

УДК 502.7:574

## **Видовое разнообразие фитоценозов Черняевского лесопарка**

**С.А. Бузмаков, Е.Л. Сулова**

**Пермский государственный университет**

ООПТ «Черняевский лесопарк г. Перми» создан решением Пермской городской думы 20.06.2000 г. №79. Природный комплекс предназначен для пользования в природоохранных, рекреационных, просветительских, научных, культурных целях.

Основным фактором антропогенного влияния является рекреационное воздействие, которое привело к возникновению хаотичной тропинойной сети на большей части территории (на отдельных участках уничтожено до 60–90% травяного покрова), деградации почвенного покрова. Лесопарк подвергается атмосферному загрязнению от предприятий г.Перми и автотранспорта. Изменена гидрографическая сеть вследствие механических воздействий: в центральной и южной частях выявлены процессы заболачивания. Кроме того, лесопарк представляет собой «остров» природы, вокруг которого расположены урбанизированные земли территории.

Сохранение и поддержание биоразнообразия выдвигается в качестве важного критерия устойчивости природного комплекса, принятого на международном и национальном уровнях. «Биологическое разнообразие – вариабельность живых организмов; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем» [1]. Исходя из данного определения биоразнообразия может рассматриваться на трех уровнях:

- генетическом, изучающем информацию, содержащуюся в генетическом аппарате организмов, живущих на Земле, и процессы, происходящие в генофонде определенного вида;
- видовом, изучающем разнообразие видов всех живых организмов;
- разнообразия экосистем, на котором изучаются различные среды обитания видов и сообществ, а также процессы, происходящие в пределах экосистем различных иерархических уровней.

Видовой уровень разнообразия обычно рассматривается как базовый, центральный, а вид является опорной единицей учета биоразнообразия. Видовой уровень разнообразия называют еще альфа-разнообразием. Понятия альфа-, бета-, гамма- разнообразия в 1960 г. предложил Р.Уиттекер [3]. Согласно ему,

$\alpha$ -разнообразие – разнообразие внутри местообитания или одного сообщества;

$\beta$ -разнообразие – разнообразие сообществ;

$\gamma$ -разнообразие – разнообразие в обширных регионах биома, континента, острова и т.д.

При оценке  $\alpha$ -разнообразия принимаются во внимание два фактора: видовое богатство и выровненность обилий видов. Видовое богатство – число видов, произрастающих на определенной площади или экотопе. Выровненность – равномерность распределения видов по их обилию в сообществе.

Видовое богатство фитоценоза (число видов на единицу площади) – важнейшая интегральная характеристика и одна из форм общего биологического разнообразия, т.е. богатства экосистем видами.

### **Материал и методика**

Видовое богатство зависит от многих факторов, первым из которых является размер учетной единицы, т.е. масштаб измерения видового разнообразия. Зависимость видового богатства от площади выявляют с помощью вписанных друг в друга квадратных или круглых площадок увеличивающегося размера. Таким образом, строится кривая «число видов/площадь». В большинстве случаев при заложении в фитоценозах площадок размером 0,1, 0,25, 1, 4, 9, 16, 25, 100 м<sup>2</sup> и т.д. полученные кривые вначале резко поднимаются вверх, а потом постепенно переходят на плато. Начало перехода на плато показывает, что на площадке этого размера в основном выявлены все виды фитоценоза. При однородном сложении растительности, чем фитоценоз богаче видами, тем меньше размер площадки, при котором кривая выходит на плато [6].

Для оценки биоразнообразия в настоящее время предложено более 40 индексов. Наиболее используем на практике индекс Шеннона, который рассчитывается по формуле

$$H' = -\sum p_i \ln p_i,$$

где величина  $p_i$  – доля особей  $i$ -го вида.

В выборке истинное значение  $p_i$  неизвестно, но оценивается как  $n_i/N$ , где  $n_i$  – обилие особей  $i$ -го вида,  $N$  – общее количество выявленных в сообществе видов.

