

# Применение современных методов инвентаризации древесно-кустарниковой растительности в садово-парковом хозяйстве

**Романова М. Л.<sup>1</sup>, Червань А. Н.<sup>2</sup>, Пучило А. В.<sup>1</sup>,  
Кудин М. В.<sup>1</sup>, Русецкий С. Г.<sup>1</sup>, Рудевич М. Н.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, [Ajuga@rambler.ru](mailto:Ajuga@rambler.ru)*

<sup>2</sup> *Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*

<sup>3</sup> *Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*

**Резюме.** Разработаны методические подходы инвентаризации растительного покрова (на примере Центрального ботанического сада НАН Беларуси) для ботанических садов и городских парков. Для таких объектов требуется точная и полная оценка природно-климатических, почвенно-гидрологических и микроклиматических условий территории, что способствует наиболее оптимальному выбору ассортимента посадочного материала и мест посадки.

**The use of modern methods of inventory of trees and shrubs in the landscape gardening sector.** *Romanova M. L., Chervan A. M., Puchilo A. V., Kudin M. V., Rusetsky S. G., Rudevich M. N., Garanovich I. M.* **Summary.** The methodology for the inventory of botanical gardens and city parks vegetation has developed at example of Central Botanical Garden of NAS of Belarus. Such objects requires accurate and complete assessment of climatic, soil-hydrological and microclimate conditions of the area that promotes to the best choice of assortment of planting material and planting beds.

Наиболее эффективными средствами обеспечения инвентаризационных и мониторинговых работ на объектах растительного мира, фиксирующих древесно-кустарниковую растительность, являются геоинформационные системы (ГИС). ГИС позволяют не только создавать актуальную пространственную основу с заданной точностью, но и обеспечить связь между существующими базами и банками данных по территории и фактически инвентаризованными деревьями и кустарниками.

Современная программа проведения по разработке и апробации методики инвентаризации и последующей оценки состояния зеленых насаждений включает следующие положения:

1. Разработка георегиональной базы данных и цифровых моделей территории, объединяющих информацию об особенностях природных условий с логическими методами обработки информации;
2. ГИС-моделирование микрорельефа и данных космической съемки природно-растительных комплексов, экспозиций и объектов территории на геосистемной основе с учетом информации о природных системах, основных устойчивых контурных естественных и искусственных элементов, редких (интродуцированных) растениях, сложившейся дорожной сети и других постоянных ориентиров, которые могут служить для привязки;

3. Апробирование совместного использования технологических приемов инвентаризации зеленых насаждений и оценки условий их произрастания с информационно-поисковой системой ранее созданной на обследуемой территории.

Методологически научно-исследовательские работы основаны на системном подходе и производятся по следующему алгоритму:

- осуществляется предварительная спутниковая привязка планово-картографических материалов на территорию. Привязку нужно производить на основе определенных в полевых условиях координат устойчивых контуров местности, которыми являются в первую очередь пересечения центральных линий троп и дорог дорожно-тропиночной сети территории;
- создается опорная сеть с применением профессионального геодезического оборудования и программного обеспечения, координаты сети лучше всего получать с помощью высокоточных измерительных приборов;
- разрабатывается плановая основа для инвентаризационных полевых работ. Разбивка территории на рабочие участки, ограниченные со всех сторон дорогами и тропами;
- осуществляется в геоинформационной среде учет заданной площади участков и создается слой линий сетки с шагом 10 м;
- проводится в полевых условиях детальная съемка древесного и кустарникового ярусов модельного участка. Для этого участок разбивается на 10-и метровые секции. В каждой секции с помощью рулетки и дальномера определяется местоположение каждого дерева и куста (в см). Результаты заносятся в учетную ведомость с нумерацией каждого дерева и куста, затем отмечается точка на плане;
- создается при помощи геоинформационных технологий база геоданных. Разрабатывается структура атрибутивных таблиц, отвечающая требованиям визуализации информации при помощи классов (слоев) пространственных данных;
- производится в камеральных условиях занесение показателей в компьютерную базу данных. В базе данных обозначается инвентарный номер дерева и куста, латинское и русское название;
- производится в камеральных условиях в геоинформационной среде создание плана зеленых насаждений модельного участка;
- осуществляется апробирование плана на местности с детальной корректировкой в натуре. Уточняется местоположение труднодоступных кустарников и стволов деревьев;
- производится создание интерактивного плана инвентаризационного участка в геоинформационной среде. При необходимости осуществляется печать соответствующих планово-картографических материалов.

Этапу непосредственной инвентаризации зеленых насаждений должен предшествовать подготовительный этап создания плановой основы, включающий получение планово-картографических материалов на территорию объекта, их пространственную привязку, разбивку территории объекта на рабочие участки. На этом этапе собираются все доступные для данной территории планово-картографические и литературные материалы. Проводится их изучение и делается заключение о полноте и детальности имеющихся сведений или необходимости их актуализации.

