
4. МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА ПОД ТЕХНОГЕННОЙ И РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКОЙ

Агудина Л.А., Ланина В.В., Чеснокова С.Я.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ БИОЦЕНОЗОВ ПИЗС «ГОРКИ» ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК

*Природно-исторический заповедник-спецлесхоз «Горки», пос. Горки Ленинские,
Московская обл., Россия, lesgork@rambler.ru*

Article describes the five stages recreational degression, assessed the status of forest biocenoses and prevention of negative impacts on them.

Территория Природно-исторического заповедника-спецлесхоза «Горки» находится в непосредственной близости к Москве и испытывает определенный рекреационный пресс.

На территории заповедника-спецлесхоза «Горки» были проведены научные исследования, целью которых было выявление изменений, происходящих в лесонасаждениях под воздействием рекреационных нагрузок. Объектом исследования были выбраны лесонасаждения, расположенные вдоль дорог на глубину 50 - 100 м, по берегам водоемов, вокруг полей, т.е. участки леса, массово посещаемые отдыхающими.

Методика исследования основывалась на данных изучения динамики биоценоза, подвергающегося рекреационному воздействию [1].

Рекреационные нагрузки влияют в первую очередь на нижний ярус лесонасаждений. При этом уменьшается мощность подстилки, уплотняется почва, меняется видовой состав травянистых растений. Состав и состояние этого яруса служат индикатором степени рекреационного воздействия. Наиболее важным показателем, который и был предложен для мониторинга рекреационных лесонасаждений, является соотношение так называемых «экологическо-ценотических» групп видов травянистых растений [1]. Эти виды делятся на 4 группы: лесные, луговые, сорные и однолетние.

Определенное соотношение этих групп видов отражает степень рекреационной нарушенности лесонасаждения, т.е. характеризует определенную стадию рекреационной дигрессии (РД), к которой может быть отнесено исследуемое насаждение. Нами было выделено и охарактеризовано пять стадий РД [2].

Каждая характеризуется следующими показателями:

1-ая стадия РД. Воздействие на рекреационную систему минимальное, не нарушающее ее структуру. Основные составляющие лесонасаждения - подстилка, травяной покров, подрост, подлесок не нарушены. Древостой не несет на себе следов антропогенного воздействия. Подрост разновозрастный. Основу травяного покрова составляют лесные виды.

2-ая стадия РД. Рекреационное воздействие слабое. Намечаются тропинки, занимающие не более 5% общей площади. Подстилка слабо нарушена, как и другие составляющие лесного биоценоза. Наблюдается начало проникновения луговых видов трав под полог.

3-ья стадия РД. Рекреационное воздействие умеренное. Выбитые участки и тропы занимают 10-15% от общей площади. Подстилка сильно нарушена. Значительно уменьшена ее мощность. Наблюдается увеличение освещенности под пологом в связи с изреживанием

верхнего древесного полога, подроста и подлеска. В напочвенный покров весомо внедряются луговые виды травянистых растений и отчасти сорные.

4-ая стадия РД. Рекреационное воздействие интенсивное. Лесная экосистема дробится под воздействием рекреационного пресса, преобразуясь в куртинно-поляннй комплекс, в котором сочетаются лесные участки вокруг стволов деревьев, у групп подроста и подлеска и луговые в образующихся прогалинах. Выбитые участки занимают до 60% общей площади.

5-ая стадия РД. Рекреационное воздействие очень сильное. Рекреационная территория аналогична пастбищной стадии «сбоя» [4]. Выбитые участки занимают 60-100% общей площади. Сохранившиеся деревья - больные или с механическими повреждениями. Подрост почти полностью отсутствует. В надземном ярусе встречаются фрагменты сорных и однолетних видов. Лесные и луговые виды сохраняются лишь у стволов деревьев.

Рекреационному воздействию подвергаются:

- лесонасаждения, расположенные вблизи водоемов;
- лесонасаждения, примыкающие к дорогам, если в структуре этих насаждений отсутствуют поляны и прогалины;
- видовые точки в опушечной части лесных массивов; это чаще всего выступающие из общей линии границ лесных кварталов участки леса, как бы вытекающие в пограничные поля, луга и прочие открытые пространства;
- опушечная часть лесонасаждений, граничащих с дачными поселками.

Несмотря на многообразие положений лесных участков, подвергающихся рекреационному воздействию, общая площадь нарушенных рекреацией лесов (4-ой, 5-ой стадий РД) не превышает 0,5% общей площади заповедника. Вместе с тем, практически ненарушенные насаждения (1-ой и 2-ой стадий РД) покрывают основную часть территории заповедника - около 90% общей площади [4].

На динамику состояния лесонасаждений оказывают положительное влияние проведение разного рода мероприятий - лесохозяйственных, лесокультурных, мероприятий по благоустройству и организации территорий заповедника, используемых для рекреации.

Так, например, преграждение въезда автомашин в лесной массив вынуждает отдыхающих совершать пеший подход к опушкам и берегам водоемов. Поэтому поток отдыхающих не наносит вреда лесонасаждениям, а организация автостоянок за пределами леса позволила восстановиться лесному биоценозу с 4-ой до 3-ей стадии РД.

Лесонасаждения вдоль дорог остаются в стабильном состоянии на 3-ей стадии РД, сохраняющей потенциал к самовосстановлению. Это объясняется тем, что здесь в полосе 50-70 м от дороги есть поляны и прогалины, которые служат местом отдыха людей, автомашины остаются на обочине дороги в зоне видимости. Поляны, редины и прогалины способны без ущерба выдерживать высокие рекреационные нагрузки. Их следует сохранять при ведении лесохозяйственных работ.

Особую роль в местах отдыха выполняют экологические, прогулочные, природопознавательные маршруты, которые не только дают необходимую информацию об окружающей природе, но и направляют потоки отдыхающих в определенное, обустроенное русло, охраняя тем самым все, что растет и живет вокруг. Именно поэтому лесонасаждения вдоль экологических троп на территории заповедника практически не нарушены и оцениваются как 2-ая стадия РД.

Прокладка дорожек необходима в местах массового отдыха и транзитного перемещения людей в лесных массивах. Так, например, сооружение плиточной дорожки через липовый массив (дорога детей в школу) позволила через 25 лет восстановиться лесному биоценозу с 4-ой стадии РД до 2-ой.

Положительную роль, как ограничивающая доступ в лес, но преграда с положительным эстетическим эффектом, играет ограждение лесонасаждений (главным образом вдоль опушек) живой изгородью из декоративного кустарника. В большинстве мест живая изгородь вдоль опушки позволила восстановиться лесному биоценозу с 3-ей стадии до 2-ой. Для сохранения в ненарушенном состоянии лесных участков целесообразно создавать рядовые по-

садки лесных культур, поскольку они не представляют интереса для отдыхающих и практически не посещаются. Но этот вариант лишь для глубинных лесных массивов, удаленных от дорог и опушек.

Итак, сохранение и даже восстановление лесонасаждений в местах массового отдыха возможно. На это указывают и другие авторы [3]. Меры, упреждающие распад лесов, просты и доступны:

- устранение въезда автомашин в лес с организацией автостоянок;
- ограждение лесонасаждений декоративной живой изгородью;
- прокладка дорожек в местах массового отдыха и транзита людей во избежание растекания их потока и повреждения лесонасаждений;
- организация учебных, экологических и других троп;
- сохранение полей и прогалин в рекреационных зонах;
- создание в глубине лесных массивов рядовых лесокультур как экологически устойчивого и высокопродуктивного ядра восстановления лесных биоценозов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанская Н.С. Ланина В.В. Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные насаждения лесопаркового пояса г. Москвы в связи с вопросами организации территории массового отдыха и туризма. – М, 1975, – 67 с.
2. Казанская Н.С. Ланина В.В. Рекреационные леса. – М: Лесная промышленность, 1977, – 96 с.
3. Репшас Э.А. Оптимизация рекреационного лесопользования. На примере Литвы. – М: Наука, 1994, – 240 с.
4. Агудина Л.А. Экологический анализ состояния и перспективы развития Природно-исторического заповедника-леспаркхоза «Горки». Подход к решению природоохранных проблем. // Мониторинг состояния природно-культурных комплексов Подмосковья. Юбилейный сборник докладов науч.-практ. конф., Москва, 8 – 9 сентября 1999 г. – М.: ВНИИЦ лесресурс, 2000, – 180 с.

Алёшкина У.М.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА В ХОДЕ ИХ МОНИТОРИНГА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КИЕВА)

*Институт ботаники им. Н.Г.Холодного НАН Украины,
г. Киев, Украина, uliashkina@ukr.net*

The results of inventory-making of some Kyiv park are presented. Park ecosystem mapping is an inherent part of city plantation monitoring. The process of ArcGIS park mapping is described.

Площадь насаждений парков и стихийных насаждений города Киева составляет 31,8 км² или 3,8%. Большие общественные парки от 0,5 до 5 га, **X23** – за классификацией EUNIS, включают в основном городские скверы и занимают всего 1 км² или 0,13% площади Киева. Большие по размерам парки, за классификацией EUNIS относящиеся к комплексу экосистем **X11**, площадью больше 5 га, занимают 24,4 км² площади города и начисляют 80 единиц. Они могут включать небольшие лесные массивы (G5 за классификацией EUNIS), газоны (E2.64), водоёмы (наполовину природные или искусственные), клумбы (I2.1). Самыми большими по площади являются парки, расположенные на островах Днепра: Днепровский (4,7 км²),

Дружбы народов (2,3 км²), Гидропарк (1,9 км²), а также Сырецкий гай (1,8 км²), Голосиевский (1,1 км²), урочище Горбачиха (0,8 км²) [2].

На протяжении 2003-2005 гг. нами по договору с Управлением экологии и охраны природных ресурсов г. Киева было исследовано 15 киевских парков объектов природоохранного комплекса государственного и местного значения общей площадью 277 га. Основная часть исследованных парков была сформирована на территории природных дубрав, которые возникли на возвышенной аккумулятивно-денудационной равнине на серых песчаных и легко суглинистых почвах. Это парк им. Т. Шевченко, парки Владимирская горка, Крещатый, Городской сад, Мариинский, Аскольдова могила, Славы, Кирилловский гай, парки Нивки (восточная и западная части) [4]. В свою очередь, Политехнического университета, парк им. О. Пушкина Кинь-Грусть, Березовый гай, Сырецкий гай сформировались на моренно-водноледниковых ландшафтах с овражно-балочным расчленением на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах на территории сосновых и дубово-сосновых лесов [1, 3].

В результате исследования были созданы карты и база данных с такими характеристиками растительности выделов парков: 1) происхождение (природная, насажденная); 2) типы выделов по доминирующим видам деревьев; 3) преобладающий возраст древесной растительности выделов; 4) сомкнутость крон деревьев выделов; 5) состояние растительности (неудовлетворительное, удовлетворительное, хорошее). Растительность природного происхождения частично сохранилась в парках Кирилловский гай, Березовый гай, Нивки (восточная часть), Слава, тут преобладает сомкнутость крон 0,6-1,0, грабово-дубовые, кленово-дубовые, ясенево-дубовые, кленово-тополевые типы выделов. Большая часть растительности парков насажденная, сомкнутость крон выделов составляет 0,3-0,6, преобладают виды клена, липы, конского каштана. Во всех парках преобладает древесная растительность среднего и приспевающего возраста, который является оптимальным для городских парков. Следует заметить, что с 2005 г. ситуация в большинстве из исследованных парков изменилась. В первую очередь, это касается сомкнутости крон деревьев, которая уменьшается из-за разреживания древостоя, которое проводится активно в последнее время. Доминирующими видами деревьев в парках и стихийных насаждениях являются разные виды тополей (27% площади городских насаждений), робиния обыкновенная (23% площади), виды клена (8%), граба (5%), ясеня (3%), хвойные типы выделов в целом занимают 11% площади насаждений города.

Картирование и описание экосистем парков Киева производится на основе программы ArcGIS на предприятии “Экомедсервис”. ArcGIS состоит из двух основных частей: базы данных с системой управления и программных приложений, которые обеспечивают взаимодействие между этими двумя частями. Программа ArcMap является частью пакета программ ArcGIS, которая позволяет создавать в интерактивном режиме объекты на карте (полигоны, точки, линии) в различных видах систем координат. Источником наших картографических данных служили карты зеленой зоны и парков города Киева, которые преобразовывались сканированием в цифровую форму, сохранялись в растровом формате и вручную переводились в векторные данные (рисунок) [5].

Интерактивный интерфейс программы ArcMap позволяет работать с картой как локально, так и в пределах целого города, совершать поиск необходимых типов экосистем по площади, заданным характеристикам. Программа Access позволяет работать с базой данных в виде таблиц, форм, может быть использована для создания сайта в Интернете, и, таким образом, данные парковых экосистем могут быть частью информационного сайта природоохранных территорий города Киева.

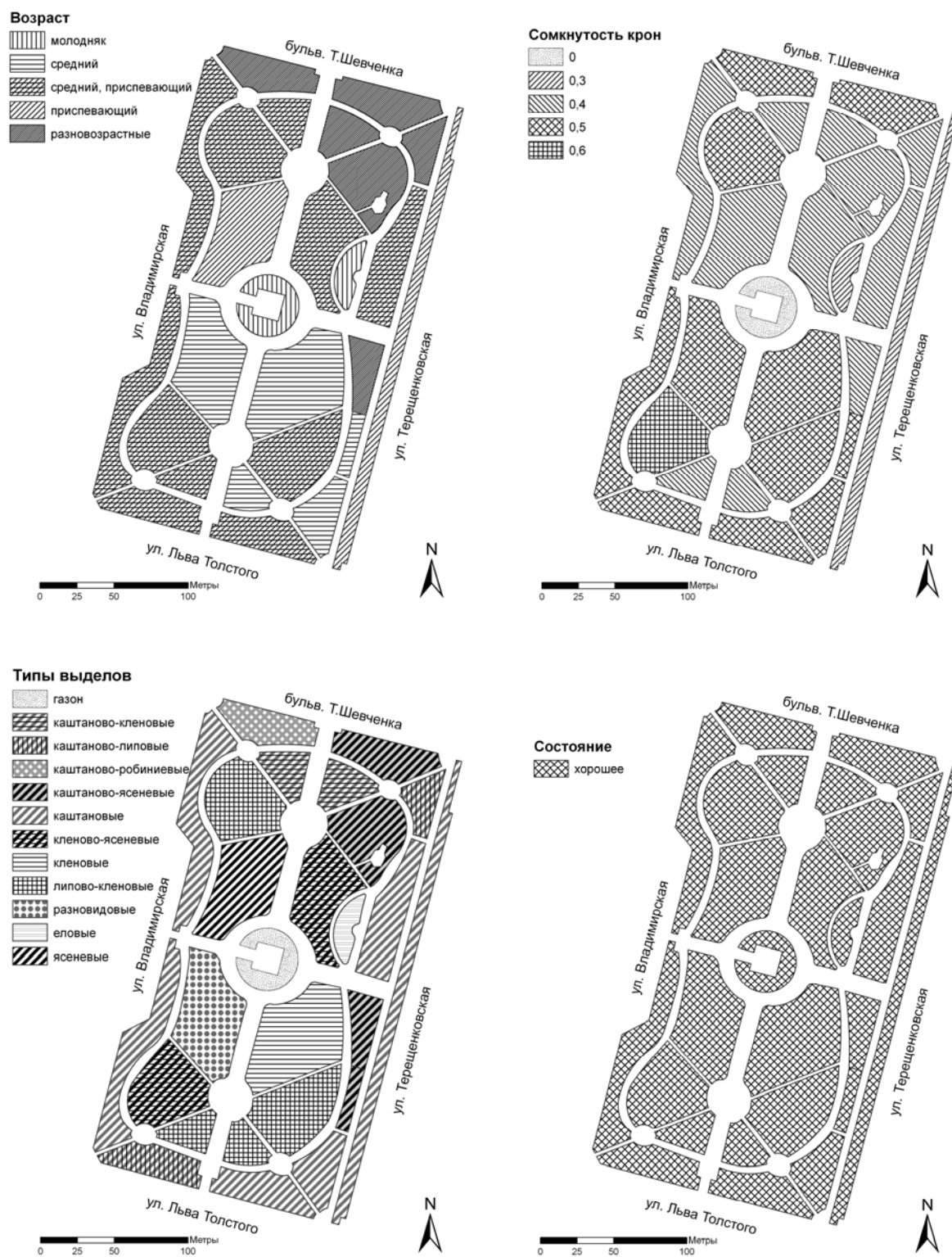


Рисунок – Характеристики растительности выделов на примере парка им. Т. Шевченко.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зорін С.В., Картавцев О.М., Альошкіна У.М., Клименко Ю.О., Перегрим М.М. Оцінка зелених насаджень земельної ділянки Протасів яр у м. Києві // Научные записки Таврического национального ун-та им. В.И. Вернадского. Серия "География". Т.18(57), № 1, Симферополь, 2005. – С. 39-46.

2. Клименко Ю.О., Альошкіна У.М. Екотопи парків центральної частини м. Києва. // Український ботанічний журнал. – Т. 61, № 5, 2004. – С. 62-73.
3. Клименко Ю.О. Тенденції зміни деревної рослинності київських парків, створених на базі лісів із сосни звичайної // Інтродукція рослин. – 1999. – №2. – С. 110-117.
4. Клименко Ю.О. Реконструкція насаджений парка “Нивки”, Киев // Інтродукція і акліматизація рослин. – 1995. – Вип. 23. – С. 43-47.
5. Дідух Я.П., Клименко Ю.О., Альошкіна У.М. Картомоделі парків центральної частини м. Києва як основа оптимізації зелених насаджень.// Магістеріум. Природничі науки. – Вип.16, – К.: Видавничий дім «Києво-Могилянська Академія», 2004. – С. 92-98.
-

Арепьева Л.А.

СООБЩЕСТВА С ЧЕРЕДОЙ ОЛИСТВЕННОЙ ГОРОДОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Курский государственный университет, г. Курск, Россия, ludmilla-m@mail.ru

*The article considers results of sinanrtopic vegetation research in the cinies of Kurskay oblast. Communities of *Bidens frondosa* species are being explored. Research results can be used to monitor soils disturbed by human interference.*

Растительный покров в урбанизированной природной среде выполняет ряд важных экологических функций, существенно уменьшает неблагоприятные воздействия на условия труда, жизни и отдыха человека. В этой связи важнейшее значение приобретает всестороннее исследование не только естественных сообществ, которые сохранились в более или менее не нарушенном состоянии, но и синантропных сообществ (Ишбирдина, Ишбирдин, 1992; Sykopp, Werner, 1983).

При изучении синантропной растительности городов Курской области исследовались сообщества переувлажнённых местообитаний. Описание растительности и обработка материала проводились в соответствии с методиками, принятыми в школе эколого-флористической классификации (Миркин, 1985). Латинские названия указаны по сводке С.К. Черепанова (1995). В результате выявлено дериватное сообщество ***Bidens frondosa* [Bidentetea tripartitae]** (таблица).

Диагностический вид: *Bidens frondosa*.

Bidens frondosa – североамериканское растение, известное в Европе с 1865 года (Rothmaler, 1976). Синэкологический оптимум на свежих и сырых, нейтральных, очень богатых минеральным азотом почвах (Булохов, 2004). Характерный вид класса ***Bidentetea tripartitae*** Tx., Lohm. et. Prsg. in Tx. 1950.

Первые наблюдения в Курской области относятся к началу 90-х г.г. XX в. В настоящее время повсеместно и массово встречается по всей территории области по сорным увлажнённым местам, внедряется в естественные сообщества (Полуянов, 1994; 2005). Отмечено, что *Bidens frondosa* вытесняет из фитоценозов аборигенные виды *Bidens* (Виноградова, 3003). Так, в г. Курске *Bidens tripartita* в настоящее время встречается редко и в основном по берегам рек.

В городах Курской области на переувлажнённых местообитаниях *Bidens frondosa* часто образует монодоминантные, высокорослые сообщества (средняя высота 90 см) с проективным покрытием 70-100%. С высоким постоянством также встречаются *Echinochloa crusgallii*, *Polygonum lapathifolium*, *Agrostis stolonifera*. Количество видов на пробной площади – 9-16.

Всего в дериватном сообществе обнаружено 40 видов. Коэффициент адвентивизации сообщества составляет 30% (12 видов).

Результаты исследования синантропных сообществ городов являются научной основой при проведении мониторинга нарушенных человеком земель и разработке путей оптимизации экологического состояния городской среды.

Таблица – Характеризующая таблица дериватного сообщества
Bidens frondosa [*Bidentetea tripartitae*]

№ описания	1	2	3	4	5	6	7	КП
Площадь, м ²	9	6	4	6	6	8	4	
ОПП, %	100	80	70	90	80	80	80	
Высота, см	100	90	60	120	70	100	70	
Число видов	10	11	16	9	13	11	11	
Д.в. дериватного сообщества								
<i>Bidens frondosa</i>	3	4	2	5	3	4	2	V
Д.в. класса <i>Bidentetea tripartitae</i>								
<i>Echinochloa crusgallii</i>	+	2	1	+	+	+	2	V
<i>Polygonum lapathifolium</i>	1	+			1	r	+	IV
Д.в. класса <i>Plantaginetea majoris</i>								
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	2	1	+	2	+	+	V
<i>Ranunculus repens</i>	+	+	r				+	III
<i>Taraxacum officinale</i>		1	1	+	+			III
<i>Potentilla anserine</i>			1		1	1		II
<i>Rumex confertus</i>		r	r					I
<i>Plantago major</i>					+		r	I
Д.в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i>								
<i>Arctium tomentosum</i>	+	r		r		r		III
<i>Artemisia vulgaris</i>	r		r			+		II
<i>Dactylis glomerata</i>		r	+					I
Прочие виды								
<i>Erigeron Canadensis</i>					r	r		I
<i>Leontodon autumnalis</i>			r		r			I

Единично встречены: 1 – *Impatiens grandulifera* +, *Elscholtzia ciliata* r, *Atriplex prostrata* r; 2 – *Elytrigia repens* +; 3 – *Geranium sibiricum* +, *Lolium perenne* +, *Sonchus arvensis* +, *Cichorium intybus* r, *Polygonum persicaria* r; 4 – *Aegopodium podagraria* r, *Pastinaca sativa* r, *Cirsium arvense* r, *Urtica dioica* r; 5 – *Oenothera biennis* r, *Medicago lupulina* r, *Trifolium pretense* r, *Atriplex patula* r, *Acer negundo* r; 6 – *Rumex crispus* r, *Chenopodium album* 1, *Polygonum aviculare* +; 7 – *Rumex obtusifolius* 1, *Bidens tripartita* r, *Xanthium albinum* r, *Menta arvensis* r, *Poa annua* 1.

Пункты описаний: г. Курск 1 – обочина дороги по ул. Нижняя казацкая близ моста через р. Кур 25.09.2007; 2-3 – канава по ул. Коммунистическая 25.09.2007; 4 – обочина дороги по ул. Куровая-Береговая 28.09.2007; 5 – канава по ул. Почтовая; 28.09.2007; 6 – обочина дороги по ул. Нижний план 28.09.2007; 7 – пляж близ моста в парке «Боева дача» 26.09.2007. Автор – Л.А. Арепьева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булохов А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение. – Брянск: Издательство БГУ, 2004. – 245 с.
2. Виноградова Ю.К. Экспериментальное изучение растительных инвазий (на примере рода *Bidens*) // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ: Ма-

териалы науч. конф./ Под ред. В.С. Новикова и А.В. Щербакова. М.: Изд. Ботанического сада МГУ; Тула: Гриф и К°, 2003. – С. 31-33.

3. Иишбирдина Л.М., Иишбирдин А.Р. Урбанизация как фактор антропогенной эволюции флоры и растительности // Журн. общ. биологии. 1992. Т. 53. № 2. С. 211-224.

4. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. – 136 с.

5. Полуянов А.В. О некоторых адвентивных растениях флоры Курской области // Экология и образование: Тезисы Всероссийской конференции. (Курск, 13-14 декабря 1994 г.) – Курск: Изд-во КГПУ, 1994. – С. 31-33.

6. Полуянов А.В. Флора Курской области / А.В. Полуянов. – Курск: Курский гос. ун-т, 2005. – 264 с.

7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 992 с.

8. Sykopp H., Werner P. Urban environments and vegetations // Man's impact on vegetation / Ed. by W. Holzner, M. J Werger, J. Icusima. The Hague; Boston; London, 1983. P. 247-260.

Болботунов А.А.

ИНДИКАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Беларусь, maryna.rym@gmail.com

Dendrochronological method based on tree-ring width studies of pine is used to estimate impacts caused by vehicles along the Brest - Minsk – Moscow highway.

С позиций современной экологии особого внимания заслуживает дорожно-транспортный комплекс в составе линейных сооружений. Он охватывает города и поселки, пронизывает природные ландшафты, достигая практически любой точки деятельности сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства. Его развитие способствует повышению благосостояния народа и вместе с тем создаются проблемные ситуации в природной среде. В выхлопах двигателей автомобилей содержится до 200 различных веществ, многие из которых высокотоксичны и канцерогенны.

Углекислый газ и окислы азота являются основными загрязнителями. При сгорании 1 кг бензинового топлива выделяется в среднем 370 г токсичных веществ, а при сгорании 1 кг дизельного топлива – в 3-5 раз меньше. Однако дизельные двигатели характеризуются повышенной эмиссией твердых веществ (сажи) и дымностью, большим содержанием серы (до 0,3%) (Трифенова и другие, 2005).

В результате работы автомобильных средств и истирания автопокрышек в почву вблизи автодороги поступают алюминий, кобальт, кадмий, медь, железо, свинец, никель, цинк, марганец и др.

В придорожную территорию с дорог, мостов со стоком и снегом поступают соли, которые были использованы для борьбы с гололедом в зимний период.

Распространяясь от дороги на значительные расстояния, выбросы и стоки формируют устойчивые аномальные придорожные территории с повышенным содержанием опасных веществ. Они накапливаются в воздухе, почве, растительности, поверхностных водах, снижают продуктивность сельскохозяйственных культур и лесной растительности.

В Беларуси существует развитая сеть автомобильных дорог. На долю автотранспорта приходится около $\frac{3}{4}$ выбросов в атмосферу загрязняющих веществ.

Валовые выбросы в 2006 г от передвижных источников на территории Беларуси составили 1137,5 тыс.т, в том числе оксида углерода 780,4 тыс.т, углеводов 214,3 тыс.т, оксидов азота 107,1 тыс.т. Максимальный объем выбросов от передвижных источников отмечен в г. Минске (189,0 тыс.т) и Минской области (213,2 тыс.т).

Таблица – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников на территории Беларуси в 2006 г., тыс.т. [Экологический бюллетень, 2006]

Область	Всего, тыс.т.
Брестская	178,4
Витебская	135,3
Гомельская	156,8
Гродненская	158,0
Минская	213,2
г.Минск	189,0
Могилевская	106,8
Республика Беларусь	1137,5

По исследованиям на дорогах России, в непосредственной близости от автомагистрали обнаруживается повышенное содержание в атмосферном воздухе загрязняющих веществ до 1,2 ПДК (Курская трасса), до 1,8 ПДК (Московская трасса), 2,4 ПДК (Ростовская трасса) (Рязанов и Рязанова, 2008).

Загрязнения поверхности земли транспортными и дорожными выбросами накапливаются постепенно и долго сохраняются даже после ликвидации дороги. Накапливающиеся в почве химические элементы усваиваются растениями.

Концентрации тяжелых металлов в снеге придорожных полос, в почве показали значительное их превышение в контрольных образцах:

в снеге: меди - до 2,8; цинка – до 2; марганца – до 12; железа – до 10; свинца – до 9 раз. В почвенном покрове содержание свинца составило от 12,5 до 38 мг/кг, что в 2-6 раз выше нормы (6 мг/кг).

Степень распространения образованных на дорогах загрязняющих веществ на прилегающих территориях находится в большой зависимости от созданных вдоль дорог защитных лесных насаждений.

Лесные полосы, одновременно выполняя снегозащитные функции, достаточно интенсивно снижают уровень загрязнения окружающей среды.

Наиболее напряженными транспортными магистралями Беларуси являются участки трансевропейских транспортных коридоров Брест – Минск – граница России, Витебск – Могилев – Гомель, а также Брест – Пинск – Калинковичи – Гомель.

Общая площадь полосы отвода автодорог занимает около 1% территории Беларуси, а учитывая тот факт, что средняя ширина зоны влияния дороги составляет 400 м (по 200 м в обе стороны) загрязнение распространяется на 15,4% территории страны (Леонович, 2005).

По мере повышения интенсивности движения экологическая опасность возрастает. Чтобы обеспечить безопасность автодорог необходимо проводить работы по повышению их транспортно эксплуатационных качеств, совершенствованию организации движения, защите поверхностей насыпей и выемок от эрозии. Основой современного управления экологической безопасности автодорог является экологическая паспортизация и дорожно-экологический мониторинг, разработка организационно-хозяйственных мероприятий.

Лесные почвы придорожных полос, особенно органика лесной подстилки, поглощают с различной интенсивностью свинец, цинк, кадмий, никель, марганец и др. При приближении к источнику выбросов наблюдается повышенное накопление в почве и особенно в лесной подстилке, нередко превышающее ПДК по Zn, Pb (Матвеев, 2005). Глинистые и органиче-

ские коллоидные компоненты служат хорошими сорбентами тяжелых металлов. Способность тяжелых металлов включаться в цикл питательных веществ деревьев с последствием уменьшения продуктивности лесной экосистемы рассматривается как серьезная проблема для больших территорий. Механизм этого процесса пока далеко не ясен. Существуют различные точки зрения и нередко противоречащие друг другу.

Высокое содержание тяжелых металлов в древесине с приближением к источнику загрязнения отмечают многие исследователи при изучении автотранспортного загрязнения (Tendel J, Wolf K, 1988; Ilgen G, Nebe W, 1989).

Дендрохроноиндикация, используя методическую базу, изучает влияние экологических факторов вдоль автомобильных дорог на величину ширины годичного кольца древесной растительности на длительных временных интервалах.

Негативное влияние автотранспорта в первую очередь проявляется вдоль автодорог с интенсивным движением.

Основной задачей нашего исследования является сравнение радиального прироста древесины сосны за длительный период произрастания в непосредственной близости от полотна автомагистрали Брест– Минск – Москва на стационаре в Негорельском учебно-опытном лесхозе, кв. 156 (Дзержинский район Минской обл.). Серия постоянных пробных площадей дополнена здесь в 2007 году учетными площадками в сосновом древостое на расстоянии 50 м (зона интенсивного воздействия автомагистрали) – ПП 73а и на расстоянии 250 м (ПП 73б), где влияние выбросов ослабевает.

Осенью 2007 года на каждой учетной площадке приростным буравом отобраны керны сосны у 20 деревьев верхнего яруса. Тип леса – сосняк мшистый, ТУМ – А2, возраст – 110 лет, полнота – 0,6 – 0,7. В камеральных условиях керны размещены на шинах. Ширина годичных колец измерена на бинокулярном микроскопе МБС-10 и представлена в виде дендрошкалы в абсолютных (мм) и относительных (%) единицах.

Для оценки количественных изменений прироста сосны под воздействием выбросов автотранспорта проведен анализ среднего абсолютного прироста на обследуемых пробных площадях за последние годы (18 лет). Выявлено статистически достоверное различие радиального прироста под воздействием выбросов при их удалении от источников (250 м – 50 м) $t \geq 3$ (по Стьюденту) за период 2007 – 1990 г.г.

Бровко О.Ф.

МОЖЖЕВЕЛЬНИК КАЗАЦКИЙ (*JUNIPERUS SABINA L.*) В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ ГОРОДА КИЕВА

Национальный аграрный университет, г. Киев, Украина, brovko_olya@ukr.net

It is shown that a juniper on 13-68% is more effective, than lawn is cleared by atmospheric air from a cadmium and lead, and in his rizosphere quantity of mushroom mikroflora on 51-68% higher, than in rizosphere lawn.

В Киеве, как и в других крупных городах, преобладает искусственно созданная среда, которая значительно отличается от природной. Для города характерна избыточная плотность населения, значительная концентрация разнообразных комплексов производственного и социального назначения с высоким уровнем шума и с загрязнением воды, воздуха и почвы в 10–30 раз превышающих фоновые. Несмотря на то, что на каждого жителя города приходится около 21 м² зеленых насаждений, в микрорайонах, прилегающих к автомагистралям и

промышленным комплексам, заболеваемость населения за последние 30 лет возросла в 1,5–2,7 раза, что актуализует вопросы, связанные с улучшением экологии в городе. Учитывая, что большинство древесных растений, используемых при озеленении города, в зимнее время сбрасывает листву, в культурфитоценозы вводится можжевельник казацкий, который принадлежит к вечнозеленым хвойным растениям и благодаря морозостойкости и засухостойкости находит применение при озеленении самых разнообразных городских объектов. Он культивируется в групповых посадках декоративного назначения, которые в большинстве случаев формируются на насыпной гумусованной массе зональных грунтов или их смеси с песками и суглинками. В фитоценозах чаще всего культивируется две разновидности этого можжевельника – с чешуйчатой и игольчатой хвоей. На насыпных почвах можжевельник формирует поверхностную корневую систему, а высота куртин редко превышает 1,2 м. До 64% корней от общей массы, учтенной в 50-сантиметровой толще, осваивает верхний 20-сантиметровый слой грунтов. Произрастание можжевельника в урбанизированной среде обуславливает увеличение на 19–32% односемянных шишкоягод и уменьшение на 20–34% шишкоягод с двумя семенами. Семенам этого вида свойственно явление партеноспермии (полнозернистых семян только 4–8%), обусловленное не условиями в урбанизированной среде, а особенностями его филогенеза.

Следует также отметить, что можжевельник казацкий, произрастающий вдоль автомобильных дорог эффективнее, чем газон, очищает атмосферный воздух, осаждая в верхних слоях грунта на 13–68% больше кадмия и свинца. В ризосфере можжевельника численность грибной микрофлоры на 51–68%, а активность каталазы на 2–5% выше, чем в ризосфере газона, что указывает на высокие фитомелиоративные свойства этого вида можжевельника.