Полученные значения индекса Шеннона обычно варьируют в пределах от 1,5 до 3,5, очень редко превышая 4,5.

На основе индекса Шеннона можно вычислить показатель выровненности  $E$  (отношение наблюдаемого разнообразия к максимальному):

$$E = \frac{H}{\ln S},$$

где  $S$  – число выявленных видов фитоценоза.  $E$   $[0,1]$ , причем  $E = 1$  при равном обилии всех видов.

При оценке видового разнообразия на определенной территории необходимо также учитывать такие качественные характеристики обилия и видового состава, как

1) соотношение синантропных видов и видов, характерных для конкретного биотопа;

2) количественное соотношение экологически синантропных видов и видов, характерных для конкретного биотопа;

3) наличие видов, занесенных в красные книги, соотношение видов разных категорий редкости;

4) количественный показатель видов, занесенных в красные книги;

Приуроченность растений к определенным местообитаниям дана в обобщенном виде по данным С.А.Овеснова [2], где для каждого вида приводится местообитание с наиболее характерным для данного таксона биотопом.

Оценка антропогенного влияния на биологическое разнообразие Черняевского лесопарка проводилась на основе оценки видового разнообразия фитоценозов. Для этого выделялись основные типы фитоценозов на территории лесопарка и закладывались пробные площадки (ПП) вблизи строящегося объекта для оценки влияния строительства и в глубине лесопарка, выступавшие в качестве фоновых. На заложенных площадках оценивалось видовое богатство посредством построения кривых «число видов/площадь» и расчета индекса разнообразия  $H'$  и показателя выровненности  $E$ . Кроме того, в каждом сообществе проводился флористический анализ слагающих сообщество видов.

На территории Черняевского лесопарка выделены следующие растительные формации: сосновые леса, смешанные леса, ельники и пойменные фитоценозы. Сосновые леса являются одной из преобладающих формаций на территории лесопарка, поэтому исследования проведены для оценки состояния биоразнообразия сосновых лесов на территории лесопарка в целом. В формации сосновых лесов выделены группы ассоциаций: сосняки зеленомошники, сосняки-кисличники. Среди смешанных лесов оценка биоразнообразия проведена в березово-елово-сосновом лесу-кисличнике вблизи строящегося объекта и елово-сосновом лесу-кисличнике. Фоновое состояние разнообразия смешанных лесов оценивалось также в елово-березовом лесу разнотравном. Видовое разнообразие формации ельников оценивалось в группе кисличников. Пойменные фитоценозы обследованы также как вблизи строящегося объекта, так и на удаленном фоновом участке. Для оценки состояния биоразнообразия на территории лесопарка выбрано 12 ключевых фитоценозов.

### Результаты исследований

Выявленные индексы растительного разнообразия  $H'$  и показатели выровненности  $E$  представлены в табл.1.

Таблица 1

#### Значения индексов разнообразия $H'$ и $E$

Фитоценоз	Индекс разнообразия	Показатель выровненности
-----------	---------------------	--------------------------

	Н'	Е
Сосняки		
Сосняк-зеленомошник, кв.14, выд.3	1,7481	0,6170
Сосняк-зеленомошник, кв.9, выд.4	1,6692	0,5400
Сосняк-кисличник, кв.7, выд.30	1,5306	0,4952
Сосняк-кисличник, кв.7, выд.5	1,8433	0,5963
Сосняк вейниковый, кв.9, выд.4	1,7629	0,6222

Окончание табл.1

Фитоценоз	Индекс разнообразия Н'	Показатель выровненности Е
Смешанные леса		
Елово-березовый лес разнотравный, кв.4, выд.13	2,2544	0,7190
Елово-сосновый лес-кисличник, кв.6, выд.36 (фоновое состояние)	2,2489	0,7172
Березово-елово-сосновый лес кисличник, кв.11, выд.25 (СК «Нефтяник»)	1,9155	0,6109
Ельники-кисличники		
Ельник-кисличник, кв.10, выд.22 (фоновое состояние)	1,8374	0,6240
Ельник-кисличник, кв.11, выд.24 (СК «Нефтяник»)	1,6027	0,5657
Поймы		
Пойменный березняк таволговый, кв.5, выд.8 (фоновое состояние)	1,6508	0,5606
Ивняк пойменный, кв.11, выд.29 (СК «Нефтяник»)	1,7581	0,5607

