

УДК 581.524.34

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ В ГРАДИЕНТЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

Т.А. Горшкова
Е.С. Хукаленко
Н.Н. Павлова
Н.В. Амосова
М.М. Рассказова

*Обнинский институт атомной
 энергетики Национального
 исследовательского ядерного
 университета «МИФИ» (ИАТЭ
 НИЯУ МИФИ),
 Россия, 249035, г. Обнинск,
 Студгородок, 1
 E-mail: tgorshkova@yandex.ru*

Предложена система оценки экологического состояния лесного растительного сообщества, находящегося под воздействием рекреационной нагрузки, на основе геоботанического обследования территории на примере трех типов растительных ассоциаций – березняков, сосняков и ельников. При незначительном росте рекреации наблюдается увеличение видового многообразия и покрытия лугово-опушечных и синантропных видов, которое снижается на более высоких стадиях рекреационной дигрессии. Данные показатели сказываются на изменении индексов Шеннона, Пиелу и Симпсона. Состояние древостоя при усилении рекреации изменяется медленнее, чем видовой состав и состояние травостоя территории.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, растительные ассоциации, видовое многообразие, синантропизация флоры, индексы Шеннона, Пиелу, Симпсона.

Введение

Эффективность средозащитных функций лесных и лесопарковых зон в населенных пунктах зависит от их качественно-видовой структуры. Полнота, ярусность, наличие подлеска, видовое многообразие растений в городских насаждениях во многом влияют на качество атмосферного воздуха, шумовой, температурный, радиационный, влажностный и ветровой режимы и др. [1].

В городских условиях основные экологические факторы существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Изменены особенности воздушной среды (загрязнение, запыление), температура, световой и гидрологический режим, показатели почвенной среды, в т. ч. загрязнение ее тяжелыми металлами, солями, нефтепродуктами, пылью, цементной крошкой, органическими веществами и др.) [2]. Совокупность факторов городской среды оказывает влияние на самые разнообразные звенья обмена веществ растений. Меняется кислотность клеточного сока, под влиянием токсичных веществ снижается содержание нуклеиновых кислот, белков, клетчатки, слабеет способность растений выделять фитонциды.

Рекреационная дигрессия воздействует на видовой состав, а также на средообразующую, средозащитную, санитарно-гигиеническую и другие полезные функции леса. При усилении рекреационной нагрузки идет активный процесс синантропизации флоры, проявляющийся в изменении видового состава сообществ, вытеснении коренных видов более конкурентоспособными растениями-синантропами. Бывшие естественные фитоценозы трансформируются в синантропные растительные комплексы. [3]. А.П. Шенников [4] ещё в середине 20-го века выдвинул положение о том, что в условиях интенсивного вытаптывания на месте различных ассоциаций даже в различных почвенных условиях происходит образование сходных травостоев (конвергенция растительных сообществ). С увеличением рекреационной нагрузки уменьшается количество подроста, значительная часть которого угнетена или повреждена. При дальнейшем увеличении рекреационной нагрузки упрощаются состав и структура древостоя, формируются древостой паркового типа, где древесная растительность сильно фрагментирована [5].

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилась оценка экологического состояния лесных растительных сообществ на территории лесного массива



«Гурьяновский лес» в условиях рекреационной нагрузки на основе анализа подробных геоботанических описаний.

Район исследования, материалы и методы исследования

Лесной массив «Гурьяновский лес» находится в центре второго по величине города Калужской области, первого наукограда России – г. Обнинска с населением 106 тыс. человек. Обнинск находится в зоне широколиственно-хвойных и мелколиственных, осиново-березовых лесов. Гурьяновский лес имеет площадь 38 га, окружен с трех сторон улицами со средней автотранспортной нагрузкой от 500 до 1800 автомобилей в час «пик». По всей своей территории Гурьяновский лес пересечен значительным количеством дорожек и мелких троп, используется как место отдыха, для прогулок с животными и занятий спортом. Рядом с территорией леса находятся четыре школы.

