

# Теоретические аспекты комплексного экологического мониторинга дендрологических коллекций на примере дендрария Центрального ботанического сада НАН Беларуси

**Рудевич М. Н.**

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,  
mrudevich@gmail.com*

---

**Резюме.** Рассматриваются различные аспекты комплексного экологического мониторинга различных дендрологических объектов, являющегося неотъемлемой составной частью планомерного и успешного хозяйствования во всех отраслях, связанных с выведением, разведением или эксплуатацией растений. Отмечена специфичность наблюдений, определяемая в связи с поставленными целями и задачами, а также возможностями их реализации. Подчёркнута важность и ценность мониторинга при содержании ботанических коллекций, осуществляемого в научных целях и перспективность его ведения с использованием возможностей геоинформационных систем и компьютерных баз данных для обработки и хранения информации.

---

## **Theoretical aspects of complex ecological monitoring of dendrology collections on the example of the arboretum of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus.**

Rudevich M. N. **Summary.** Various aspects of integrated ecological monitoring of various dendrological objects are considered, which is an integral component of planned and successful management in all sectors related to the breeding or exploitation of plants. Specificity of observations, determined in connection with the goals and tasks set, as well as the possibilities for their implementation, has been noted. The importance and value of monitoring in the content of botanical collections carried out for scientific purposes and the prospects of its management using the capabilities of geoinformation systems and computer databases for processing and storing information were underlined.

---

Организация отлаженной системы сбора, обработки и хранения информации о растениях является неотъемлемой частью деятельности ботанических садов, направленной на всестороннее изучение, а в итоге и на обеспечение сохранности собранного в их коллекциях ценнейшего генофонда. Работы по учёту и оценке разнообразных биологических параметров растений в процессе их роста и развития в обязательном порядке осуществляются и во многих других учреждениях и организациях связанных с выведением, разведением и коллекционированием различных растений, а также с зелёным строительством и эксплуатацией зелёных насаждений. Такие документируемые наблюдения за какими-либо процессами и регистрация параметров объектов в каждом конкретном случае специфичны и определяются поставленными целями, и задачами и возможностями их реализации, но все они могут быть объединены единым термином — «мониторинг». В наиболее общем плане любой мониторинг направлен на оценку состояния и прогноз возможных изменений изучаемого объекта или процесса с целью предупреждения и недопущения их развития в нежелательных направлениях.

Поскольку при мониторинге изучается динамика развития объекта или процесса, и сам он по мере накопления опыта постоянно требует выработки новых стратегий, поиска современных подходов, усовершенствования методик сбора информации и использования всё более совершенных технических средств, то с одной стороны мониторинг на каждом из этапов его осуществления предоставляет вполне достаточные для анализа и прогноза ситуации данные, а с другой стороны можно сказать, что в перспективном плане мониторинговые исследования всегда находятся на незавершённой стадии.

Научный мониторинг растительных природных объектов основан на исследованиях, направленных на изучение тех или иных аспектов жизнедеятельности растений или их сообществ. Заключительным этапом научного мониторинга в идеале является разработка прогностических, а иногда и ретроспективных моделей протекания изучаемых процессов.

При научных наблюдениях за природными объектами наиболее высокую ценность имеет комплексный экологический мониторинг, наиболее полно отвечающий критериям высокой эффективности и действенности. Он базируется на биогеоэкологическом подходе и предусматривает долговременное наблюдение по возможности за максимально обширным количеством присутствующих в экосистеме компонентов — климатом, эдафотопом и биотопом с его фито-, зоо — и микробоценологическими субкомпонентами.

При комплексном мониторинге, нацеленном на изучение состояния растительных объектов, должно быть предусмотрено сопряжённое исследование состояния всех прочих компонентов живой и неживой природы (окружающей среды), способных оказать влияние на фитоценологическую составляющую и поиск всевозможных взаимосвязей между ними при анализе получаемых данных.

В идеале комплексный экологический мониторинг должен осуществляться одновременно на глобальном, региональном и локальном уровнях, и охватывать все компоненты окружающей среды. Исследования должны вестись с использованием набора передовых биологических, химических, физических и технических методов. При этом первоочередными его задачами является установление в каждом конкретном случае основных факторов воздействия на экосистемы, выяснение степени их воздействия и внутренних механизмов протекающих процессов. Лишь на основе такого подхода могут быть разработаны наиболее рациональные способы организации хозяйства в современных условиях.