Сосновые леса характеризуются близкими значениями индексов растительного разнообразия Н' и показателей выровненности Е. Высоким значением Н' по отношению к остальным значениям характеризуется сосняк-кисличник, расположенный в кв.7. Достаточно высокое значение индекса растительного разнообразия Н' можно объяснить повышением видового богатства за счет внедрения синантропных видов в травяной ярус фитоценоза. Показатель выровненности в данном сообществе снижен.

Сходными значениями Н' и Е характеризуются сосняки, расположенные в юго-западной части лесопарка (ПП№5 Н=1,7481, Е=0,6170, ПП№7 Н=1,7629, Е=0,6222). Следует отметить высокий показатель выровненности в данных сообществах.

Самые низкие значения индекса растительного разнообразия Н' и показателя выровненности Е характерны для сосняка-кисличника в кв.7, выд.30 – Н'=1,5306, Е=0,4952. Данное сообщество расположено вблизи комплекса аттракционов, поэтому на растительность влияет такой

антропогенный фактор, как вытаптывание, способствующий увеличению обилия синантропных видов растений в травянисто-кустарничковом и кустарничковом ярусах.

Сосновые леса были разделены на две группы ассоциаций: сосняки-зеленомошники и сосняки-кисличники, для которых были построены кривые «число видов/площадь». Результаты приведены на рис.1 и 2.

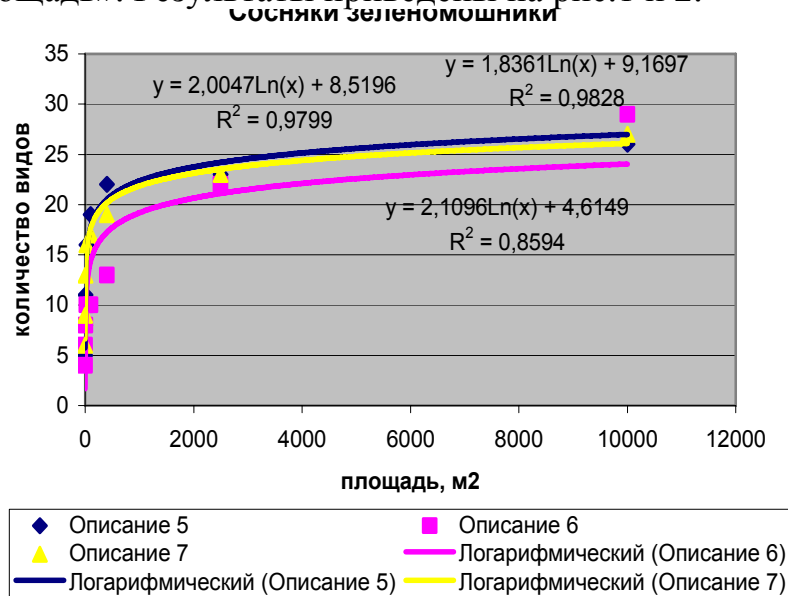


Рис.1. Кривые «число видов/площадь», построенные на основе обследования сосняков-зеленомошников