Для большей части ассоциаций Гурьяновского леса характерен четырехъярусный характер. В древесном ярусе преобладают березы (*Betula pendula* Roth. и *B. alba* L.), *Populus tremula* L., *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Pinus silvestris* L. В подлеске наиболее часты *Corylus avellana* L., *Sorbus aucuparia* L., *Padus avium* Mill., и *Fragula alnus* Mill. Встречаются *Juniperus communis* L., *Euonymus verrucosus* Scop. По сырым участкам растут виды рода *Salix*.

В данном исследовании основное внимание было уделено территориям леса с преобладанием в древостое березы, ели и сосны, находящимся на разных стадиях рекреационной дигрессии. Подбор учетных площадей на участках березняков, ельников и сосняков был произведен в соответствии со схожестью отдельных фитоценозов одной ассоциации в первую очередь по формуле древостоя, во вторую – по подлеску и кустарниковому ярусу, а также видам травостоя.

В течение двух полевых сезонов 2010 и 2011 гг. на территории лесного массива «Гурьяновский лес» были произведены оценка стадии рекреационной дигрессии, оценка состояния древостоя и геоботанические описания сорока учетных площадей растительных сообществ выбранных растительных ассоциаций. Камерально рассчитывали средний балл состояния древостоя на учетной территории, индексы видового многообразия Шеннона и Симпсона, показатель выравненности видов в сообществе по Пиелу, рассчитывали долю отдельных групп видов растений в составе и структуре сообществ.

Оценку стадии рекреационной дигрессии производили с использованием глазомерной шестибальной шкалы. Основные показатели для оценки перечислены ниже.

I стадия. Представляет собой «идеальное» состояние фитоценоза, в котором отсутствует какое-либо воздействие на человека или оно настолько мало, что им можно пренебречь.

II стадия. Появляется вытаптывание человеком: тропинки занимают 5–10% общей площади участка, стоянок нет. Подрост древесных пород в хорошем состоянии.

III стадия. Вытаптывание усиливается: тропинки занимают 10–15% площади участка. Подрост начинает усыхать.

IV стадия. Вытаптывание сильное: тропинки занимают 20–40% площади, подрост засыхает. Кустарники исчезают.

V стадия. Тропинки занимают 50–60% площади: есть стоянки, подрост и кустарники засохли.

VI стадия. Сплошное вытаптывание, либо до голой земли, либо до редкого дернового покрова. Подрост уничтожен, стоят отдельные деревья [6].

Оценку состояния древостоя производили с использованием следующей методики.

В бланке геоботанического описания лесного фитоценоза напротив названий каждой из пород деревьев, записывали баллы состояния отдельных деревьев каждого вида, определяемые с помощью пятибалльной шкалы визуальной оценки деревьев по внешним признакам, где

1 балл – здоровые деревья без внешних признаков повреждения, величина прироста соответствует норме;

2 балла – ослабленные деревья: крона слабоажурная, отдельные ветви усохли; листья и хвоя часто с желтым оттенком; у хвойных деревьев на стволе смолотечение и отмирание коры на отдельных участках;

3 балла – сильно ослабленные деревья: крона изрежена, со значительным усыханием ветвей, сухая вершина; листья мелкие, но бывают и увеличены, светло-зеленые, хвоя с бурым оттенком и держится 1–2 года; прирост уменьшен или отсутствует; у хвойных сильное смолотечение, значительные участки коры отмерли;

4 балла – усыхающие деревья: усыхание ветвей заметно по всей кроне; листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком, отмечается ранний листопад; хвоя повреждена на 60% от общего количества; прирост отсутствует; на стволах признаки заселения короedами, усачами, златками, буровой мухой, заметны отверстия на коре и древесине;

5 баллов – сухие деревья: крона сухая, листьев нет, хвоя желтая или бурая, осыпается или осыпалась; кора на стволах отслаивается или полностью опала; стволы заселены ксилофагами.