При мониторинге состояния зелёных насаждений и лесов, подверженных антропогенному влиянию, необходимо создание постоянно действующей системы оперативного контроля за проявлением нарушений их устойчивости, повреждением вредителями, поражением болезнями и другими природными и антропогенными факторами среды [1]. Он предполагает наличие системы слежения за динамикой этих процессов, обеспечивающей раннее выявление неблагоприятного состояния насаждений, оценку и прогноз развития экологически неблагоприятных ситуаций. Кроме того, система мониторинга должна обеспечивать получение достоверной информации о нежелательных изменениях природы под влиянием антропогенного воздействия и материалов для обоснования и принятия своевременных законодательных, управленческих, хозяйственных, технологических, и других решений, выбора оптимальных вариантов стратегии и тактики защитных и природоохранных мероприятий и обеспечения рациональной и эколого-обоснованной деятельности системы городского хозяйства с использованием эколого-экономических критериев и с учётом средообразующих функций и целевого назначения насаждений.

В последнее время при ведении комплексного экологического мониторинга как городских, так и лесных экосистем всё большее распространение получают автоматизированные информационные системы (АИС) или информационно-справочно-аналитические системы (ИСАС) и геоинформационные системы (ГИС), создаваемые на основе накапливаемой в компьютеризированных базах данных разносторонней информации о природных объектах [2–7]. Технологической основой мониторинга при этом является сочетание биологических и технических методов получения информации с применением выборочных методов исследования и автоматизированной системы обработки, анализа и хранения информации, состоящей из иерархиче-

ски соподчиненных, взаимосвязанных и адекватно отражающих ситуацию показателей, а также использование тематических и картографических банков данных. Такие системы с использованием современных информационных технологий предоставляют потребителям всё более широкие возможности для поливариантного моделирования экологических ситуаций, которое в свою очередь даёт неоспоримые преимущества для наиболее оперативного и обоснованного решения поставленных задач и возникающих проблем.

Мониторингу, нацеленному на изучение древесных растений или их сообществ (фитоценозов) присущи ещё и дополнительные специфические особенности. Это, прежде всего, сильно расширенные временные рамки завершения каждого из его этапов. Долговременность их осуществления обусловлена продолжительностью циклов развития как самих древесных растений, так и в ещё большей мере растительных сообществ с их участием. Значительная ёмкость такого мониторинга обусловлена многофакторной зависимостью успешности их развития и функционирования от разнообразнейших условий окружающей среды в местах их произрастания.

В отношении растений, произрастающих в городских посадках всех типов, следует учитывать, что наряду выполнением ими своих первоочередных экологических, рекреационных и эстетических функций они могут быть использованы как ценные объекты для наблюдения и ещё в двух одинаково важных целях:

- изучения их связанной с таксономической принадлежностью реакции на негативные воздействия антропогенной (урбанизированной) среды;
- контроля качества окружающей среды, как индикаторов, характеризующих её состояние и соответствие требованиям жизнеобеспечения всей биоты города.

Используемые в городских посадках растения по характеру их реакции на антропогенное загрязнение подразделяют как минимум на два типа [2]:

- аккумулятивные, которые способны накапливать или утилизировать без видимых признаков повреждения значительные концентрации компонентов техногенных эмиссий;
- чувствительные, которые повреждаются даже при незначительных воздействиях на них негативных факторов техногенной среды.

В связи с этим, поскольку преобладающая часть интродукционных таксонов, используемых в практике зелёного строительства, проходит первичные испытания в ботанических садах, немаловажный интерес в этот период представляет изучение не только их адаптивности к новым природным условиям, но и их устойчивости к антропогенному воздействию.

При ведении мониторинга дендрологических коллекций и городских посадок неминуемо приходится сталкиваться с вопросами определения минимальной структурной единицы экосистемы, пригодной для описания и оценки древесных растений во взаимосвязи с окружающей средой.

Культурные фитоценозы в совокупности и взаимодействии со средой их обитания несомненно являются компонентами экосистем различного ранга. Однако, в городских насаждениях и дендрологических коллекциях значение отдельных организмов-бионтов [8] резко возрастает. Утеря отдельных особей древесных растений из городских насаждений ведет к значительному изменению внешнего облика ландшафта. Выпадение же растения из дендрологической коллекции нередко сводит к нулю долгие годы кропотливого труда по интродукции данного таксона. Кроме того, в отдельных видах городских насаждений и, в особенности, в дендрологических коллекциях растения часто высаживаются одиночно или в виде небольших групп, не сопоставимых с массивами.