**Быков А.В., Меланхолин П.Н.,
Шашкова Г.В.**

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ФЛОРЫ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ДОЛИНА РЕКИ СЕТУНЬ»

Институт лесоведения РАН, Московская обл., с. Успенское, Россия, root@ilan.msk.ru

The modern flora of the natural preserve “Valley of the Setun River” includes 631 species (it compiles about 40% from all vascular plants in Moscow). In this study we made the review of natural conditions and described historical factors of vegetation forming and its modern condition in preserve territory.

Природный заказник “Долина реки Сетунь” расположен в юго-западной части Москвы. Территория заказника специфична. Прежде всего, она привязана к долине реки, что предопределяет разнообразие биотопов и местообитаний (разнообразные акватории, прибрежные, пойменно-болотные и долинные сообщества, надпойменные террасы и пр.). На все это накладываются результаты многовекового антропогенного воздействия, включающего в себя результаты почти всех мыслимых форм хозяйствования: от сведения лесов и распашки до изменения рельефа местности, глобального загрязнения, изменения водного режима и урбанизации почв.

Ведущим фактором увеличения разнообразия флористического состава растительности на протяжении длительного исторического периода являлось сельское хозяйство. Оно привлекало и вносило на территорию сельскохозяйственные, луговые и сорные растения, другие виды, для которых необходимы специфические, например, очень богатые унавоженные поч-

вы и т.п. В результате переработки и изменения ландшафта в период сельскохозяйственного, а затем и промышленного освоения, ряд местных видов, а затем и природных комплексов исчезает. К настоящему времени зафиксирована утеря значительной части видов природной флоры и растительных сообществ, что неизбежно в условиях города. Утерянные виды относятся к потенциальному флористическому составу растительности, но при работах по восстановлению местообитаний и исходной растительности эти виды могут быть реинтродуцированы.

Территория заказника расположена у границы зоны таёжных лесов с зоной широколиственно-еловых (смешанных) лесов. Согласно лесорастительному районированию (Лесорастительное районирование..., 1973), она лежит на границе южной подзоны смешанных лесов и центрального округа зоны широколиственных лесов Скандинаво-Русской провинции лесов умеренного пояса. В настоящее время почвенный покров заказника, в той или иной степени деградированный, сохранился почти на 70% экологически эффективной площади заказника. Из них наиболее близки к естественным почвы в пойме р. Сетунь (аллювиальные почвенные разновидности). Остальное пространство занято почвами, формирующимися на насыпном грунте, часто на строительном мусоре, преимущественно вне поймы.

В целом расчленённость рельефа и контрастность физико-географических условий, сильно вытянутая конфигурация территории, низкий индекс её формы (Филонов, 1996), разнообразие исторической судьбы и режима землепользования, большое количество дорог обеспечивают занос рудеральных, сегетальных, культивируемых и адвентивных видов, что неизбежно ведет к увеличению биологического разнообразия растительности (Бочкин, 1989, 1994, 2003; Бочкин, Насимович, Беляева, 2001; Бочкин, Дорофеев, Насимович, 2002; Бочкин, Игнатов, Макаров, 1988; Игнатов, Макаров, Бочкин, 1988).

В современной флоре Природного заказника «Долина реки Сетунь» представлено 87 семейств, из них 77 автохтонных и 10, представляющих культивируемые и заносные виды; 315 родов, из которых аборигенных 241 и 629 видов, в том числе 438 аборигенных. Флора Москвы насчитывает более 1600 видов сосудистых растений, в том числе около 730 аборигенных видов (Флора Москвы, 2007). Таким образом, в современной флоре заказника к настоящему времени выявлено около 40% от всей флоры сосудистых растений г. Москва и почти 60% флоры аборигенных видов.

По числу видов наиболее крупными семействами являются, *Compositae* (68), *Rosaceae* (63), *Gramineae* (52), *Leguminosae* (35), *Cruciferae* (31), *Labiatae* (23), *Ranunculaceae* (23), *Cyperaceae* (22), *Salicaceae* (20), *Polygonaceae* (20) *Caryophyllaceae* (19), *Umbelliferae* (17), *Scrophulariaceae* (16). Ведущая роль этих семейств в составе исследованной флоры характерна для северной и средней Голарктики.

Во флоре заказника абсолютно преобладают аборигенные (местные) виды растений (69.7%). Большая часть флоры естественного природного флористического состава заказника (75.1%) это виды открытых безлесных местообитаний, а из них 22.2% – виды местообитаний с повышенным увлажнением. Лесные виды составляют 24.9% от общего числа видов. Такое распределение в целом более или менее соответствует долевым соотношениям разных земель – лесов, открытых пустырей и лугов и площадям заболоченных пространств и открытой воды на территории ООПТ.

Из 438 видов, произрастающих в заказнике и относимых к естественной природной растительности территории средней России - 39.4% луговые. Это обусловлено значительной площадью безлесных пространств, большая часть которых находится на луговой сукцессионной стадии формирования сообществ. Высокое участие сорной растительности (13,5%) определяется значительной долей участков, подвергшихся глубокой деградации и изменению: преимущественно это открытые пустыри, образованные насыпным грунтом тяжёлого механического состава и т.п.

Во флоре заказника велика доля растений, характерных для местообитаний с повышенным увлажнением, так как значительная часть его территории приурочена к понижениям рельефа (поймы, овраги и т.д.). Это травяно-болотные (12.8%), ольшаниковые (6.4%), а так-

же водные и околководные виды (9.4%). Участие видов, связанных с мелколиственными лесами (березняковые виды), ниже, чем ольшаниковых и составляет 5.3% аборигенной флоры.

На территории заказника сохранилось лишь 108 видов лесной флоры. В их число входят почти все присущие региону виды деревьев и кустарников, а так же ряд характерных представителей травянистой растительности хвойных, широколиственных и мелколиственных лесов. Наименее представлены виды темнохвойных таежных лесов и боров. Это *Dryopteris linnaeana*; *Maianthemum bifolium*; *Pyrola rotundifolia*; *Calamagrostis epigieos*; *Dianthus deltoides*; *Hieracium pilosella*; *Luzula pilosa*; *Vaccinium myrtillus*; *V. vitis-idaea*; *Veronica officinalis*.

Хорошо представлены виды кисличных ельников (неморально-бореальные), из которых следует указать *Actaea spicata*; *Asarum eropaeum*; *Athyrium filix-femina*; *Carex digitata*; *Dryopteris filix-mas*; *D. carthusiana*; *Epilobium montanum*; *Festuca gigantea*; *Galeobdolon luteum*; *Melica nutans*; *Milium effusum*; *Moehringia trinervia*; *Oxalis acetosella*; *Paris quadrifolia*; *Ranunculus cassubicus* и неморальные виды, что соответствует зональному положению территории природного заказника «Долина реки Сетунь».

Большая часть заносных видов – 107 из 191 (56.3% от общего числа заносных) целенаправленно высаживалась и культивировалась. Большинство из них это деревья и кустарники (29.5%), использовались в озеленении. Значительная часть (15.8%) культивировались в садах и в огородах, как пищевые и пряные (11.0%) или высаживались в садах и у жилья, как декоративные или газонные травы. Преимущественно это декоративные гибриды, культурные формы, но нередко экзоты, взятые непосредственно из природных популяций.

Менее половины (42.5%) адвентивных видов проникли на территорию самостоятельно. Прежде всего, это широко мигрирующие сорняки и другие случайные растения, занесенные преимущественно с посадочным материалом, фуражом и транспортом. Таких видов среди заносных довольно много, так как территория заказника насыщена транспортными артериями. Некоторые виды издавна попали на территорию средней России и практически стали частью природной растительности; они дают длительно существующие колонии, активно размножаются и расселяются (*Sambucus racemosa*; *Impatiens parviflora*; *Acer negundo*; *Bidens frondosa*; *Eloidea canadensis*; *Lepidotheca suaveolens*; *Salix fragilis* и др.)

По типу ареалов в заказнике преобладают европейские, восточно-европейские виды, западно-сибирско-европейские и, отчасти, сибирские виды. Среди сорных и заносных видов много представителей среднеевропейской, средиземноморской и североамериканской флор, а также космополитных и плюризональных сорняков южного происхождения.

В целом, флора Природного заказника «Долина реки Сетунь», очевидно, типична для флор сильно урбанизированных территорий Средней России.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект 08-05-00400-а.

Войнило Н.В., Линник Л.И.,
Головченко Л.А., Тимофеева В.А.

БОЛЕЗНИ ОДНОЛЕТНИХ И ДВУЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. МИНСКА

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»
г. Минск, Беларусь, luda_gol@yahoo.com

The article provides the results of annual and biannual ornamental plants phytosanitary estimation in Minsk. There were investigated 39 stationary grounds. The authors identified

6 species of phytopathogenic fungi (*Erysiphe cichoriacearum* D.C. *Puccinia arenariae* (Shum.) Wint., *P. malvacearum* Mont., *Botrytis cinerea* Pers., *Septoria salviae* Pass., *Fusarium oxysporum* Schl.).

В городских насаждениях однолетние и двулетние цветочные культуры высаживаются в комплексе с многолетними, кустарниковыми и древесными растениями. На этих растениях развиваются патогенные грибы, которые создают опасную фитосанитарную ситуацию.

Нами проведено изучение фитосанитарного состояния однолетних и двулетних декоративных культур городских насаждений (парков, скверов и магистральных посадок) г. Минска на 39 стационарных площадках. Обследование фитосанитарного состояния растений проводилось в 2007 г. в течение вегетационного периода. Определение патогенных грибов и распространенности болезней проводили по общепринятым методикам. Отбирали образцы с симптомами поражения болезнями. Определение патогенов проводили в лабораторных условиях. Для идентификации возбудителей болезней использовали определители Н.М. Пидопличко (1977), Ю.В. Синадского (1982), А.Й. Минкявичус (1984).

Обследованы следующие однолетние и двулетние цветочные культуры: амарант (*Amaranthus* L.), агератум (*Ageratum* L.), астра (*Aster* L.), алиссум (*Alyssum* L.), гомфрена (*Gomfrena* L.), календула (*Calendula officinalis* L.), космея (*Cosmea* L.), мальва (*Alcea rosea* L.), тагетес (*Tagetes* L.), сальвия *Salvia* L.), львиный зев (*Antirrhinum majis* L.), лобелия (*Lobelia* L.), маргаритка (*Bellis perennis* L.), настурция (*Tropaeolum* L.), петуния (*Petunia* Juss.), подсолнечник (*Helianthus* L.), цинния (*Zinnia* L.), портулак садовый (*Portulaca grasndiflora* Hook.), виола (*Viola* L.), целозия (*Celosia* L.), кохия веничная (*Kochia scoparia*), гвоздика турецкая (*Dianth barbatus* L.), цинерария (*Cineraria* L.), бальзамин (*Impatiens balsamina* L.), бегония всегдацветущая (*Begonia semperflorens*), душистый горошек (*Latyrus odoratus*), василек голубой (*Centaurea cyanus*), георгин однолетний (*Dahlia*), сурфиния (*Surfinia*), флокс однолетний (*Phlox* Sp.) эшшольция (*Eschscholtzia californica* Cham.).

Фитопатологическое обследование показало наличие следующих болезней на исследуемых однолетних и двулетних цветочных культурах: мучнистая роса, ржавчина, серая гниль, фузариозное увядание, септориозная пятнистость. Диагностировано 6 видов патогенных грибов из 3 классов:

класс Сумчатые грибы *Ascomycetes*
п/кл Плодосумчатые *Euascomycetidae*
пор. Мучнисторосяные *Erysiphales*
сем. *Erysiphaceae*
род *Erysiphe*
вид *Erysiphe cichoriacearum* D.C.

класс Базидиальные грибы *Basidiomycetes*
п/кл *Teliobasidiomycetidae*
пор. Ржавчинные *Uredinales*
сем. *Pucciniaceae*
род *Puccinia*
вид *Puccinia arenariae* (Shum.) Wint.
вид *P. malvacearum* Mont.

класс Несовершенные грибы *Deuteromycetes*
пор. Гифомицеты *Hyphomycetales*
сем. *Mucedinaceae*
род *Botrytis*
вид *Botrytis cinerea* Pers.
пор. Пикнидиальные *Pycnidiales*
сем. *Sphaerioideae*
род *Septoria*

вид *Septoria salviae* Pass.
пор. Спородохиальные *Acervulales*
род *Fusarium*
вид *Fusarium oxysporum* Schl.

Данные по видовому составу возбудителей болезней и распространенности болезней представлены в таблице. Возбудитель ржавчины отмечен на тагетесе (*Puccinia arenariae* (Shum.) Wint.) и мальве (*Puccinia malvacearum* Mont.). Распространенность заболевания составила 1 и 9 % соответственно. Патогенный гриб *Botrytis cinerea* Pers. отмечен на тагетесе (5 %). Распространенность мучнистой росы на циннии (возбудитель *Erysiphe cichoriacearum* D.C.) составила 12 %. На растениях львиного зева отмечены патогенный гриб *Fusarium oxysporum* Schl. Распространенность заболевания составила до 10 %. Патогенный гриб *Fusarium oxysporum* Schl. также отмечен на растениях астры однолетней (15 %) и петунии (5 %). На растениях сальвии выявлен возбудитель септориоза *Septoria salviae* Pass. Распространенность заболевания составила 2 %.

Таким образом, проведенные исследования по выявлению видового состава патогенной микрофлоры цветочно-декоративных растений в городских насаждениях г. Минска показали, что наиболее распространенными являются патогенные грибы рода *Fusarium*, *Botrytis*, *Puccinia*, *Erysiphe*.

Таблица – Видовой состав возбудителей болезней орнаментальных цветочных культур

Культура	Возбудитель болезни	Симптомы поражения	Распространенность, %
<i>Alcea rosea</i> L.	<i>Puccinia malvacearum</i> Mont.	на верхней стороне листьев желтоватые вдавленные пятна, на нижней им соответствуют пустулы коричневатого цвета	9,0
<i>Antirrhinum majis</i> L.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	пожелтение листьев, загнивание корней	10,0
<i>Aster</i> L.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	пожелтение листьев	15,0
<i>Petunia</i> Juss.	<i>Fusarium oxysporum</i> Schl.	пожелтение листьев, увядание, загнивание корней	5,0
<i>Salvia</i> L.	<i>Septoria salviae</i> Pass.	пятна мелкие, бурые, заметные с обеих сторон, позднее светлеющие в середине, с черными точками пикнид	2,0
<i>Tagetes</i> L.	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	гниль розеток и листьев	5,0
<i>Tagetes</i> L.	<i>Puccinia arenariae</i> (Shum.) Wint.	на листьях желтовато-коричневые пятна с плотными непорошащими пустулами	1,0
<i>Zinnia</i> L.	<i>Erysiphe cichoriacearum</i> D.C.	на верхних листьях белый паутинистый налет	12,0

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ: ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ И ЗАПАС БИОМАССЫ

*Нижнетагильская государственная социально педагогическая
академия, Нижний Тагил, Россия, hbfmt@rambler.ru*

The productivity of plant communities and biomass supplies have been studied. It has been shown that chemical environmental pollution causes decrease of overground and underground plant biomass and of their correlation. Unfavorable environmental factors lead to species domination structure changes in biomass: the role of dominants weakens and the number of codominants increases.

Продуктивность и запас биомассы любого растительного сообщества зависит от многих экологических факторов: абиотических (температура, освещенность, атмосферная и почвенная влажность, минеральный состав почвы и т.д.) и биотических, в частности, ценоотических – типологического разнообразия и флористического состава. Наряду с «традиционными» факторами в промышленных регионах значительное влияние на продуктивность сообществ оказывает химическое загрязнение среды различными поллютантами. В связи с этим целью данного исследования было изучение запаса биомассы, продуктивности и структуры доминирования видов в биомассе луговых сообществ, произрастающих в условиях химического загрязнения почв.

Исследования проведены в период 2001–2006 гг. на территории крупного промышленного центра Свердловской области г. Нижний Тагил. Градиент химического загрязнения на исследуемых участках, оцененный по содержанию в почве Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr и др. металлов, изменялся от 1.00 до 22.78 отн. ед. Для изучения запасов надземной и подземной фитомассы в исследуемых луговых сообществах и их продуктивности закладывали учетные площадки размером 25×25 см в количестве 10 шт. Отбор проб проведен методом монолитов (Шалыт, 1960). В лабораторных условиях определяли воздушно-сухую биомассу надземных и подземных органов каждого вида (г/м²). Всего проведено 485 измерений надземной фитомассы и 272 подземной. Величина статистической ошибки для надземной фитомассы составила не более 15 %, для подземной – не более 10 %.

Результаты эмпирических исследований обрабатывали статистически, используя стандартный пакет описательной статистики (STATISTICA 6.0) с вычислением средней арифметической и ее ошибки. Влияние факторов на продуктивность растительных сообществ оценивали методами одно- и двухфакторного дисперсионного анализа (модель с постоянными эффектами).

В рассмотренном нами градиенте химического загрязнения отмечено достоверное снижение как общей надземной, так и подземной биомассы растений (рисунок), что подтверждено методом однофакторного дисперсионного анализа (надземная фитомасса $F_{4; 212} = 4.49$ $P < 0.04$; подземная – $F_{4; 212} = 3.03$ $P < 0.01$). Изменение фитомассы в градиенте загрязнения определяется снижением степени развития травяного покрова и изменением его видового состава. Причем в большей степени происходит уменьшение подземной биомассы (в 3 раза), чем надземной (в 2.7 раз). Это объясняется тем, что подземные органы напрямую контактируют с почвенными токсикантами. Интоксикация почвы влияет на наиболее уязвимые структуры организма растений – апикальные и латеральные меристемы корня, ответственные за ростовые процессы. Под действием токсичных концентраций тяжелых металлов наблюдается задержка роста всего органа, а в соответствии со свойством корреляции, и всего организма в целом («Растения в экстремальных...», 1983; Титов и др., 2007). Это приводит к уменьшению различий между надземной и подземной биомассой. Таким образом, в условиях химиче-

ского загрязнения изменяется нормальное соотношение между рассматриваемыми частями биологической продукции сообщества.

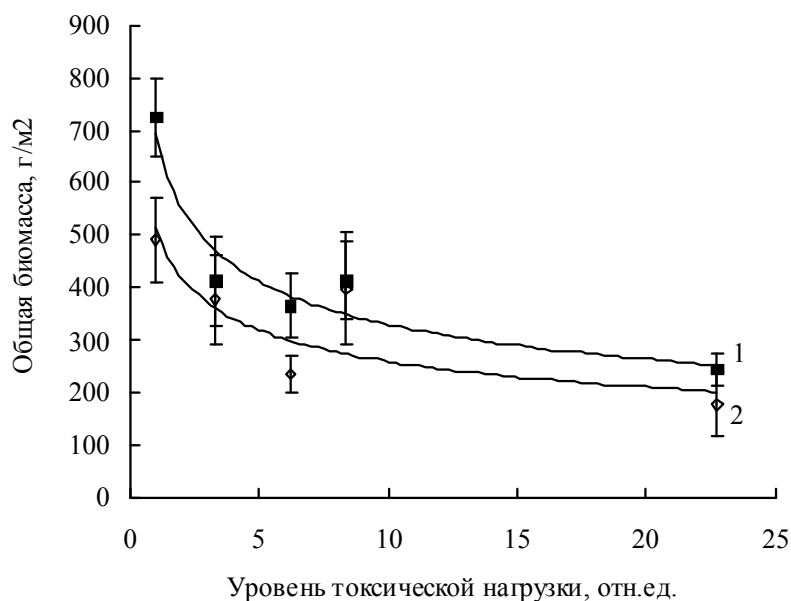


Рисунок – Динамика подземной (1) и надземной (2) биомасс в градиенте токсической нагрузки

Структура доминирования. Различная чувствительность видов, изменение ценотических отношений и эдафотопы при воздействии хронического загрязнения даже при небольших нагрузках вызывают изменения в структуре доминирования видов (Трубина, Махнев, 1997). Согласно Б. М. Миркину с соавт. (1989) к доминантам относили виды, господствующие в сообществе по фитомассе, которые интенсивно используют условия экотопа, активнее, чем прочие, участвуют в круговороте веществ в экосистеме и занимают большой гиперобъем ниши. При выделении содоминантов принимали во внимание их отличие в доле участия от видов, относящихся к группе прочих и долю вклада в общую биомассу. Вклад доминантов и содоминантов в общую биомассу должен составлять более 50 %.

В структуре доминирования сообщества фоновой зоны в благоприятный по погодноклиматическим условиям год ($ГТК_{\text{вегет. сезона}} = 1.2$ – достаточное увлажнение) значительна роль доминанта, наряду с которым выделяется один содоминант. Неблагоприятные погодноклиматические условия ($ГТК$ 1.7 и 1.5 – избыточное увлажнение) приводят к ослаблению роли доминанта и увеличению количества содоминантов. В сообществах импактной зоны в качестве пессимальных факторов в благоприятный год выступает только химическое загрязнение почвы. В структуре биомассы в этот сезон выделяется доминант и два содоминанта. Структура доминирования видов в биомассе этого сообщества аналогична фоновому в неблагоприятный год. В менее благоприятный год на импактном участке проявляется сочетанное действие «традиционных» факторов и химического загрязнения. Однако структура доминирования сохраняется. Таким образом, ответная реакция на пессимизацию среды (неблагоприятные погодные условия или химическое загрязнение) у сообществ фоновой и импактной зоны сходная, она проявляется в ослаблении роли доминанта и увеличении количества содоминантов. Сообщества буферной зоны в благоприятных погодных условиях характеризуются наличием доминанта и двух или нескольких содоминантов, а в неблагоприятных – либо сохраняют эту структуру доминирования (участок с нагрузкой 3.33 отн. ед.), либо увеличивается доля доминанта и уменьшается число содоминантов (6.19 отн. ед.). Возможно, такое изменение связано с различием состава доминантов и содоминантов в разных сообще-

ствах и обладающих разной реакцией на погодно-климатические условия и химическое загрязнение.

Таким образом, в сообществах фоновых территорий в ответ на действие «традиционных» неблагоприятных факторов происходит смена структуры доминирования, что сопровождается резким снижением продуктивности. В условиях химического загрязнения структура доминирования не меняется. Группу доминантов и содоминантов образуют виды, наиболее устойчивые к химическому загрязнению. При действии неблагоприятных традиционных факторов видовой состав этой группы не меняется, изменяется лишь процентное соотношение между ними и соответственно их роль в структуре доминирования. Это, видимо, и является одним из механизмов, позволяющим не снижать продуктивность сообщества ниже критического уровня, достаточного для его нормального существования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 07–04–00075–а) и Федерального агентства по образованию (Темплан НИР НТГСПА, задание в 2005 и 2008 г.г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Миркин Б. Н., Розенберг Г. С., Наумова Л. Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.
2. Растения в экстремальных условиях минерального питания: эколого-физиологические исследования / Под. ред. М. Я. Школьника, Н. В. Алексеевой-Поповой. Л.: Наука, 1983. 176 с.
3. Титов А. Ф., Таланова В. В., Казина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам / Отв. ред. Н. Н. Немова. Инт биол. Кар. НЦ РАН. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. 172 с.
4. Трубина М. Р., Махнев А. К. Динамика напочвенного покрова лесных фитоценозов в условиях хронического загрязнения фтором // Экология. 1997. № 2. С. 90–95.
5. Шалыт М. С. Вегетативное размножение и возобновление высших растений и методы его изучения // Полевая геоботаника. М.; Л., 1960. Т. 2. С. 163–208.

Калашник Н.А.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ХВОЙНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ПО УРОВНЮ ХРОМОСОМНЫХ НАРУШЕНИЙ В СОМАТИЧЕСКОЙ ТКАНИ

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН
г. Уфа, Россия, kalash.ufa@mail.ru

Cytogenetik studies of four South Ural coniferous species were conducted under the conditions of industrial pollution of different character and intensity as compared to a control one. Scots pine among the analysed species and the estimation of the level of chromosomal aberrations at ana-telophase mitosis stages among other used methods is determined to be characterized by the greatest indication sensitivity.

Многие исследователи считают различные цитогенетические методы в мониторинговых наблюдениях одними из самых чувствительных способов эффективной и адекватной оценки влияния неблагоприятных экологических факторов на окружающую среду (Горовая и др., 1995; Бессонова и др., 1996; Буторина, Калаев, 2000; Гуськов и др., 2000).

В настоящей работе представлены результаты исследования уровня хромосомных нарушений в соматической ткани четырех видов хвойных – сосны обыкновенной, лиственницы Сукачева, ели сибирской и пихты сибирской, произрастающих на территории Южного Урала в условиях различного по характеру и интенсивности поливалентного промышленного загрязнения в сравнении с относительно чистыми, контрольными условиями.

В качестве объектов для исследования выбраны средневозрастные естественные насаждения хвойных видов, произрастающие на территории Челябинской области и Башкортостана (Россия). Всего исследовано 25 пробных площадей, в том числе сосны обыкновенной из 10 местообитаний, ели сибирской – из 6, лиственницы Сукачева – из 5, пихты сибирской – из 4. На выбранных пробных площадях оценивалось жизненное состояние древостоев согласно классификации В.А.Алексеева (1989). При анализе результатов учитывалась комплексная характеристика интенсивности загрязненности территорий по состоянию атмосферного воздуха, водоемов и почвенного покрова в районе исследований.

Сильное поливалентное загрязнение исследуемых территорий солями тяжелых металлов, бензапиреном, формальдегидом, фенолом, оксидами углерода, азота, серы, другими вредными для окружающей среды веществами обусловлено выбросами большого числа предприятий черной и цветной металлургии, энергетики, автотранспорта. В условиях загрязнения, названного нами как «критическое» и «сильное», превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей в окружающей среде доходило до десятков и даже сотен раз. Жизненное состояние древостоев определено как «сильно ослабленные» и «отмирающие». В условиях загрязнения, названного нами как «умеренное», наблюдается незначительное превышение ПДК. Жизненное состояние древостоев определено как «ослабленные» или «здоровые». В контрольных и фоновых условиях загрязняющие вещества практически отсутствуют. Древостои по жизненному состоянию определены как «здоровые».

В качестве материала для исследований использовали меристематическую ткань проростков семян, собранных на каждой пробной площади не менее чем с 10–15 деревьев в 1996–2004 гг. Для цитологического анализа материал окрашивали в 1%-ном растворе ацетогематоксилина по методике, модифицированной применительно к хвойным породам (Правдин и др., 1972). Препараты изучали при помощи микроскопов МБИ-6, ЛЮМАМ Р8 и БИМАМ Р13. Фотодокументирование производили при помощи микрофотонасадки на пленку «Микрат» или цифровой фотокамерой Canon Power Shot A95. Исследовали с каждой пробной площади не менее 1000 делящихся клеток на стадии ана-телофазы и 100 клеток на стадии метафазы с учетом числа и характера аномалий. Уровень хромосомных нарушений определяли общепринятым методом (Паушева, 1980), достоверность различий между исследуемыми пробными площадями хвойных видов по уровню хромосомных нарушений определяли по критерию χ^2 (Животовский, 1991).

Результаты исследования уровня хромосомных нарушений в соматической ткани хвойных видов показали, что в условиях загрязнения у всех из исследованных видов увеличивается число аномалий и наблюдается их более широкий спектр. Так, уровень хромосомных нарушений у хвойных видов на стадии ана-телофазы митоза в условиях критического загрязнения выше в 10.25–11.69 раза, в условиях сильного и умеренного загрязнения в 1.05–5.06 раза, чем в относительно чистых условиях. В условиях загрязнения в основном наблюдаются 4–6 из выявленных типов аномалий, а в контрольных и фоновых, как правило, не более 3–4 типов (рисунок 1).

Уровень хромосомных нарушений, выявленных у хвойных видов на стадии метафазы митоза в условиях критического загрязнения выше в 7.5–16.05 раза, в условиях сильного и умеренного загрязнения – в 1.25 – 3.50 раза, чем в фоновых условиях. В условиях загрязнения, как правило, наблюдаются 4–5 типов аномалий, а в контрольных и фоновых, в основном, не более 1–3 типов (рисунок 2).

В результате попарного сравнения уровня хромосомных нарушений, выявленных на стадии ана-телофазы митоза у хвойных видов из условий техногенного загрязнения и контрольных, с использованием критерия χ^2 в основном установлена достоверность различий этих показателей при разных уровнях значимости. Так, у сосны обыкновенной обнаружены различия при высоких уровнях значимости между пробными площадями из контроля и условий критического, сильного и умеренного загрязнения. У ели сибирской, лиственницы Сукачева и пихты сибирской достоверные различия отмечены только между пробными площадями из условий сильного загрязнения и контроля, а между пробными площадями из условий умеренного загрязнения и условий контроля определены как недостоверные.

В результате сравнения уровня хромосомных нарушений, выявленных на стадии метафазы митоза с использованием критерия χ^2 установлена достоверность различий при разных уровнях значимости только между пробными площадями сосны обыкновенной из контроля и условий критического и сильного техногенного загрязнения, а также между одной из пробных площадей пихты сибирской из условий сильного загрязнения и контроля. В остальных случаях различия определены как недостоверные. Сравнение пробных площадей из контрольных и фоновых условий показало, что различия между ними по уровню хромосомных нарушений на обеих исследуемых стадиях митоза не достоверны.

В результате проведенных исследований в соматической ткани хвойных видов выявлен широкий спектр хромосомных aberrаций: внутрихромосомные и междохромосомные обмены, делеции, повреждения митотического аппарата клетки. В условиях загрязнения большинство из наблюдаемых типов хромосомных aberrаций носит негативный характер – они задерживают цитотомию клетки, приводят к разнородности дочерних ядер, потере генетического материала и гибели клеток. Высокий уровень хромосомных нарушений, наблюдаемых на метафазной и ана-телофазной стадиях митоза у хвойных видов из загрязненных условий

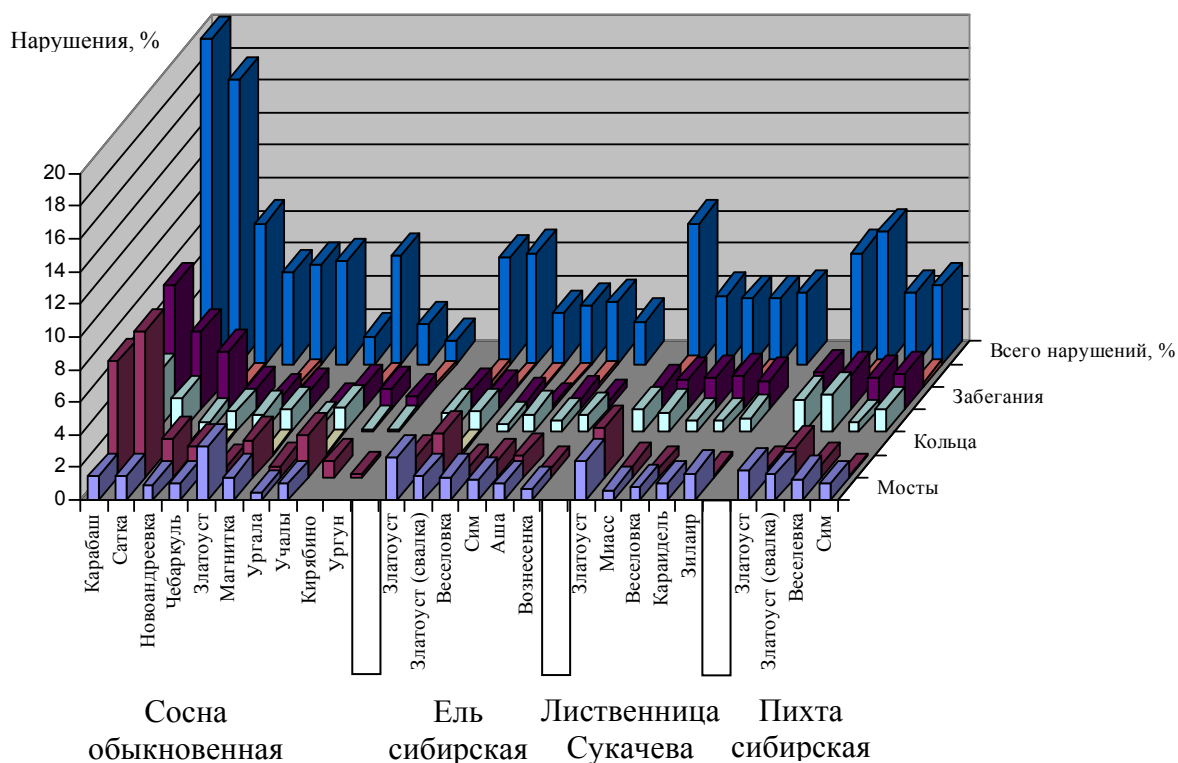


Рисунок 1 – Хромосомные нарушения в соматической ткани хвойных видов на стадии ана-телофазы.

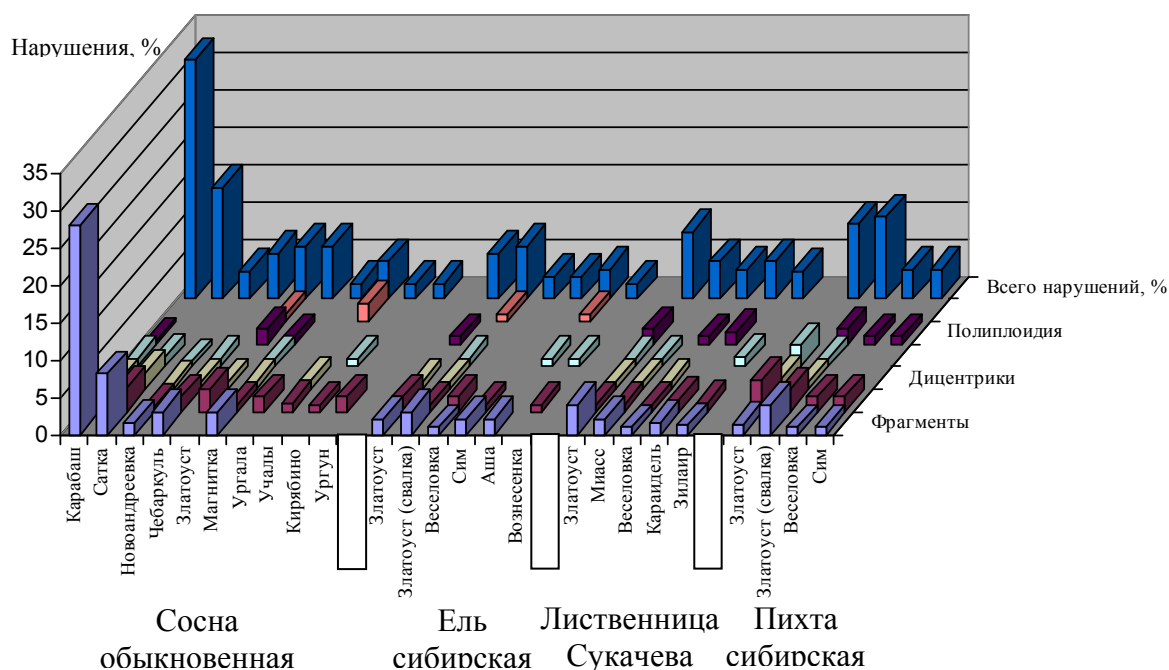


Рисунок 2 – Хромосомные нарушения в соматической ткани хвойных видов на стадии метафазы.