В зависимости от объема имеющихся материалов и площади территории работы по оценке топографических условий могут включать: создание съемочного обоснования, наземную плановую и вертикальную съемку. Также возможно получение изображений земной поверхности с летательных аппаратов (аэрофотосъемка, космическая съемка) с последующим созданием ортофотоплана местности, дешифрированием и формированием цифровых моделей местности и рельефа.

Съемочное обоснование представляет собой сеть геодезических пунктов с известными координатами — из точек этой сети выполняется геодезическая съемка необходимого участка местности. Возможно создание съемочного обоснования спутниковыми методами, с использо-

ванием спутниковых геодезических приемников систем глобального позиционирования. Способы определения координат и высот могут быть разными: это может быть классический метод определения координат с помощью проложения полигонометрических (теодолитных) ходов повышенной точности и выполнение геометрического нивелирования от пунктов государственной геодезической сети (ГГС). Если нет поблизости пунктов ГГС, применяют спутниковые технологии — при помощи высокоточного геодезического оборудования определяют координаты в системах GPS/ГЛОНАСС и уравнивают измерения в специализированных программах.

При отсутствии планово-картографических материалов для территории, удовлетворяющих целям проведения работ, в качестве основы для создания топографических карт и планов используют *ортофотоплан* местности — фотографическое изображение местности, полученное путем аэрофотосъемки или космической съемки и приведенное к заданной системе координат. Для создания ортофотопланов используются материалы космической съемки высокого разрешения, которая с каждым годом становится все более доступной. Для использования материалов съемки при картографировании земной поверхности, необходимо выполнить ортотрансформирование снимков.

*Ортотрансформирование (ортокоррекция)* — математически строгое преобразование исходного изображения (снимка) в ортогональную проекцию (каждая точка местности наблюдается строго вертикально, в надир) и устранение всех геометрических искажений, вызванных рельефом, условиями съемки (перспективные искажения, развороты, разномасштабность) и типом камеры (дисторсией объектива). Для выполнения ортотрансформирования нужна модель рельефа, так как надо знать высоту местности для каждой точки (пикселя) снимка.

На основе имеющихся планово-картографических материалов или полученного ортофотоплана в программных средах ГИС составляется векторное представление территории, представляющее собой послойно организованную совокупность тематически сгруппированных наземных объектов (дороги, строения, малые архитектурные формы, границы участков и т. д.). Характеристика рельефа местности необходима для учета локальных особенностей территории и их роли в формировании условий произрастания зеленых насаждений. Основным способом отражения формы земной поверхности является цифровая модель рельефа (ЦМР) — характеризует высоту рельефа по регулярной сетке высот. В качестве основы для создания ЦМР при отсутствии материалов высотной съемки удовлетворительной детальности целесообразно использовать данные космической съемки.

Космическая съемка позволяет решить задачу создания подробных и достаточно точных цифровых моделей местности с применением высокотехнологичных методов обработки данных ДЗЗ. Для создания такой продукции необходимы изображения, образующие стереопару, либо интерферометрическую пару (для радарных данных), позволяющие получить информацию о рельефе местности, а также специализированное программное обеспечение для последующей обработки полученной информации. Наряду с ЦМР целесообразно также построение цифровой модели местности (ЦММ) — отражающей высоту видимой поверхности, что даст основу для более точной оценки радиационного, теплового и гидрологического режимов.

Основная цель подготовительного этапа заключается в том, чтобы предварительно ознакомиться со всеми необходимыми материалами: рельефом, растительностью, почвообразующими породами и факторами характеризующими хозяйственную деятельность, климатическими показателями. На основе имеющихся материалов определяют возможность картирования, выбирают масштаб и подсчитывают в соответствии с нормами объем работ и сроки их выполнения.

Картографической основой являются ортокорректированные:

- планы участка с отображением рельефа в горизонталях, постоянных дорог, просек, границ участков, водоемов и других постоянных ориентиров, которые могут служить для привязки;
- топографические карты;
- дешифрованные аэро — или космоснимки;

- созданная с использованием систем спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС) опорная сеть.

В полевых условиях с использованием соответствующего навигационного оборудования определяются координаты устойчивых контуров местности, которыми в первую очередь являются пересечения дорожно-тропиночной сети. Координаты опорной сети могут быть получены при помощи профессионального геодезического оборудования и программного обеспечения (например Trimble Corp.). С использованием соответствующего программного обеспечения, предоставляющего геопространственную функциональность (например ArcInfo), на основе полученного набора координат четко опознанных точек местности выполняется пространственная привязка имеющихся планово-картографических материалов для каждого учетного участка. Далее формируется векторный слой рабочих участков.

В камеральных условиях на план участка наносятся осевые линии (коридоры инвентаризации), разбивающие участок на секции и создающие сеть микроучастков. Осевыми линиями в этой сети целесообразно считать линии на плане и, соответственно, на местности, соединяющие деревья, удаленные друг от друга не более чем на 10 м для обеспечения пересечения учетных секций квадрантами размером 5×5 м и повышения точности последующих измерений мест произрастания древесных и кустарниковых насаждений.