В связи с этим становится неоспоримой необходимостью изучения успешности роста и развития конкретных бионтов, нередко абстрагируясь от соседствующих с ним ценобионтов [9]. Безусловно, определённых исследований требует и окружающая индивидуум среда. Но, поскольку в силу специфики изучаемых объектов она, как правило, характеризуется определенной неповторимостью, её можно сузить до пространства, на которое данный отдельный организм оказывает влияние в процессе своей жизнедеятельности — эдасфера [10].

В свете приведенного подхода, считаем необходимым, для унификации (стандартизации) определения минимальной структурной единицы экосистемы, пригодной для описания и оценки древесных растений во взаимосвязи с окружающей средой, ввести для использования понятие экобионт [11], подразумевающее отдельно взятый организм с окружающим его пространством, в пределах которого он изменяет физические и химические показатели среды.

В ЦБС НАН Беларуси разработана методика инвентаризации и последующего непрерывного мониторинга древесных растений с использованием геореляционной послойно-организованной геопространственно привязанной компьютерной базы данных для обработки и хранения информации. Выработаны рациональные подходы к организации инвентаризации и мониторинга древесных растений и насаждений ЦБС НАН Беларуси, оптимальный перечень учётных параметров, а также методы сбора, хранения, обработки и анализа данных. Накапливаемая информация имеет большое значение не только для развития рациональных способов содержания и пополнения дендрологической коллекции, оперативного пополнения сведений о ней и получения научно-обоснованной аналитической информации для принятия практических решений, но и предоставляет возможности для оценки изменения экологической среды города в целом.

## Список литературы

---

1. Мозолевская Е. Г., Белова Н. К., Куликова Е. Г., Шарапа Т. В., Липаткин В. А., Суруппаева В. М. Мониторинг состояния зелёных насаждений и городских лесов Москвы. Методы оценки состояния деревьев и насаждений. // Экология большого города. Альманах. Вып. 2. «Проблемы содержания зелёных насаждений в условиях Москвы». — М.: 1997. С. 16–59.
2. Петункина Л. О., Филиппова А. В., Степанова Н. В. Зелёные насаждения как компонент городской экосистемы. // Ботанические исследования в азиатской России.: Материалы XI съезда Русского ботанического общества (18–22 августа 2003 г., Новосибирск-Барнаул). Т. 3. Барнаул, 2003. С. 219–221.
3. Горяева Е. В., Мохирев А. П. Инвентаризация зелёных насаждений с использованием ГИС-технологий на примере города Лесосибирска. «Лесной журнал», № 2. 2015. С. 14–21.
4. Блохин Д. Ю. Гис-технологии в лесном хозяйстве и лесной промышленности // VII Междунар. науч.-техн. конф. «Лес-2006». Режим доступа: <http://science-bsea.bgita.ru/>.
5. Мохирев А. П., Горяева Е. В., Дрягин В. В. Проблемы внедрения информационных систем в управление лесопользованием // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. Вып. 33. Брянск: БГИТА, 2012. С. 22–25.
6. Мохирев А. П., Дрягин В. В. Экономическая оценка лесосеки с помощью ГИС // Экономика и эффективность организации производства: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. 2011 г. Брянск: БГИТА, 2011. С. 42–45.
7. Мохирев А. П., Егармин Л. А. Географическая информационная система планирования оптимального освоения лесного фонда // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 12. С. 172–176.
8. Hesse R. Tier auf ökologischer Grundlage. Jena: Fischer, 1924. — 72 s.
9. Раменский Л. Г. Учёт и описание растительности (на основе проективного метода). — М: Изд. Всесоюзной академии с.-х. наук, 1937. — 98 с.
10. Быков Б. А. Введение в фитоценологию. Алма-Ата: Наука, 1970. — 231 с.
11. Рудевич М. Н. О подходе к изучению интродуцентов в условиях дендрологических коллекций и городских посадок. // Проблемы дендрологии на рубеже XXI века. Тезисы докладов Международной конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН П. И. Лапина. — М.: 1999. С. 302.