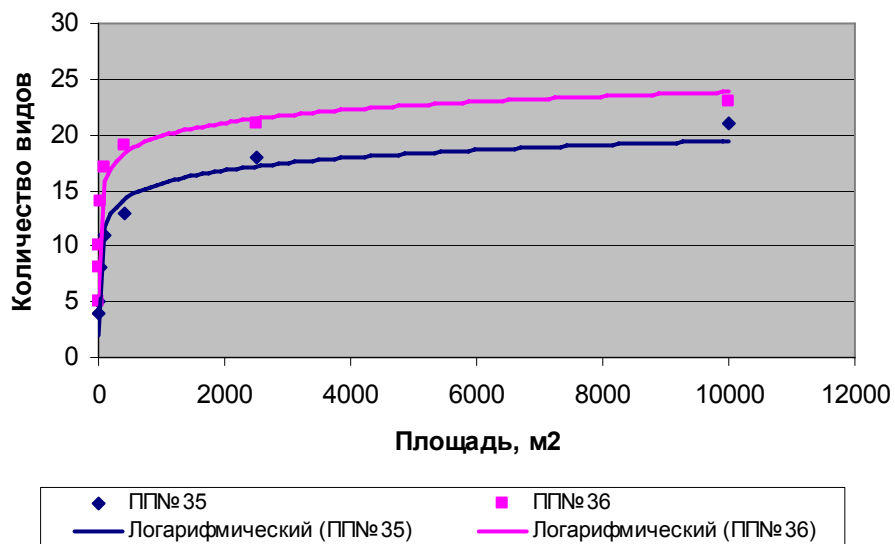


Рис.2. Кривые «число видов/площадь», построенные на основе обследования сосняков-кисличников

Построенные кривые иллюстрируют близкие уровни видового богатства в обследованной формации сосновых лесов.

Смешанные леса на территории лесопарка характеризуются самыми высокими значениями индекса растительного разнообразия  $H'$  ( $H'=2,2544, 2,2489$ ) и показателя выровненности  $E$  ( $E=0,7190, 0,7172$ ). Данные значения характеризуют елово-березовый лес разнотравный (ПП11) и елово-сосновый лес-кисличник (ПП34). Для березово-елово-соснового леса-кисличника вблизи СК «Нефтяник» (ПП12) характерно снижение значений индексов  $H'=1,9155$  и  $E=0,6109$ . Кривые «число видов/площадь», построенные в результате проведенного исследования приведены на рис.3.

Построенные кривые переходят на плато на площади в  $400\text{м}^2$ , что показывает сходное видовое богатство обследованных фитоценозов и оптимальный для обследования смешанных лесов размер учетной единицы в  $400\text{м}^2$ .

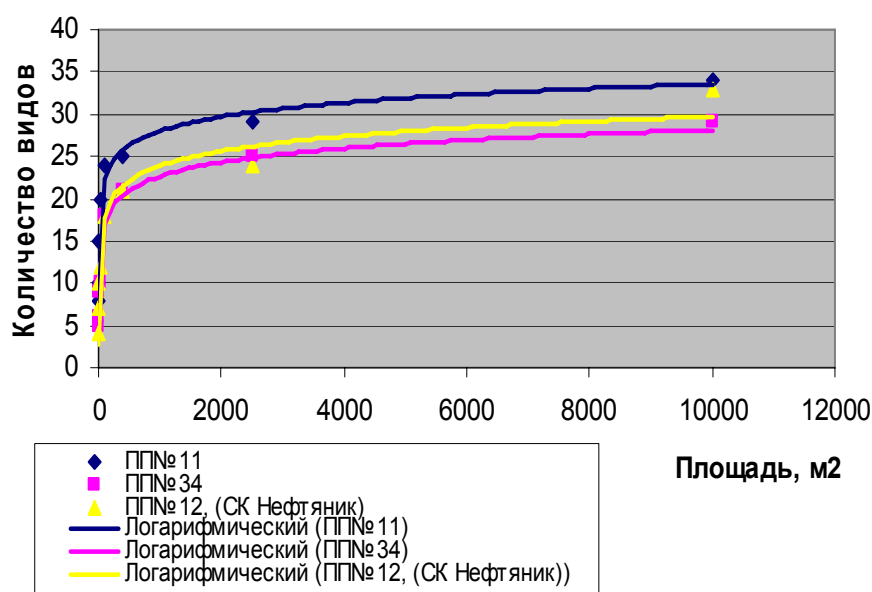


Рис.3. Кривые «число видов/площадь», построенные на основе обследования смешанных лесов

Снижение индексов разнообразия и их фоновое значение выявлены в фитоценозах вблизи СК «Нефтяник» в ельниках-кисличниках. Кривые «число видов/площадь», построенные по результатам исследования в ельниках-кисличниках, приведены на рис.4.