Коэффициент состояния лесного древостоя (К) определяли как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке. Состояние древостоя оценивали по следующим критериям:

$K < 1.5$ – здоровый древостой (I класс);

$K = 1.6 - 2.5$ – ослабленный древостой (II класс);

$K = 2.6 - 3.5$ – сильно ослабленный лес (III класс);

$K = 3.6 - 4.5$ – усыхающий лес (IV класс);

$K > 4.6$ – погибший лес (V класс) [6].

Оценку видового многообразия производили при помощи индексов биоразнообразия Шеннона и Симпсона, а также показателя выравненности Пиелу [7].

И индекс разнообразия по Симпсону, и индекс Шеннона принимают максимальное значение при равенстве долей всех видов в сообществе, т. е. при максимальной выравненности. Если же доля какого-то одного вида (в случае доминирования) стремится к единице, а всех остальных – к нулю, то оба показателя также стремятся к нулю. С увеличением числа видов в сообществе максимальные значения обоих показателей, в особенности индекса Шеннона, увеличиваются. В то же время считается, что индекс Симпсона обычно придает большее значение постоянно встречающимся, обычным видам, а индекс Шеннона увеличивает значимость редких видов.

Индекс выравненности Пиелу, рассчитываемый по индексу Шеннона с учетом числа всех видов сообщества, показывает, насколько биоразнообразие, измеренное по индексу Шеннона, отличается от максимально возможного при данном числе видов. Чем ближе значение индекса Пиелу к единице, тем выше выравненность.

В данной работе в качестве *показателей, демонстрирующих изменение видового многообразия* с ростом дигрессии в сообществах, были также рассчитаны доля синантропов и видов, диагностических для разных эколого-ценотических групп и синтаксонов растительности от общего числа встреченных видов, а также доля проективного покрытия этих групп растений от общей площади покрытия.

При характеристике изменений в сообществах на разных стадиях рекреационной дигрессии был использован коэффициент корреляции Пирсона. Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью программы Excel 2003.

Результаты и обсуждение

Обследование растительных сообществ в Гурьяновском лесу показало присутствие на его территории растительных ассоциаций преимущественно трех типов: ассоциаций березы, ели и сосны, имеющих участки с разной стадией рекреационной дигрессии. На данных участках было описано 40 учетных площадок: 21 – в ассоциации



березы, 11 – в ассоциации ели и 8 – в ассоциации сосны. На каждой учетной площадке были произведены оценка стадии рекреационной дигрессии, оценка состояния древостоя, подробное геоботаническое описание растительности. По материалам геоботанических описаний произведен анализ флоры и оценка видового многообразия растительных сообществ в связи с рекреационной нагрузкой на их территориях. Данные результаты приведены в табл. 1. В качестве отклонения от среднего значения приведен доверительный интервал. Если его значение отсутствует, значит в ассоциации было выявлено только одно сообщество на данной стадии рекреационной дигрессии.

Таблица 1

Различные показатели видового состава и структуры растительных сообществ трех ассоциаций Гурьяновского леса в связи с рекреационной нагрузкой