произрастания, а также достоверные отличия загрязненных насаждений от контрольных и «фоновых» по частоте встречаемости нарушений свидетельствуют о том, что большая часть выявленных аномалий вызвана воздействием на объекты исследования промышленных выбросов.

Использованные нами в качестве объектов хвойные виды и апробированные цитогенетические методы показали различную чувствительность в оценке степени негативного влияния техногенного загрязнения на окружающую среду. Наиболее эффективным оказался метод оценки уровня хромосомных нарушений на стадии ана-телофазы митоза. Наиболее чувствительным из исследуемых видов определена сосна обыкновенная, у которой наблюдались достоверные различия между контролем и всеми исследованными уровнями загрязнения при высоких уровнях значимости. Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что для масштабной оценки состояния окружающей среды в качестве тестового объекта среди южноуральских видов хвойных целесообразнее использовать сосну обыкновенную, в качестве тестового метода из апробированных – метод оценки уровня хромосомных нарушений на стадии ана-телофазы митоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
2. Бессонова В.П., Грицай З.В., Юсыпова Т.И. Использование цитогенетических критериев для оценки мутагенности промышленных поллютантов // Цитология и генетика. 1996. Т.30. № 5. С.70–76.
3. Буторина А.К., Калаев В.Н. Анализ чувствительности различных критериев цитогенетического мониторинга // Экология. 2000. № 3. С.206–210.
4. Горовая А.И., Дигурко В.М., Скворцова Т.В. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднестровье // Цитология и генетика. 1995. № 5. С. 16–22.
5. Гуськов Е.П., Вардуни Т.В., Шкурат Т.П. и др. Свободно-радикальные процессы и уровень aberrаций хромосом в листьях древесных растений как тест-системы на генотоксичность городской среды // Экология. 2000. № 4. С. 270–275.

6. Животовский. Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. 271 с.
 7. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1980. 304 с.
 8. Правдин Л.Ф., Бударегин В.А., Круклис М.В., Шершуква О.П. Методика кариологического изучения хвойных пород // Лесоведение. 1972. № 2. С. 67–75.
-

Капелькина Л.П.

ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ СЕВЕРА

*Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
г. Санкт-Петербург, Россия. kapelkina@mail.ru*

The processes of natural occlusion of different types of disturbed North lands were study. The specifics of plants growth and development on disturbed sites were found out. The importance of preservation and recovery of vegetation in the regions of exploitation and processing of natural recourses is emphases.

Возрастающая потребность в минерально-сырьевых и энергетических ресурсах и ограниченность их запасов в районах с благоприятным климатом обуславливают необходимость разработки месторождений и переработки полезных ископаемых в суровых условиях Севера. Начальная стадия работ при освоении территорий сопровождается уничтожением растительного и почвенного покрова. Последствия воздействия промышленности на природные ландшафты, как правило, имеют необратимый характер, сокращаются и уничтожаются места обитания видов растений и животных, внесенных в список редких и исчезающих. Их охрана является необходимым условием сохранения генофонда. В случаях, когда естественные местообитания редких и исчезающих видов растений подлежат неизбежному уничтожению в связи с хозяйственным освоением территорий, введение их в культуру представляет собой перспективный метод сохранения. Учитывая важность сохранения и восстановления растительности как компонента биосферы при выборе направлений хозяйственного использования нарушенных территорий предпочтение следует отдавать биологической рекультивации. Решающими факторами успешности работ по восстановлению растительного покрова являются подбор ассортимента растений для формирования устойчивого растительного покрова и изучение состава и свойств пород, вынесенных на дневную поверхность.

Однако биологическое освоение нарушенных земель здесь связано с определенными сложностями, обусловленными зонально-географическими условиями месторождений. Суровая субарктическая среда, специфика нарушений, вызванных горными и строительными работами, и физиологические особенности местных растений ставят часто в невыгодное положение самые традиционные способы рекультивации. Содействие естественному зарастанию нарушенных территорий, заключающееся в рациональном складировании вынесенных на дневную поверхность пород, обеспечивающее возможность поселения и развития растений, позволяет снизить объем активных рекультивационных работ и до настоящего времени занимает ведущее положение в процессах формирования растительности на нарушенных землях Севера. Знание его особенностей позволит разработать мероприятия по ускорению этого процесса.

Наблюдения за естественным зарастанием и опытные работы по восстановлению растительного покрова проводились нами в Мурманской и Магаданской областях, в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах. Наиболее детально изучены нарушенные земли Мурманской области (Кольский Север). Нарушенные участки в большинстве слу-

чаев представляют первичные экотопы. Таковы отходы обогащения медно-никелевых, апатито-нефелиновых, вермикулитовых и железных руд, складированные в хвостохранилища, золоотвал Кировской ГРЭС, карьеры по добыче руд, вскрышные породы, извлекаемые с большой глубины. Эти субстраты лишены зачатков растений. Примером вторичных экотопов являются некоторые карьеры по добыче общераспространенных строительных материалов (песка, гравия), породные отвалы, содержащие в поверхностном слое зачатки растений. Возраст изученных на Кольском Севере нарушенных земель (время, прошедшее после окончания складирования пород и отходов) составляет от 1 месяца до 27 лет.

Флористический состав естественной растительности, изученный на нарушенных территориях Кольского Севера, включает (по предварительным данным) 86 видов растений, в том числе 13 видов деревьев и кустарников, 5- кустарничков, 52 вида травянистых растений, 10-мхов, 6-лишайников. Он включает лесные, луговые, болотные растения. Наиболее широко представлены семейства ивовых и злаковых. В экологическом спектре доминируют мезофильные растения, в биологическом - многолетники. Наибольшее покрытие поверхности обеспечивается мхами.

Изучение пионерной растительности выявило некоторые характерные особенности. Частой встречаемостью на нарушенных землях характеризуются такие виды как луговик дернистый, мать-и-мачеха обыкновенная, иван-чай обыкновенный, хвощ полевой, вейник наземный, ивы, что связано с широким распространением этих растений, высокой летучестью семян, способностью быстро прорасти и укорениться, низкой требовательностью к почвенному плодородию, повышенной адаптацией и устойчивостью к неблагоприятным экологическим условиям. Для растений, поселяющихся на нарушенных землях, характерен ряд особенностей, обусловленных эдафическими условиями и влиянием микроклиматических факторов: мощная, хорошо разветвленная корневая система, усиление ксероморфных черт, связанное с недостатком влаги, сильное развитие механических тканей, формирующихся под воздействием ветра и засыпания песчинками, снижение интенсивности роста в высоту. Некоторые виды растений представлены стелющимися, приземистыми, ветвистыми формами. Все виды, встречающиеся на отвалах, зарегистрированы на окружающей местности. Растениям Севера, произрастающим на крайнем пределе распространения, присуща повышенная экологическая приспособляемость. Некоторые виды растений, например, щавель воробьиный и луговик извилистый, предпочитающие обычно кислые почвы, встречаются здесь на субстратах со щелочной реакцией среды. В то же время естественное зарастание отдельных отвалов, в частности, хвостохранилищ обогатительных фабрик, несмотря на относительно благоприятные химические свойства, практически невозможно. Покрытие поверхности хвостохранилищ растениями не превышает 1-5%, запасы фитомассы незначительны. Основными причинами слабого самозарастания песков хвостохранилищ являются сильная ветровая эрозия и низкие запасы влаги. Влажность песков в поверхностном слое в летнее время часто падает ниже значений, соответствующих устойчивому завяданию растений.

Проведенные исследования показали, что в условиях Севера физические факторы среды (влажность и плотность субстрата, ветровая эрозия и т.д.) по своей значимости для поселения и развития растений обычно преобладают над химическими показателями (бедность субстратов питательными веществами, щелочная реакция среды, высокое содержание токсичных элементов). Так, на отвале 16-летнего возраста, сложенном наиболее благоприятными с позиций биологического освоения отходами — нефелиновыми песками, зафиксировано меньшее количество видов, чем на 10-летнем отвале отходов медно-никелевой флотации (комбинат «Печенганикель»), содержащих тяжелые металлы в высоких концентрациях.

В научной литературе, посвященной загрязнению окружающей среды, подчеркивается факт весьма высокой чувствительности лишайников и мхов к воздействию атмосферных загрязнений. Однако на отходах медно-никелевой флотации и золоотвале Кировской ГРЭС с резко щелочной реакцией среды, находящихся в зоне сильного аэротехногенного загрязнения, происходит поселение и развитие мхов. Грунты золоотвалов тепловых электростанций многие авторы считают биологически стерильными и даже фитотоксичными. Эти субстраты

в условиях Украины, Урала, Подмосковья без вмешательства человека не зарастают в течение многих лет. На золоотвалах Южно-Кузбасской ГРЭС отдельные пионерные растения появляются через 5-10 лет, Кохтла-Ярвенской ГРЭС – через 20-30 лет, а в условиях Донбасса только через 80 лет после складирования, выветривания и выщелачивания вредных включений атмосферными осадками. По-видимому, определенное значение имеет и химический состав золы. На Кольском полуострове не эксплуатируемые участки золоотвала ГРЭС в связи с повышенной влажностью субстрата и слабым воздействием ветра из-за прилегающего к отвалу лесного участка, ежегодно в конце лета покрывается мхами. Это также свидетельствует о высокой адаптационной способности растений Севера.

Результаты изучения естественного зарастания различных категорий нарушенных земель Севера и проведенные экспериментальные работы по восстановлению растительности дают основание говорить о необходимости обязательного проведения работ по восстановлению растительного покрова на хвостохранилищах обогатительных фабрик, площадях, вышедших из-под гидроотвалов в газо- и нефтедобывающих районах, сложенных эрозионными песками. Это обусловлено неблагоприятным прогнозом их естественного зарастания и значительным отрицательным влиянием пылящих отходов на окружающую среду.

Колбас А.П., Волосюк С.Н.

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ И СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИСТА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина,
Брест, Беларусь, kolbas77@mail.ru

Application of various approaches has shown authentic distinctions in a state of needle Picea abies, dwelling in city and natural settings. Accumulation by leaves of toxic heavy metals in urboecosystems, bound to augmentation of age of sheet is marked. Influence of technogenic factors on the majority of biometrical characteristics is revealed. Maximally informative on the majority of the investigated indicators there were annual needles.

Проблема загрязнения окружающей среды особенно актуальна для городов, в которых проживает большая часть населения нашей страны и где сконцентрированы основные источники техногенных выбросов: автотранспорт, объекты энергетики и промышленные предприятия. С увеличением влияния антропогенных факторов обычными загрязнителями окружающей среды стали тяжелые металлы (ТМ), вызывающие серьезные заболевания у живых организмов и практически не подвергающиеся процессам разрушения в природных условиях.

В биоиндикации состояния урбоэкосистем ведущую роль играют растения. Общеизвестно, что в начале XXI века на территории Беларуси сложилась крайне неблагоприятная экологическая обстановка для ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) – лесообразующей породы, которая, благодаря своей декоративности, применяется в озеленении населенных пунктов. Существует представление о том, что среди множества причин усыхания ельников решающее значение принадлежит техногенному загрязнению [1]. Поэтому изучение состояния этого вида в экстремальных городских условиях приобретает особую значимость. Наиболее информативным является ассимиляционный аппарат ели, максимально контактирующий с

окружающей средой, сохраняющийся на растении в течение нескольких вегетационных периодов и обладающий целым рядом диагностических признаков.

Цель данной работы – применить различные подходы в мониторинге состояния ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в урбоэкосистемах (на примере города Бреста).

В соответствии с поставленной целью, программой исследования предусматривалось решение следующих задач:

1. Определение содержания воды и зольности листьев.
2. Определение содержания ТМ в хвое.
3. Исследование влияния техногенных выбросов на количественную выраженность и уровни варьирования биометрических показателей листа: количество хвоинок на 10 см побега (охвоенность), масса 100 хвоинок и длина хвои.
4. Изучение изменений анатомического строения листа в связи с загрязнением окружающей среды.

Для решения поставленных задач были применены 2 методических подхода: физико-химический и морфолого-анатомический. Образцы 1-3-летних листьев отбирались с 60-70-летних деревьев, произрастающих в рекреационной зоне бывшего военного госпиталя в центральной части города Бреста. Для получения достоверных результатов импактный мониторинг осуществлялся параллельно с фоновым. Контрольные образцы были взяты с одновозрастных деревьев в Национальном парке «Беловежская пуща».

Общую влагу определяли двухступенчатым методом. Озоление образцов проводили в муфельной печи. Содержание девяти элементов (Pb, Cd, Co, Cr, Mn, Zn, Cu, Fe, Ni) исследовали на атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR MkII-M6 Double Beam AAS с пламенным атолизатором в ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси». Изготовление постоянных препаратов осуществляли по общепринятой в анатомии растений методике [2]. Анатомический анализ исследуемых объектов проводился на световом микроскопе Микмед-5. Измерения проводили с помощью винтового окуляра микрометра МОВ – 1–15.

Получены оригинальные результаты по содержанию ТМ в хвое разных возрастов у деревьев, обитающих как в антропогенно-трансформированной, так и в условно чистой среде. Следует отметить, что ни в одном из случаев не наблюдалось превышения фитотоксического максимума по содержанию ТМ. Однако у различных авторов значения ПДК в объектах окружающей среды сильно варьируют, поэтому данный вопрос в настоящее время находится в стадии разработки.

В городских условиях прослеживается тенденция к накоплению ТМ (у трехлетней хвои зафиксированы максимумы по семи элементам), в то же время в природных экосистемах с увеличением возраста хвои происходит некоторое снижение содержания большинства исследуемых элементов (максимумы по пяти элементам отмечены у однолетних листьев). У однолетних листьев городских деревьев наблюдается меньшее суммарное содержание металлов по сравнению с эталонными условиями (12 и 24 мг/кг соответственно). Это связано, в первую очередь, с недостатком биофильных элементов (марганец, медь). Однако уже у двухлетних листьев концентрация меняется в пользу городских елей (26 и 22 мг/кг), а к третьему году жизни эта разница становится значительной (30 и 21 мг/кг).

Увеличение общего содержания ТМ в урбоэкосистемах происходит в первую очередь за счет техногенных элементов (свинец, хром, цинк). Содержание токсичного свинца в городских условиях уже в однолетних листьях почти в 4 раза превышает этот показатель по сравнению с фоновым. Однако с возрастом эта разница несколько сглаживается за счет накопления этого элемента и в природных фитоценозах. Причиной этого явления может быть трансграничный перенос загрязняющих веществ, весьма ощутимый на западных рубежах Беларуси [3]. При изучении динамики накопления свинца в городе отмечается увеличение его содержания в 9 раз у трехлетней хвои по сравнению с однолетней. Это свидетельствует о хорошей аккумулирующей способности данного вида.

Максимальные значения влажности отмечены у двух- и трехлетней хвои городских деревьев, что подтверждает ранее высказанное мнение о зависимости аккумулярующих свойств листьев от содержания в них воды. Наблюдается зависимость зольности листьев от суммарного содержания ТМ, что может использоваться для экспресс-тестов в дальнейших мониторинговых исследованиях без привлечения дорогостоящего аналитического оборудования.

Поступление техногенных поллютантов в условиях города оказывает влияние на целый ряд морфометрических признаков листа ели европейской. Прежде всего, это приводит к уменьшению длины хвои. Причем, наиболее сильные различия в этом показателе характерны для хвои первого года (32%), средние - для второго (21%) и меньше всего отличается хвоя третьего года (14%). Масса 100 хвоинок в городских условиях меньше на 12-53 %, чем в условиях чистой зоны. Уменьшение длины и массы хвои ели европейской в условиях техногенного загрязнения компенсируется большим количеством листьев. Охвоенность побегов первого года в городе на 72% больше. В дальнейшем различия в этом показателе у хвои второго и третьего года менее значительны и составляют соответственно 9% и 5%. Это связано с меньшим сроком жизни хвои в городских условиях. Снижение с возрастом различий по исследованным биометрическим показателям указывает на постепенную адаптацию ассимиляционного аппарата к условиям городской среды.

Анализ анатомического строения листа показал, что для городских елей характерна некоторая ксерофитизация, выраженная в более сильном развитии покровных и механических структур: кутикулы, гиподермы, склеренхимы. Клетки мезофилла в условиях города имеют меньшие размеры и степень складчатости оболочек. Наблюдается тенденция к уменьшению размеров смоляных ходов (в 1,5-2 раза), проводящего цилиндра (в 1,2-1,5 раза) и элементов ксилемы и флоэмы (в 1,1-1,3 раза). В целом, исследованные изменения анатомо-морфологических показателей носят количественный характер, качественных различий не обнаружено.

Выявленные адаптационные и аккумулярующие способности ели европейской могут послужить предпосылкой для более широкого использования данного вида в мониторинговых исследованиях современного экологического состояния городов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев В.Н. Экология ели / В. Н. Киселев, Е. В. Матюшевская. – Мн.: БГУ, 2004. – 217 с.
2. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М.: Высш. школа, 1960. – 206 с.
3. Израэль Ю.А. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Ю.А.Израэль. – Л: Гидрометеиздат, 1989. – 284 с.

Куликова Е.Я.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОННЫХ КУЛЬТУРФИТОЦЕНОЗОВ В РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОНАХ Г. МИНСКА

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича
НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь, kulikova22@mail.ru

The condition of lawn phytosenoses in Minsk was estimated on 25 constant items of supervision in the various functional zones: along the roads and the streets, in the parkways and in the squares. The greatest share of lawn herbage of the extremely unsatisfactory and unsatisfactory

condition is on the lawns along roads and streets, that testifies about the greatest anthropogenic load on these phytosenoses. The best condition of herbages is established on lawns in the squares.

Газоны в системе рекреационных насаждений города являются ландшафтообразующим элементом. Газон как горизонтальный базис служит основой для планомерного размещения на нем различных типов зеленых насаждений, строений, архитектурных сооружений и других элементов садово-парковой композиции. Санитарно-гигиенические и эстетические функции газонов сохраняются за счет необходимого ухода, создания оптимальных условий для роста и развития растений. Поэтому проведение мониторинговых наблюдений за состоянием газонных культурфитоценозов позволят выявить основные антропогенные факторы, оказывающие отрицательное влияние на состояние газонных травостоев, оценить степень их устойчивости, а также разработать комплекс мероприятий по улучшению состояния газонов.

Состояние газонных культурфитоценозов в г. Минске оценивалось на 25 постоянных пунктах наблюдения (ППН) в различных функциональных зонах: вдоль дорог и улиц, на бульварах и в скверах. За вегетативный период 2007 года нами на исследуемых газонах было заложено 37 трансект. По линии трансекты на газонном покрытии глазомерно выделялись различные микрогруппировки (структурные части газонного культурфитоценоза). Для каждой микрогруппировки определялись следующие показатели: ее протяженность, жизненность, общее проективное покрытие, проективное покрытие видов-газонообразователей, условно газонообразователей, сорняков и мхов. В заключение давалась интегральная оценка качества газонных травостоев.

Важно и актуально изучить эколого-биоморфологические особенности видов, формирующих газонные культурфитоценозы, поскольку это позволит дать комплексную оценку состояния газонов, а также решать проблемы их декоративности и долговечности. Определение видового состава наблюдаемых газонных культурфитоценозов г. Минска и его анализ проводился с целью установления закономерностей распространения, характера и устойчивости видов разной биоморфологии на газонах в различных функциональных зонах.

Видовой состав наблюдаемых газонов насчитывает 88 видов растений, принадлежащих к 21 семейству и 69 родам. Наибольшими по численности таксонов являются семейства *Poaceae*, *Asteraceae*, *Caryophyllaceae*, *Fabaceae*, *Polygoniaceae*, *Rosaceae* и *Chenopodiaceae*. К первым четырем семействам относится более 55 % видов растений, что свидетельствует о флористической неполночленности газонных культурфитоценозов, поскольку они представляют собой неустойчивые растительные сообщества. Без должного и систематического агротехнического ухода за газонами под воздействием факторов окружающей среды происходит постепенное их восстановление до природной растительности. Большинство исследуемых газонов, особенно в старых скверах, представляют собой полунатурализовавшиеся растительные сообщества, которые в процессе демутиации приближаются к природным фитоценозам.

Анализ травянистых растений по продолжительности жизни показал, что на газонах вдоль дорог и бульваров доля однолетников (20 %) выше, чем в скверах (17 %). Преобладающее количество однолетников на газонах вдоль дорог и бульваров, среди которых, как правило, преобладают сорные виды, свидетельствует о большей антропогенной нагрузке на травостой газонов данных функциональных групп.

По числу видов и обилию особей на обследованных газонах первостепенную роль играют гемикриптофиты, зимующие почки которых располагаются у поверхности почвы и защищены опадом растений и снегом. Среди газонообразующих видов в данной категории жизненных форм наибольшее распространение получили *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L., *Festuca rubra* L., *F. pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L. Высокая степень постоянства таких гемикриптофитов как *Taraxacum officinale* Wigg., *Achillea millefolium* L., *Plantago major* L., *Potentilla anserina* и др. указывает на засоренность газонов вследствие недостаточного за ними ухода. Среди криптофитов наиболее приспособ-

ленными к экологическим условиям газонов являются длиннокорневищные и корнеотпрысковые растения – *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Galium mollugo* L., *Sonchus arvensis* L. и др. Доля терофитов составляет от 27 % (в скверах) до 33 % (на бульварах) видового состава газонных травостоев. Терофиты, как правило, поселяются на оголенных местах – *Poa annua* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, *Stellaria media* (L.) Vill., *Polygonum arenastrum* Boreau., *Chenopodium album* L. и др. В спектре жизненных форм на газонах преобладают гемикриптофиты как типичные представители луговой растительности. Невысокий процент криптофитов на обследованных газонах города, вероятно, связан с тем, что при рекреационной нагрузке происходит уплотнение почвы, где, как правило, и располагаются их почки возобновления. Поэтому, прежде всего, страдают представители данной жизненной формы.

Тип развития вегетативной сферы определяет не только общую биоморфу, но и отображает состояние экотопа, способ размножения и конкурентоспособность видов. Строение корневой системы и характер кушения видов играют важную роль в формировании дернины, поскольку газон – не только декоративность, но и устойчивость к различным нагрузкам (вытаптыванию, стойкость к размоканию и разрыву и т.д.). В основном, в газонных травостоях преобладают короткорневищные и длиннокорневищные виды растений. Значительная доля короткостержнекорневых видов растений свидетельствует о высокой сорности газонов, а значит и об их низких функциональных показателях.

Во флоре газонов заметно повышен удельный вес видов ксерофильной части экологического спектра, что не согласуется с мезофильным характером газонного травостоя. Следует отметить, что в газонных травостоях вдоль дорог доля таких видов растений выше, чем на остальных газонах, что является следствием более высокой температуры в районах масштабного асфальтирования, повышенной плотности автомобилей, усиленной освещенности и др.

Фитоценотический анализ растений, населяющих газоны, показал, что в травостое доминируют опушечно-луговые, сорно-луговые и сорно-рудеральные виды. В целом, большое количество сорно-рудеральных видов свидетельствует о значительной засоренности газонов города. При этом распределение видов в газонных травостоях по фитоценотическим группам имеет свои особенности на газонах различных категорий. Так, в травостое газонов вдоль дорог доля сорно-рудеральных видов самая высокая, что также указывает на большую антропогенную нагрузку на данные экотопы.

Оценивая в целом состояние газонных покрытий в различных функциональных зонах, становится очевидным, что наибольшая доля газонного травостоя крайне неудовлетворительного и неудовлетворительного состояния приходится на газоны вдоль дорог и улиц. На их долю выпадает почти половина всех обследованных микрогруппировок – 49 %. Кроме вытаптывания, как и на всех исследованных газонах, здесь присоединяются такие антропогенные факторы, оказывающие отрицательное влияние на состояние газонных культурфитоценозов, как запыленность и захламленность травостоя, загрязнение его мазутом, тяжелыми металлами (свинец, медь) и др. Наилучшее состояние травостоев установлено на газонах в скверах. Так, на долю микрогруппировок с хорошим и отличным травостоем приходится 27 % всех описанных микрогруппировок (на бульварах – 21 %, вдоль дорог и улиц – 14 %). Здесь же зарегистрирована и самая высокая жизненность у большинства обследуемых группировок, что объясняется наименьшим воздействием антропогенных факторов, отрицательно сказывающихся на состоянии газонного травостоя.

Таким образом, знания эколого-биоморфологических особенностей видов растений, формирующих газонные культурфитоценозы, позволяют целенаправленно влиять на признаки декоративности газонов и поддерживать высокое их качество в определенных условиях окружающей среды.

Линник Л.И., Войнило Н.В.,
Головченко Л.А., Тимофеева В.А.

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. МИНСКА

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» г. Минск, Беларусь,
luda_gol@yahoo.com

The article provides the results of ornamental bushes phytosanitary estimation in Minsk. There were investigated 39 stationary grounds. The authors identified 7 species of phytopathogenic fungi (Erysiphe cichoriacearum D.C.f. solidaginis Jacz., Sphaerotheca pannosa Lev. var. rosae Woronich., Phragmidium lisciflrum James., Ph. tuberculatum Mill, Botrytis cinerea Pers., Septoria phacidioides Desm., Marssonina rosae) and 3 species of pests (Macrosiphum rosae L., Aphis fabae Scop, Aphis pomi Deg).

Декоративность кустарников значительно зависит от их фитосанитарного состояния. Нами проведено изучение фитосанитарного состояния декоративных культур городских насаждений (парков, скверов и магистральных посадок) г. Минска. Наблюдение за появлением болезней на кустарниках проводилось в 2007 г. в течение вегетационного периода.

Определение патогенных грибов и распространенности болезней проводили по общепринятым методикам. Отбирали образцы с симптомами поражения болезнями. Идентификацию патогенов проводили в лабораторных условиях по определителям Н.М. Пидопличко (1977), А.Й. Минкявичус (1984), Ю.В. Синадского (1982). Идентификацию вредителей вели по определителю А.А. Рупайс (1976).

В Минске обследовано 39 стационарных площадок цветочных и древесно-кустарниковых культур. Декоративные кустарники представлены следующими культурами: айва японская (*Chaenomeles japonica* Lindl.), барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.) и пурпурнолистный (*Berberis purpurea*), боярышник (*Crataegus* L.), бересклет европейский (*Evonymus europae* L.), вейгела, гортензия (*Hydrangea*), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucida* Schlecht.), курильский чай (*Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb.), магония (*Mahonia*), можжевельник (*Juniperus*) казацкий и обыкновенный, рододендрон (*Rhododendron*) вечнозеленый и листопадный, роза садовая, плетистая (*Rosa* L.), самшит (*Buxus sempervirens* L.), снежногортензия (*Symphoricarpos*), спирея (*Spiraea* L.) японская и Тунберга, шиповник (*Rosa canina*), форзиция (*Forsythia*), чубушник (*Philadelphus*), гортензия (*Hydrangea*).

Фитопатологическое обследование показало наличие болезней и вредителей на исследуемых декоративных кустарниках. Выявлен и идентифицирован видовой состав патогенов растений.

Большинство представителей патогенной микрофлоры являются возбудителями широко распространенных болезней, отличаются разной степенью вредоносности, обусловленной комплексом факторов: временем проявления болезни, агрессивностью возбудителя, устойчивостью растения-хозяина. Видовой состав возбудителей болезней декоративных кустарников представлен 7 видами патогенных грибов из 3 классов:

класс Сумчатые грибы *Ascomycetes*
п/кл Плодосумчатые *Euscomycetidae*
пор. Мучнисторосяные *Erysiphales*
сем. *Erysiphaceae*
род *Erysiphe*
вид *Erysiphe cichoriacearum* D.C.f. *solidaginis* Jacz.
род *Sphaerotheca*
вид *Sphaerotheca pannosa* Lev. var. *rosae* Woronich.

класс Базидиальные грибы *Basidiomycetes*
 п/кл *Teliobasidiomycetidae*
 пор. Ржавчинные *Uredinales*
 сем. *Pucciniaceae*
 род *Phragmidium*
 вид *Phragmidium lisciflrum* James.
 вид *Ph. tuberculatum* Mill

класс Несовершенные грибы *Deuteromycetes*
 пор. Гифомицеты *Hyphomycetales*
 сем. *Mucedinaceae*
 род *Botrytis*
 вид *Botrytis cinerea* Pers.
 пор. Пикнидиальные *Pycnidiales*
 сем. *Sphaerioideae*
 род *Septoria*
 вид *Septoria phacidioides* Desm.
 пор. Спородохиальные *Acervulales*
 род *Marssonina*
 вид *Marssonina rosae* (Lib.) Died.

Данные по видовому составу возбудителей болезней и распространенности заболеваний представлены в таблице. Возбудитель ржавчины отмечен на растениях шиповника и барбариса обыкновенного (*Phragmidium lisciflrum* James., *Ph. tuberculatum* Mill.). Распространенность заболеваний составила 1,0 % и 3 % соответственно. Возбудитель серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. отмечен на спирее и гортензии (1,5% и 4,0%). На розе плетистой и барбарисе пурпурнолистном на некоторых площадках отмечена мучнистая роса (*Sphaerotheca pannosa* Lev. var. *rosae* Woronich и *Erysiphe cichoriacearum* D.C.f. *solidaginis* Jacz.). Распространенность болезни составила в среднем 5,0 % и 7,0 % соответственно. На розе садовой (площадка зеленой зоны Национальной библиотеки) выявлена черная пятнистость, вызываемая возбудителем болезни *Marssonina rosae* (Lib.) Died. Распространенность заболевания составила до 25%.

Таблица – Видовой состав возбудителей болезней декоративных кустарников

Культура	Возбудитель, болезнь	Симптомы поражения	Распространенность, %
Барбарис обыкновенный	<i>Phragmidium lisciflrum</i> James., <i>Ph. tuberculatum</i> Mill. – ржавчина	ярко-оранжевые подушечки эцидиальной стадии гриба	3,0
Барбарис пурпурнолистный	<i>Erysiphe cichoriacearum</i> D.C.f. <i>solidaginis</i> Jacz. – мучнистая роса	беловатый налет на листьях (особенно нижних) со временем темнеющий	7,0
Гортензия	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. – серая гниль	желтовато-бурые пятна	4,0
Роза плетистая	<i>Sphaerotheca pannosa</i> Lev. var. <i>rosae</i> Woronich. – мучнистая роса	Белый паутинистый налет на листьях	5,0
Роза садовая	<i>Marssonina rosae</i> (Lib.) Died. – черная пятнистость	Черная пятнистость листьев	25,0
Самшит	<i>Septoria phacidioides</i> Desm. – септориоз	Пятнистость листьев	1,0
Спирея японская	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. – серая гниль	пятнистость листьев	1,5
Шиповник	<i>Phragmidium lisciflrum</i> James., <i>Ph. tuberculatum</i> Mill – ржавчина	ярко-оранжевые подушечки эцидиальной стадии гриба	1,0

Обследование посадок кустарника показало незначительное повреждение растений вредителями. Из 22 видов кустарников только 3 вида (роза садовая, чубушник и кизильник) повреждались вредителями подотряда Тли (*Aphidinea*). На розе садовой отмечена зеленая розанная тля (*Macrosiphum rosae* L.).

Повреждаются молодые листья, цветки, вредители (взрослые и личинки) высасывают из них сок. Листья желтеют, цветки опадают, бутоны не распускаются. На чубушнике отмечена бобовая тля (*Aphis fabae* Scop). Повреждаются молодые листья, цветки. Листья желтеют, цветки опадают. На кизильнике отмечена яблоневая тля (*Aphis pomi* Deg). Повреждаются молодые побеги, листья, взрослые особи и личинки высасывают из них сок. Листья желтеют и опадают.

Таким образом, проведенные исследования показали наличие болезней и вредителей на декоративных кустарниках в городских насаждениях Минска. Наиболее распространенными являются грибы рода *Botrytis*, *Phragmidium*, *Marssonina* и *Erysiphe*, вредители рода *Aphis*.

Лунина Н.М., Гайшун В.В.,
Рыженкова Ю.И., Свитковская О.И.

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ДЕКОРАТИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

ГНУ «Центральный ботанический сад НАНБ», г. Минск, Беларусь, nlun@tut.by

The article quotes the some results of monitoring the cultivated flora of the ornamental herbaceous plants in Belarus. 114 species have been determined as those characterized by the broadest areal in the region. The forecasting recommendations on the perspective of herbaceous plants cultivation to Belarus are given in the article.

Наряду с основным, традиционным направлением работы ботанических садов - интродукцией новых видов и сортов, созданием и сохранением коллекций полезных и редких растений, ЦБС НАНБ с 1996 г. проводит мониторинг озеленительных посадок городов и населенных пунктов республики.

Исследования проводятся нами по этапам:

1. Выявление таксономического состава декоративных растений озеленительных посадок в городах и населенных пунктах областей республики; эколого-географический и исторический анализ ассортимента растений; комплексная оценка культивируемых растений по параметрам, объективно отражающим их жизненность в новых условиях произрастания; создание базы данных «Культурная флора декоративных травянистых растений Беларуси» на электронном носителе.

2. Исследование культивируемых ареалов видов.

3. Мониторинг озеленительных посадок; выявление видов, образующих растительные инвазии.

4. Разработка научно-обоснованных рекомендаций по рациональному использованию и обогащению культурной флоры декоративных растений республики и предотвращению введения в культуру потенциально инвазивных видов.

В результате проведенных к настоящему времени исследований нами установлен таксономический состав культурной флоры декоративных травянистых растений республики. Следует отметить, что травянистые декоративные растения, культивируемые в озеленитель-

ных посадках и на приусадебных участках республики - интродуценты. Лишь около 10 видов (около 10%) - представители аборигенной региональной флоры.