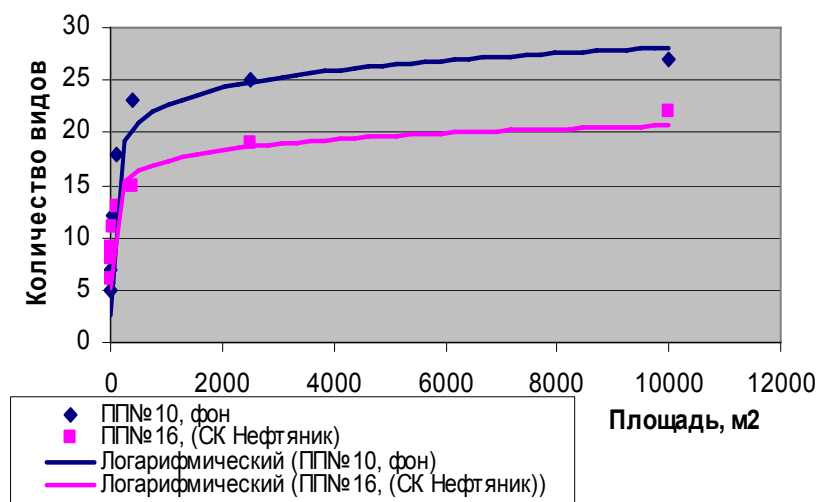


Рис.4. Кривые «число видов/площадь», построенные на основе обследования ельников-кисличников

Построенные кривые иллюстрируют пониженный уровень видового богатства в ельнике-кисличнике рядом с СК «Нефтяник».

Пойменные фитоценозы характеризуются близкими значениями показателя выровненности  $E$  ( $E=0,5606, 0,5607$ ). Кривые «число видов/площадь», построенные по результатам исследования в пойме, приведены на рис.5.

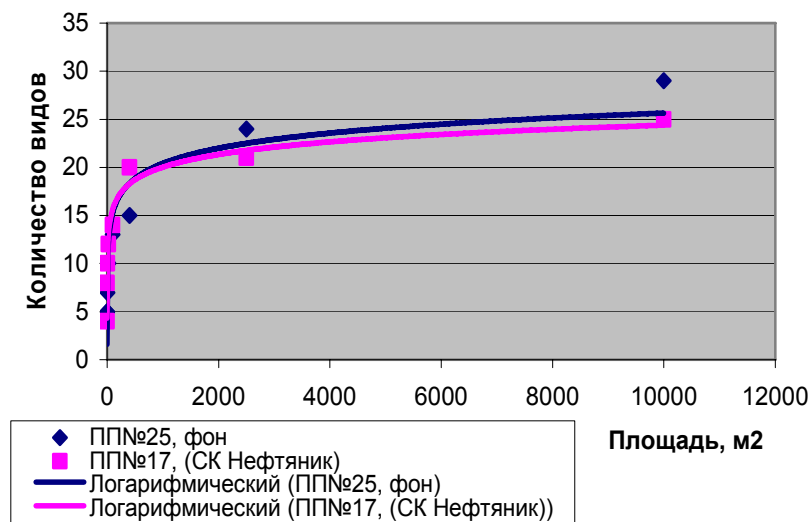


Рис.5. Кривые «число видов/площадь», построенные на основе обследования пойменных фитоценозов

Построенные кривые иллюстрируют сходный уровень видового богатства обследованных фитоценозов.