Ассоциация	Стадия рекреационной дигрессии	Количество учетных территорий	% мертвого покрова	Состояние древостоя	Процентное количество синантропных видов	Процент проективного покрытия синантропов	Процентное количество видов растений опушечных сообществ и вторичных послелесных лугов	Проективное покрытие растений опушечных сообществ и вторичных послелесных лугов	Индекс Шеннона	Показатель выравненности Пielу	Индекс Симпсона
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Березняки	2	6	21.8 ±6.3	1.73 ±0.24	20.7 ±7.1	18.7 ±7.4	23.5 ±6.1	17.2 ±10.5	2.05 ±0.49	0.76 ±0.12	0.52 ±0.19
	3	9	43.0* ±8.6	1.60 ±0.26	33.6* ±5.7	20.0 ±7.3	28.0 ±4.9	13.7 ±7.8	2.50 ±0.23	0.84 ±0.03	0.40 ±0.12
	4	5	42.8 ±20.6	1.43 ±0.18	35.2 ±16.9	23.2 ±21.5	22.6 ±15.0	6.4 ±7.4	2.53 ±0.41	0.92 ±0.07	0.36 ±0.13
	5	1	75.0 -	1.60 -	7.0 -	7.0 -	9.0 -	1.0 -	1.90 -	0.70 -	0.43 -
Ельники	2	5	32.8 ±14.9	1.50 ±0.50	29.8 ±13.1	14.6 ±9.4	25.4 ±11.3	4.0 ±4.9	2.02 ±0.26	0.83 ±0.08	0.54 ±0.20
	3	1	16.0 -	2.35 -	58.0 -	38.0 -	54.3 -	53.1 -	2.50 -	0.80 -	0.24 -
	4	2	58.5* ±6.9	2.30 ±0.40	22.0 ±5.9	10.5 ±1.0	38.5 ±4.9	5.5 ±2.1	2.06 ±0.31	0.88 ±0.07	0.65 ±0.07
	5	2	72.5* ±4.9	2.80 ±0.23	37.0 ±3.9	8.5 ±4.9	32.0 ±23.5	12.2 ±15.6	2.11 ±1.80	0.67 ±0.24	0.59 ±0.26
	6	1	95.0	2.90	20.0	1.0	28.0	0.0	1.30	0.80	0.52
Сосняки	2	4	39.0 ±22.1	1.20 ±0.2	22.0 ±20.4	12.3 ±11.4	25.5 ±6.7	2.8 ±2.2	1.84 ±0.44	0.79 ±0.07	0.61 ±0.34
	3	1	15.0 -	1.82 -	55.0 -	52.0 -	50.0 -	37.0 -	2.10 -	0.70 -	0.85 -
	4	1	45.0 -	1.65 -	30.0 -	19.0 -	18.0 -	5.0 -	2.00 -	0.90 -	0.71 -
	5	2	77.0 ±21.6	1.75 ±1.08	19.0 ±15.7	5.5 ±8.8	15.5 ±14.7	0.5 ±1.0	1.94 ±0.60	0.86 ±0.15	0.64 ±0.30

* – статистически значимые отличия от второй стадии РД при $\alpha = 0.05$

«-» – обследовано одно сообщество с данной стадией рекреационной дигрессии

Следует отметить, что на территории Гурьяновского леса отсутствуют растительные сообщества, находящиеся на первой стадии рекреационной дигрессии, поскольку лес, находящийся в центре города, пронизанный густой сетью дорожек и троп, активно используется горожанами – для отдыха и спорта, прогулок с животными, переходов с улицы на улицу и т. д.

Было выявлено, что с увеличением рекреационного воздействия на фитоценоз связаны некоторые закономерности видового состава и структуры сообществ. Так, например, площадь территории, занимаемая в фитоценозе мертвым покровом (четвертый столбец табл. 1), в первую очередь зависит именно от следов присутствия человека – наличия и количества тропинок, участков, используемых для отдыха, кострищ и т. п. В меньшей степени это обусловлено типом растительности на исследуемой территории.

Древостой испытывает рекреационную нагрузку на территорию в несколько меньшей степени, чем травы нижнего яруса. Данные о состоянии древостоя на территории содержатся в пятом столбце табл. 1. Несмотря на то, что статистически значимых различий между коэффициентом состояния древостоя не выявлено, можно заметить следующие тенденции в изменении этого показателя. Деревья на учетных территориях со второй стадией рекреационной дигрессии относятся в основном к 1–2 классу состояния древостоя (среднее значение по всем типам ассоциаций равно 1.5). В целом его можно считать здоровым или слегка ослабленным. Деревья на участках с третьей-четвертой стадиями рекреационной дигрессии относятся в основном ко второму классу состояния древостоя: среднее значение его показателя – 1.5–1.7, что характеризует древостой как ослабленный. На некоторых территориях с пятой и шестой стадиями рекреационной дигрессии исследуемый показатель увеличивается довольно сильно – до значений 2,3–2,9, что свидетельствует о дальнейшем ослаблении древостоя с ростом данного вида антропогенного воздействия. Это проявляется в увеличении ажурности крон деревьев, усыхании ветвей, желтовато-серых оттенках в окраске листьев и хвои. На стволах некоторых деревьев *Picea abies* (L.) Karst. замечено смолотечение, кора участками отмирает и отслаивается. Низкий суммарный балл жизненного состояния *Sorbus aucuparia* L. на территориях с большими значениями балла рекреационной дигрессии связан с повреждением листьев точечным некрозом, у *Corylus avellana* L. и *Frangula alnus* Mill. – в связи с поражением кроны мучнистой росой.