В культурной флоре Беларуси нами зарегистрировано около 600 видов и 3,5 тыс. сортов (всего 4150 таксонов) декоративных травянистых растений, относящихся к 332 родам из 73 семейств. Из них наиболее широко распространены растения, культивируемые на приусадебных участках. Выявлено, что наиболее широкий культигенный ареал характерен 114 видам, культивируемым повсеместно в разных областях республики. Среди них *Hemerocallis fulva*, сорта *Paeonia lactiflora* и *Phlox paniculata*, *Asparagus officinalis*, *Rudbeckia laciniata* "Golden Balls", *Lilium tigrinum*, *L. hollandicum*, *L.*, *Dianthus barbatus*, *Lychnis chalcidonica* и др.

Проводимый мониторинг зеленых насаждений показал, что ассортимент используемых в республике декоративных видов, особенно однолетних, динамичен во времени, что в первую очередь объясняется модой на растения. Так, очень популярная и ранее повсеместно культивируемая *Rudbeckia laciniata* "Golden Balls" вытесняется новыми, более модными сортами *Helenium*, *Chrysanthemum x koreana*.

Благодаря деятельности ботанических садов ассортимент декоративных растений в городском озеленении постепенно расширяется. Инвентаризация городских цветников в Минске, Новополоцке, Витебске, Гродно, Бресте, Копыле и др. показала, что в настоящее время в озеленении преобладают однолетние растения. Особенно широко распространены современные сорта петуний, тагетесов, бегоний. Ассортимент многолетних растений в озеленительных посадках гораздо скромнее - около 35 наименований. Среди них *Bergenia crassifolia*, *Hosta sieboldii*, *H. rectifolia*, *H. lancifolia*, *Astilbe x hybrida hort.*, *Campanula carpatica*, *Iris x hybridus hort.*, *Hemerocallis x hybridus hort.*, *Aruncus dioicus*, *Matteucia struthiopteris*, *Phlox subulata*, *Heuchera x hybrida* и др.

Среди декоративных интродуцентов есть виды, способные к образованию растительных инвазий. По нашим наблюдениям, к ним относятся *Xanthoxalis stricta* «*Atropurpurea*», *Coreopsis x hybridus*, *Tradescantia andersonii*, *T. virginica*. Первый вид повсеместно используется в озеленительных посадках школ, детских садов. Отмечены также случаи натурализации *Aster novi-belgii*, *Iris hybrida hort.*, *Hemerocallis fulva*, *Scilla bifolia*, *Vinca minor*, *Dianthus barbatus*, *Rudbeckia laciniata Golden Ball.*, *Aster novi-belgii*, на территории Гродненской, Минской и Витебской областей.

Мониторинг зеленых насаждений позволяет дать научно-обоснованные рекомендации по обогащению и рациональному использованию генофонда культурной флоры.

На наш взгляд важным аспектом мониторинга культивируемых интродуцентов должно быть не только выявление динамики состава и состояния посадок, но и меры, направленные на предотвращение введения в культуру потенциально инвазивных видов, а также растений, неперспективных по своим биологическим свойствам для распространения в регионе. Если ботанические сады рекомендуют для широкого культивирования в республике виды и сорта только после комплексного изучения, то многочисленные фирмы ввозят растения, которые неустойчивы и поэтому неперспективны. На наш взгляд, помимо фитокарантинного контроля следует проводить специалистами ботанических садов экспертизу предполагаемых для ввоза в республику и введения в зеленые насаждения новых видов и сортов декоративных растений.

МОНИТОРИНГ КОМПОНЕНТОВ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИ АЭРОТЕХНОГЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,
г. Санкт-Петербург, Россия, irina@lya.spb.ru

The investigations were carried out in 1981–2005 years in dwarf-shrubs-lichen pine forests disposed at 60–70 (control), 30–35 (buffer zone) and 15 (impact zone) km from Ni–Cu-smelter complex (Kola peninsula, Russia). It was shown that pollution level of organic horizon of Al-Fe-humic-podzol soils did not change, but the dust emission volumes had decreased in 3–4 times. In 2005 year in the impact zone the Ni and Cu concentrations in Pinus sylvestris needles were decreased in 8–12 times as well as heavy metals content in Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea, V. uliginosum, Arctostaphylos uva-ursi leaves was decreased only in 2 times compared with their background ones. Perhaps, the decreasing of Ni and Cu content in all species leaves (needles) was lied with decreasing of dust emission volumes.

Лаборатория экологии растительных сообществ БИН РАН уже более 25 лет проводит мониторинг состояния лесных экосистем Кольского полуострова, подвергающихся воздействию атмосферных выбросов предприятия цветной металлургии ОАО «Комбинат «Североникель»», который является самым мощным источником загрязнения окружающей среды в северной Европе. Целью настоящей работы является оценка многолетней динамики содержания основных металлов-загрязнителей (Ni, Cu) в компонентах сосновых фитоценозов при разном уровне аэротехногенной нагрузки.

Исследования проводили с 1981 по 2006 гг. в молодых (средний возраст древостоя 50–70 лет) сосняках кустарничково-лишайниковых, расположенных на расстоянии 60–70 (фоновый район), 30–35 (буферная зона) и 15 (импактная зона) км от комбината. Объектами исследования были органогенный горизонт (О) Al-Fe-гумусовых подзолистых почв, ассимиляционные органы следующих видов: *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Arctostaphylos uva-ursi*. Содержание подвижных форм (вытяжка 1.0 н HCl) Ni и Cu в горизонте О подзолистых почв, а также содержание этих же металлов в листьях (хвое) растений определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Индекс техногенной нагрузки рассчитывали как отношение суммарного содержания подвижных форм Ni и Cu в почвах соответствующих зон загрязнения к их фоновому содержанию.

В фоновом районе содержание подвижных форм Ni и Cu в органогенном горизонте подзолистых почв варьировало за период наблюдений от 3.0 до 11.4 и от 3.1 до 16.5 мг/кг соответственно, а их средние концентрации составили 7.5 ± 0.6 и 8.8 ± 0.4 мг/кг почвы. Интервал варьирования содержания тяжелых металлов находится в пределах фоновых концентраций этих элементов в северотаежных подзолистых почвах, поэтому они были приняты за региональные фоновые значения при расчете индекса техногенной нагрузки. В буферной зоне средние содержания подвижных форм Ni и Cu за период наблюдений были равны 50.2 ± 5.6 и 65 ± 14 мг/кг почвы, при этом интервалы варьирования составляли 20.4–80.6 и 15.5–185 мг/кг почвы соответственно. Индекс техногенной нагрузки за период наблюдений колебался от 3.6 до 14.5 и в среднем был равен 7.6. В импактной зоне средние концентрации Ni и Cu в органогенном горизонте почв за период наблюдений соответственно составляли 445 ± 28 и 700 ± 93 мг/кг почвы, размах варьирования концентраций соответствовал пределам 128–835 и 100–1345 мг/кг почвы. Индекс нагрузки в этой зоне также существенно изменялся в различные годы исследования от 34.2 до 156 и в среднем был равен 75.4. Следует отметить, что, несмотря на наличие достоверных различий в содержании тяжелых металлов в органогенном горизонте лесных почв в разные годы исследования, тенденции к снижению уровня загрязнения почв не выявлено. Иными словами, снижение объемов атмосферных выбросов твер-

дых веществ комбинатом в 3–4 раза к концу периода наблюдений не привело к снижению уровня загрязнения почв.

За период наблюдений среднее содержание Ni и Cu в хвое *Pinus sylvestris* из фонового района исследования было равно соответственно 4.7 ± 0.3 и 4.4 ± 0.2 мг/кг абсолютно сухого вещества (АСВ), что является региональными фоновыми концентрациями этих элементов в хвое сосны. В разные годы наблюдений размах варьирования составил для Ni 2.5–9.0 для Cu – 2.8–7.5 мг/кг АСВ. В буферной зоне содержание тяжелых металлов в 4.3–8.7 раз превышало фоновые концентрации и составляло в среднем 40.9 ± 3.2 (Ni) и 18.9 ± 0.9 (Cu) мг/кг АСВ. Максимальная концентрация никеля в хвое сосны в этой зоне была отмечена в 1988 г., меди – в 1984 г., и она соответственно составляла 63.2 ± 8.0 и 53.0 ± 1.4 мг/кг АСВ. В 2005 г. в буферной зоне наблюдалось снижение содержания обоих металлов в 4–5 раз по отношению к максимальному содержанию в этой зоне. Среднее содержание Ni и Cu в хвое сосны за весь период наблюдений в импактной зоне было равно 160 ± 24 и 79.5 ± 9.5 мг/кг АСВ соответственно, что в 34 и 18 раз превышало их фоновые концентрации. Максимальные содержания исследуемых загрязнителей в хвое сосны в этой зоне были отмечены в те же годы, что и в буферной зоне, и составляли соответственно 260 ± 70 и 170 ± 17 мг/кг АСВ. В конце периода наблюдений концентрации обоих металлов снизились в 7.8–12.2 раз по сравнению с максимальным значением в этой зоне.

Известно, что в условиях аэротехногенного загрязнения металлы-загрязнители могут поступать в растение как из почвы, так и из воздуха. Корреляционный анализ данных показал отсутствие корреляции между содержанием подвижных форм тяжелых металлов в почве, их концентрацией в хвое сосны и объемом атмосферных выбросов твердых веществ за период наблюдений. Как отмечалось выше, уровень загрязнения лесных почв тяжелыми металлами за период 1981–2005 гг. в буферной и импактной зонах различался в разные годы исследования, но его снижения не было выявлено, несмотря на уменьшение объемов атмосферных выбросов твердых веществ. Из этого следует, что снижение содержания тяжелых металлов в хвое сосны к концу периода наблюдений может быть связано с уменьшением доли воздушного поступления их соединений в ассимиляционные органы сосны.

За весь период наблюдений в фоновом районе среднее содержание Ni и Cu в листьях кустарничков составило 3.4 ± 0.4 и 6.1 ± 0.4 мг/кг АСВ, что соответствует региональным фоновым значениям. Интервал варьирования концентраций тяжелых металлов был довольно большим как в разные годы наблюдений, так и между разными видами: для Ni – от 1.4 до 8.4 (*V. myrtillus*), а для Cu – от 2.0 (*A. uva-ursi*) до 12.4 мг/кг АСВ (*V. myrtillus*). Достоверные различия в средних концентрациях тяжелых металлов в листьях кустарничков отмечены примерно в половине случаев, при этом однонаправленного изменения их концентраций за период 1981–2005 гг. не наблюдается.

В буферной зоне содержание Ni и Cu во всех исследованных видах ягодных кустарничков составляло в среднем 16.0 ± 1.0 и 8.6 ± 0.7 мг/кг АСВ соответственно, что в 4.7 и 1.4 раза выше по сравнению со средними фоновыми значениями. Минимальная концентрация Ni была равна 7.6 (*V. uliginosum*), а максимальная – 34.0 мг/кг АСВ (*V. myrtillus*), для Cu интервал варьирования составлял от 3.0 (*A. uva-ursi*) до 18.0 мг/кг АСВ (*V. myrtillus*). За 25-летний период наблюдений в большинстве случаев отмечаются достоверные различия в содержании Ni и Cu в листьях кустарничков, однако нет направленного тренда в изменении их концентраций с течением времени.

В импактной зоне наблюдались наибольшие значения содержания тяжелых металлов в листьях всех исследуемых видов кустарничков независимо от года наблюдения. Средние содержания Ni и Cu за весь период исследования составили: *V. myrtillus* – 87.4 ± 1.9 и 28.0 ± 1.5 ; *V. vitis-idaea* – 68.4 ± 4.3 и 21.6 ± 2.2 ; *V. uliginosum* – 84.5 ± 3.5 и 27.9 ± 1.2 ; *A. uva-ursi* – 49.7 ± 3.1 и 12.0 ± 0.4 мг/кг АСВ соответственно, что в среднем в 19–26 и 2.6–4.5 раза выше по сравнению с их фоновыми концентрациями. За 25-летний период выявлено существенное снижение (в 2.4–3.6 раз) концентрации Ni к концу срока наблюдений. Взаимосвязь между объемом атмосферных выбросов твердых веществ и содержанием Ni и Cu в листьях всех исследуемых ви-

дов кустарничков отсутствует, в то время как между содержанием этих металлов в растениях и органогенном горизонте почв существует высокая скоррелированность ($r=0.93-0.99$, $p<0.05$) по всему градиенту техногенной нагрузки. Отсюда можно сделать вывод, что фактором, определяющим накопление загрязнителей в растениях, является их содержание в почве.

Таким образом, по мере приближения к источнику загрязнения во всех компонентах лесных экосистем существенно возрастает содержание тяжелых металлов. За 25-летний период наблюдения в соответствии со снижением объемов атмосферных выбросов твердых веществ концентрации Ni и Cu в ассимиляционных органах всех исследуемых видов растений существенно уменьшаются, при этом не происходит снижения уровня загрязнения верхнего горизонта подзолистых почв.

На заключительном этапе работа поддержана РФФИ №06-04-48902 и Программой ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования».

Мавленкова Е.В., Черненко Т.В.,
Тихонова Е.В.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
г. Москва, Россия, chern@cepl.rssi.ru

Changes of structure and composition of boreal forest in vicinities of metallurgical combine "Severonickel" on Kola peninsula during the period between 1981 and 2007 were studied. Use of the remote information and field researches has allowed to develop a complex works on a biodiversity north-taiga ecosystems in conditions of atmospheric pollution. The preliminary classification map of vegetative cover considering of territory landscape features has been made in a result.

Разработка и совершенствование инструментов мониторинга лесных экосистем является важной научной и практической задачей. Для лучшего понимания функционирования наземных экосистем необходима точная оценка вклада природных и антропогенных факторов, в частности, техногенного воздействия. Состояние и динамика бореальных лесов на их северном пределе распространения на Кольском полуострове, особенно в зоне влияния промышленных источников атмосферного загрязнения, является объектом национальной и международной озабоченности. С этой целью в Мурманской области на Кольском полуострове в период с 1981 по 2007 гг. изучались изменения состава и структуры северотаежных бореальных лесов, вызванные негативным действием выбросов горно-металлургического комбината «Североникель».

Исследуемая территория испытывала на себе влияние комбината, начиная с 30-х годов XX столетия, что повлекло глубокие негативные преобразования природных сообществ на больших территориях, хорошо диагностируемые как наземными, так и дистанционными методами. В настоящее время отмечены признаки позитивной динамики состояния растительного покрова, связанные с рядом причин: уменьшением объемов выбросов с начала 1990-х гг., сменой высокосернистых норильских руд на фэйнштейн из местных малосернистых руд, с переводом цеха плавки никеля на комбинат «Печенганикель», а также с заменой старого

оборудования и технологий. Специфика изучаемой территории состоит в высокой динамичности процессов преобразования растительного покрова.

Состояние растительного покрова оценивалось на постоянных пробных площадях по градиенту загрязнения (Черненко, 2003). Описание растительных сообществ выполнялось по стандартной методике на пробных площадях с детальной поярусной характеристикой сообществ, учетом параметров местообитания (положение в рельефе, гидрология, характеристика почвенного покрова, следы антропогенных нарушений и др.). Выявление полного флористического состава сопровождалось оценкой обилия видов по шкале Браун-Бланке и в процентах покрытия от площади поверхности. Общее число пробных площадей - 230, размер - 20×20 м. Точки описания позиционированы на местности с помощью приемников GPS, что позволило использовать их в среде ГИС и количественном пространственном анализе. Собранный в поле материал геоботанических описаний введен в базу данных, содержащую элементы программного пакета Turboveg.

Для оценки экосистемного разнообразия и пространственного распределения индикационных признаков состояния растительных сообществ в зависимости от природных и антропогенных факторов использовались ДДЗ, данные лесоустройства и полевых исследований, а также базовые картографические материалы. Оценка состояния наземного покрова с использованием методов дистанционного зондирования состояла из следующих этапов: предварительная обработка изображения, комплекс полевых работ, тематическое дешифрирование с обработкой и анализом данных, визуализация параметров (индикаторов) состояния растительного покрова (Мониторинг ..., 2008).

При автоматизированном определении характеристик наземного покрова с помощью космоснимков существенным является выявление оптимального набора классов, выявляемых с достаточным уровнем достоверности и соразмерных пространственному масштабу изучаемой территории. Верхними классификационными единицами служили типы наземного покрова (горные тундры, редколесья, леса, вырубки, гари, болота, поймы, водоемы, техногенные пустоши). Для территорий, покрытых растительностью, выделение классов было проведено с учетом преобладания в наземном покрове растений определенных жизненных форм (кустарнички, травы, мохообразные и лишайники).

Нижними классификационными единицами являлись типологические категории в ранге групп ассоциаций, выделенные на основе флористической классификации или доминантного подхода с учетом породного состава древесного яруса. Полученные с использованием различных подходов классификационные единицы в целом оказались близки особенно для территорий, слабо подверженных антропогенному воздействию, однако имели особенности при дальнейшем использовании и интерпретации результатов. Для выявления экологических и динамических связей в растительном покрове территории использование классификации геоботанических описаний по методу Браун-Бланке, а также анализа по критерию флористического сходства в программе Twinspan (Two-Way INdicator SPecies ANalysis - двусторонний анализ на основе индикаторных видов) (Hill, 1994) было признано более целесообразным. При классификации описаний по методу Браун-Бланке выделилось несколько безранговых групп растительных сообществ с определенным набором дифференциальных видов. В эти группы объединились, в основном, описания, выполненные в буферной, фоновой и контрольной зонах. Эколого-ценотические свойства дифференциальных видов выделенных групп позволяют характеризовать сообщества, вошедшие в ту или иную группу, с точки зрения их отношения к определенным факторам среды, а также судить о степени антропогенного воздействия. Наличие переходных групп между основными говорит о наличии связей между теми или иными сообществами, а также позволяет проследить динамические процессы, идущие в них. Описания, выполненные в импактной зоне, не удалось классифицировать по данной методике, так как все естественные различия нивелированы действием выбросов. Для этой зоны характерно повсеместное распространение массовых видов, таких как *Vaccinium myrtillus*, *Empetrum nigrum*, *Ledum palustre*, отмеченных с высоким постоянством во всех выделенных группах. Двусторонний анализ на основе индикаторных видов (Twinspan), позво-

лил сгруппировать эти описания в более или менее четкие группы, отличающиеся главным образом проективным покрытием перечисленных выше видов.

Доминантная классификация дает больше возможностей для визуализации и дешифрирования растительного покрова территории с использованием дистанционной информации, поэтому именно доминантный подход был положен в основу классификационных единиц легенды к разрабатываемой карте растительности данной территории. В частности, согласно проведенному ранее зонированию территории в импактной зоне с максимальным уровнем загрязнения наибольшее распространение имеют техногенные пустоши, сочетания сообществ из березняков с ивой кустарничково-луговиковых и полумертвопокровных кустарничково-разнотравных и кустарничково-луговиковых. Площадь техногенной пустоши равна 8.9% оцениваемой территории, что составляет 750 км². В буферной зоне частичного разрушения экосистем в средних позициях рельефа наиболее распространенными в сосновой, еловой и смешанной формационной группе были кустарничковые, лишайниковые и кустарничково-зеленомошно-лишайниковые (на внешней границе), кустарничково-луговиковые, кустарничково-лишайниковые сообщества. Граница березовых редколесий находится на высоте 300 м над у.м. (выше, чем в импактной зоне), в составе древесного яруса принимают участие ель и сосна. Лесная растительность фоновой зоны характеризовалась сравнительно меньшим типологическим разнообразием и была представлена главным образом ельниками кустарничково-зеленомошными, в ненарушенных местообитаниях достигающими до высоты 400 м над у.м., а также естественными сукцессионными сериями сосново-еловых лесов с разным соотношением мохово-лишайниковой растительности в сложении напочвенного покрова.

В итоге была составлена первая версия классификационной карты растительного покрова, выполненная с учетом ландшафтных особенностей территории (м 1:200 000). В целом выявлена сложность исследуемой территории, на которой с положительной обратной связью на антропогенный процесс загрязнения накладываются независимые или спровоцированные им природные явления, чаще всего пожары.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг биоразнообразия лесов: методология и методы / Под ред. А.С.Исаева. М.: Наука, 2008. 256 с.
2. Черненко Т.В. Подходы к количественной оценке биологического ущерба лесных сообществ в условиях техногенной нагрузки // Экология, №3, 2003. С.163-169.
3. Hill M.O. DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. / Cornell Univ., Ithaca (N.Y.) 1994. 31 p.

Маврищев В.В., Дюкова Т.А.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ Г. МИНСКА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

БГПУ им. М.Танка, г. Минск, Беларусь, victormavr@gmail.com

The article reviewed the results of the air conditions studyings in Minsk with the method of lichenoidication. The studying of lichens properties has made a preliminary conclusion that the city lichenoflora is very poor. The three areas of contamination are singled out in Minsk.

С целью оценки экологического состояния воздушного бассейна г.Минска были проведены лихеноиндикационные исследования парковых зон города: парк им. Я. Купалы, парк

«50-летия Октября», парк «Дружбы народов», парк Челюскинцев, зеленая зона в микрорайоне «Веснянка», отдельные древесные насаждения около железнодорожного вокзала.

В результате исследований было зарегистрировано, собрано и определено 89 образцов лишайников. Из этого количества выделено 14 наиболее характерных для города видов, которые встречаются во всех парковых зонах довольно часто, либо являются приуроченными только к одному местообитанию. Так, *Physcia tenella* встречается во всех зонах, довольно распространенными являются представители родов *Physcia*, *Parmelia*, *Xanthoria*. Реже встречаются представители родов *Hypogymnia* (вид *Hypogymnia physodes* был обнаружен в зеленой зоне микрорайона «Грушевка», в парке Челюскинцев, парке им. Я. Купалы, районе ст. м. Могилевская). Также были найдены единичные представители: виды *Physconia pulverulenta* и *Lecanora sp.* в зелёной зоне микрорайона «Веснянка»; вид *Physcia ascendens* в парке Челюскинцев. Основную массу лишайникового покрова во всех районах составляют виды *Physcia tenella* и *Xanthoria parietina*, которые являются наиболее устойчивыми к действию оксидов азота и серы. Также на всех точках был отмечен сильный налет водорослей на стволах деревьев и талломах лишайников, что в свою очередь свидетельствует о кислотном загрязнении среды.

Биологическое разнообразие лишайников, отмеченных в результате исследований, невелико. Общее количество зарегистрированных видов составляет 27. В среднем, количество обнаруженных видов лишайников для разных объектов составило 5-6 представителей.

Сопоставив полученные данные с таблицей полеотолерантности лишайников, для города Минска были выделены лишайники, относящиеся к двум классам: гемерADIOФОРЫ и гемерОФИЛЫ. В свою очередь каждый класс подразделяется на подклассы, выделяемые в зависимости от степени окультуренности ландшафта. Так, класс гемерADIOФОРЫ включает подкласс, состоящий из видов лишайников, встречающихся в природных и слабо окультуренных ландшафтах, а также часто встречающихся в умеренно окультуренных ландшафтах. Например, виды *Hypogymnia physodes*, *Physcia aipolia*. В составе класса гемерОФИЛОВ выделены три подкласса:

а) - виды лишайников, которые встречаются часто в умеренно окультуренных ландшафтах и редко в сильно окультуренных ландшафтах: *Parmelia sulcata*, *Physcia tenella*, *Lepraria aeruginosa*;

б) - виды лишайников, встречающиеся часто в сильно окультуренных ландшафтах: *Physconia grisea*, *Xanthoria polycarpa*;

в) - виды лишайников, встречающиеся в условиях очень сильной культуры: *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*.

Но более удовлетворяющие результаты могут быть получены при изучении лишайниковых группировок. Для этого был рассчитан индекс разнообразия Шеннона — Уивера (H'), который математически характеризует два параметра ценоза: число имеющихся видов и равномерность распределения их популяций (численность особей или их количественную долю) (таблица).

В результате были получены значения H' в пределах от 1,618 (зеленая зона микрорайона «Веснянка») до 0,802 (насаждения около железнодорожного вокзала), что свидетельствует о значительной антропогенной нагрузке (при уменьшении антропогенной нагрузки $H' \geq 3$).

Таким образом, изучение биоиндикационных свойств лишайников позволили сделать предварительное заключение о том, что лишайнофлора города Минска очень бедна, что свидетельствует о высоком уровне окультуренности ландшафта и высоком уровне загрязнения атмосферы. В пределах города Минска можно выделить зону «лишайниковой пустыни» - район железнодорожного вокзала и ст.м. Могилевская; зону очень сильного загрязнения - парки им. Я.Купалы, Челюскинцев, сквер на Городском валу, район ст.м. Пушкинская; и зону умеренного загрязнения - зеленые зоны микрорайонов «Веснянка» и «Грушевка», Киевский сквер.

Таблица – Расчет индекса разнообразия по Шеннону-Уиверу для районов г. Минска

Район города	N	p_i	h_i	H'
Зеленая зона микрорайона Веснянка	17	0,059	2,830	1,618
		0,353	1,041	
		0,118	2,137	
		0,294	1,390	
		0,118	2,137	
		0,059	2,830	
Зеленая зона микрорайона Грушевка	16	0,313	0,368	1,412
		0,063	0,175	
		0,250	0,347	
		0,063	0,175	
		0,250	0,347	
Городской вал	10	0,400	0,366	0,941
		0,500	0,345	
		0,100	0,23	
Киевский сквер	11	0,180	0,309	1,464
		0,270	0,353	
		0,360	0,363	
		0,090	0,217	
		0,090	0,217	
Район ст.м. Могилевская	20	0,600	0,306	0,824
		0,350	0,368	
		0,050	0,150	
Парк им. Я. Купалы	8	0,250	0,347	0,901
		0,625	0,294	
		0,125	0,260	
Район ст.м. Пушкинская	9	0,440	0,361	1,27
		0,220	0,333	
		0,220	0,333	
		0,110	0,243	
Район железнодорожного вокзала	10	0,7	0,250	0,802
		0,1	0,230	
		0,2	0,322	
Парк Челюскинцев	13	0,500	0,345	1,112
		0,300	0,361	
		0,100	0,203	
		0,100	0,203	

ДОСТОВЕРНОСТЬ МОНИТОРИНГА РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОВ ПО УРАВНЕНИЯМ РЕГРЕССИИ МЕЖДУ БИОГЕННОСТЬЮ ПОЧВ И СТЕПЕНЬЮ ДИГРЕССИИ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

¹ УО «Могилевский государственный университет им. А. А. Кулешова»,
г. Могилев, Беларусь, mgynis@mail.ru

² УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Беларусь, jefremov@rambler.ru

Regression models assess the impact of recreation on the activity of soil enzymes (dehydrogenase, invertase, catalase, phosphatase) and the content of nutrients plant nutrition describes by polynomial dependencies of 2 and 3 degrees, their size, with reliable in approximations on R^2 and Fisher criterion, in accordance with the degrees of digress of the cover in the recreational forest biogeocenoses.

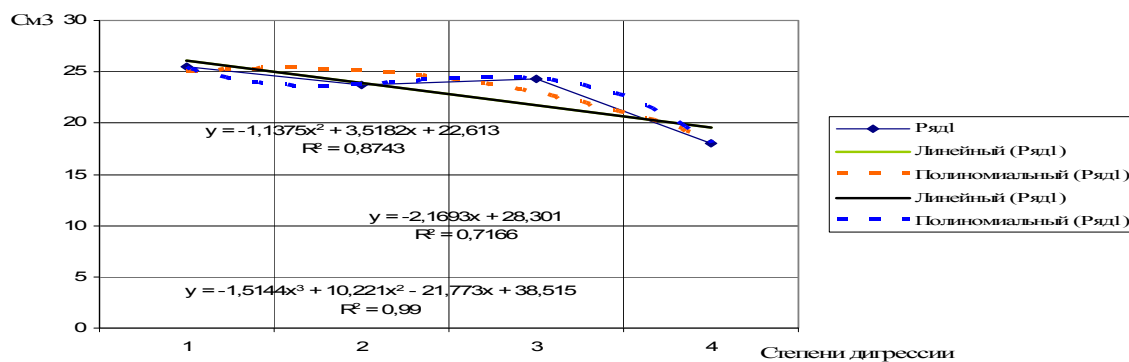
По результатам исследований 2000–2005 гг. экспериментальные данные оценки влияния рекреационной нагрузки в окрестностях г. Могилева были обработаны в программном пакете Microsoft Excel 2003 по шести измерениям на двух различных участках, относящимся к каждой степени дигрессии. Задача математической обработки заключалась в выборе вида регрессионной модели и определения ее коэффициентов. При построении графиков зависимостей использовали различные математические уравнения. Все модели составлялись с учетом 95-ти кванталь надежности. Для определения зависимости содержания элементов минерального питания и ферментативной активности почв от степеней дигрессии были использованы линейные и полиномиальные уравнения. Для определения зависимости содержания общего азота, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в гумусовом и подзолистом горизонтах достаточно было использовать полиномиальные уравнения 2 степени. Зависимости элементов минерального питания и ферментов аппроксимировались полиномиальными уравнениями 3 степени (рисунок).

Исходя из статистических зависимостей удалось установить, что содержание общего азота и валового фосфора в гумусовых горизонтах дерново-палево-подзолистых почв сосновых насаждений в известной степени очень взаимосвязаны. Рассчитанный коэффициент корреляции $R^2 = 0,99$ обладает высокой степенью достоверности, однако по количеству валового фосфора были установлены меньшие значения дисперсии, и тогда более целесообразно при прочих равных условиях измерять значения валового фосфора.

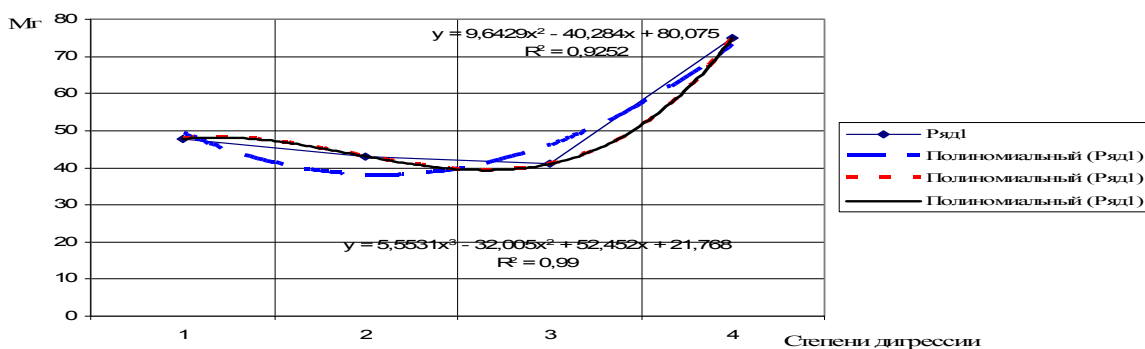
Для определения зависимости активности ферментов от степеней дигрессии были использованы полиномиальные уравнения 2 и 3 степеней. Для определения зависимостей инвертазы и фосфатазы в подзолистых горизонтах оказалось достаточным использования полиномиального уравнения 2 степени. Зависимости активности всех остальных почвенных ферментов (каталазы и дегидрогеназы) от степени дигрессии напочвенного покрова можно аппроксимировать полиномиальными уравнениями 3 степени.

На рисунках представлены средние значения и отклонения статистической функции по степеням дигрессии для рядов данных по ферментативной активности и по содержанию биогенных элементов питания в гумусовых и подзолистых горизонтах дерново-палево-подзолистых почв рекреационных лесных биогеоценозов окрестностей г. Могилева.

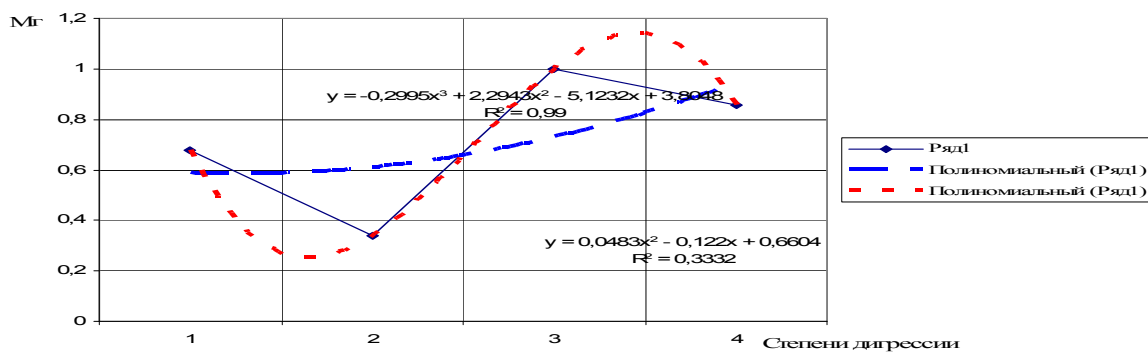
Представлены регрессионные модели активности ферментов (дегидрогеназы, инвертазы, каталазы, фосфатазы) и содержания биогенных элементов питания (полиномиальные зависимости 2 и 3 степеней, величины достоверны при аппроксимации по R^2 и критерию Фишера по F-тест) в зависимости от степеней дигрессии напочвенного покрова в рекреационных лесных биогеоценозах. При использовании регрессионных уравнений их



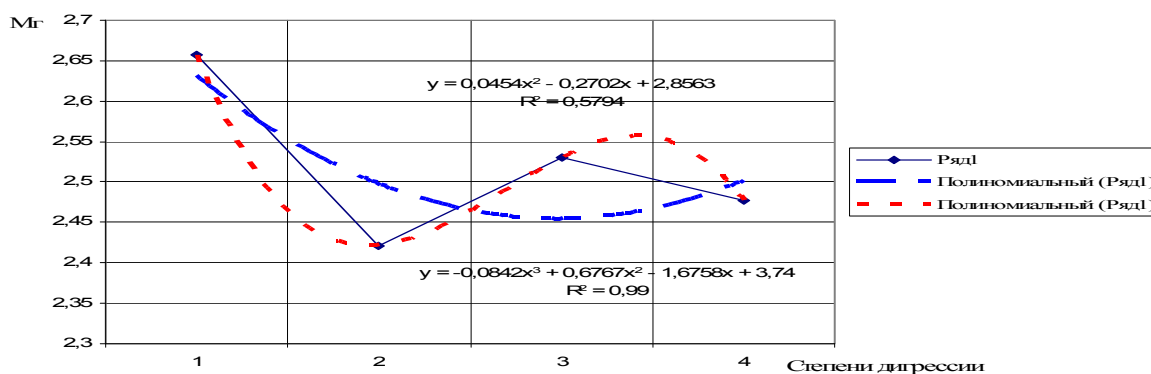
а – каталаза



б – инвертаза



в – дегидрогеназа



г – фосфатаза

Рисунок – Активность каталазы (а), инвертазы (б), дегидрогеназы (в), фосфатазы (г) в гумусовых горизонтах почв и аппроксимирующие кривые от степени дигрессии

коэффициенты определялись методом наименьших квадратов с использованием статистического анализа по прикладным программным пакетам математической обработки результатов «RKA-2» и «Statistica 6.0».

