отдельным участкам в довольно широких пределах. Показательными являются средние по зонам удаления данные - среднее для удаленных от Екатеринбурга лесов и среднее по пригородным лесопаркам, демонстрирующие снижение общих запасов фитомассы на 40 % за счет снижения запаса фитомассы черники. Следовательно, роль черники в структуре напочвенного покрова (покрытие, запас фитомассы) может быть критерием величины рекреационной нагрузки на лесные экосистемы с травяно-кустарничковым напочвенным покровом.

#### **Анализ рекреационной нагрузки**

В лесах, значительно удаленных от города, тропинопная сеть не развита, основные передвижения людей и транспорта сосредоточены на квартальных просеках, где и формируются дороги с глубокими, часто обводненными, колеями, но заросшие травами, и протаптываются тропы. По-другому обстоят дела в пригородных и городских лесопарках, куда люди приходят не только отдохнуть, а проходят ежедневно по парку на работу, с работы и т.д. Здесь тропинопная сеть прокладывается в соответствии с основным направлением передвижения людей. Растительный покров парков испытывает самые высокие нагрузки. В табл. 4 приведены данные об общей площади дорожно-тропинопной сети в некоторых лесопарках города с разбивкой ее на группы с разным процентом проективного покрытия растительностью.

Анализ соотношения общей площади тропинопной сети со структурой надземной фитомассы напочвенного покрова на опорных участках выявляет следующую тенденцию: доля фитомассы черники в общей фитомассе возрастает с уменьшением общей площади троп и троп, лишенных растительности, т.е. с уменьшением рекреационной нагрузки (рисунок).

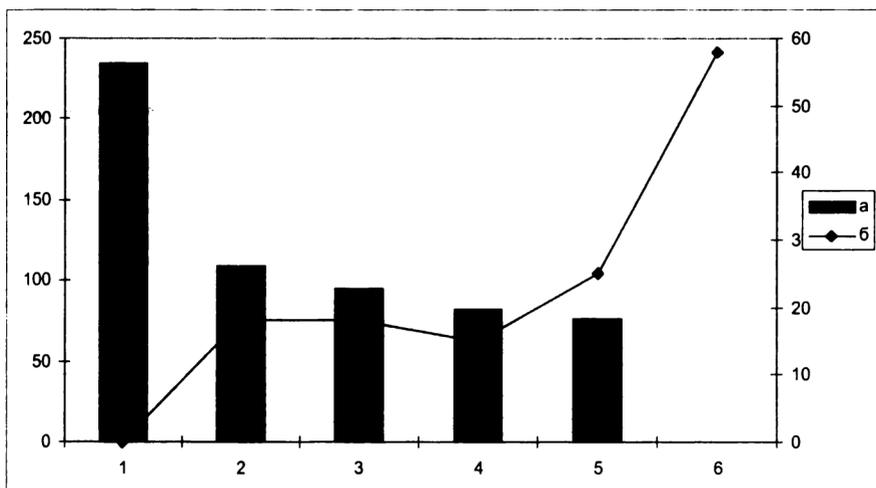
#### **Заключение**

Проведенные исследования флористического состава, запаса и структуры надземной фитомассы напочвенного покрова лесных экосистем в окрестностях г. Екатеринбурга, находящихся приблизительно в одинако-

Таблица 4

**Площадь тропинойной сети в лесопарках, м<sup>2</sup>**

№ и название опорного участка	Всего	Общее проективное покрытие троп растительностью		
		менее 30 %	30 - 60 %	более 60 %
7. Пос. Медный	95	20	52	23
10. Шарташ	109	-	101	8
14. ул. Военная	235	120	115	-
15. Юго-Западный лесопарк	76	-	53	23
17. 7 Ключей	82	25	47	10



**Соотношение общей площади тропинойной сети (левая шкала) и доли массы черники (правая шкала) в общей надземной фитомассе:**

а - общая площадь тропинойной сети;

б - доля фитомассы черники в общей надземной фитомассе.

Опорные участки:

1- 14-й; 2-10-й; 3-7-й; 4-17-й; 5-15-й; 6 - усредненный показатель доли фитомассы черники в лесах с незначительной рекреацией (площадь тропинойной сети равна 0)

вых условиях загрязнения почв и атмосферного воздуха, но различающихся уровнем рекреационной нагрузки, позволили выявить следующее:

- флористическое разнообразие напочвенного покрова пригородных лесов и парков снижается по сравнению с удаленными от города лесами;
- рекреационные нагрузки существенно снижают коэффициенты флористического сходства напочвенного покрова пригородных лесов и парков с удаленными лесами;

- кустарнички в удаленных лесах являются основными образателями наземного растительного вещества, создаваемого цветковыми растениями в напочвенном покрове, они создают 50-80 % наземной фитомассы цветковых. Черника является основным продуктивным видом кустарничков;

- в пригородных лесах и парках фитоценотическая роль кустарничков снижается, они создают от 11 до 69 % общего запаса наземной фитомассы напочвенного покрова. Черника на большей части площади остается основным продуктивным видом из кустарничков. При высоких рекреационных нагрузках основными образателями наземной фитомассы становятся злаки, повышается доля разнотравья при неизменных весовых показателях;

- высокие рекреационные нагрузки снижают запасы кустарничков почти в 4 раза. Запас фитомассы черники при возрастании антропогенного стресса снижается почти в 5 раз при снижении доли в общей фитомассе в 2,6 раза;

- общая площадь тропинойной сети отражает уровень рекреационной нагрузки и позволяет ранжировать лесные сообщества по увеличению силы воздействия этого фактора;

- между показателем общей площади тропинойной сети и долей фитомассы черники в общей наземной фитомассе напочвенного покрова выявлена следующая зависимость: при отсутствии выраженной тропинойной сети (слабая рекреационная нагрузка) черника является основным продуцентом наземной фитомассы напочвенного покрова, состоящей из черники более чем на 50 %. При образовании тропинойной сети общей площадью 60-130 м<sup>2</sup> доля черники в общей наземной фитомассе снижается до 25-15 %. При очень высоких рекреационных нагрузках (площадь тропинойной сети до 235 м<sup>2</sup>) черника совсем исчезает из напочвенного покрова;

- показателями уровня рекреационной нагрузки на сосновые травяно-кустарничковые леса могут быть: общая площадь тропинойной сети с учетом проективного покрытия троп растительностью, роль черники в структуре растительного покрова (покрытие, запас фитомассы).