Общая тенденция усиления роли синантропов в видовом многообразии и проективном покрытии с ростом рекреационной дигрессии на территории исследованных растительных сообществ отражена в столбцах 6 и 7 табл. 1. Синантропные растения в Гурьяновском лесу присутствуют во всех типах лесных растительных ассоциаций и представлены такими видами, как *Plantago Major* L., *Taraxacum officinale* Wigg, *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Stellaria media* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Tussilago farfara* L., *Ranunculus repens* L., *Agropyron repens* L. и др. С усилением рекреационного воздействия количество видов синантропов во флоре растительного сообщества и их проективное покрытие увеличивается к третьей-четвертой (в ассоциации березы) или к третьей стадии рекреационной дигрессии (в ассоциациях ели и сосны). Полученные результаты согласуются с данными других авторов [8, 9]. На этих стадиях дигрессии увеличивается освещённость, уменьшается конкуренция, усиливается фактор распространения плодов и семян синантропных растений по дорожно-тропиночной сети людьми. Особенно наглядно просматривается увеличение влияния синантропных видов в сложении растительных сообществ на примере растений из семейства сложноцветных в ассоциации березы, где видовая представленность синантропов этого семейства увеличивается в среднем от трех видов на второй стадии до десяти видов на третьей стадии рекреационной дигрессии.

Следует отметить, что с возрастанием рекреационной нагрузки до пятой-шестой стадии в березняках и до четвертой-шестой стадии дигрессии в хвойных ассоциациях наблюдается исчезновение видов, в том числе синантропных, и даже некоторых семейств из флористического списка сообществ во всех обследованных ассоциациях.

В целом, полученные данные отражают типичные черты синантропизации растительного покрова [10]: внедрение в состав исследованных растительных сообществ на разных стадиях рекреационной дигрессии синантропных видов, замену естественных коренных растительных сообществ производными и синантропными, уменьшение биоразнообразия, обеднение состава, упрощение структуры растительных сообществ.



Анализ видового многообразия исследованных территорий по принадлежности к различным синтаксонам растительности показал, что среди типичных лесных видов деревьев, кустарников и трав обычными являются виды европейских широколиственных лесов (класса *Quercus-fagetea*), на втором месте – виды хвойных лесов (класса *Vaccinio-piceetea*). Диагностические виды растений широколиственных лесов представлены во всех типах растительных сообществ в количестве 22–30% от общего числа видов, в то время как процент растений бореальных синтаксонов во флористических списках сообществ Гурьяновского леса в целом невелик, что отображено в табл. 2.

Таблица 2
Средний процент количества видов растений четырех наиболее представленных синтаксонов в видовом многообразии ассоциаций Гурьяновского леса

Растительные ассоциации Гурьяновского леса	Растения сообществ			
	вторичных послелесных лугов	опушечных сообществ	широколиственных лесов	бореальных лесов на бедных почвах
березняки	18.6	6.0	29.9	5.0
ельники	18.9	12.9	22.2	9.7
сосняки	14.8	10.4	28.6	10.6
все ассоциации	18.1	8.9	27.8	6.9

лугам, значительный вклад в видовое многообразие вносят также опушечные виды растений, что видно из данных табл. 2. Процентное количество видов во флоре сообществ и проективное покрытие растений последних двух синтаксонов отражены также в столбцах 8 и 9 табл. 1. Примечательно, что в отношении растений этих классов, также как и для типичных синантропов, характерно увеличение видовой представленности и проективного покрытия с ростом рекреационной дигрессии до третьей стадии и дальнейшее снижение этих показателей при усилении дигрессии во всех типах обследованных ассоциаций.