Верификацию каждой регрессионной модели проводили с помощью критерия Фишера, который выявляет вероятность того, что дисперсия адекватности существенно отличается от дисперсии воспроизводимости. Таким образом, разработанные модели с вероятностью $F\text{-test} = 0,98\text{--}0,99$ дисперсии адекватности показывают, насколько отклонение между экспериментальными и расчетными данными меньше дисперсии воспроизводимости опыта.

Показатели активности дегидрогеназы и инвертазы в подзолистых горизонтах в известной степени коррелируют. Рассчитанный коэффициент корреляции $R^2 = 0,99$, однако, по активности дегидрогеназы выявлены меньшие значения дисперсии, то тогда более целесообразно при естественных равных, почвенно-грунтовых условиях измерять ее значения в связи с аналогичными отклонениями в составе напочвенного покрова при установленных степенях дигрессии в рекреационных лесных биогеоценозах.

Процессы энзиматической трансформации органического вещества в гумусовых и подзолистых горизонтах в дерново-палево-подзолистых почвах в рекреационных лесных биогеоценозах окрестностей г. Могилева вполне вероятно зависят не только от дигрессионных изменений напочвенного покрова. В связи с тем, что эти статистические колебательные отклонения описываются синусоидальными кривыми, то фактически активность ферментов дыхательного газообмена (дегидрогеназы и каталазы) и разложения полимерных органофосфатов (фосфатазы), более существенно зависят от метаболизма почвенной микробиоты и, возможно, представлены внутриклеточными энзимами микроорганизмов.

Активность дегидрогеназы и фосфатазы в гумусовых горизонтах тесно связана с почвенно-грунтовыми условиями, тогда как каталаза в подзолистых горизонтах находится в иммобилизованном состоянии и, соответственно, в дерново-палево-подзолистой лессовидно-суглинистой почве выявляется каталитическая активность покровных суглинков, определяющих генезис этих почв. Таким образом, ферментативная активность может быть диагностическим признаком почвенно-грунтовых условий и степени дигрессии напочвенного покрова рекреационных лесных биогеоценозов.

Прокуронов И.Б., Харитонов В.А.

МОНИТОРИНГ СУКЦЕССИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА МОСКВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научный геоинформационный центр РАН, г. Москва, Россия, ngic@yandex.ru

The urbane monitoring includes the study of the megapolis natural complexes. Some issues of the plant structure study of Moscow protected areas are considered in proposed report. The geoinformatic technologies are used in the study which based at the succession systems by S.M. Razumovskiy.

В НГИЦ РАН осуществляется комплексный мониторинг крупных городов на базе дистанционной информации с использованием геоинформационных технологий. Среди объектов городской инфраструктуры в настоящее время особое значение уделяется территории природного комплекса, одним из важнейших компонентов которого является растительность.

Топологическая структура современной растительности природного комплекса Москвы (леса, лесопарки, парки, пустыри) в значительной степени отражает черты как исходной, так и антропогенной дифференциации ценотического покрова.

Обработка массового геоботанического материала в терминах концепции сукцессионной системы С.М. Разумовского с использованием показателей обилия руководящих видов напочвенного покрова позволила дать предварительную обобщенную характеристику «восстановленной» и актуальной растительности с учетом закономерностей ее динамики.

Так, естественное спонтанное развитие в условиях Московского ботанико-географического района приводит к формированию закономерной мозаики древесно-кустарниковых и травянистых сообществ в соотношении соответственно 80% и 20% площади природного комплекса. В составе древостоев преобладают ель и береза (до 3 и более единиц по формуле древостоя); обычны сосна (до 2 единиц), дуб, липа, вяз, ясень, клен, осина. Травянистая растительность представлена болотами различного типа, суходольными и поемными лугами.

Подобная структура характерна для территорий природного комплекса Москвы с длительным режимом особой охраны. В качестве примера можно привести национальный парк «Лосиный Остров», где леса занимают более 80% общей площади; из них на еловые насаждения приходится 24%, березовые – 41%, сосновые – 17%, липовые – 12%, дубовые – 4% лесопокрытой площади. Открытые местообитания заняты болотной и луговой растительностью.

Однако длительное хозяйственное освоение городской территории обусловило значительную трансформацию исходной растительной мозаики. Это проявилось в расширении площадей открытых пространств, занятых травянистой растительностью (до 40 % и более), часто с преобладанием рудеральных видов; искусственном происхождении большинства городских лесов – особенно это касается т.н. «сложных сосняков» и насаждений пород-интродуцентов. Последние, наряду с ценофобными видами, нередко стимулируют формирование сукцессионно заблокированных субклимаксов с моно- и олигодоминантными древостоями.

Проиллюстрируем вышеизложенное на примере растительности природного комплекса долин малых рек г. Москвы, отнесенных к особо охраняемым территориям.

Так, в долине р. Сетунь облесенные и открытые местообитания представлены практически в равном соотношении. Среди коренных и серийных лесных насаждений – сосняки, ельники, дубняки, липняки, березняки, осинники, ивняки и ольшаники; травянистая растительность представлена низинными болотами, поемными и суходольными лугами. В целом, растительный покров репрезентативен в отношении структуры и режима функционирования региональной сукцессионной системы.

Также примерно равным соотношением характеризуется древесно-кустарниковая и травянистая растительность верховьев р. Яузы (национальный парк «Лосиный Остров»). И хотя в данном случае отсутствуют коренные насаждения дуба, в целом растительность тоже соответствует региональным закономерностям.

Иная ситуация отмечается в долинах рек среди плотной городской застройки, где исходный растительный покров подвергся коренной трансформации.

Так, растительность охраняемых территорий природного комплекса средней Яузы и ее притоков в большинстве случаев представлена фрагментами серийных лесных мелколиственных сообществ (ольха серая, береза, осина) и субклимаксовыми ивняками в сочетании с рудеральным травостоем лугов и незначительными по площади болотами. И, несмотря на то, что, как и в предыдущих случаях, соотношение древесно-кустарниковой и травянистой растительности остается примерно равным, нормальное функционирование сукцессионной системы здесь оказывается нарушенным.

Резюмируя изложенное, следует обратить внимание на значительную площадь открытых пространств природного комплекса г. Москвы, особенно в долинах малых рек. Это, с одной стороны, стимулирует привлекательность угодий, в частности, для стихийного рек-

реационного использования, а с другой – создает предпосылки дальнейшей фрагментации растительного покрова с возможным ростом заблокированных в развитии субклимаксовых сообществ, что нарушает нормальный режим функционирования сукцессионной системы.

В этом случае требуется разработка специальных реабилитационных мероприятий на основе современных геоинформационных технологий со стимулированием естественной динамики растительности, отнюдь не всегда отвечающих требованиям городского озеленения и благоустройства, чей приоритет ныне очевиден.

Пыстина Т.Н., Дулин М.В.,
Косолапов Д.А., Кочанов С.К.,
Королев А.Н., Кузнецова Е.Г.,
Панюков А.Н., Федорков А.Л.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЛЮМИНИЕВОГО КОМПЛЕКСА

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, pystina@ib.komisc.ru

The paper presents data on proceeded complex monitoring of nature ecosystems influenced by the Middle Timan bauxite mine (the Komi Republic). During 2002-2007 investigations of the following environment components have been realized: soil, flora, vegetation cover and animals (terrestrial vertebrata). As a result it was revealed that different living groups respond to the ecosystems transformation in different ways; among them the epiphytic lichens cover and wild fauna were the most influenced by the negative industrial activity.

Средне-Тиманский бокситовый рудник (СТБР) является крупнейшим месторождением бокситов в Евразии: разведанные запасы равняются 260 млн. тонн, что составляет 30% всех запасов России. Свыше 90 % бокситов можно добывать открытым способом. Освоение месторождения начато в 1992 г., промышленная добыча руды - в 1998 г.

Разработка открытым способом и эксплуатация месторождения неизбежно приводит к антропогенной трансформации естественных экосистем, которые до начала строительства СТБР оставались в относительной неприкосновенности. Наиболее очевидным прямым воздействием является физическое преобразование ландшафтов, связанное с необходимостью расчистки значительных по площади территорий и вырубки лесов. Производственные работы приводят к выбросу ряда загрязняющих веществ в атмосферу. Основным источником аэротехногенного загрязнения является красная бокситовая пыль, образующаяся практически на всех этапах производства, начиная с проведения взрывных работ и заканчивая погрузкой руды в железнодорожные составы. В состав пыли входят оксиды алюминия (Al_2O_3), железа (Fe_2O_3) и кремния (SiO_2), а также остаточные тяжелые металлы. Несмотря на то, что пылеобразование происходит только при определенных погодных условиях и существенно варьирует в зависимости от объема работ и конкретных видов деятельности, оно создает потенциальную угрозу воздействия на растительность, качество поверхностных вод и в конечном итоге на здоровье людей. К поллютантам относятся также газообразные вещества и твердые частицы, образующиеся в результате работы двигателей технологического оборудования и транспорта, - это оксиды серы, азота, окись и двуокись углерода, сажа, аэрозоли, тяжелые металлы.

С целью оценки степени воздействия СТБР на природную среду специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН, начиная с 2002 г. проводится долговременный монито-

ринг состояния биотических и абиотических компонентов природных комплексов в прилегающих ландшафтах.

В примыкающих к промышленной зоне лесах в 2002-2003 гг. была развернута сеть пунктов постоянных наблюдений (ППН), всего – 14. Все ППН расположены на однородных дренированных участках водоразделов в старовозрастных ельниках преимущественно зеленомошной группы типов на разном удалении от производственных объектов в импактной и фоновой зонах. На участках мониторинга заложены круговые площадки площадью 300 м². В пределах ППН ежегодно выполняется обследование состояния растительности (древесный ярус, напочвенный покров), лишено- и микобиоты, бриофлоры, отбор растительных образцов (напочвенных мхов, эпифитных лишайников) на содержание тяжелых металлов и проб коры ели для анализа кислотности. Один раз в два года осуществляется отбор образцов почв на химический анализ преимущественно из верхних горизонтов – органогенных А0 и минеральных А2 и А2В. В почвах определяли pH вод, обменные Ca и Mg, содержание оксидов Fe и Al и тяжелых металлов (Pb, Ni, Co, Cu, Zn).

В рамках мониторинга за воздействием добычи руды на фауну и население охотничьих животных проводится ежегодный зимний маршрутный учет (ЗМУ). Одним из видов полевых работ в системе ЗМУ является проведение маршрутных учетов млекопитающих по следам и тетеревиных птиц по встречам с последующим расчетом стандартного показателя учета, измеряемого в количестве следов зверей и взлетов птиц на 10 км маршрута (встреч/10 км).

Многолетние наблюдения за состоянием древесного яруса на ППН позволяют сделать вывод, что прилегающие леса испытывают определенное негативное воздействие, вызванное работами на СТБР. Средний уровень дефолиации деревьев ели (*Picea obovata*) в 2007 г. составил 16.9%, что в соответствии с европейской методикой мониторинга лесов (Aamlid, Solheim, Venn, 1991) позволяет отнести модельные деревья к категории «среднеповрежденных». Тенденция к увеличению уровня дефолиации наметилась в 2006 г. и сохранилась в 2007 г. Такие патологические изменения у деревьев, как дехромация, усыхание крон и периферическое усыхание побегов не отмечены или незначительны.

Мониторинг за состоянием нижних ярусов лесных сообществ не выявил существенных нарушений травяно-кустарничкового и напочвенного покрова. В отдельные годы наблюдалось изменение показателей обилия видов, слагающих фитоценозы, что объясняется обычными годовыми флуктуациями.

Лишайники относятся к числу наиболее чувствительных к загрязнению воздушной среды организмов. Аэротехногенное загрязнение приводит к изменению состояния эпифитных лишайников и образуемых ими сообществ (выпадение особо чувствительных видов, снижение показателей обилия и витальности), однако это влияние имеет локальный характер и при удалении на 0,5 км и более от промышленных объектов и автодорог практически исчезает. На большинстве площадок зафиксированы изменения и в видовом составе афиллофороидных грибов: выпадение видов-индикаторов девственных и старовозрастных лесов и увеличение числа видов, характерных для антропогенных местообитаний, что объясняется нарушением естественных лесных ландшафтов.

Негативное воздействие на ресурсы охотничьего хозяйства значительно шире. Зона отрицательного влияния производственных работ на промысловых животных распространяется на 10-15 км от рудника на сопредельные районы. Численность видов на этой территории снизилась в 2003 г. и остается с тех пор на уровне в 1.5-2 раза ниже фонового, соответственно ниже и видовое богатство. Индикаторами воздействия на исследуемой территории можно считать копытных млекопитающих – северного оленя и лося. Так, в 2005-2006 гг. следы постоянного обитания лосей наблюдались не ближе 11-18 км от карьерных разработок, а в 2007 г. - на удалении около 40 км.

Одной из основных характеристик мхов и лишайников является их высокая способность к биологической аккумуляции веществ из внешней среды, в том числе токсичных. Наблюдения в течение пяти лет указывают на устойчивую тенденцию накопления всех анализируемых элементов (Al, Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Cu) даже на территориях, принятых за фоновые.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ отмечены на участках, расположенных в зоне интенсивной транспортировки и погрузки бокситов – шихтовальный склад и автомобильные дороги. Наибольшая кратность накопления зафиксирована для железа и алюминия. Так, их содержание за весь период наблюдений во мхах возросло в 41.6 и 20.4 раз соответственно (на ППН 5); в лишайниках – в 14.2 и 6.1 раза (на ППН 13). Тем не менее отмечена и положительная динамика. Так, приостановка или прекращение производственных работ вблизи участков мониторинга приводит к уменьшению накопления тяжелых металлов.

Почвенный покров в районе промышленной разработки месторождения бокситов на Среднем Тимане формируют преимущественно сочетания глееподзолистых и торфянисто-подзолисто-глееватых почв и низкогорные глееподзолистые, в меньшей степени полугидроморфные и гидроморфные почвы. Растительный покров выполняет функцию барьера, поэтому влияние пылевых выбросов на почвы незначительно. В 2007 г. впервые отмечена тенденция повышения содержания кальция, магния, алюминия и некоторых тяжелых металлов в верхних органогенных образцах почв на учетных площадках, расположенных вблизи действующих карьеров, автомобильных дорог и шихтовального склада. Однако содержание тяжелых металлов в почвенных образцах находится в пределах значений, установленных ПДК (ОДК). Ряд почв по степени загрязнения можно отнести к категории средне- и слабозагрязненных, большинство же можно считать незагрязненными (ГОСТ 17.4.3.06-86).

Необходимо продолжение мониторинговых работ на СТБР с целью регламентации и корректировки предусмотренных проектами развития производства природоохранных мероприятий, направленных на снижение негативных последствий разработки месторождения бокситов. Особенно актуальным становится это с учетом предполагаемого расширения в ближайшей перспективе мощностей предприятия.

Рожков Л.Н.¹, Юшкевич М.В.², Ерошкина И.Ф.³

ДИНАМИКА ЗЕМЕЛЬ И ФОРМАЦИЙ В ЛЕСОПАРКОВОМ ПОЯСЕ МИНСКА

¹ УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Беларусь,
rozhkov@bstu.unibel.by

² УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Беларусь,
les@tut.by

³ УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Беларусь,
e_ira@mail.by

In the article questions of a change in the earth of forest stock and wood structure before the scaffolding of the green zone of Minsk city are examined. The directions of the transformation of forest vegetation are investigated. A change in the assessment indices and degree of recreational digression in the sections with the predominance of pine tree is studied.

Лесопарковый пояс г. Минска выделен в пределах зеленой зоны радиусом порядка 20–25 км от центра города. Отличается относительно невысокой (около 24%) лесистостью и высокими (в среднем около 5 тыс. чел.-ч/га-год) рекреационными нагрузками на леса и водоемы. Статус предпочтительно рекреационного предназначения лесов этой территории закреплен выделением в 1970 году лесов зеленой зоны и ее последующим расширением в 1976 году радиусом 90–80 км вокруг г. Минска. В лесопарковом поясе размещены 17 лечебно-оздоровительных учреждений, функционирует 24 детских оздоровительных лагеря, рас-

полагается свыше 300 садоводческих товариществ, на базе построенных здесь водохранилищ созданы 7 зон кратковременного отдыха населения.

Интенсивный рост численности населения Минска за послевоенный период, урбанизация пригородной зоны повлекли за собой значительные по масштабам и направленности трансформации земель лесного фонда.

Анализ динамики лесной растительности выполнен на основе прилегающих непосредственно к городу земель лесного фонда общей площадью 8190 га за период с 1946 по 1999 годы.

Изменения по видам земель за истекшие 53 года оказались следующими:

- сократилась на 10% (процентных пунктов) площадь лесных земель и соответственно возросла площадь нелесных земель, достигнув 17,65% (от 8190 га);

- среди нелесных земель увеличение произошло, главным образом, за счет строительства водоемов (+4,5 пункта) и дорог (+1,7 пункта), на 5 пунктов увеличились прочие земли (автостоянки, строения, пляжи и др.);

- покрытые лесом земли возросли на 5 пунктов, не покрытые лесом сократились на 17 пунктов;

- сократилась (–16 пунктов) доля лесных насаждений естественного происхождения и соответственно увеличилась доля насаждений искусственного происхождения, достигнув 25,8% от площади покрытых лесом земель.

Искусственные водохранилища (370 га) создавались на землях, ранее занятых лесными насаждениями (270 га), сенокосами (33 га), болотами (35 га) и др. Прочие земли (402 га) сформировались на покрытых лесом (375 га) и не покрытых лесом землях.

Изменение площадей лесных формаций следующее (в процентных пунктах): сосновая по суходолу – плюс 6,3, сосновая по болоту – минус 4,8, еловая – минус 0,8, дубовая – плюс, 3,6, повислоберезовая – плюс 3,6, осиновая – минус 2,4, сероольховая – минус 0,5, черноольховая – минус 0,3, прочие формации – плюс 0,5.

Современная лесная растительность сформировалась за счет трансформации ранее существовавших насаждений и создания новых. Оказались подвергнутыми трансформации 38% покрытых лесом земель. Из них более трети лесов трансформированы в нелесные земли, остальные – в другие лесные формации. Сохранность лесных формаций в прежних границах составила: дубовой – 94%, сосновой по суходолу – 83%, еловой – 79%, мелколиственных лесов – 45%, сосновой по болоту – 16%.

Созданы новые лесонасаждения на площади 2,1 тыс. га, что можно считать соразмерным с сохранившимися (4,4 тыс. га) лесами. Новые леса созданы на не покрытых лесом и нелесных землях (68%) и путем трансформации одних лесных формаций в иные. Наибольшей трансформации подвергнуты формации мелколиственных лесов (33%), затем еловой (16%) и сосновой (9%).

За истекшие полвека средний возраст лесов увеличился незначительно – с 27 до 42 лет, как следствие широкомасштабных трансформаций лесов путем их уничтожения и лесовосстановления. Несколько улучшилась полнотная структура (средние полноты 0,65 и 0,68), повысилась на 1,2 класса бонитета продуктивность лесных насаждений.

Анализ изменений таксационных показателей сосновых насаждений за последние 27 лет по наблюдениям на постоянных пробных площадях позволяет констатировать разновекторные изменения в состоянии насаждений. Насаждения пятой стадии дигрессии, по видимому, находятся в стадии необратимой деградации: годовичное изменение запаса здесь крайне низкое (0,23–0,89 м³/(м³·год)) и составляет 5,2–16,7% от этого показателя в нормальных насаждениях. Отдельные насаждения четвертой стадии дигрессии способны к улучшению своего состояния. Изменение запасов здесь составило 2,78–4,53 м³/(м³·год), что более чем в 5 раз выше, чем у насаждений пятой стадии дигрессии. Это, возможно, потребует корректировки выводов предыдущих исследований о том, что четвертая стадия дигрессии характерна для насаждений, перешагнувших границу устойчивости коренного фитоценоза. Последующие наблюдения позволят уточнить это положение. Также заметно, что все иссле-

дуемые насаждения отличаются более низким, чем у нормальных насаждений, единичным изменением запаса. Продолжается интенсивный отпад деревьев. Это свидетельствует о последствиях продолжающегося интенсивного рекреационного воздействия на эти насаждения.

Рунова Е.М., Чжан С.А., Пузанова О.А.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНАХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

ГОУ ВПО «Братский государственный университет», г. Братск, Россия, runova@rambler.ru

Research of a condition of needles of a pine in conditions of industrial pollution was spent by a chemical method with definition of the contents of fluorine, sulfur

Биоиндикация является одним из эффективных методов оценки состояния лесных фитоценозов. К наиболее точным методам биоиндикации относится оценка жизненного состояния деревьев по уровню содержания в них токсических компонентов. В районе города Братска было проведено исследование состояния хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Основными источниками выбросов являются алюминиевый завод и лесопромышленный комплекс, Основными компонентами, вызывающими гибель сосновых насаждений, являются кислые газы хлора.

Структура выбросов алюминиевого производства представлена на рисунке.

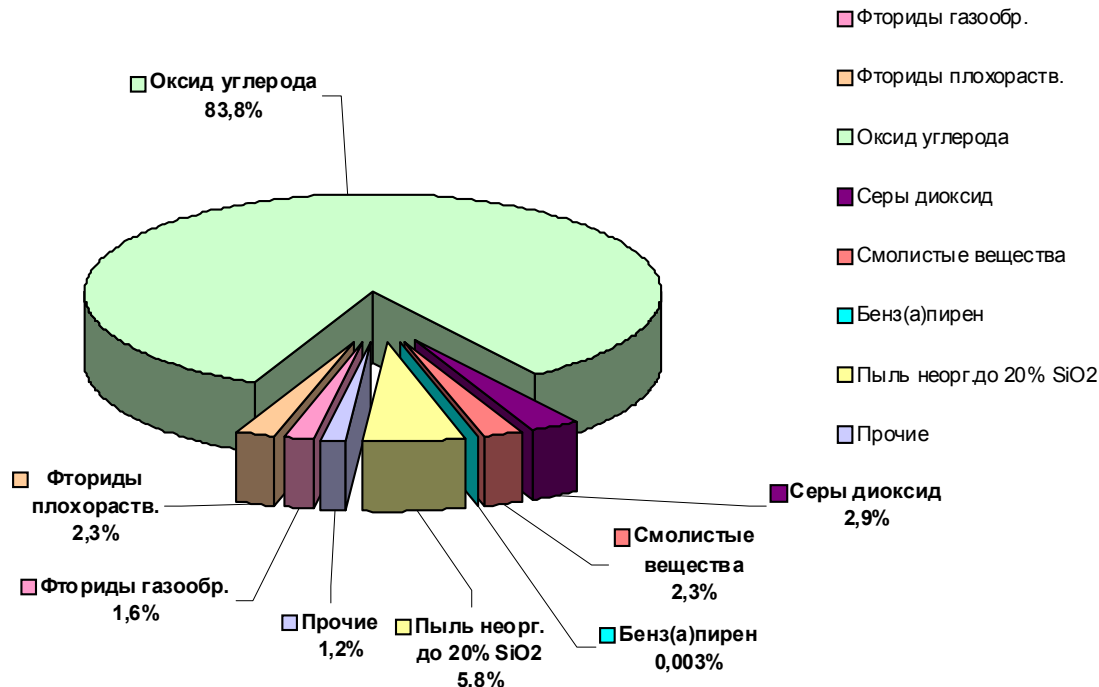


Рисунок – Структура выбросов приоритетных загрязняющих веществ ОАО «РУСАЛ Братск» в атмосферу

Проведен анализ образцов хвои на содержание фтор ионов, серы общей. В общей сложности обработаны результаты 50 пробных площадей. Пробные площади закладывались в чистых и смешанных сосновых насаждениях в возрасте 40-60 лет III класса бонитета в ос-

новном в разнотравных и зеленомошных группах типов леса. Отбор хвои проводился из средней части кроны в конце вегетационного периода (сентябрь 2007 года).

Пробные площади заложены в трех условных зонах: I зона сильного загрязнения (протяженность от основного источника загрязнения на север – 12 км; на юг – 10 км; на запад – 22 км и на восток – 22 км); II зона – зона среднего загрязнения, граница которой располагается на расстоянии 20 км на север, 18 км на юг, 28 км на запад и 30 км на восток; III зона – зона слабого загрязнения, граница которой находится в радиусе 50-60 км от источника загрязнения.

Химический анализ включал в себя:

- потенциометрический метод для определения водорастворимой формы фтора в растительности;

- гравиметрический метод для определения сульфатов (ГОСТ 26426-85);

- хроматографический метод для определения бенз(а)пирена (ПНДФ 16.1:2.2.2:3.39-03)

По средним значениям наибольший уровень фторидов содержится в хвое деревьев, расположенных в I и II зоне (в I зоне содержание фторидов составляет 13,76 мг/кг, а во II зоне – 13,38 мг/кг). В III зоне содержание фторидов в среднем составляет 11,41 мг/кг, в фоновой зоне – 9,85 мг/кг.

Наибольшее содержание сульфатов приходится на хвою деревьев, расположенных в I и II зоне (в I зоне содержание сульфатов составляет 12,99 мг/кг, а во II зоне – 11,46 мг/кг). В III зоне содержание сульфатов немного меньше (в среднем составляет 8,54 мг/кг), чем в фоновой зоне (9,23 мг/кг).

По содержанию бенз(а)пирена в хвое деревьев можно отметить следующее: наибольший уровень содержится в хвое деревьев, находящихся во II зоне (в среднем составляет – 0,016 мг/кг); в зонах I и III примерно содержание одинаковое (в I зоне – 0,012 мг/кг, в III – 0,010 мг/кг); в фоновой зоне – 0,009 мг/кг. Бенз(а)пирен является сильнейшим канцерогенным веществом органического происхождения. Данные по накоплению бенз(а)пирена в хвое получены впервые.

Среднее значение содержания фитотоксикантов в хвое деревьев по зонам не всегда отображает истинный характер загрязнения лесов, так как предприятия Братского промышленного узла располагаются довольно близко друг к другу.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Химический состав хвои позволяет дать характеристику загрязнения любого лесного массива.

2. Большинство загрязняющих элементов имеют наименьшую концентрацию в непосредственной близости от источников промвыбросов. Это так называемая «подфакельная зона» которая присуща предприятиям с высокими трубами, в результате чего загрязняющие вещества оседают намного дальше от источника промвыбросов.

3. Большинство элементов оседают по направлению преобладающих ветров на расстоянии 10-20 км в зависимости от летучести веществ. Снижение уровня загрязняющих веществ наблюдается на расстоянии свыше 30 км по направлению преобладающих ветров и 15 км против направления преобладающих ветров от источника загрязнения.

4. Уровень содержания бенз(а)пирена не имеет тесной корреляции с расстоянием от источников выбросов. Не выявлено угнетающего воздействия бенз(а)пирена на состояние хвойных растений.

5. Анализируя данные контрольных образцов хвои, взятых на расстоянии более 30 км от источников промвыбросов, можно сделать вывод о том, что они содержат минимальное количество загрязняющих веществ, и зоны, находящиеся на значительном удалении, следует отнести к условно чистым или фоновым зонам.

Савельев В.В., Лиховицкий А.Б.,
Живулькина Е.В.

СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗАКАЗНИКЕ «СРЕДНЯЯ ПРИПЯТЬ»

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,
г. Минск, Беларусь, sav@biobel.bas-net.by

Characteristic of state of protective tree stands in reserve “Sredniaya Prypyat” (Belarus) is presented.

Республиканский ландшафтный заказник «Средняя Припять» расположен в средней части поймы р. Припять на территории 4 административных районов Брестской и Гомельской областей Республики Беларусь. Большая часть заказника подвержена сезонному затоплению паводковыми водами. Поэтому в прошлом, до образования в 1999 году заказника для защиты от наводнений, а также для направленного отвода потока воды было проведено обвалование отдельных участков поймы. Для повышения прочности и увеличения срока службы дамб со стороны обводнения созданы лесные защитные полосы, которые закрепляют откосы. Важную роль в защите противопаводковых сооружений играют также древостои, естественно сформировавшиеся по откосам дамб и вдоль каналов мелиоративной сети.

Обследование защитных древесных насаждений в заказнике «Средняя Припять» проведено на территории Столинского, Пинского и Житковичского административных районов в 2006-2007 гг. Их состояние оценивалось на 51 маршруте общей протяженностью 61,7 км (таблица 1).

Основными древесными породами, использованными для укрепления дамб на территории заказника «Средняя Припять» являются ива белая (*Salix alba* L.) и тополь канадский (дельтовидный) (*Populus deltoids* March.). Обследование их состояния проведено на 11 маршрутах общей протяженностью 17,0 км. В ходе работ выявлено, что насаждения ивы белой, созданные в 1960-1970 гг., представляют собой линейно вытянутые древостои высотой 16,6-22,2 м и средним диаметром деревьев 20,3-39,6 см. В более поздних посадках этой породы средняя высота защитных древостоев составляет 6-7 м при диаметре деревьев 14-18 см.

Посадки тополя канадского на территории заказника в Столинском и Пинском районах созданы для защиты осушительных каналов и предотвращения ветровой эрозии почвы на осушенных торфяниках. Их состояние обследовано на 3 маршрутах общей протяженностью 2 км. В зависимости от давности создания таких посадок средняя высота их варьирует от 8,0 до 16,6 м, при диаметре 18,0-24,1 см.

Общая протяженность 37 маршрутов обследования состояния лиственных насаждений естественного происхождения составила 50,6 км (таблица 1). В составе древостоев защитных насаждений естественного происхождения доминируют четыре породы: ольха черная, береза (бородавчатая и пушистая), ива (белая, трехтычинковая, ломкая, остролистная, козья, пяти-тычинковая) и осина. Участие других пород незначительно: на повышенных местах вдоль дамб встречается сосна, на богатых почвах – дуб и ясень. Средние высоты деревьев, в зависимости от давности создания, варьируют от 6,1 до 18,6 м, а средние диаметры – от 12,5 до 33,0 см.

Оценка состояния деревьев проводилась в соответствии с «Санитарными правилами в лесах Республики Беларусь» (2006) с подразделением их на 6 категорий: без признаков ослабления, ослабленные, сильно ослабленные, усыхающие, свежий и старый сухостой. Расчет индексов состояния древостоев и отнесение их к категориям жизненного состояния осуществлено по формуле и шкале, предложенным В.А.Алексеевым (Лесные экосистемы ..., 1990).

Таблица 1 – Характеристика маршрутов обследования состояния защитных древесных насаждений в заказнике «Средняя Припять»

Кол-во маршрутов	Общая протяженность / обследованная длина маршрутов, км	Порода	Привязка маршрута
Столинский район			
Посадки ивы белой и тополя дельтовидного			
7	11,2 / 5,2	Ива	Окрестности дд. Семигостици, Хорск, Ольшаны
2	2,0 / 2,0	Тп	Окрестности д. Стахово
Древостои естественного происхождения			
13	17,6 / 8,9	Ос, Ивы, Б, Олч	Окрестности дд. Семигостици, Хорск, Дубой, Стахово, Плотница
Пинский район			
Посадки ивы белой и тополя дельтовидного			
1	1,0 / 1,0	Тп	по дамбе вдоль р. Ясельда
1	1,0 / 1,0	Ивы	по дамбе вдоль р. Ясельда
Древостои естественного происхождения			
3	11,5 / 4,0	Б, Ос, Олч, Ивы	Окрестности д. Ситицк
Житковичский район			
Посадки ивы белой			
3	1,9 / 1,9	Ивы	Окрестности д. Погост
Древостои естественного происхождения			
20	82,7 / 37,7	Б, Ос, Олч, Ивы	Окрестности дд. Оцкованое, Долгая Дуброва, Селко, Бронислав, дамба по р.Скрипица

Параметры состояния деревьев в разрезе пород и происхождения насаждений в защитных насаждениях в заказнике «Средняя Припять» приведены в таблице 2. Всего на 51 маршруте обследовано более 5800 деревьев, из них в искусственных насаждениях 2,1 тыс. шт. На долю ивы белой приходится 28,2% и тополя - 7,9% от общего количества обследованных деревьев. Произрастающие в насаждениях естественного происхождения особи ивы составляют 16,4%, ольхи черной – 23,4, березы – 19,6 и осины – 4,5% (таблица 2). Остальные породы ввиду их малочисленности в расчет не принимались.

Результаты обработки материалов оценки состояния защитных лесных насаждений разного породного состава и происхождения на территории заказника «Средняя Припять» показали, что индексы жизненного состояния посадок ивы белой и тополя канадского составляют соответственно 77,3-95,1 и 81,8-88,5%. Древостои естественного происхождения в заказнике характеризуются более высокими индексами состояния – 88,7-99,2% (таблица 2).

Больше всего «здоровых» деревьев отмечено у ивы и березы в насаждениях естественного происхождения, соответственно 87,0 и 86,3%. Ослабленные деревья чаще других фиксировали в посадках тополя – 31,5%, сильно ослабленные у осины – 10,3%. Количество сухих деревьев варьирует от 0,7% у тополя до 5,5% у ольхи черной.

Обследованные защитные насаждения вдоль дамб, дорог и каналов в заказнике «Средняя Припять» по общему индексу жизненного состояния классифицируются как «здоровые» или «здоровые с признаками ослабления». Они выполняют и способны в дальнейшем выполнять водо-, почвозащитные и противозрозионные функции. Для поддержания их состояния рекомендуется проведение уходов и удаление усыхающих и сухостойных деревьев и их замена в насаждениях искусственного происхождения. Естественные насаждения обладают собственным потенциалом восстановления и требуют только проведения периодических санитарных мероприятий.