В сосновых лесах выделены два фитоценоза для детального анализа. Наибольшую долю в сложении сообществ обычно занимают виды растений, характерные для сосняков. В качестве исключения может выступать ПП№5, где виды сосновых и темнохвойных лесов в равном обилии, что объясняется

сукцессионными процессами, происходящими в данном сообществе. Здесь присутствует обильный подрост темнохвойного вида ели сибирской (*Picea obovata*), образуя сомкнутый полог, который препятствует проникновению света в нижние ярусы фитоценоза. Отсутствие достаточного количества света и умеренная антропогенная нагрузка на данную территорию объясняют снижение доли участия опушечных и отсутствие синантропных видов в данном сообществе.

На ПП№6 сомкнутость крон древесного яруса и проективное покрытие кустарникового яруса низкие, поэтому обилие света приводит к внедрению опушечных видов (28%). На данной территории проводились рубки ухода, после чего с участка не вывезены порубленные ветви и тонкомерные деревья. Нарушения в целостности растительного покрова привели к появлению в травянисто-кустарничковом ярусе синантропных видов (2%). В обоих фитоценозах выявлено присутствие охраняемых видов растений гудайеры ползучей (*Goodyera repens*) и прострела раскрытого (*Pulsatilla patens*).

В смешанных лесах преобладают виды растений, характерных для темнохвойных, сосновых и лесных сообществ. Данные сообщества отличаются друг от друга по доле участия опушечных и синантропных видов в сложении фитоценозов. Опушечные виды составляют 9-14%, а синантропов выявлено 3-5%.

Анализ состава ельников-кисличников показал преобладание в фитоценозах видов растений темнохвойных сообществ. Сообщества отличаются по доле участия сосновых и широколиственных видов в составе фитоценоза. В фоновом ельнике широколиственные виды, не характерные для данных типов фитоценозов, составляют 6%, а в ельнике вблизи строящегося спортивного комплекса – до 1%. В то же время доля участия видов, характерных для сосняков, в фитоценозе может достигать 10-24%. Присутствуют также опушечные и синантропные виды.

В пойменных фитоценозах преобладают пойменные, лугово-прибрежноводные и лесные виды растений. Островной характер расположения пойменного ивняка и высокая антропогенная нагрузка приводят к повышению доли участия синантропных видов до 4%.

### **Выводы**

При обследовании Черняевского лесопарка наибольшие значения индекса разнообразия  $H'$  и показателя выровненности  $E$  характерны для смешанных лесов. Обследование в данных фитоценозах целесообразно проводить на оптимальной площади в  $400\text{м}^2$ .

Формации сосновых лесов на территории лесопарка обладают близким уровнем видового богатства. Вытаптывание в сосняках приводит к снижению видового разнообразия. Часть сообществ характеризуется самыми низкими значениями индекса растительного разнообразия  $H'$  и показателя выровненности  $E$ , выявленными на территории лесопарка:  $H'=1,5306$ ,  $E=0,4952$ .



В сосновых лесах обнаружено присутствие охраняемых видов растений – гудайеры ползучей (*Goodyera repens*) и прострела раскрытого (*Pulsatilla patens*). Поэтому данные площадки нужно включить в единую систему мониторинга за состоянием Черняевского лесопарка и установить режим максимального сохранения сообществ.

Видовое разнообразие фитоценозов свидетельствует о природоохранной ценности лесопарка и его устойчивости к современной антропогенной нагрузке.

Для определения трендов изменений видового разнообразия сообществ необходимы продолжительные и систематические наблюдения на территории Черняевского лесопарка.

### **Библиографический список**

1. Закон Российской Федерации №2254 «Конвенция о биологическом разнообразии» // Собр. законов РФ. 1996. №19. С. 4742–4764.
2. Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области / С.А. Овеснов. Пермь, 1997. 252с.
3. Dierschke H. Pflanzensociologie / H. Dierschke. Stuttgart: Ulmer, 1994. 683s.
4. Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity / R.H. Whittaker // Taxon. 1972. Vol. 2/3. P. 213–251.