Стоит отметить, что от 14 до 53% видов на исследованных территориях не относятся к диагностическим, поэтому не могут быть отнесены к определенному синтаксону. Так, к примеру, доминирующие в древостое на большинстве учетных площадей березы (*Betula pendula* Roth. и *B. alba* L.), а также *Populus tremula* L. и виды рода *Salix* не являются диагностическими видами и могут встречаться в составе разных растительных сообществ.

Значительная часть травостоя растительных сообществ обследованных ассоциаций представлена видами, относящимися к неморальной и нитрофильной эколого-ценотическим группам. При этом многие виды являются еще и индикаторами высокого плодородия почвы. В табл. 3 приведены средние значения доли травянистых растений разных эколого-ценотических групп в общем проективном покрытии.

На основании анализа растительности по эколого-ценотическим группам и отношению к синтаксонам можно говорить о возможной смене растительности городского лесного массива Гурьяновский лес в сторону неморальной, поскольку под пологом большинства мелколиственных ассоциаций развивается растительность, свойственная широколиственным типам лесов. Это касается не только травянистых видов растений, но также древостоя и подроста. Однако данный сукцессионный процесс, вероятно, в значительной степени замедлен влиянием групп луговых и опушечных видов растений, являющихся сильными конкурентами на светлых участках леса.

В столбце 10 табл. 1 показана общая тенденция к увеличению связанного с видовым многообразием индекса Шеннона к третьей стадии рекреационной дигрессии и, соответственно, снижению этого показателя при дальнейшем увеличении рекреационной дигрессии на обследованных учетных площадях.

Несмотря на то, что в Гурьяновском лесу большая часть территории сформирована именно лесными ассоциациями, на многих территориях среди индикаторных для синтаксонов видов отмечено большое количество видов растений из классов *Molino-arrhenatheretea* и *Trifolio-geranietea sanguinei*. Среди травянистой флоры во всех ассоциациях преобладают растения вторичных послелесных

Таблица 3
Средний процент проективного покрытия растений четырех наиболее представленных ЭЦГ в растительных ассоциациях Гурьяновского леса

Растительные ассоциации Гурьяновского леса	Эколого-ценотическая группа			
	боре-альная	немо-ральная	нитро-фильная	лугово-опушеч-ная
березняки	3.1	25.3	17.9	12.3
ельники	2.8	19.2	17.6	9.8
сосняки	2.5	22.6	21.6	6.8
все ассоциации	3.1	23.0	18.8	10.8

этому при данной выборке растительных сообществ в выбранных ассоциациях невозможно проследить четкую закономерность роста или снижения индекса Шеннона.

Показатели выравненности видов травостоя по Пиелу у сообществ на второй, третьей и четвертой стадиях рекреационной дигрессии очень схожи, что видно из данных столбца 11 табл. 1. Виды достаточно равномерно распределены на территории данных фитоценозов. И только со значительным увеличением антропогенного воздействия можно наблюдать тенденцию к усилению роли некоторых видов в сообществах при уменьшении видового многообразия. Статистически значимых различий при этом, однако, не выявлено.

В столбце 12 табл. 1 представлены результаты оценки видового многообразия по индексу Симпсона, который учитывает доминирование отдельных видов в сообществах. Поэтому наблюдаемая картина в некоторой степени обратна результатам, полученным с помощью индекса Шеннона. И хотя статистически значимых различий при этом не выявлено, показана тенденция к уменьшению доминирования отдельных видов с увеличением видового многообразия к третьей стадии рекреационной дигрессии и возрастание индекса Симпсона при дальнейшем увеличении антропогенного воздействия, что во многом обусловлено особенностями синантропизации растительности на данных территориях и согласуется с данными столбца 6.