Таблица 2 – Распределение обследованных в защитных насаждениях заказчика
«Средняя Припять» деревьев по категориям жизненного состояния

Порода	Общее количество (шт./%) учтенных деревьев на маршрутах и их состояние						Средний индекс состояния древостоев в защитных насаждениях, %
	Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Сухостой (свежий и старый)	Всего	
Насаждения искусственного происхождения							
Ива белая	<u>1128</u> 69,5	<u>300</u> 18,5	<u>88</u> 5,4	<u>26</u> 1,6	<u>81</u> 5,0	<u>1623</u> 100,0	82,7
Тополь канадский	<u>278</u> 61,2	<u>143</u> 31,5	<u>25</u> 5,5	<u>5</u> 1,1	<u>3</u> 0,7	<u>454</u> 100,0	85,6
Насаждения естественного происхождения							
Ивы	<u>823</u> 87,0	<u>72</u> 7,6	<u>26</u> 2,7	<u>10</u> 1,1	<u>15</u> 1,6	<u>946</u> 100,0	93,5
Ольха черная	<u>1007</u> 74,5	<u>187</u> 13,8	<u>59</u> 4,4	<u>24</u> 1,8	<u>75</u> 5,5	<u>1352</u> 100,0	86,0
Березы	<u>974</u> 86,3	<u>92</u> 8,2	<u>28</u> 2,5	<u>2</u> 0,2	<u>32</u> 2,8	<u>1128</u> 100,0	93,1
Осина	<u>177</u> 67,8	<u>47</u> 18,0	<u>27</u> 10,3	<u>6</u> 2,3	<u>4</u> 1,6	<u>261</u> 100,0	84,7

Сидорович Е.А., Арабей Н.М.,
Яковлев А.П., Булавко Г.И.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЗОНАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь

On the basis of long-term researches of a condition of pine plantings in zones of industrial pollution of an environment of Belarus it is established, that the most healthy pine woods prevail in the western part of republic, and oppressed – in the central and southern parts.

Оценка состояния природной среды, изучение ответной реакции живых организмов, экосистем в целом на те или иные антропогенные факторы приобретают большое значение. Главную опасность для растительности, в особенности древесных хвойных пород, которые наиболее чувствительно реагируют на изменение внешних экологических факторов, представляют газообразные выбросы сернистого ангидрида, окислов азота, а также тяжелые металлы.

Влияние загрязнителей на лесные экосистемы, кроме того, обусловлено их качественным составом и структурой, количественными характеристиками, продолжительностью воздействия, расположением лесных массивов относительно господствующих ветров, погодными условиями. Естественно, в наименее выгодном положении находятся лесные массивы, непосредственно примыкающие к тем или иным промышленным центрам, поэтому монито-

ринг данных насаждений обретает приоритетное положение в ряду различных аспектов биомониторинга растительного покрова.

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси мониторинг лесных ландшафтов проводится с 1976 года с учетом двух главных составляющих. Первая из них – это биоиндикация и определение зон загрязнения воздушного бассейна с использованием индикаторов – хвои сосны обыкновенной и эпифитного лишайника гипогимнии, по которым устанавливался уровень накопления загрязнителей – серы и ряда тяжелых токсичных металлов в их тканях. Вторая составляющая представляла собой изучение ответной реакции леса на тот или иной уровень загрязнения атмосферы на различных ступенях организации растений и их сообществ (на уровне клетки, организма, популяции, экосистемы).

Объектами исследований явились, прежде всего, сосновые леса, которые преобладают в составе лесов Беларуси, а также имеющие преимущественное распространение вокруг крупных промышленных центров. Выбор сосновых насаждений в качестве объекта исследований определялся также тем обстоятельством, что среди лесообразующих пород сосна наиболее чутко реагирует на загрязнение окружающей среды [1].

Путем стационарных наблюдений (на постоянных пробных площадях) было изучено состояние сосновых лесов в окрестностях гг. Минска, Витебска, Могилева, Гомеля, Бреста, а также в лесах, окружающих такие крупные химические и нефтехимические центры как Светлогорск, Новополоцк, Мозырь. Подобными исследованиями были подвергнуты сосновые леса вдали от промышленных центров, а именно в лесных массивах Национальных парков «Беловежская пуща», «Припятский», «Браславские озера», в Налибокской пуще и Березинском биосферном заповеднике.

Оценка состояния сосновых лесов показала, что их положение не является критическим даже в зоне влияния крупных промышленных центров, хотя вблизи их зачастую они заметно ослаблены – снижается прирост и ускоряется процесс отпада деревьев. Однако признаков явной деградации их не установлено. Это позволяет утверждать, что степень отрицательного влияния на сосновые леса техногенных поллютантов пока носит в целом умеренный характер, хотя при условии продолжительных хронических выбросов вредных веществ состояние сосновых древостоев может в дальнейшем ухудшиться. Вместе с тем будет происходить в различной степени изменение состава и структуры растительности под пологом господствующей древесной породы, которое, кроме того, обусловлено рекреационными факторами, проявляющими свое воздействие в условиях пригородных зон весьма часто.

Исследования также показали [2], что токсичные выбросы промышленных предприятий оказывают существенное влияние на физиолого-биохимические функции сосны обыкновенной, что сказывается на ходе биопродукционного процесса и устойчивости деревьев к загрязнению окружающей среды. Установлено явление существенного нарушения физиологических функций сосны обыкновенной в условиях хронического техногенного загрязнения, выявляемого задолго до появления видимых признаков поражения. Для повышения устойчивости древесных растений, в том числе и сосны, были разработаны практические рекомендации, которые нашли применение в зеленом строительстве и лесохозяйственной деятельности [3].

На основе лихеноиндикации проведены исследования на предмет загрязнения лесных экосистем Беларуси [4] серой и тяжелыми металлами (свинец, кадмий, никель, цинк, хром, медь, марганец, кобальт, стронций). Впервые были составлены карты-схемы зон загрязнения, что позволило выявить очаги повышенного накопления этих элементов, превышающего в той или иной степени фоновые показатели, а также масштабы их рассеивания в пределах Беларуси.

Изучение ответной реакции сосновых насаждений на воздействие техногенных и рекреационных нагрузок, оцениваемой по показателям изменения жизнеспособности древостоев, показало, что наиболее здоровым состоянием в целом характеризуются сосновые леса западной части республики, наиболее угнетенным – центральной и южной ее частей. Сосновые древостои техногенно загрязненных зон, независимо от уровня их санитарного состояния и

несмотря на преимущественное отставание в росте по диаметру от заповедных аналогов, тем не менее, отличаются более высокими показателями биологической продуктивности, что обеспечивается либо усилением вертикального роста деревьев при сохранении их общего количества, либо стимулированием побегообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев.: Наукова думка, 1978. 274 с.
2. Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. Мн.: Навука і тэхніка, 1994. 279 с.
3. Ассортимент аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников, рекомендуемых для озеленения промышленно-городских территорий в зонах загрязнения воздуха техногенными поллютантами /Сост. Сергейчик С.А. и др.; под ред. чл.-корр. Е.А.Сидоровича. – Мн.: Эдит ВВ, 2005. 48 с.
4. Техногенное загрязнение лесных экосистем Беларуси /Под общ. ред. чл.-корр. Е.А.Сидоровича. – Мн.: Навука і тэхніка, 1995. 319 с.

Ставрова Н.И.

СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
nata@AS7542.spb.edu

Scots pine renewal characteristics were studied in northern taiga forests situated 65, 30 and 8 km away from a copper-nickel smelter complex (Monchegorsk, Murmansk region). The total quantity and age structure of Scots pine renewal were found to be noticeably different along the gradient of sulphur dioxide and heavy metals pollution. It was shown that 1-5 and 10-15 yr old Scots pine individuals at 8 km exhibit respectively lower and higher mean annual death rate than the ones at 65 km.

Мониторинг естественного возобновления древесных растений в лесных сообществах, испытывающих влияние промышленного загрязнения разной интенсивности, представляет собой одну из задач, имеющих как научный, так и практический интерес. Способность популяций основных лесообразователей к самовосстановлению определяет характер динамики и степень устойчивости лесной растительности в условиях техногенного стресса. Исследователи обращаются к этой проблеме уже не одно десятилетие, однако работы, выполненные непосредственно в природных сообществах пока немногочисленны и имеющаяся количественная информация требует дополнения и детализации.

В докладе представлена оценка состояния возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в северотаежных лесах, находящихся на разных стадиях деградации под влиянием выбросов медно-никелевого комбината. Исследования проводились в центральной части Кольского полуострова в 30–40-летних сосновых лесах лишайникового типа, располагающихся на расстоянии 65 км (фоновая зона), 30 км (зона повреждения лесных экосистем) и 8 км (зона разрушения лесных экосистем) от комбината по производству цветных металлов (г. Мончегорск).

Характеристики возобновления изучались в течение 3-х полевых сезонов с интервалом между ними 3 и 2 года на 9 постоянных пробных площадях (ППП) размером 0.1–0.15 га. Для учета возобновления сосны на каждой ППП было заложено от 40 до 250 площадок размером 1 м². Динамика плотности возобновления оценивалась на основе показателей общей выживаемости (l_x), среднегодовой относительной смертности (q_x) и среднегодовой относительной выживаемости (p_x) (Злобин, 1989).

В фоновых условиях в первый год исследований средняя плотность возобновления в исследованных сосновых лесах составляла примерно 12 тыс. экз. га⁻¹; абсолютно преобладали особи двух младших возрастных групп (1–3 и 4–6 лет). Средний возраст возобновления сосны составлял 3.9 лет. В последующие 5 лет плотность возобновления постепенно снижалась и к концу этого периода составляла в среднем примерно 25% от первоначальной. Основную роль в составе возобновления на 3-й год играли особи в возрасте от 4 до 9 лет (средний возраст возобновления – 6 лет), на 5 год – в возрасте от 7 до 12 лет (средний возраст 8.3 лет), составляющие в сумме более 75%.

Анализ динамики плотности возобновления за 3-летний период показал, что особи крайних возрастных групп (1–3 и 10–12-лет) характеризовались более низкой общей выживаемостью ($l_x=0.45–0.54$) по сравнению с остальными: в возрастном ряду выживаемость особей сосны возрастала, а затем вновь снижалась. Особенно резкие различия между возрастными группами зарегистрированы по индексу среднегодовой относительной смертности, который в старшей возрастной группе ($q_x=0.41$) в 2–4 раза, а в младшей – в 1.5–3 раза превышал соответствующую величину в группах особей 4–6-ти и 7–9-ти лет.

В зоне повреждения лесных экосистем в конце 5-летнего периода общая плотность возобновления сосны составляла в среднем 2552 экз. га⁻¹ и достоверно не отличалась от плотности в фоновых сосновых лесах. Однако плотность особей 4–6-летнего возраста была достоверно ниже, чем в контроле, а сеянцы в возрасте 1–3 лет полностью отсутствовали.

В пределах зоны разрушения лесных экосистем плотность возобновления сосны была примерно в 3 раза ниже, чем в фоновом районе и в зоне умеренного загрязнения. Значительно преобладающими по доле участия в составе возобновления сосны в начале периода исследований были особи 4–6-летнего возраста, на 3-ий и 5-ый год – соответственно 7–9 и 10–12-летнего. Установлены достоверные различия между фоновыми сообществами и сообществами в зоне разрушения лесных экосистем по плотности особей отдельных возрастных групп. В начале периода исследований плотность особей младших возрастных групп была в 3–10 раз ниже, чем в фоновом районе, а плотность 10–15-летних экземпляров достоверно превышала контрольные значения. Через 5 лет особи младших возрастных групп на расстоянии 8 км от источника выбросов в составе возобновления полностью отсутствовали, а плотность растений старших возрастных групп была существенно ниже, чем в фоновом районе и в сосновых лесах на расстоянии 30 км от источника загрязнения.

Анализ динамики плотности возобновления в зоне разрушения лесных экосистем за 3-летний период свидетельствует о том, что она имеет противоположный характер по сравнению с фоновым районом: индекс общей выживаемости особей сосны в исследованном возрастном ряду снижается в 3 раза, а индекс среднегодовой относительной смертности возрастает в 8 раз.

В целом результаты исследования показали, что в фоновых условиях численность новых генераций сосны существенно колеблется по годам, что является нормой для района исследований, где удовлетворительное вызревание семян (всхожесть более 50%) наблюдается с интервалом 5–10 лет. Вместе с тем, после начала регулярного семеношения древесного яруса (в возрасте 20–30 лет) в северотаежных лишайниковых сосновых лесах, не испытывающих влияния промышленного загрязнения, формируются и в дальнейшем стабильно поддерживаются субценопопуляция возобновления и подроста с возрастом особей в диапазоне от 1 до 40–60 лет.

Промышленное загрязнение приводит к постепенному снижению численности новых генераций сосны по сравнению с фоновыми условиями. Это явление достоверно фиксирует-

ся уже в зоне повреждения лесных экосистем. Причина состоит в уменьшении продукции жизнеспособных семян (Ставрова, 1990; Федорков, 1992) и нарушении развития корневых систем растений (Черненко, 1988; Ставрова, 1990; Веселкин, 2003), под влиянием содержащихся в воздухе и почве токсических веществ. Однако в условиях умеренного уровня загрязнения снижение численности новых генераций, по-видимому, компенсируется повышенной по сравнению с контролем выживаемостью особей старше 10 лет, обусловленной уменьшением конкурентного воздействия со стороны ослабленного древесного яруса. В естественных условиях выживаемость сеянцев сосны повышается в возрастном ряду от 1 до 10 лет (Санников, 1963). Эту закономерность подтверждают данные, полученные в фоновой зоне. Последующее снижение выживаемости сеянцев (в возрасте старше 12 лет) в фоновых сообществах связано с усилением корневой конкуренции с древесным ярусом.

Для зоны разрушения лесных экосистем характерно не только существенное снижение общей плотности возобновления по сравнению с фоновыми сообществами, но и нарушение естественных закономерностей выживаемости особей разного возраста. При высоком уровне загрязнения регистрируется более высокая выживаемость и более низкая среднегодовая относительная смертность сеянцев сосны 1–5-летнего возраста по сравнению с фоновым районом. Это явление обусловлено комплексом причин. Во-первых, сеянцы старше одного года уже прошли первый этап отбора по индивидуальной устойчивости к загрязнению, прежде всего к повышенной концентрации тяжелых металлов в почве. Во-вторых, повышению выживаемости способствуют процессы минерализации и частичного смыва лесной подстилки, которая является гораздо менее благоприятным по водному режиму субстратом для растений сосны первых лет жизни, чем минеральные горизонты (Санников, 1963).

Увеличение возраста сеянцев в условиях высокого уровня загрязнения приводит не к повышению (как в контроле), а к падению их выживаемости. Относительная смертность возрастает примерно в 2 раза по сравнению с фоном, несмотря на явное ослабление конкурентного влияния разрушенного древесного яруса (Ярмишко, 1997). Причина состоит в усилении повреждаемости ассимиляционных органов атмосферными загрязнителями по мере роста особей в высоту и ослабления защитного действия снежного покрова.

На заключительном этапе работа поддержана РФФИ, грант 06-04-48902.

Стакенас В., Армолайтис К.

МОНИТОРИНГ И СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В САНИТАРНОЙ ЗОНЕ ИГНАЛИНСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Литовский институт леса, Гирюнис, Каунасский р-н, Литва, v.stakenas@mi.lt

Local monitoring of forest ecosystems near Ignalina Nuclear Power Plant was implemented in 2001. The data of local forest monitoring (2001-2007) near Ignalina NPP (Lithuania) are presented. The Lithuanian State Science and Studies Foundation supported the study.

Введение. Выделяются 4 вида воздействия атомных электростанций (АЭ) на окружающую среду: радиационное, химическое, тепловое и урбанизационное (техническое) (Егоров, Николаевский, 2003), обусловленные строительством АЭ и дальнейшей урбанизацией региона. Исследования, проведенные у ряда АЭ, показали, что радиоактивные и химические (тяжелые металлы) поступления с нормально работающей АЭ малы и не вызывают ощутимого воздействия на прилегающие экосистемы. По данным большинства исследователей, наибо-

лее ощутимое влияние на окружающие АЭ экосистемы вызывают тепловое и урбанизационное воздействия. Если тепловое воздействие в основном влияет на гидрохимические и сукцессионные процессы водоемов-охладителей, то урбанизация региона резко увеличивает нагрузку на лесные экосистемы. Согласно закону экологического мониторинга Литвы (2003), в зоне вероятного воздействия крупных промышленных объектов, в том числе и энергетических, должен проводиться экологический мониторинг. Составная часть такого мониторинга – мониторинг прилегающих лесных экосистем. Целью настоящей работы является выявление возможных воздействий Игналинской АЭ на состояние лесных экосистем по данным лесного мониторинга, проводимого в санитарной 3-километровой зоне.

Объекты и методы. Игналинская атомная электростанция (ИАЭ) начала работу в 1983 году. Сеть локального мониторинга состояния лесных экосистем в санитарной зоне ИАЭ заложена в 2001 году. Состояние лесных экосистем исследовалась на основе методики Европейской программы лесного мониторинга (ICP-Forest) (UN/ECE, 1998) в 26 постоянных пробных площадях в сети 1x1 км. В санитарной зоне ИАЭ преобладают сосняки, березняки, ельники и черноольшаники на дерново-подзолистых, бурых и торфяных почвах (*Luvisols*, *Cambisols*, *Albeluvisols* и *Histosols* согласно ISSS-ISRIC-FAO, 1998). Для определения показателей радиоактивности, обилия почвенных микроорганизмов и качества древесины использовались общепринятые методы исследований. При проведении мониторинга оценивалось состояние деревьев (дефолиация кроны, дехромация и повреждения деревьев), прирост и продуктивность древостоев, видообразие растений и площадь проективного покрытия видов живого напочвенного покрова, химический состав почвы и листвы деревьев, качество древесины, накопление тяжелых металлов и радионуклидов в почве, моховом покрове и древесине, обилие почвенных микроорганизмов. Для оценки теплового воздействия АЭ на растительность лесных экосистем была использована фитоиндикационная 9-бальная шкала Элленберга (Ellenberg et al., 1991).

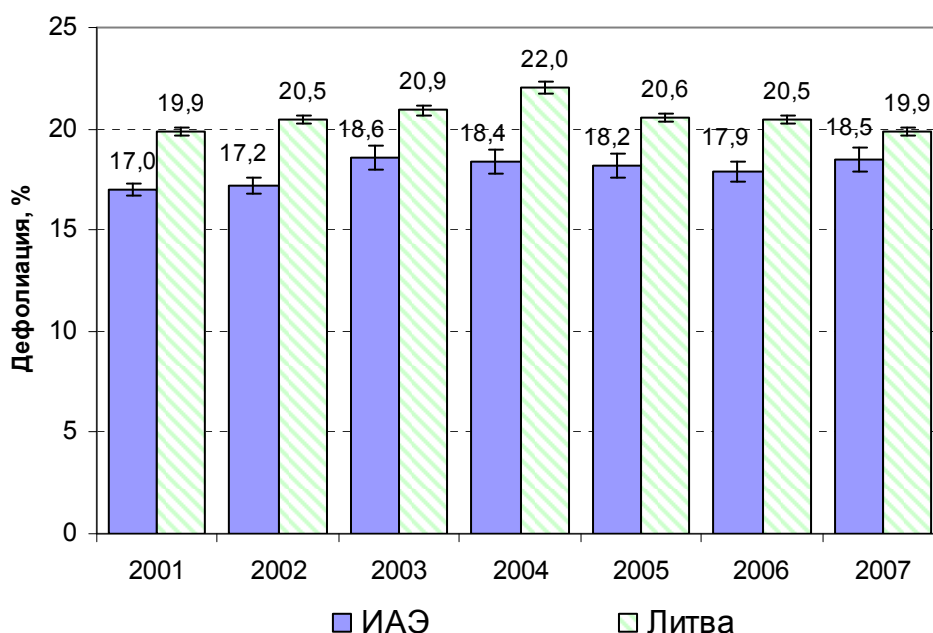


Рисунок 1 – Изменение средней дефолиации кроны деревьев в санитарной зоне ИАЭ и в среднем по Литве (данные регионального мониторинга)

Результаты и обсуждение. В результате исследований установлено, что в течение 2001-2007 года дефолиация кроны деревьев в санитарной зоне ИАЭ изменялась незначительно (рисунок 1). Средняя дефолиация деревьев составляла 17,5%, (в отдельные годы колебалась в диапазоне 17,0% - 18,6%), или была на 2,3-3,6% меньше, чем в среднем по Литве.

Концентрация тяжелых металлов в почве и растительном покрове (листьях деревьев, древесине и мхах) не превышала фонового уровня. При этом, уровень загрязнения растительности тяжелыми металлами в санитарной зоне ИАЭ был в 0,3-3 раза меньше, чем в окрестностях других крупных промышленных и энергетических объектов, таких как Литовская электростанция (Электренай), Мажейкяйская „Нефть“ и др. (Šeburnis et al., 2002).

Оценка возможного теплового воздействия водоема-охладителя ИАЭ (озеро Друкшяй) на травяную и кустарниковую растительность лесных экосистем проводилась в наиболее распространенных типах леса: *Vaccinio-myrttillosa* (vm), *Oxalidososa* (ox), *Myrttillo-oxalidososa* (mox), и *Hepatico-oxalidososa* (hox). Выяснилось, что средневзвешенные баллы термофильности растительности травяного и кустарникового яруса у ИАЭ превышали на 0,3-2,5 балла эти показатели, установленные в соответствующих типах леса в среднем по Литве. Эти данные показывают возможность теплового влияния ИАЭ на лесные экосистемы.

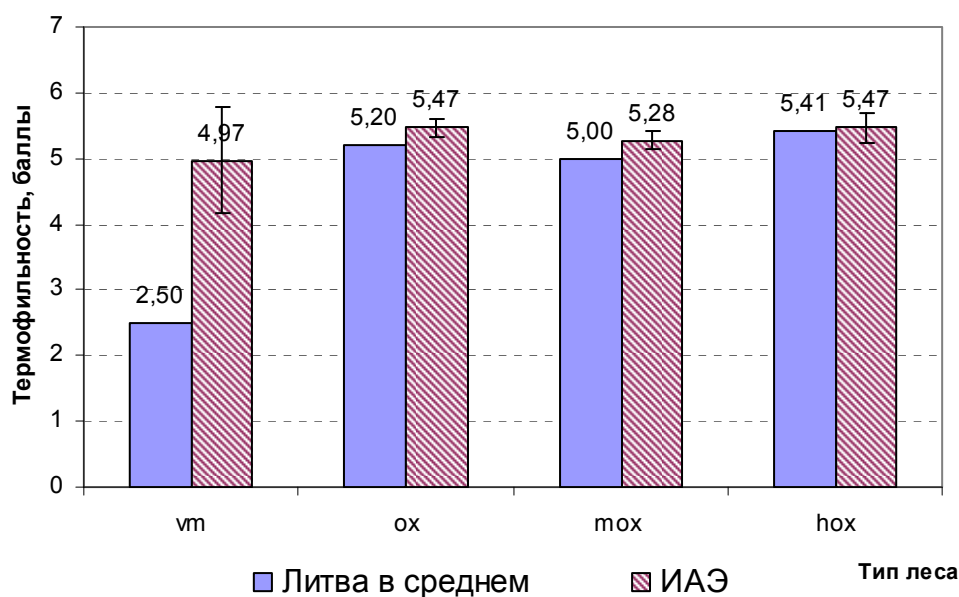


Рисунок 2 – Средневзвешенные баллы термофильности растительности в санитарной зоне ИАЭ и в среднем по Литве

В заключение следует отметить, что во время исследований ощутимое влияние работы ИАЭ на состояние различных компонентов лесных экосистем не выявилось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров Ю.А, Николаевский В.С. Состояние наземных фитоценозов в регионах действующих АЭС / Мониторинг и оценка состояния растительного покрова, 2003. - С. 123-124.
2. Šeburnis D., Šakalys J., Armolaitis K., Valiulis D., Kvietkus K. 2002. In-stack emissions of heavy metals estimated by moss biomonitoring method and snow-pack analysis. Atmospheric Environment, 36, p. 1465-1474.
3. UN/ECE. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests // Hamburg / Geneva : Programme Coordinating Centre. 1998.
4. ISSS-ISRIC-FAO. World reference base for soil resources // World Soil Resources Report no 84. FAO. – Rome, 1998.
5. Ellenberg H., Weber H. E., Dull R., Wirth V., Werner W., Penlissen D. Zeigerverte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica. – 1991, N 12. – P. 407-424.

Судник А.В., Вершицкая И.Н.,
Ефимова О.Е., Лиховицкий А.Б.,
Вознячук И.П.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ НА ОПУШКАХ ПРИМЫКАЮЩИХ К МКАД НАСАЖДЕНИЙ В 2004-2007 гг.

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича
НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь, sav@biobel.bas-net.by

Dynamics of tree state in edge zone along Minsk ring road was investigated in 2004-2007. The tree state is determined by salt pollution during the winter period. Salt pollution on the scales and intensity surpasses pollution by heavy metals and is a main cause of degradation of vegetation in edge zones along Minsk ring road.

Антропогенная трансформация природной среды – одна из наиболее острых проблем современности. Особую озабоченность в этом плане на территории Беларуси вызывает Минская кольцевая автодорога (МКАД), вдоль которой отмечены случаи массового повреждения и гибели примыкающих к ней зеленых насаждений.

Насаждения вдоль МКАД постоянно подвергаются техногенному воздействию, связанному с автомобильным транспортом, а в зимний период – еще и с применением противогололедных реагентов, которые ведут к засолению территории и, попадая в форме водно-солевых аэрозолей на поверхность крон деревьев, повреждают их. Солевое загрязнение по масштабам и интенсивности превосходит загрязнение тяжелыми металлами и является основной причиной деградации растительности в опушечных зонах вдоль МКАД.

В качестве противогололедного реагента на МКАД в зимний период используется соль техническая (галит), на 95% состоящая из хлорида натрия (NaCl). На дорогу высыпалась преимущественно чистая соль и песчано-соляная смесь 1:1 в количестве 1,0-10,2 тыс. тонн (таблица).

Таблица – Расход соли технической в качестве противогололедных материалов на МКАД за период с 1999 по 2007 гг., тонн (по данным ДУ-10 «Магистральавтодор»)

1999 / 2000 гг.	2000 / 2001 гг.	2001 / 2002 гг.	2002 / 2003 гг.	2003 / 2004 гг.	2004 / 2005 гг.	2005 / 2006 гг.	2006 / 2007 гг.
1 689	1 177	994	7 868	9 737	7 254	10 219	6 281

Резкий рост объемов применения соли, высыпаемой в зимний период на МКАД, отмечен после окончания в 2002 г. реконструкции дороги. Объем вносимых противогололедных реагентов на МКАД не должен превышать 5 тыс. тонн (Руководящий документ 0219.1.18-2000 «Зимнее содержание автомобильных дорог общего пользования Республики Беларусь»). Фактически же количество внесенных реагентов превысило норму зимой 2002/2003 гг. в 1,6 раза; 2003/2004 гг. – в 1,9; 2004/2005 гг. – почти в 1,5; 2005/2006 гг. – более чем в 2 раза; 2006/2007 гг. – в 1,2 раза. В зимний период 2006/2007 г. было внесено наименьшее за последние 5 лет количество галита – 6281 тонна.

На поверхность низко растущих ветвей деревьев соль попадает в результате разбрызгивания автомобилями талых вод и мокрого снега, насыщенных NaCl. Турбулентные потоки воздуха, создаваемые движущимся транспортом, способствуют образованию и распространению водно-солевых аэрозолей и их оседанию на хвое и побегах деревьев. Высота, до которой отмечаются повреждения, в среднем составляет 15-17 м. Содержание ионов натрия и хлора в образцах хвои, собранных с деревьев вдоль МКАД, в десятки раз превышает кон-

трольные значения.

В опушках насаждений, прилегающих к МКАД в 2004-2007 гг. проведена сплошная оценка жизненного состояния деревьев. Исследования проведены во всех насаждениях по обе стороны от дороги. Особое внимание уделялось положению дороги относительно прилегающих к ней насаждений: дорога в выемке – ниже прилегающей территории более чем на 1 м; в насыпи – выше более чем на 1 м; в «нуле» – МКАД расположена на одном уровне с прилегающей территорией. Ежегодно оценивалось около 10 тыс. деревьев.

За период 2004-2006 гг. наблюдалась устойчивая тенденция ухудшения состояния деревьев в опушечной зоне вдоль МКАД, связанная с увеличением количества вносимых в зимний период противогололедных реагентов. В этот период опушечные древостои характеризовались как поврежденные. Средний индекс состояния (ИС) в начале лета 2004 г. составлял 51,8%; 2005 г. – 50,2%; 2006 г. – 48,2%. В 2007 г. древостои опушечной зоны вдоль МКАД в среднем характеризовались как ослабленные (ИС – 69,8%). Улучшение состояния деревьев вдоль МКАД в 2007 г. связано, во-первых, с тем, что в зимний период 2006/2007 г. было внесено наименьшее количество противогололедных реагентов за последние 5 лет; во-вторых, с некоторой адаптацией к существующим условиям произрастающих вдоль автодороги деревьев; в-третьих, с некоторым увеличением расстояния от опушки до дороги за счет санитарной вырубki в прошлые годы усохших деревьев.

Состояние деревьев в опушечной полосе прилегающих к МКАД насаждений зависит от положения дороги в рельефе (рисунок). Лучшим состоянием характеризовались насаждения, расположенные выше полотна дороги более чем на 1 м (МКАД в выемке). В 2007 г. ИС древостоев составил 75,1% (древостои ослабленные), а в предыдущие годы (2004-2006 гг.) – 60,0-63,1% (древостои поврежденные). В случае, когда насаждения находились на уровне полотна дороги (МКАД в «нуле»), ИС древостоев снизился в 2007 г. до 69,1%, а в предыдущие годы – до 47,0-50,7%. Наиболее повреждены древостои на участках, где полотно дороги проходит выше уровня почвы (МКАД в насыпи). Их ИС составил в 2007 г. 67,8% (древостои поврежденные), а в предыдущие годы 43,4-47,7% (древостои сильно поврежденные).

В 2007 г. в опушечной зоне вдоль МКАД преобладали ослабленные деревья – 38,4%. Доля деревьев без признаков ослабления увеличилась в 2007 г. до 33,9% (в 2004-2006 гг. их число не превышало 10%). Количество сильно ослабленных деревьев уменьшилось до 22,3% (в 2004-2006 гг. – 40,2-51,4%). В 2007 г. 315 деревьев (3,1%) находились в стадии усыхания. Отмечено снижение в опушках доли свежего сухостоя на 2,8% по сравнению с 2006 г.

За весь период обследования наиболее поврежденными среди оцениваемых пород оказались ольха черная, ивы, липа и береза; меньше повреждены – сосна, каштан и вяз. Плохое жизненное состояние ив и ольхи черной в опушечной зоне вдоль МКАД объясняется положением деревьев этих пород на пониженных участках (при прохождении МКАД в насыпи), а липы и березы – низкой устойчивостью к солевому загрязнению, в том числе из-за малой толщиной коры на 1-2 летних побегах, не способной противодействовать проникновению хлоридов. По степени улучшения жизненного состояния вдоль МКАД обследованные древесные породы расположились следующим образом: ольха черная > ива > липа > береза > ель > дуб > ясень > вишня > тополь > осина > рябина > клен > вяз > каштан > сосна. Высокую устойчивость к засолению в опушечной полосе показала акация желтая.

В течение периода вегетации состояние древостоев в опушечной зоне улучшается. Это связано, во-первых, с оздоровлением деревьев, обусловленным смывом повреждающих веществ с крон деревьев осадками и прекращением их внесения, во-вторых, с проводимыми санитарными мероприятиями, в ходе которых часть усыхающих деревьев и свежий сухостой удаляются. Состояние древостоев улучшается и с удалением от опушки в глубь массива.

Таким образом, расширение МКАД в сочетании с ростом автомобильного парка города и интенсивности движения привели к увеличению количества вносимых противогололедных реагентов и засолению прилегающих к дороге территорий. Солевое загрязнение по масштабам и интенсивности стало основной причиной деградации растительности вдоль МКАД.

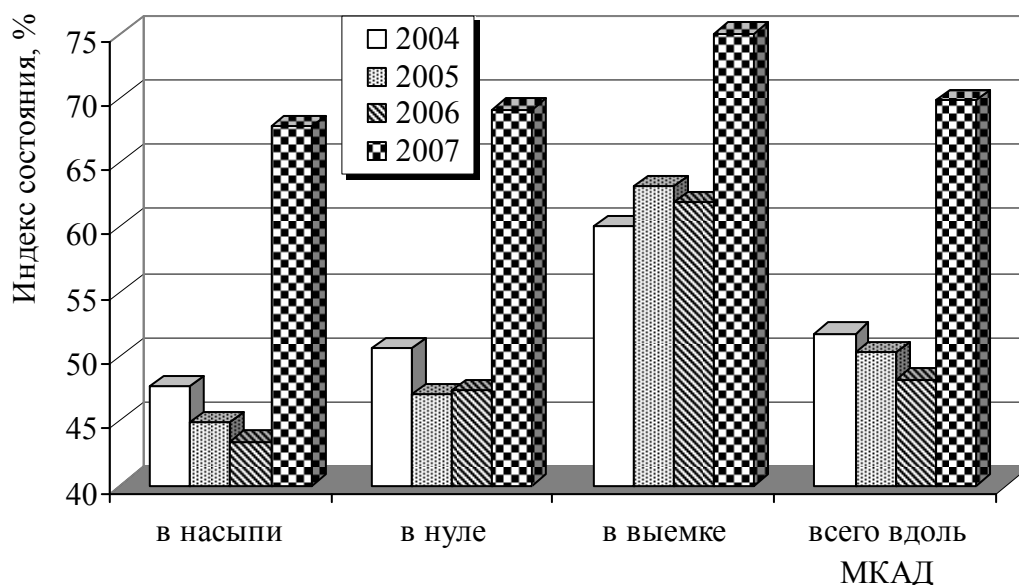


Рисунок – Средние индексы состояния деревьев в зависимости от нахождения МКАД в рельефе относительно прилегающих к ней насаждений в 2004–2007 гг.

В будущем следует ожидать дальнейшего ухудшения состояния, поскольку количество выбросов от передвижных источников загрязнения и количество вносимых противогололедных реагентов продолжает увеличиваться.