Комплекс полевых изыскательских работ осуществляется на основе вынесенной в натуру сети линий с 5–10 — метровым шагом (в зависимости от сложности рельефа и плотности объектов растительного мира на модельном участке). На местности измерения производятся мерной рулеткой, дальномером или другими измерительными средствами. Точное положение в пространстве контурных деревьев определяется заранее при помощи перпендикулярных линий к осям дорожно-тропиночной сети на плане (в базе геореференсированных данных) и в натуральных условиях. Относительная погрешность измерения отдельного дерева не превышает 0,05 м. При наличии большого количества древесно-кустарниковой растительности работу по определению местоположения объектов целесообразно выполнять в период минимальной вегетации (ноябрь — март), когда значительно увеличивается обзор участка. В полевых условиях на планшетную карту участка наносятся объекты растительного мира, где точкой обозначаются отдельно стоящие деревья и кустарники, контуром — кустарниковые группы с указанием порядкового номера. Параллельно заполняется учетная ведомость (табл. 1), отражающая учетный номер объекта и его характеристику (учетный номер объекта, название объекта, диаметр ствола объекта на высоте 1,3 м в сантиметрах (для деревьев), высота объекта в метрах, качественное состояние объекта (хорошее, удовлетворительное, плохое, аварийное).

Результаты измерений переносятся в базу данных при помощи геоинформационного инструментария, получая точечное или полигональное представление. По каждому пространственному слою сформирована атрибутивная таблица, отражающая состояние объектов растительного мира по полям из учетной ведомости.

В базе данных пространственно связаны все тематические блоки: топографическая основа, хозяйственно-функциональное зонирование, инвентаризационный, оценочный, блок дистанционного зондирования и другие. Поэтому кроме перечисленных выше полей можно создавать дополнительные, характеризующие геоморфологические, почвенно-агробиохимические и многие другие факторы природной среды в месте произрастания объекта растительного мира.

Полученные в результате полевых работ сведения о месторасположении и характеристике объектов древесно-кустарникового яруса заносятся в базу данных при помощи геоинформационного инструментария, получая точечное (для древесных видов) или полигональное (кустарники) представление. По каждому пространственному слою формируется атрибутивная таблица, отражающая состояние объектов растительного мира по следующим полям:

- номер участка инвентаризации;
- учетный номер объекта в базе данных;
- инвентаризационный номер объекта;
- название объекта;

- диаметр ствола объекта на высоте 1,3 м в сантиметрах (для деревьев);
- высота объекта в метрах;
- качественное состояние объекта (хорошее, удовлетворительное, плохое, аварийное).

Кроме перечисленных выше полей могут быть созданы дополнительные, расширяющие характеристику объектов учета согласно Закона Республики Беларусь «О растительном мире» (от 14.06.2003 № 205–3), Инструкции о порядке учета объектов растительного мира, расположенных на землях отдельных категорий и обращения с ними (утверждена постановлением Минприроды от 28.12.2006 № 79).

Таблица 1

## Учетная ведомость инвентаризационного участка (фрагмент)

Инвентаризационный участок №										
номер	Название		диаметр ствола, см	высота, м	состояние	примечание	группа светолюбия	группа теплолюбия	группа влаголюбия	группа почвенных условий
	русское	латинское								
136	Липа сибирская	<i>Tilia sibirica</i> Bayer	28	26	1	2 ствола	1	2	2	2
141	Лиственница сибирская	<i>Larix sibirica</i> Ledeb	48	20	1		1	1	1	1
152	Береза Крылова	<i>Betula krylovii</i> G. V. Krylov	18	20	3	Механич. поврежд.	1	2	2	1
159	Ель сибирская	<i>Picea obovata</i> Ledeb	18	18	2	Сухие ветки	2	2	3	2

Современные технические возможности, высокоточных измерительных средства (в частности приборов Trimble Corp.), и при помощи геоинформационного инструментария (например программный комплекс ArcInfo) позволяют осуществить цифровое кодирование показателей древесно-кустарникового яруса непосредственно в базе данных, где пользователем создана учетная ведомость с нумерацией каждого дерева и куста, одновременно учитывается пространственное положение инвентаризируемого (оцениваемого) объекта на интерактивном плане участка.

Основой применения современных технологий для геоинформационного учета местоположения и природных условий произрастания древесно-кустарниковой растительности должна быть детальная топографическая съемка и крупномасштабная оценка почвенного покрова. Геосистемный подход позволяет научно обосновать принципы инвентаризации древесно-кустарниковой растительности и методы оценки природно-ресурсного потенциала, использовать возможности геоинформационных систем и технологий в области оценки мест произрастания растительных сообществ. Создание геореляционной базы данных и цифровых моделей территории позволяет объединить информацию об особенностях природных условий с логическими методами обработки информации.

ГИС-моделирование микрорельефа и данных космической съемки природно-растительных комплексов, экспозиций и объектов исследуемой территории с учетом информации о природных системах, основных аллеях и сложившейся дорожной сети позволяет осуществлять совместное использование технологических приемов инвентаризации зеленых насаждений и существующей на исследуемой территории информационно-поисковой системы.