Для анализа результатов геоботанического исследования был произведен расчет корреляции различных показателей и индексов по Пирсону. Данные занесены в сводную табл. 4 со следующими сокращениями: РД – стадия рекреационной дигрессии; МП – проективное покрытие мёртвого покрова; СИН(КВ) – доля синантропных видов в общем видовом многообразии; СИН(ПП) – доля проективного покрытия синантропных видов в общем проективном покрытии; ШЕННОН – индекс видового многообразия Шеннона; ПИЕЛУ – индекс выравненности по Пиелу; СИМПСОН – индекс видового многообразия Симпсона. Цветом в табл. 4 отмечены (в абсолютных величинах): $0.9 < r \leq 1$ – очень сильная корреляция; $0.7 < r \leq 0.9$ – сильная корреляция; $0.5 < r \leq 0.7$ – средняя корреляция. Данные таблицы позволяют выявить закономерности изменения видового состава и распределения растений на территории исследованных ассоциаций.

Таблица 4
Корреляционная зависимость (по Пирсону) между различными характеристиками состояния и видового многообразия исследованных ассоциаций

	Показатель	РД	МП	СИН (КВ)	СИН (ПП)	ШЕННОН	ПИЕЛУ
1	2	3	4	5	6	7	8
Берез-няки	МП	0.94					
	СИН (КВ)	-0.39	-0.55				
	СИН (ПП)	-0.58	-0.77	0.94			
	ШЕННОН	-0.178	-0.33	0.97	0.84		

Следует, однако, отметить, что изменения видового многообразия в сообществах в зависимости от стадии рекреационной дигрессии носят сложный характер. Это объясняется тем, что одни виды с ростом рекреационной дигрессии замещаются другими, на смену типично лесным приходят луговые виды и т. д. По-



Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
	ПИЕЛУ	-0.14	-0.39	0.94	0.88	0.95	
	СИМПСОН	-0.63	-0.45	-0.47	-0.22	-0.66	-0.65
Ельники	МП	0.91					
	СИН (КВ)	-0.42	-0.72				
	СИН (ПП)	-0.64	-0.90	0.91			
	ШЕННОН	-0.67	-0.84	0.80	0.83		
	ПИЕЛУ	-0.39	-0.27	-0.31	0.11	-0.07	
	СИМПСОН	0.30	0.61	-0.84	-0.84	-0.44	0.04
	МП	0.73					
Сосняки	СИН (КВ)	-0.27	-0.84				
	СИН (ПП)	-0.33	-0.87	1.00			
	ШЕННОН	0.24	-0.49	0.87	0.83		
	ПИЕЛУ	0.60	0.75	-0.737	-0.78	-0.37	
	СИМПСОН	-0.09	-0.74	0.98	0.97	0.94	-0.62
	МП	0.73					

Полученные результаты отражают различную реакцию на внешние факторы растений в берёзовых и хвойных лесных ассоциациях. Следует отметить, что еловые и сосновые ассоциации по сравнению с березняками характеризуются более специфичными кислыми почвами, со слоем хвои, являющейся основой почвенного слоя A_0 . Кроме того, в ельниках присутствует ещё и сильно выраженная затененность. Всё это создаёт менее благоприятные условия для существования травостоя, который реагирует соответственно более быстро на усиление рекреационной дигрессии, чем это происходит в березняках. Можно пронаблюдать, что увеличение роли мёртвого покрова отрицательно сказывается не только на разнообразии лесных травянистых растений, но и на распространённости синантропных видов, что видно по сильной отрицательной корреляционной зависимости этих показателей в хвойных сообществах.

В ельниках, кроме того, с увеличением количества синантропов уменьшается доминирование отдельных видов типично бореальной флоры, но видовая выравненность при этом практически не меняется.

В сосняках увеличение количества синантропных видов с ростом рекреационной дигрессии вызывает их доминирование на территории, влияющее на видовую выравненность в сообществе.