Судник А.В.¹, Побирущко В.Ф.², Вершицкая И.Н.¹, Лиховицкий А.Б.¹

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСОВ И ЛЕСОПАРКОВ МИНСКА И ЕГО БЛИЖАЙШИХ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА В 1993-2007 гг.

¹ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича, НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь, sav@biobel.bas-net.by

²Министерство лесного хозяйства, г. Минск, Беларусь

The dynamics of state and pollution of forests and forest parks of Minsk and its environs on local network of forest monitoring is shown. The general state of forests and parks of Minsk is satisfactory for period 1993-2007. The state of plantings of Minsk and its environs is subject to significant fluctuations. Any significant display of adverse factors is capable to lower their stability and to lead to damage.

Минск – крупнейший город и индустриальный центр Беларуси – является мощным источником комплексного воздействия на природную среду, важнейшую часть которой составляют городские леса и лесопарки. Экстремальный уровень антропогенного воздействия на леса города определяет необходимость оперативной оценки их состояния и принятия мер по минимизации негативных влияний. С этой целью в г. Минске и его окрестностях создана локальная сеть лесного мониторинга (ЛСЛМ «Минск»), на которой с 1993 г. ведутся регулярные наблюдения за состоянием лесов и лесопарков столицы. ЛСЛМ «Минск» состоит из 100 постоянных пунктов учета (ППУ), 60 из которых расположены в пределах городской черты в

репрезентативных участках леса, еще 40 ППУ – на расстоянии до 3 км от Минской кольцевой автомобильной дороги. Методически наблюдения организованы в соответствии с требованиями общеевропейской программы ICP-Forest.

В период с 1995 по 2001 гг. в г.Минске наблюдалось общее улучшение состояния древостоев лесов и лесопарков. С 2002 по 2005 гг. из-за увеличения техногенной и рекреационной нагрузки, а также засухи в июле-августе 2002 г. состояние насаждений ухудшилось (рисунок). В 2006-2007 гг. на фоне благоприятных климатических условий отмечено улучшение состояния лесов города по сравнению с предыдущими годами. Это выразилось в увеличении доли здоровых и здоровых с признаками ослабления деревьев при уменьшении числа ослабленных. В 2007 г. подавляющее большинство насаждений были отнесены к группе здоровых с признаками ослабления (69,8% в городе и 89,5% – в пригородной зоне). Количество ослабленных древостоев в пределах городской черты составило 27,9%, а в пригородной зоне – 3,9%. Особо следует подчеркнуть, что в 2007 г., впервые за последние 5 лет, 2,3% обследованных древостоев в пределах городской черты и 6,6% в пригородной зоне были отнесены к категории здоровых. Средний индекс состояния древостоев составил 0,82 в городской черте и 0,85 – в пригороде.

Тенденция улучшения состояния лесов города в 1995-2001 гг. также проявилась в увеличении численности здоровых деревьев (с дефолиацией до 10%), которые стали доминировать в насаждениях. С 2002 г. в древостоях г.Минска и его ближайших окрестностей преобладающими стали слабоповрежденные деревья (дефолиация 15-25%). В 2007 г. их доля составила 65,5 и 54,3% соответственно для города и пригородной зоны. На неповрежденные деревья из числа обследованных приходилось 24,6% в городе и 40,3% – в пригороде. Доля среднеповрежденных, сильноповрежденных и усохших деревьев в последние годы значительно не изменилась и в 2007 г. составляла в среднем 7,5; 0,4 и 0,3% соответственно.

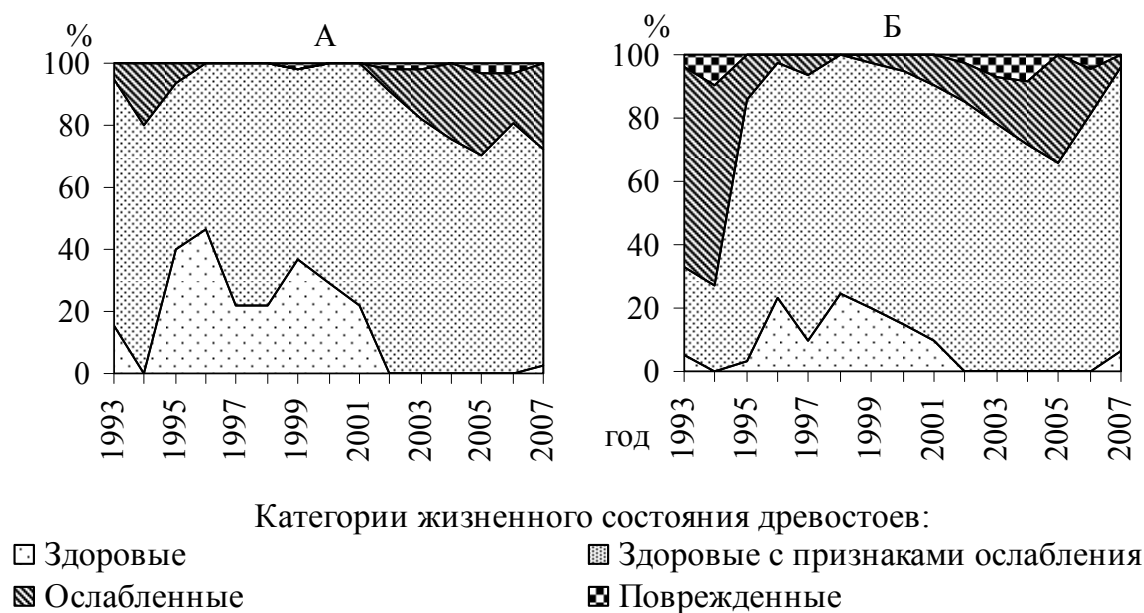


Рисунок – Распределение обследованных древостоев по категориям жизненного состояния на территории г.Минска (А) и его окрестностей (Б) в 1993-2007 гг.

В 90-е годы древостои внутри г.Минска в целом характеризовались лучшим состоянием, чем в ближайших пригородах (средняя дефолиация деревьев в столице была, как правило, на 2-7% ниже). Это было обусловлено в первую очередь санитарными и лесохозяйственными мероприятиями, которые проводятся в черте города более тщательно и часто, чем за его пределами. С другой стороны, господствующие западные ветры выносят из Минска значительную часть воздушных загрязнителей от наиболее крупных предприятий, расположенных в восточной части города, минуя лесопарковые массивы. В последние годы различия

между показателями состояния пригородных и городских лесов почти выровнялись. Так, в 2003-2006 гг. они редко превышали 1%. А в 2007 г. средняя дефолиация городских насаждений оказалась на 2,8% выше по сравнению с дефолиацией в пригородной зоне. Ухудшение состояния городских лесов и лесопарков в последние годы, по-видимому, связано с повышением аэротехногенного загрязнения, в первую очередь за счет роста численности транспортных средств в городе.

Степень дефолиации верхней трети крон у лесных деревьев ниже в среднем на 3,1-3,7% по сравнению с ее значением для крон в целом, как в черте города, так и за ее пределами. Это косвенно свидетельствует о том, что состояние деревьев на территории Минска определяется относительно слабыми и долгодействующими факторами (умеренное загрязнение воздуха, неблагоприятные погодно-климатические условия и др.), а не экстремальным загрязнением атмосферы.

Уровень загрязнения лесов и лесопарков Минска и его окрестностей соединениями серы и токсичными металлами можно признать умеренным, хотя отдельные участки сильно загрязнены, что не позволяет проводить в этих лесах заготовку пищевого и лекарственного растительного сырья. Загрязнение лесных экосистем города техногенными поллютантами носит комплексный характер. До уровней, токсичных для человека, растений и животных, концентрации загрязнителей (особенно титана, хрома и ванадия) поднимаются только в отдельных лесопарках Минска (ЦБС НАНБ, парк им. Челюскинцев, парк им. 60-летия Октября), на некоторых участках у крупных автомагистралей и МКАД, у локальных источников эмиссий (тракторный завод) или загрязнений отходами в пригородных лесах (городские свалки).

Большая часть (88,0%) обследованных насаждений загрязнена мусором, причем у 32,0% сообществ уровень замусоренности классифицировался как «средний» или «сильный». Именно эти категории насаждений особенно тревожат и требуют к себе повышенного внимания как в отношении их очистки, так и принятия мер по сокращению поступления мусора в леса (установка емкостей для накопления мусора, контроль за вывозом мусора и др.). Хотя загрязненные фрагменты встречаются во всех лесных массивах, особую озабоченность вызывают восточная и юго-западная окраины Минска. При этом наиболее замусорены периферийные, расположенные вблизи от жилых кварталов, участки леса, а также насаждения, примыкающие к дорогам. Положительным моментом является относительная чистота зеленых насаждений в центральной части города, что объясняется ее лучшей благоустроенностью и более тщательной очисткой. С 2003 г. наблюдается устойчивая тенденция на увеличение количества чистых от мусора и слабозагрязненных участков, а, следовательно, уменьшение количества средне- и сильнозагрязненных участков. Намечившаяся тенденция на снижение замусоренности лесных насаждений связана с тем, что работники Минского лесопаркового хозяйства и других служб УП «Минскзеленстрой» периодически очищают леса от мусора. К сожалению, не удастся избежать появления новых участков со стихийными свалками бытового мусора в результате безответственного отношения части жителей города к этой проблеме.

В целом можно отметить, что состояние насаждений Минска и его пригородов подвержено значительным флуктуациям. И любое значимое проявление неблагоприятных факторов способно снизить их устойчивость и привести к повреждению, а при длительном сильном негативном воздействии нельзя исключать и возможной гибели отдельных насаждений.

Судник А.В., Вознячук И.П.,
Моложавский А.А., Пугачевский А.В.,
Вершицкая И.Н.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НОВОПОЛОЦКОГО НЕФТЕПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В 1992-2007 гг.

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича
НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь, sav@biobel.bas-net.by

The dynamics of state and pollution of forests on local network of forest monitoring in the zone of the influence of the largest stationary source of discharges in Belarus – Novopolotsk oil-industrial complex – is shown. The general state of forests is subject to significant fluctuations for period 1992-2007.

Новополоцкий нефтепромышленный комплекс (НПК) по объему техногенных выбросов в атмосферу от стационарных источников стабильно занимает первое место среди городов Беларуси. С 1991 по 1999 гг. в Новополоцком промрайоне произошло существенное (более чем в 3 раза) сокращение поступления в атмосферу промышленных эмиссий, однако с 2000 г. объемы выбросов снова начали возрастать.

Для оценки состояния лесов в зоне воздействия Новополоцкого НПК в 1992-1995 гг. была создана локальная сеть лесного мониторинга. Мощность сети: 101 постоянный пункт учета (ППУ) на территории Полоцкого учебно-опытного лесхоза и Полоцкого лесхоза густотой 1х1 км; 5 ленточных пробных площадей размером 500х10 м, сориентированных от лесных опушек в глубь лесного массива и охватывающих экологически наиболее напряженную часть лесов у предприятий Новополоцкого НПК.

Общее состояние лесов в окрестностях Новополоцкого НПК можно признать удовлетворительным. Самым неблагоприятным для древостоев за период исследования (1992-2007 гг.) оказались экологические условия 1992 г. (рисунок А). В этот год в лесах доминировали ослабленные (44,9%) и здоровые с признаками ослабления (42,9%) древостои. В этом же году было выявлено наибольшее количество поврежденных древостоев (10,2%). С 1992 по 2000 гг. в погодичной динамике состояния древостоев наблюдалась положительная тенденция, которая проявлялась в увеличении количества «здоровых с признаками ослабления», снижении количества «ослабленных» и «поврежденных» древостоев. С 2001 по 2005 гг. состояние древостоев ухудшалось, а в 2006 и 2007 гг. снова улучшилось. В 2007 г. ни один из обследованных древостоев не был отнесен к категории поврежденного. Доля здоровых древостоев в 2007 г. составила 10,2%; здоровых с признаками ослабления – 72,8%; ослабленных – 17,0%.

Сходная тенденция наблюдалась и в распределении деревьев с различной степенью дефолиации. До 2000 г. на ППУ устойчиво возрастала доля неповрежденных деревьев. Но с 2001 г. в окрестностях Новополоцкого НПК стали преобладать слабоповрежденные (дефолиация 11-25%) деревья. В 2007 г. их доля составила 49,5%. Количество неповрежденных древостоев достигло 45,1%, а численность среднеповрежденных деревьев уменьшилась до 5,1%. Доля сильноповрежденных деревьев оставалась стабильной (0,3-0,4%).

Наиболее благополучные показатели состояния насаждений отмечены на относительно удаленных от источников эмиссий участках, расположенных, как правило, внутри лесных массивов. Однако, в отдельные годы в сообществах, находящихся на относительно удалении от источников эмиссий, имела место повышенная дефолиация. Эти «аномалии» обусловлены локальными изменениями условий произрастания: искусственным изменением гидрологического режима территории, вырубкой соседних древостоев, интенсивной рекреацией, пожарами.

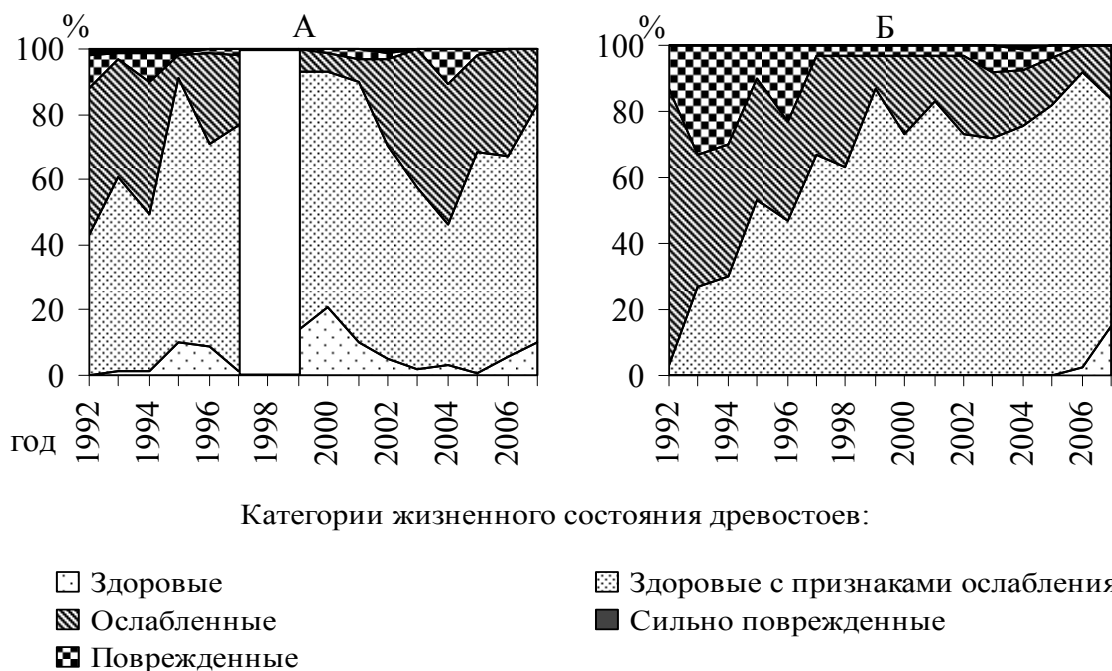


Рисунок – Распределение обследованных древостоев в зоне воздействия Новополоцкого НПК по категориям жизненного состояния в 1992–2007 гг.
(А – зона воздействия в целом; Б – буферная зона)

На территориях, непосредственно примыкающих к промышленным предприятиям Новополоцкого НПК, угнетение деревьев в большей мере связано с сильным техногенным (промышленные выбросы) воздействием. Относительно стабильные зоны угнетенного состояния древостоев приурочены именно к ветроударным опушкам леса вблизи предприятий, т.е. расположены в зоне непосредственного воздействия техногенных эмиссий. Средний % дефолиации крон в отдельные годы достигал здесь 40-50%, в 2007 г. – 25-35%. С удалением от опушек в глубь массива улучшение состояния деревьев характерно в целом для всех пород. В буферной (500-метровой) зоне Новополоцкого НПК за весь период исследования отмечалась общая тенденция на улучшение состояния древостоев, обусловленное, в первую очередь, снижением техногенной нагрузки на природную среду вследствие уменьшения объемов промышленных эмиссий (рисунок Б).

До 2001 г. дефолиация деревьев в буферной зоне Новополоцкого НПК превышала дефолиацию на ППУ. Начиная с 2002 г. средняя дефолиация крон деревьев и состояние древостоев в буферной зоне и на пунктах учета стали выравниваться. Это связано с адаптацией сообществ в буферной зоне промкомплекса к существующим нагрузкам, которая проявилась, во-первых, в отборе наиболее устойчивых особей и их групп, а, во-вторых, в структурной перестройке сообществ после частичного распада древостоев, последовавшего за пуском заводов, и обогащения почв компонентами загрязнений (азотом, кальцием, микроэлементами). Относительная завершенность процесса адаптации этих сообществ к техногенной среде, по-видимому, и предопределила «выравнивание» состояний древостоев буферной зоны и лесов зоны воздействия Новополоцкого НПК в целом.

Таким образом, динамика состояния лесов за период 1992-2007 гг. в зоне воздействия Новополоцкого НПК определялась общим трендом снижения техногенной нагрузки на природную среду. Колебания состояния по отдельным годам обусловлены особенностями динамики погодно-климатических условий. Два этих фактора - динамика загрязнения и динамика климата - являются определяющими в «формировании» состояния древостоев региона. Хотя на отдельных участках локальные воздействия каких-либо факторов могли оказаться более значимым, чем влияние загрязнений и погоды.

Наиболее загрязненные техногенными поллютантами участки леса, как правило, приурочены к зонам прямого воздействия эмиссий предприятий Новополоцкого НПК. Само загрязнение носит комплексный характер, поскольку в процессе выбросов промышленных и транспортных эмиссий в среду попадает сразу несколько их компонентов. Повышенное содержание некоторых элементов (никеля, свинца, цинка) в отдельных лесных экосистемах обусловлено тем, что эти участки приближены к дорогам и опушкам леса, последние из которых обладают фильтрующей и осаждающей ролью по отношению к поллютантам различного происхождения. Наиболее чистые территории расположены на достаточном удалении от промышленных объектов и, большей частью, сосредоточены к югу и юго-востоку от промышленных производств Новополоцкого НПК. Степень загрязнения лесов серой и металлами в большинстве случаев относительно невысока, хотя и превышает фоновые показатели. До уровней, токсичных для человека, растений и животных, концентрации загрязнителей поднимаются только вблизи промышленных производств, на отдельных участках у крупных автомагистралей, железных дорог и полигонов бытовых и промышленных отходов.

Таким образом, состояние лесов в окрестностях Новополоцкого НПК в целом остается удовлетворительным. Вместе с тем, состояние отдельных участков вызывает озабоченность и требует проведения мероприятий по поддержанию устойчивости и функциональной эффективности рекреационных, защитных и средообразующих свойств лесных экосистем.

Торлопова Н.В., Робакидзе Е.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСНЯКОВ И ЕЛЬНИКОВ В ЗОНЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия,
torlopova@ib.komisc.ru*

The assessment of status of pine and forests located in conditions of aerotechnogenic pollution of Syktyvkar timber-industry complex is given. Improvement of a vital condition of the pine and spruce trees, its stands, as well as undergrowth for 1998-2006 is shown.

Цель данной работы состоит в оценке изменения структуры и состояния сосновых и еловых фитоценозов в условиях аэротехногенного загрязнения целлюлозно-бумажного производства (ЦБП) ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК». Район исследований расположен в подзоне средней тайги Европейского Северо-Востока. В работе использованы общепринятые методы лесной таксации и биомониторинга (Захаров, 1967; Manual..., 1994). Исследуемые древостои приспевающие, III-IV классов бонитета. Дана оценка жизненного состояния деревьев, древостоев, подроста, растений напочвенного покрова за период с 1998 по 2006 год. Данные о влиянии ЦБП на окружающую биоту недостаточны. Это связано с трудностью определения компонентов выбросов в растениях и неспецифичностью ответа на загрязнение. Выбросы состоят из биогенных элементов, валовой химический анализ не показал достоверного накопления их в ассимилирующих органах деревьев и кустарничков. Однако в снежном покрове нами обнаружено превышение фоновых концентраций ионов, входящих в состав выбросов.

Локальный мониторинг лесов показывает, что в зоне действия ЦБП происходят определенные изменения в структуре и состоянии фитоценозов. Наиболее информативным признаком текущего состояния дерева является степень дефолиации кроны. По сравнению с 1998 г., в сосняках дефолиация снизилась в 1.7 раза. Количество деревьев без признаков дехромации возросло в 1.4 раза. Доля деревьев без сухих сучьев увеличилась в 3 раза, но появилось 4%

усыхающих деревьев. Среди всех оцениваемых параметров ухудшилось лишь состояние вершин деревьев сосны. В ельниках, при почти неизменном числе деревьев со слабой дефолиацией, значительно снизилась доля сильно дефолированных деревьев, увеличилось (в 2.4 раза) количество деревьев без потерь хвои. Также в 2.4 раза увеличилось число деревьев ели без пожелтевшей хвои. Доли деревьев ели без сухих сучьев и со здоровыми верхушками увеличились одинаково – в 1.2 раза.

Каждому дереву присвоен класс повреждения с учетом степени дефолиации, дехромации, наличия сухих сучьев в кроне и состояния верхушки дерева. В 1998 г. в фоновых условиях картина распределения деревьев имеет вид убывания числа деревьев с увеличением степени их поврежденности. В условиях загрязнения, по сравнению с фоновым районом, была увеличена доля поврежденных деревьев, с преобладанием класса слабоповрежденных. Экологическая структура сосновых древостоев в зоне влияния ЦБП за прошедший период улучшилась (рисунок). Участие здоровых деревьев увеличилось в 1.5 раза. Доля слабоповрежденных деревьев уменьшилась в 2 раза, среднеповрежденных – в 1.4 раза, сильноповрежденных – в 1.2 раза. В древостоях ельников черничных на загрязненной территории в 2006 году 42 % от общего количества деревьев составляют здоровые, что в 1.8 раза больше, чем в 1998 г. Доля слабоповрежденных деревьев не изменилась и составила 36%. Участие среднеповрежденных деревьев уменьшилось в 1.3 раза и составило около 20%. Доля сильноповрежденных деревьев снизилась в 4.2 раза. И в сосняках, и в ельниках разница между количеством деревьев разной степени поврежденности между контрольными и загрязненными участками сокращается по сравнению с 1998 г.

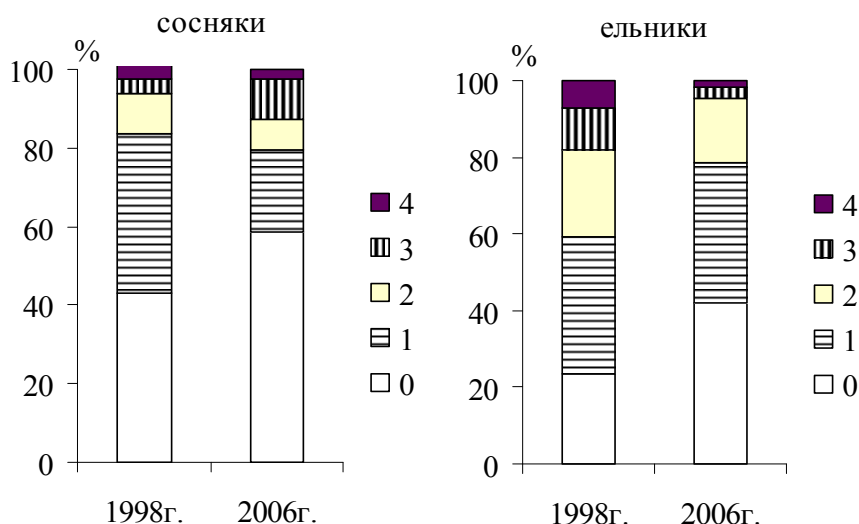


Рисунок – Распределение деревьев по классам повреждения: 0 – здоровые, 1 – слабоповрежденные, 2 – среднеповрежденные, 3 – сильноповрежденные, 4 – свежий сухостой

Для сравнения древостоев между собой и во времени рассчитывали интегральный показатель – индекс (I) поврежденности древостоя по формуле средневзвешенного класса повреждения составляющих его деревьев (Алексеев, 1997). В фоновом районе индекс поврежденности сосняков остался прежним, ельников – увеличился. Индексы поврежденности сосновых древостоев импактной зоны уменьшились в 1.2-2.5 раза, еловых – в 1.2-2.9 раза. Это произошло за счет снижения числа деревьев всех классов поврежденности и перехода сухостоя в валеж и говорит о том, что за прошедший период произошло улучшение жизненного состояния древостоев, растущих в зоне воздействия ЦБП. На данный момент сосновые древостои характеризуются как здоровые и слабоповрежденные, все еловые – как слабоповрежденные ($I_{cp}=0.87$).

Во всех исследуемых ельниках возобновительный потенциал главной лесообразующей породы – ели – достаточен для непрерывного развития еловых древостоев как в фоновом районе, так и в зоне действия выбросов. Тогда как в сосняках загрязненного района недостаточно

жизнеспособного подроста ни ели, ни сосны. В результате аэротехногенного воздействия в сосновых и еловых фитоценозах повреждаются растения напочвенного покрова, сокращается число видов травянистых растений, мхов, увеличивается поврежденность листьев кустарничков. Травянистые растения замещаются кустарничками, что выражается в увеличении плотности размещения черники и брусники. С 1998 по 2006 г. в сосняках черничных произошло улучшение состояния кустарничков, тогда как в ельниках за этот период значительных изменений поврежденности кустарничков не отмечено.

Наряду с визуально определяемыми признаками крон измеряли радиальный прирост стволов на высоте груди. Улучшение состояния ассимилирующих органов за 2000-2004 гг. не сопровождается увеличением годичных приростов ствола по сравнению с предыдущими пятилетними периодами, начиная с начала работы предприятия (1964 г.). Как на контрольных, так и на загрязненных участках сохраняется тенденция к слабому снижению прироста из года в год. Радиальный прирост древесины ели не нашел индикационного значения при оценке аэротехногенного загрязнения выбросами ЦБП.

По сравнению с ельниками, состояние сосняков лучше как на первом этапе исследований, так и в настоящее время. По нашему мнению, это связано с биологическими особенностями данных видов. Продолжительность жизни хвои сосны гораздо меньше, чем ели, что позволяет сосне быстрее избавляться от загрязняющих веществ. Сосна более приспособлена к произрастанию в неблагоприятных условиях среды (бедное почвенное питание, недостаток доступной влаги).

Таким образом, изменения, произошедшие в изучаемых сосновых и еловых древостоях зоны влияния ЦБП за период с 1998 по 2006 г., направлены на улучшение состояния древостоев. Это произошло за счет снижения объемов выбросов, в первую очередь хлорсодержащих соединений. Поскольку поврежденность лесных экосистем и в то время была невысокой (слабо- и средневредные древостои), то заложенный в их структуре потенциал позволил им развиваться в сторону восстановления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев А.С.* Мониторинг лесных экосистем. СПб.: ЛТА, 1997. 116 с.
2. *Захаров В.К.* Лесная таксация. Изд. 2-е. М.: Лесн. пром-сть, 1967. 406 с.
3. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Hamburg, Prague, 1994. 177p.

Шашкова Г.В., Меланхолин П.Н.

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ РАСТЕНИЯ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ДОЛИНА РЕКИ СЕТУНЬ». Г. МОСКВА

Институт лесоведения РАН, Московская обл., с. Успенское, Россия, root@ilan.msk.ru

We allot 3 categories of rare plant species that growing on the preserve territory "Valley of the Setun River" (Estimation was given with scale of International Union of the nature preservation). 23 plants from The Red data book were detected here.

Природный заказник "Долина реки Сетунь" расположен в юго-западной части Москвы. Потенциальная экологическая эффективность его природного комплекса велика благодаря сохранившимся связям с природными ландшафтами Подмосковья (Быков, Меланхолин,

Микляев, Шашкова, 2006; Меланхолин, Габченко, 2005). Общая площадь – 700 га, экологически-эффективная площадь, т.е. незанятая постройками и транспортными магистралями и пригодная для произрастания растительных сообществ – 400 га. Территория заказника привязана к долине реки, что предопределяет разнообразие биотопов и местообитаний, и сильно нарушена в результате многовекового антропогенного воздействия.

На городских охраняемых природных территориях особого внимания заслуживают редкие виды растений. По их видовому составу и по состоянию их популяций можно судить о сохранности и перспективах выживания флоры ООПТ. Здесь выявлено 23 вида, включенных в Красную книгу г. Москвы (2001), и 17 видов, нуждающихся на территории города в контроле и наблюдении (Меланхолин, Полякова, Шашкова, 2006). Однако понятие «редкий вид» мы относим не к виду, как таковому, а к виду на определенной части ареала (Чопик, 1978). В заказнике многие виды являются редкими, несмотря на то, что на других природных территориях Москвы они обычны или, даже, многочисленны. Это обусловлено специфичностью территории и ее антропогенной трансформацией. Ряд видов встречается лишь в рудеральных местообитаниях. Это «первично редкие» виды в понимании В.И. Чопика (1978). Другие растения, размножающиеся преимущественно семенами, буквально прозябают в изолированных рефугиумах, что выражается в их малочисленности, локализации и в угнетенном физиологическом состоянии, вызванном снижением генетического разнообразия, сокращением семенного возобновления и отсутствием механизмов естественного распространения семян.

Для редких видов флоры ООПТ «Долина реки Сетунь» мы выделили три категории:

1) Исчезающие виды (оценка по шкале Международного союза охраны природы – МСОП). Виды уже отсутствуют во многих свойственных им местообитаниях и могут здесь полностью исчезнуть: *Astragalus glycyphyllos*, *Brachypodium sylvaticum*, *Butomus umbellatus*, *Calla palustris*, *Caltha palustris*, *Carex pallescens*, *Comarum palustre*, *Corydalis solida*, *Dactylorhiza fuchsii*, *D. incarnata*, *Echium vulgare*, *Epilobium parviflorum*, *Festuca ovina*, *Fraxinus excelsior*, *Galium spurium*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Iris pseudacorus*, *Lathyrus pisiformis*, *Lithospermum officinale*, *Matteuccia struthiopteris*, *Mercurialis perennis*, *Nuphar lutea*, *Polygonum bistorta*, *P. neglectum*, *Portulaca oleracea*, *Potamogeton trichoides*, *Pteridium aquilinum*, *Pulmonaria obscura*, *Pyrola rotundifolia*, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus maritimus*, *Selinum carvifolia*, *Thalictrum aquilegifolium*, *T. simplex*, *Thelypteris palustris*, *Trisetum flavescens*, *Typha angustifolia*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Veronica teucrium*

2) Сокращающиеся виды. Численность особей убывает, однако они в той или иной мере еще представлены в обычных местообитаниях и прямой угрозы их существованию нет: *Aethusa cynapium*, *Alopecurus aequalis*, *Anthyllis vulneraria*, *Batrachium kauffmannii*, *Brachypodium pinnatum*, *Callitriche cophocarpa*, *Campanula bononiensis*, *C. glomerata*, *C. latifolia*, *C. persicifolia*, *C. rapunculoides*, *C. rotundifolia*, *C. trachelium*, *Ceratophyllum demersum*, *Carex rhizina*, *C. rhynchophylla*, *C. rostrata*, *Cirsium heterophyllum*, *C. palustre*, *Dianthus deltoides*, *Echinops sphaerocephalus*, *Epilobium roseum*, *Fragaria viridis*, *Geum aleppicum*, *Glyceria maxima*, *Gnaphalium uliginosum*, *Helictotrichon pubescens*, *Hepatica nobilis*, *Herniaria glabra*, *Hesperis sibirica*, *Hieracium pilosella*, *H. x ambiguum*, *Humulus lupulus*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Hylotelephium maximum*, *H. triphyllum*, *Juncus articulatus*, *Lathyrus sylvestris*, *L. vernus*, *Lythrum salicaria*, *Melandrium album*, *Mycelis muralis*, *Oenanthe aquatica*, *Origanum vulgare*, *Picris hieracioides*, *Pimpinella saxifraga*, *Polygonum bistorta*, *P. lapathifolium*, *Potentilla goldbachii*, *P. norvegica*, *P. supina*, *Primula veris*, *Ranunculus auricomus*, *R. flammula*, *R. sceleratus*, *Rorippa amphibia*, *Rumex maritimus*, *Salix dasyclados*, *S. myrsinifolia*, *S. pentandra*, *S. phyllifolia*, *Saponaria officinalis*, *Senecio jacobaea*, *Silene nutans*, *S. vulgaris*, *Sparganium erectum*, *Steris viscaria*, *Thalictrum flavum*, *T. lucidum*, *Trifolium arvense*, *T. aureum*, *T. montanum*, *Torilis japonica*, *Tragopogon orientalis*, *T. pratensis*, *Ulmus glabra*, *Verbascum nigrum*, *V. thapsus*, *Vicia sylvatica*, *Viola collina*, *V. hirta*, *V. mirabilis*, *V. riviniana*.

3) Прогрессирующие виды. Численность особей возрастает или же они отмечаются в новых местообитаниях: *Actaea spicata*, *Amaranthus retroflexus*, *Anemone ranunculoides*, *Atri-*

*plex patula, Berteroa incana, Borago officinalis, Calystegia sepium, Carex pseudocyperus, Clino-
podium vulgare, Coronaria flos-cuculi, Dryopteris carthusiana, D. filix-mas, Elymus caninus, Epi-
pactis helleborine, Galium intermedium, G. odoratum, G. palustre, Genista tinctoria, Geranium
palustre, G. sibiricum, Helictotrichon pubescens, Knautia arvensis, Lamium purpureum, Lavatera
thuringiaca, Melampyrum cristatum, Melandrium sylvestre, Myosoton aquaticum, Plantago media,
Ranunculus polyanthemus, Rorippa austriaca, Scrophularia nodosa, Senecio vulgaris, Solanum ni-
grum, Spirodela polyrhiza, Succisa pratensis, Symphytum officinale, Vicia hirsuta, V. tetrasperma.*

Необходимо отметить, что лесные растения, в основном, попадают в первую и вторую категории, а растения открытых местообитаний преимущественно в третью. Следует подчеркнуть, что «прогрессивность» большинства растений третьей группы определяется сукцессионной стадией, на которой находится растительность большинства открытых стадий заказника. При реконструкции его территории произойдет снижение площади открытых угодий (создание лесных и парковых сообществ), и соответствующие виды смогут сохраняться на участках с искусственно поддерживаемой средой.

Известно, что большинство лесных видов травянистых растений европейской флоры являются мирмекохорами – расселяются с помощью муравьев (фиалки, осоки, марьянники, васильки, ветренницы, вероники, лапчатки, копытень и др.). Кроме того, муравьи стимулируют прорастание семян, увеличивают их всхожесть (Кипятков, 2007). Исчезновение многих видов муравьев из большинства городских лесов резко снижает возможности расселения растений. Для ряда видов характерна облигатная связь с определенными видами грибов, которые не могут существовать на насыпных субстратах и сильно урбанизированных почвах. Это большинство орхидных, вересковых, грушанковых и др. В результате синантропные и адвентивные виды чуждых географических флор занимают экологическое пространство утраченных аборигенных видов, заполняют их экологические ниши и служат препятствием для распространения видов исходной флоры. Препятствием для семенного возобновления на городских территориях служит и сбор красиво цветущих растений в букеты, сбор лекарственных растений и пр. Декоративные растения, размножающиеся исключительно семенами, например *Platanthera bifolia*, практически не имеют шансов сохраниться.

Несколько в лучшем положении оказываются растения, способные к интенсивному вегетативному размножению. Такие виды сохраняются в типичных для них благоприятных условиях местообитания. Они способны к самоподдержанию, имеют стабильную или медленно нарастающую численность и, с точки зрения возрастной структуры, образуют нормальные полночленные популяции. Однако возможности их семенного распространения явно ограничены. Например, в Матвеевской пойме заказника сформировались мощные и очень компактные популяции *Anemone ranunculoides* и *Corydalis solida*, причем расселения этих видов даже в пределах данного урочища не происходит.

Таким образом, исчезновение или сокращение численности и числа местообитаний ряда аборигенных видов, есть результат воздействия природных факторов: изменения фитоценологической обстановки, освещенности, увлажнения и т.д. (Полякова, Меланхолин, 2005; Полякова, Меланхолин, Шашкова, 2007). Ограниченная площадь естественных территорий, изолированность и длительная антропогенная трансформация всей территории заказника, ведут к нарушению естественных сукцессионных процессов. В такой ситуации вид, выпавший на ограниченном участке при изменении экологической обстановки, без проведения специальных мероприятий по реинтродукции, не может самостоятельно вернуться, даже при восстановлении прежних экологических условий. Популяционная целостность нарушается, и мелкие изолированные пространственные группировки растений постепенно деградируют и исчезают. Достаточно сказать, что имеющиеся на территории заказника лесные массивы изолированы друг от друга, невелики по площади и являются производными или сажеными лесами.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект 08-05-00400-а.

Шипаева Г.В., Миронова Л.Н.,
Шайбаков А.Ф.

ДЕКОРАТИВНЫЕ ЛЕТНИКИ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДОВ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, Россия,
flowers-ufa@yandex.ru

The article presents the results of the annuals modern species variety in the parks and waysides of nine Bashkir Cis-Urals settlements. The annuals use methods and geographical origin are given. Stable species in the waysides and species, that defined with large sort variety are marked out.

До Октябрьской революции декоративное садоводство в Башкирии (бывшей Уфимской губернии) было развито лишь в усадьбах частных лиц, хотя первые парки в Уфе были заложены ещё в первой половине XIX века. Ассортимент летников в конце 50-х гг. XX века не превышал 10-15 видов и сортов.

Целью настоящего исследования являлось изучение состояния современного ассортимента летников в городах Башкирского Предуралья.

Большинство широко распространенных культур рассчитано на возделывание в благоприятных условиях индивидуальных садов и цветочных хозяйств. В городах же с их запыленной и загазованной атмосферой, с бесструктурными, уплотненными субстратами культурного слоя почвы в скверах, парках, бульварах, садах создаются настолько специфические условия, что садовые цветы реагируют на них снижением декоративности, ослаблением роста, увеличением заболеваемости.

В 2002-2007 годах нами была проведена инвентаризация современного видового состава летников в придорожных и парковых зонах девяти городов Башкирского Предуралья. Выявлено, что ассортимент составляют 78 видов (таблица). Все они характеризуются высокой пластичностью и широко распространены на территории РФ. Отмечены виды, устойчивые в придорожных зонах (46 шт.), представленные высоким сортовым разнообразием (26 шт.). Показаны приемы использования летников в черте города (клумбы – 60 видов, горки – 63, рабатки – 48, бордюры – 12, вазоны – 23, группы - 9).

Самое большое число видов – из семейств *Asteraceae* Dum. (21 вид), *Amaranthaceae* Juss. (6), *Solanaceae* Juss. (6) и *Lamiaceae* Lindl. (5).

Анализ географического происхождения видов регионального ассортимента летников показал, что в суровых условиях резко континентального климата для грунтовой культуры наиболее перспективны виды с широким ареалом произрастания (6% от общего числа видов), а также из флоры Средиземноморской области (14%), Северной Америки (13%), Тропической и Южной Америки (14%), Центральной Америки (12%), Субтропической Южной Америки (8%), Тропической Азии (12%), Тропической Африки (8%).

Таким образом, за последние 58 лет видовой ассортимент однолетних декоративных растений, используемых в озеленении городов Башкирского Предуралья, увеличился более чем в 5 раз. Однако потенциальные возможности еще далеко не исчерпаны.

Таблица – Ассортимент цветочно-декоративных летников в озеленении городов
Башкирского Предуралья

Виды	Города Башкирии									Устойчивые в при- дорожной зоне
	Уфа	Стерлитамак	Ишимбай	Салават	Мелеуз	Кумертау	Белебей	Октябрьский	Туймазы	
<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Amaranthus caudatus</i> L.	+	+	+	+		+		+		
<i>Amaranthus cruentus</i> L.	+	+							+	
<i>Antirrhinum majus</i> L.	+	+		+	+	+	+		+	+
<i>Atriplex hortensis</i> L.		+		+						
<i>Begonia semperflorens</i> Link et Otto	+	+	+							+
<i>Begonia tuberhybrida</i> Voss	+									
<i>Bellis perennis</i> L.	+	+	+	+						+
<i>Brassica oleracea</i> L.	+	+	+				+	+		+
<i>Calendula officinalis</i> L.	+		+		+	+	+	+	+	+
<i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees	+	+	+	+	+			+	+	+
<i>Canna indica</i> L.	+	+		+		+				+
<i>Canna x generalis</i> Bailey	+		+	+	+			+		+
<i>Celosia argentea</i> L. f. <i>plumose</i> Voss.	+		+		+	+	+	+	+	
<i>Celosia cristata</i> L.	+		+	+	+				+	
<i>Centaurea cyanus</i> L.	+							+		+
<i>Chrysanthemum carinatum</i> Schousb.						+				
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.		+	+			+	+		+	
<i>Clarkia unguiculata</i> Lindl.									+	
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	+		+	+						+
<i>Coleus blumei</i> Benth.	+									+
<i>Convolvulus tricolor</i> L.									+	
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	+									
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	+	+	+		+	+		+		+
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	+									
<i>Dahlia x cultorum</i> Thorsr. Et Reis.	+	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Datura metel</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Delphinium ajacis</i> L.	+									
<i>Dianthus barbatus</i> L.	+									+
<i>Dianthus chinensis</i> L.	+								+	+
<i>Echium lycopsis</i> L.							+			
<i>Eschscholzia californica</i> Cham.						+			+	
<i>Euphorbia marginata</i> Pursh			+	+	+	+	+		+	+
<i>Gaillardia pulchella</i> Foug.	+									+
<i>Godetia grandiflora</i> Lindl.	+					+				
<i>Gomphrena globosa</i> L.								+		
<i>Helianthus annuus</i> L.	+	+					+	+	+	
<i>Iberis amara</i> L.	+									
<i>Iberis umbellata</i> L.	+									
<i>Impatiens balsamina</i> L.	+		+							+
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	+					+	+		+	+
<i>Impatiens walleriana</i> Hook.	+									+
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth			+	+	+	+		+	+	
<i>Iresine herbstii</i> Hook.	+	+		+		+			+	+

Виды	Города Башкирии									Устойчивые в при- дорожной зоне
	Уфа	Стерлитамак	Ишимбай	Салават	Мелеуз	Кумертау	Белебей	Октябрьский	Туймазы	
<i>Kochia scoparia</i> (L.) Shrad.	+	+	+	+	+	+			+	+
<i>Lavatera trimestris</i> L.			+		+	+	+			
<i>Linum grandiflorum</i> Desf. 'Rubrum'	+					+			+	
<i>Lobelia erinus</i> L.	+	+	+							+
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.									+	+
<i>Mirabilis jalapa</i> L.	+				+	+	+	+		+
<i>Nemesia strumosa</i> Benth.	+								+	
<i>Nicandra physaloides</i> (L.) Gaerth.						+				+
<i>Nicotiana alata</i> Link et Otto	+									+
<i>Nicotiana x sanderae</i> Wats.	+				+	+			+	+
<i>Nigella damascena</i> L.	+									
<i>Oenothera biennis</i> L.	+									
<i>Pelargonium zonale</i> L'Her. ex Ait.	+	+	+	+	+	+			+	+
<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britt.	+		+						+	+
<i>Petunia x hybrida</i> Vilm.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phlox drummondii</i> Hook.	+	+	+	+	+			+	+	
<i>Physalis franchetii</i> Mast.	+								+	
<i>Polygonum orientale</i> L.			+	+						+
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	+		+	+						+
<i>Pyrethrum parthenium</i> (L.) Smith	+	+	+	+	+	+			+	+
<i>Ricinus communis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	+									
<i>Salvia farinacea</i> Benth.	+									
<i>Salvia splendens</i> Ker-Gawl.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salvia viridis</i> L.	+		+	+						
<i>Senecio cineraria</i> DC.	+	+	+	+				+	+	+
<i>Tagetes erecta</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tagetes patula</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.	+									
<i>Tropaeolum majus</i> L.	+	+		+	+				+	+
<i>Verbena x hybrida</i> hort.	+	+				+			+	+
<i>Viola x wittrockiana</i> Gams	+	+	+	+		+			+	+
<i>Zinnia angustifolia</i> H.B.K	+							+		+
<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Общее количество таксонов	65	32	36	31	26	35	20	24	40	46

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ЭМИССИЙ НА СТРУКТУРУ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь

Mechanisms of phytotoxic action of components of motor transport emissions on structure assimilatory organs of wood plants are discussed. Reduction of a thickness of a sheet plate and the sizes of cell palisade and spongy parenchyma is established.

Известно, что автомобильный транспорт и его инфраструктура является наиболее опасным источником воздействия на окружающую среду, приводящим к загрязнению воздуха до концентраций, в десятки раз превышающих санитарные уровни и нормы. Из всех типов озеленительных посадок именно магистрали и улицы представляются наиболее проблемными. К числу важной информации относится характеристика состояния насаждений разных экологических категорий и преобладающих в озеленительных посадках видов древесных растений.

В условиях вегетационного периода 2003 г. на примере липы мелколистной, березы повислой, конского каштана обыкновенного и клена остролистного были исследованы структурные и физиолого-биохимические параметры состояния ассимиляционного аппарата данных видов, произрастающих в магистральных посадках. Анализ структуры насаждений на улицах и магистралях г. Минска показал, что в данном типе посадок именно эти виды являются преобладающими. Для сравнения с этой группой использовали растения, высаженные на территории Центрального ботанического сада.

Экологические условия произрастания в магистральных посадках характеризуются постоянным присутствием в воздухе техногенных транспортных эмиссий (углеводородов, окислов азота, сернистого ангидрида, пыли, соединений тяжелых металлов), совместное воздействие которых на растительный организм может проявляться в эффектах антагонизма, синергизма и аддитивизма.

Ассимиляционные органы растений, имеющие значительную поверхность газообмена, поглощают из воздуха наибольшее количество вредных примесей и поэтому сильнее других органов подвергаются изменениям [1]. Анатомическое строение листа, представляющее собой комплекс приспособительных структур, в наибольшей мере соответствует выполняемым им функциям фотосинтеза, транспирации, газообмена и особенно ярко демонстрирует пластичность этого органа [2].

В условиях загрязнения среды техногенными эмиссиями толерантность растений обеспечивают, наряду с другими, такие особенности строения покровных и хлорофиллоносных тканей листа, которые способствуют уменьшению скорости и объема поступления токсичных газов во внутренние ткани листа, а именно ксероморфизм [3].

У всех пяти видов обследованных древесных растений в условиях загазованности атмосферного воздуха выбросами автотранспорта отмечается уменьшение толщины листовой пластинки. У березы повислой, клена остролистного и липы мелколистной уменьшение толщины листовой пластинки происходит в основном за счет уменьшения высоты губчатой ткани, что приводит к увеличению доли столбчатой паренхимы в общем объеме мезофилла и, соответственно, повышению коэффициента палисадности.

У конского каштана обыкновенного и рябины обыкновенной уменьшение толщины листа происходит в большей степени за счет сокращения высоты столбчатой паренхимы и сопровождается уменьшением коэффициента палисадности. В результате уменьшения толщины листа внутрилистовая ассимиляционная поверхность всех обследованных видов в условиях загазованного воздуха также уменьшается. Один из способов поддержания внутрилистовой поверхности зависит от формы и

Таблица – Структурная организация фотосинтетического аппарата некоторых лиственных растений г. Минска под влиянием выбросов автотранспорта.

№ п/п	Вид	Место отбора проб	Толщина лиственной пластинки, мкм	Высота эпидермиса, мкм		Высота паренхимы				h ст./ h губ.
						столбчатая (h ст.)		губчатая (h губ.)		
				верхнего	нижнего	мкм	% к конт- ролю	мкм	% к конт- ролю	
1.	Береза повислая	ЦБС	184,05 ±5,03	21,60 ± 4,45	19,62 ± 4,48	53,55 ± 5,09	100,0	89,37 ± 3,14	100,0	0,60
		пл.Я.Коласа	165,02 ±4,75	24,17 ± 4,44	16,20 ± 3,50	51,89 ± 3,38	96,9	71,87 ± 5,42	80,4	0,72
2.	Конский каштан обыкновен-ный	ЦБС	206,42 ±5,21	22,64 ± 2,52	18,00 ± 2,88	75,15 ± 5,76	100,0	90,59 ± 8,87	100,0	0,83
		ул.Сурганова	166,01 ±7,46	20,48 ± 2,30	16,74 ± 3,56	54,14 ± 6,00	72,0	74,79 ± 4,27	82,6	0,72
3.	Липа мелко- листная	ЦБС	140,00 ±5,05	18,50 ± 2,84	14,00 ± 2,39	45,00 ± 4,50	100,0	62,46 ± 5,01	100,0	0,72
		ул.Бобруйская	135,34 ±4,21	18,14 ± 3,29	16,14 ± 3,06	45,70 ± 3,42	101,6	55,26 ± 1,42	88,5	0,82
4.	Клен остро- листный	ЦБС	118,22 ±6,31	18,45 ± 3,42	13,50 ± 3,33	45,90 ± 3,65	100,0	40,37 ± 5,01	100,0	1,14
		ул.Бобруйская	106,79 ±5,51	14,99 ± 2,97	12,02 ± 2,95	44,69 ± 4,86	97,4	35,24 ± 4,66	87,3	1,23
5.	Рябина обыкно- вен-ная	ЦБС	208,80 ±7,08	23,99 ± 3,20	22,95 ± 3,78	88,65 ± 4,62	100,0	74,70 ± 6,08	100,0	1,19
		ул.Свердлова	194,22 ±6,39	24,75 ± 3,69	19,49 ± 3,75	79,02 ± 4,50	89,1	70,20 ± 6,73	93,9	1,13

размеров клетки. Отрицательная связь между интенсивностью фотосинтеза листа и размерами клеток неоднократно отмечалась в литературе. Результаты наших исследований показали, что в условиях за-газованности выбросами автотранспорта для всех пяти видов растений характерно снижение поверхности и объема клеток как губчатой, так и столбчатой паренхимы.

Что касается покровных тканей, то статистически достоверной разницы по высоте эпидермиса у растений придорожных и парковых посадок не обнаружено. Исключение составляет статистически достоверная разница по высоте верхнего эпидермиса у листьев клена остролистного. У растений придорожной полосы этот показатель снижался.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев.: Наукова думка, 1978. 247 с.
2. Тутаюк В.Я. Анатомия и морфология растений. М., 1972.
3. Эзау Н. Анатомия семенных растений. М.: Мир, 1980. 555 с.

P. Witosławski¹, A. Bomanowska²

PHYTOINDICATION OF URBAN HEAT ISLAND IN A MAJOR CITY

*Department of Geobotany and Plant Ecology, University of Łódź, Banacha 12/16,
PL-90-237 Łódź, Poland, ¹witoslaw@biol.uni.lodz.pl, ²knopikaa@biol.uni.lodz.pl*

Using temperature indicator values according to Ellenberg et al. (1991), thermal preferences were determined for Łódź – the city with the second largest population in Poland. Study results were compared to meteorological data indicating the presence of an urban heat island (UHI).

One of the most important effects of ongoing urban development pressure is the increase of air temperature in the atmosphere layer adjacent to the ground in relation to air temperature in neighbouring rural areas. It is caused by: the particular radiation balance of cities, increased heat capacity of building materials and emission of anthropogenic heat. The area of increased temperature forms the so-called urban heat island (UHI). Delimiting the spatial borders of UHI in details is impossible due to its changing intensity and range. It should, however, be emphasised that there exists a steep horizontal temperature gradient at the limits of compact urban built-up area (Oke 1995). Spatial changes in thermal preferences of the flora may be an indicator of the existence of an urban heat island. Knowledge of the diversity of thermal requirements may form the basis of thermal delimitation of the city and may be used for monitoring changes in intensity and extent of UHI (Sudnik-Wójcikowska 1998).

Existence of UHI is strongly pronounced in Łódź, the city with second-largest population in Poland. The emergence of a high intensity heat island in Łódź was facilitated by the following factors: size of the city, monocentric urban layout, compact building structure and very close formation of the built-up area in the city centre (more than 90 % of the city centre is covered by artificial surfaces), small hipsometric diversity, lack of a major river which could modify the spatial temperature distribution. These factors contribute to the fact that Łódź may be a model object of studies on urban heat island and its reflection in thermal preferences of the flora.

Existence of UHI in Łódź is well documented by measurement results from two measuring sites located in the city centre and a weather station located at the suburban airport (Fortuniak 2003). This data allows the following conclusions:

- momentary temperature difference between the centre of Łódź and its peripheries is largest in summertime and equals on the average 3-4 °C (in summer in favourable weather conditions the maximal momentary temperature difference exceed 6 °C);
- the average monthly temperature differences equal ca. 2 °C;
- in the city centre, due to ground surface shadowing at noontime, the air adjacent to the ground may be cooler than outside of the city, while the layer of warmer air commences at the altitude of 15-30 m above ground.

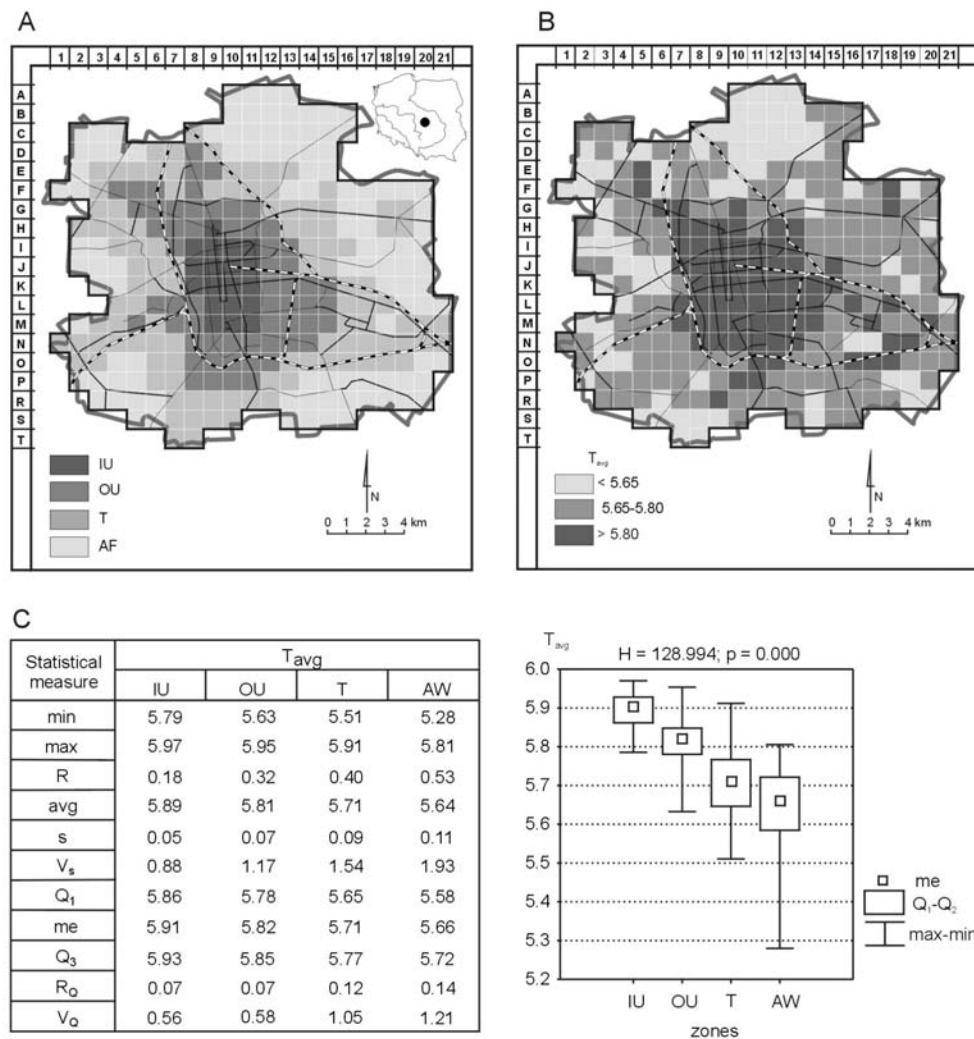


Fig. Division of Łódź into basal study fields and spatial diversity of thermal preferences of the flora; A – basal study fields against the background of urban functional zones in the city; zones: IU – inner urban (compact tenement-style buildings), OU – outer urban (areas built up by scattered block-style buildings and family houses), T – transitional, AF – agricultural and woodland; B – spatial diversity of average temperature indicator values; class intervals identified based on the upper and lower quartile values; C – variability of average temperature indicator values in urban functional zones; min – minimal value, max – maximal value, R – range, avg – average value, s – standard deviation, V_s – classical coefficient of variability, Q_1 – lower quartile, me – median value, Q_3 – upper quartile, R_Q – interquartile range, V_Q – positional coefficient of variability.

No long-term studies of spatial diversity of air temperature have ever been conducted in the area of Łódź. The existing data are not complete for the whole area of the city and have been collected by the patrol method, referring only to specific days. The spatial image of thermal diversity

in the city based on these measurements may thus only be of a draft character and of limited reference value.

The aim of the study was to obtain an answer to the following questions: is the existence of urban heat island and the modifying influence of shading in the city centre reflected in the spatial diversity of thermal requirements of the flora in Łódź?

Analysis of spatial diversity of thermal preferences of the flora in Łódź was conducted based on average temperature indicator values for the floras of 292 basal study fields – squares with sides 1 km long (Fig. 1). Thermal preferences of individual species were determined based on ecological indicator values (Ellenberg et al. 1991). Non-naturalised species (ephemerophytes and ergasiophytes) were omitted in analysis. Results were compared with the urban and functional diversity of the city area. Variability of average temperature indicator values for floras basal study fields was confronted with the urban functional layout of the city. Statistical significance of these differences between urban functional zones was estimated using the Kruskal-Wallis test.

Analysis has shown that average temperature indicator values in the city area range between 5.28 and 5.97. Lowest values were calculated for the floras of basal study fields located within the major forest complex in the northern part of the city, while the highest values were obtained for the floras of basal study fields in the city centre, on railway and storage terrain as well as in the field which encompasses gravel pits in the north-eastern part of the city. Average temperature indicator values show a systematic increase from the agricultural and woodland zone towards the inner urban zone (on the average from 5.64 to 5.89). The area within the city of Łódź showing increased thermal requirements of the flora, which seems to be linked to UHI, is best distinguished by the average temperature indicator values higher than the upper quartile. Its range is distinctly similar to the extent of urban type built-up area zone (Fig.).

The study has shown the suitability of phytointication for estimation of variability of thermal conditions in the city. An advantage of this method is the relatively small susceptibility of the results to fluctuations of intensity and spatial range characteristic for urban heat islands. However, no phytointicative confirmation could be obtained for the periodic decrease of temperature of low-altitude air layers in the city centre caused by shading by compactly distributed buildings when compared to suburban areas. Maybe this could be changed by application of another basal study field size.

LITERATURE

1. Ellenberg, H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulissen D., 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18: 1-248.
 3. Fortuniak K., 2003. Miejska wyspa ciepła. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź.
 4. Oke T.R., 1995. Boundary Layer Climates. Methuen. London.
 5. Sudnik-Wójcikowska B., 1998. The effect of temperature on the spatial diversity of urban flora. Phytocoenosis 10. Suppl. Cartogr. Geobot. 9: 97-105.
-

Яковлев А.П., Сидорович Е.А.,
Булавко Г.И., Жданец С.Ф.

НАКОПЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЧВЕ ПРИДОРОЖНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь,
yakovlev@it.org.by

In article the data characterizing level of accumulation of ions of chlorine in a soil substratum along a highway M1/E30 after application of sandy-salt admixtures are cited. Dependence of level of accumulation of chlorides-ions in soil from quantity of used sandy-salt admixtures for struggle against a ice-covered ground is established.

Придорожные древесные посадки являются одним из компонентов дорожного озеленения. В то же время они испытывают наибольшую антропогенную нагрузку по сравнению с деревьями, растущими в других ландшафтных структурах (парки, скверы, дворовые посадки и др.). Из многочисленных источников, оказывающих негативное влияние на состояние городских деревьев (промышленное загрязнение воздуха, выбросы автотранспорта, рекреационные нагрузки и др.) не последнюю роль в этом играет применение в зимнее время различных антигололедных средств. Наиболее агрессивным компонентом солевых смесей, применяемых в зимнее время против гололеда, считают хлориды. В Минске уже многие годы для борьбы с обледенением дорог и тротуаров применяется песчаная смесь с добавлением в нее NaCl. Это приводит к серьезному увеличению хлоридов в почве, которые проникают в нее вместе с талой водой, где накапливаются в токсичных для растений концентрациях. Не исключением являются и автомагистрали международного, республиканского и местного значения. Поступление загрязняющих веществ от автомагистралей в окружающую среду происходит преимущественно воздушным путем. Твердые пылеватые частицы и капли влаги, содержащие соли противогололедных реагентов, поднимающиеся с дорожного полотна, мигрируют с воздушными потоками на небольшие расстояния и оседают в почвах придорожной полосы. Общее количество растворенных солей приводит к значительному увеличению осмотических величин почвенных растворов, что снижает возможность усвоения влаги растениями. Изменение природной концентрации отдельных ионов способствует их поступлению вверх по стволам деревьев и накоплению в листьях.

О негативном влиянии этих загрязнителей свидетельствуют как характерные внешние признаки ослабления и усыхания деревьев, так и приуроченность этих явлений к границам автомагистралей при отсутствии их у деревьев на расстоянии 50 м и более от дорог. Однако устойчивость у различных видов деревьев к хлоридному засолению неодинакова, что подтверждается исследованиями польских ученых.

Проведенные нами исследования уровней содержания хлора в почвах (таблица) на ключевых пунктах наблюдений вдоль автомагистрали М1/Е30 (Брест – Минск – граница Российской Федерации) на различных расстояниях от проезжей части дороги показали, что они нигде не выходят за рамки установленного верхнего предела контрольных значений (250-300 мг/100 г сухой почвы).

Анализ экспериментального материала, представленного в таблице, позволяет констатировать следующие четко выраженные закономерности.

Во-первых, накопление остаточных количеств противогололедных материалов в почвенном субстрате придорожных насаждений лимитируется количеством обработок дорожного полотна реагентами для борьбы с наледями в осенне-зимне-весенний период.

Таблица – Содержание хлорид-ионов в почвенном субстрате придорожных экосистем автомагистрали М1/Е30 в течение вегетационного сезона, мг/100 г почвы

Номер проб-ной площади	Глубина выем-ки, высота на-сыпи, м	Срок отбора образцов			
		апрель	май	июль	сентябрь
ПП-1	Н-0	<u>20,9</u> *	<u>14,5</u>	<u>30,0</u>	<u>21,5</u>
		3,7	8,5	22,1	9,6
ПП-2	Н-1,5	<u>22,6</u>	<u>21,5</u>	<u>22,0</u>	<u>12,1</u>
		4,9	6,8	24,9	11,3
ПП-3	Н-2,0	<u>19,8</u>	<u>8,9</u>	<u>16,2</u>	<u>7,8</u>
		8,7	7,0	15,3	13,0
ПП-4	В-5,0	<u>19,8</u>	<u>8,0</u>	<u>12,2</u>	<u>8,0</u>
		7,0	18,7	15,7	8,5
ПП-5	Н-0	<u>22,6</u>	<u>15,7</u>	<u>12,6</u>	<u>7,2</u>
		8,6	8,5	17,5	15,3
ПП-6	В-2,0	<u>19,8</u>	<u>9,0</u>	<u>13,4</u>	<u>6,6</u>
		6,1	7,3	15,6	13,6
ПП-7	Н-1,5	<u>19,8</u>	<u>15,7</u>	<u>14,1</u>	<u>8,2</u>
		3,8	5,1	21,5	10,8
ПП-8	Н-0	<u>12,6</u>	<u>9,2</u>	<u>8,9</u>	<u>8,5</u>
		6,5	5,4	17,5	11,9
ПП-9	Н-10	<u>14,4</u>	<u>8,3</u>	<u>10,6</u>	<u>8,8</u>
		8,8	7,1	20,4	11,9
ПП-10	Н-5,0	<u>12,2</u>	<u>8,7</u>	<u>19,5</u>	<u>9,4</u>
		15,5	20,4	21,5	19,2
ПП-11	Н-5,0	<u>11,7</u>	<u>24,3</u>	<u>15,8</u>	<u>8,8</u>
		5,8	22,1	18,7	9,6
ПП-12	Н-5,0	<u>11,5</u>	<u>12,4</u>	<u>12,7</u>	<u>14,2</u>
		7,0	7,3	23,8	21,5
ПП-13	Н-0	<u>16,9</u>	<u>14,5</u>	<u>14,1</u>	<u>7,2</u>
		9,8	5,1	18,1	9,1
ПП-14	Н-1,0	<u>8,8</u>	<u>14,9</u>	<u>9,1</u>	<u>8,3</u>
		7,6	7,0	15,7	14,7
ПП-15	В-2,0	<u>16,1</u>	<u>18,4</u>	<u>11,8</u>	<u>8,1</u>
		8,8	5,3	18,1	11,9
ПП-16	В-2,0	<u>12,1</u>	<u>14,0</u>	<u>16,3</u>	<u>8,0</u>
		5,8	8,8	17,6	7,4
ПП-17	В-3,0	<u>13,4</u>	<u>14,6</u>	<u>14,9</u>	<u>8,7</u>
		8,7	9,0	15,5	9,6
ПП-18	Н-0	<u>15,8</u>	<u>15,6</u>	<u>12,4</u>	<u>12,1</u>
		6,9	7,1	16,3	8,0
ПП-19	Н-2,0	<u>8,1</u>	<u>9,0</u>	<u>15,5</u>	<u>14,3</u>
		6,9	6,8	18,1	6,7

* – над чертой данные 2006 г.; под чертой данные 2007 г.

Так, по данным РУП «Белавтодор», в среднем за 2006 г. на автодороге М1/Е30 проведено 160 ездов спецавтотранспорта, производящего посыпку антигололедными смесями. В связи с более мягкими условиями зимы 2006/07 гг. их количество сократилось более чем на треть (105 раз). В этой связи и наблюдается тенденция снижения общего количества хлорид-ионов в почве.

Во-вторых, сезонная динамика накопления остаточных количеств ПГМ в почве имеет 2 четко выраженных пика: в апреле и июле. Первый максимум, на наш взгляд, объясняется привносом загрязняющих компонентов в результате снеготаяния и смыва их с дорожного полотна талыми водами. Следует напомнить, что достаточно поздняя холодная избыточно

увлажненная весна (и 2006 г., и 2007 г.) сменилась относительно жарким летним периодом с крайне малым количеством атмосферных осадков. Это, в свою очередь, спровоцировало растворение в грунтовых водах и поднятие по капиллярной кайме остаточных количеств хлора, содержащихся в более низко расположенных почвенных генетических горизонтах. Таким образом, в экстремальных почвенно-климатических условиях пополнение запаса ассимилирующих органов растений токсическим хлором происходит и через почвенный субстрат. Это указывает на то, что чрезмерное использование песчано-соляной смеси для борьбы с наледями в зимний период времени приводит к тому, что остаточные количества противогололедных материалов скапливаются и в почве, что негативно сказывается на состоянии зеленых насаждений вдоль автомагистралей.

В-третьих, на автотрассе Брест – Минск – граница Российской Федерации уровень накопления загрязняющих веществ в почве определяется положением дороги (нуль, насыпь, выемка). В большинстве случаев максимальная концентрация хлорид-ионов наблюдается в почве придорожных зеленых насаждений, когда дорога идет в насыпи, наименьшее – дорога в выемке, при среднем количестве положения дороги в нуле.

В-четвертых, общее количество остатков противогололедных материалов определяется также типом, механическим и гранулометрическим составом почвенного субстрата. На территории Витебской области преобладают дерново-подзолистые суглинистые почвы, промывной режим которых значительно затруднен относительно супесчаных и песчаных почв, широко представленных в южной агроклиматической зоне.

Таким образом, применение песчано-соляных смесей в качестве основного средства для борьбы с наледями на дорогах нашей республики существенно усугубляет экологическую ситуацию и ухудшает состояние защитных дорожных зеленых насаждений. В этой связи стоит задача в разработке комплекса мероприятий по снижению негативной нагрузки.