В ассоциации берёзы, как наиболее устойчивой к рекреационной дигрессии из исследованных ассоциаций, можно наблюдать, что основную часть биоразнообразия слагает приток синантропной растительности на территориях со второй-четвертой стадиями рекреационной дигрессии. Из-за этого на данных территориях наблюдается увеличение индекса видового многообразия Шеннона, усиливается также выравненность видов (по Пиелу) и наблюдается незначительное доминирование отдельных видов, что отражают невысокие значения индекса Симпсона.

Гурьяновский лес находится в центре растущего города и является не только «легкими» города и популярной у горожан зоной отдыха, но также удобным объектом биологических мониторинговых исследований. Поэтому перспективным является поиск различных показателей растительных сообществ и их компонентов, демонстрирующих реакцию растительности на антропогенное воздействие.

В настоящем исследовании была предложена попытка комплексной оценки состояния растительных ассоциаций в условиях рекреационной нагрузки по видовому составу и проективному покрытию некоторых экологических групп растений, а также с помощью различных индексов. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Древостой страдает от рекреационной нагрузки в меньшей степени, чем травянистый ярус: показатели состояния древостоя с ростом стадии рекреационной диг-

рессии меняются незначительно, что в большей степени характерно для березняков и сосняков, в меньшей – для ельников.

2. При усилении рекреационной дигрессии до третьей стадии видовое многообразие лесных сообществ увеличивается, при дальнейшем росте дигрессии происходит его снижение, что отражается на изменении индексов видового многообразия Шеннона, Пиелу, Симпсона.

3. С ростом рекреационной дигрессии увеличивается количество и проективное покрытие видов луговой и опушечной флоры, а также синантропных видов растений в сообществах, однако степень доминирования и выравненность распределения этих видов зависят от типа ассоциации.

4. В видовых списках и проективном покрытии всех лесных ассоциаций Гурьяновского леса характерно значительное присутствие видов флоры широколиственных лесов, что свидетельствует о возможной смене растительности данного лесного массива в неморальную сторону.

Список литературы

1. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986. – 172 с.
2. Антипина Г.С. Структура и динамика флористических комплексов урбанизированных экосистем Восточной Фенноскандии: Автореф. дис ...д-ра биол. наук. – Петрозаводск, 2003. – 39 с.
3. Тимошок Е.Е., Скороходов С.Н., Воробьев В.Н. Синантропизация растительности верхних поясов Семинского хребта (Горный Алтай) // Экология. – 2001. – № 2. – С. 91-97.
4. Шенников А.П. Экология растений. – М.: Советская наука, 1950. – 375 с.
5. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности // Экология. – 1984. – № 5. – С. 3-16.
6. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Академический Проект, 2005. – С. 91-94.
7. Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А. Биологическое разнообразие. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 432 с.
8. Бирюков Р.Ю., Золотов Д.В., Черных Д.В. Синантропизация растительного покрова вдоль дорожно-тропиночной сети // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 3 (15). – С. 11-15.
9. Горышина Т.К. Растение в городской среде. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1991. – 152 с.
10. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. – Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1999. – 156 с.

ANALYSIS OF CHANGES IN COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE FOREST ASSOCIATIONS OF PLANTS IN THE GRADIENT OF RECREATIONAL PRESSURE

T.A. Gorshkova
E.S. Hukalenko
N.N. Pavlova
N.V. Amosova
M.M. Rasskazova

*Obninsk Institute of Atomic Energy of
 National Research Nuclear University
 «MIFI», 249035, Obninsk,
 Studgorodok, 1*

E-mail: tgorshkova@yandex.ru

Authors propose the system of assessing the ecological status of the forest plant community under the influence of recreational load based on geobotanical survey of area. There were screened three types of associations of plants – birch, pine and spruce. With a slight amplification of recreation there is an increase in species diversity and the covering of meadow species, species of edge of a wood and synanthropic species. These indicators are reduced at higher stages of recreational digression. These rates affect the change of the indices of Shannon, Simpson and Pielou. Condition of trees changes more slowly than the species composition and condition of grass in the gradient of recreational pressure.

Key words: recreation load, plant associations, species diversity, synanthropization of flora, indices of Shannon, Pielou, Simpson.