

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Центральный ботанический сад  
Научно-практический центр по биоресурсам  
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича  
Институт леса



## **Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов**

Материалы III Международной конференции,  
посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского  
(7–9 октября 2015 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях  
Часть 1**

**Секция 1. Ресурсы и биоразнообразие растительного мира:  
современное состояние, воспроизводство, охрана  
и устойчивое использование**

**Секция 2. Современные направления изучения  
ботанических коллекций для сохранения  
и рационального использования  
биоразнообразия растительного мира**

Минск  
«Конфидо»  
2015

УДК 502.174:574.1(082)  
ББК 20.18я43  
П78

**Редакционная коллегия:**

*д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.В. Титок (ответственный редактор),*  
*д.б.н. Е.И. Анисимова,*  
*к.б.н. Б.Ю. Аношенко,*  
*к.б.н. Д.Б. Беломесецева,*  
*к.б.н. П.Н. Белый,*  
*д.б.н. Е.И. Бычкова,*  
*к.б.н. Т.В. Волкова,*  
*к.б.н. Л.В. Гончарова,*  
*д.б.н. С.А. Дмитриева,*  
*к.б.н. Е.Я. Куликова,*  
*к.б.н. А.В. Пугачевский,*  
*д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.П. Семенченко,*  
*к.б.н. В.А. Цинкевич*

Материалы печатаются в авторской редакции.  
Иллюстрации предоставлены авторами публикаций.

П78 **Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов:** материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. (7–9 октября 2015, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск: Конфидо, 2015. – 514 с.

ISBN 978-985-6777-74-8.

В сборнике представлены материалы III Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов», посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. Часть 1: секция 1 «Ресурсы и биоразнообразие растительного мира: современное состояние, воспроизводство, охрана и устойчивое использование» и секция 2 «Современные направления изучения ботанических коллекций для сохранения и рационального использования биоразнообразия растительного мира».

**УДК 502.174:574.1(082)**  
**ББК 20.18я43**

**ISBN 978-985-6777-74-8**

© ГНУ «Центральный ботанический сад  
Национальной академии наук Беларуси», 2015  
© Оформление. ЗАО «Конфидо», 2015

### Список литературы

1. Дмитриева, В.Л. Изучение состава эфирных масел эфиромасленичных растений Нечерноземной зоны России / В.Л. Дмитриева, Л.Б. Дмитриев // Известия ТСХА. – 2011. – Вып. 3. – С. 106–119.
2. Флаванойды лопанта анисового: психотропная и иммуномодулирующая активность / Е.В. Хлебцова [и др.] // Фармация. – 2014. – № 5. – С. 3–41.
3. Чумакова, В.В. Лопант анисовый (*Lophantus anisatus* L.) – перспективный источник получения лекарственных средств / В.В. Чумакова, О.И. Попова // Фармация и фармакология. – 2013. – № 1. – С. 39–43.
4. Chemical Composition and Nematicidal Activity of Essential Oil of *Agastache rugosa* against *Meloidogyne incognita* / He Qin Li [et al.] // Molecules. – 2013. – No 18. – P. 4170–4180.
5. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus *Agastache* (Lamiaceae) / S. Zielinska [et al.] // Phytochem Rev. – 2014. – No 13. – P. 391–416.

## Использование геореляционной, послойно организованной компьютерной базы данных при инвентаризации зеленых насаждений, расположенных на землях населенных пунктов (на примере Центрального ботанического сада НАН Беларуси)

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>, Гаранович И.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь

**Резюме.** На примере Центрального ботанического сада НАН Беларуси разработаны методические подходы инвентаризации растительного покрова 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.

**Summary.** Romanova M.L., Chervan A.N., Puchilo A.V., Kudin M.V., Rusetsky S.G., Rudevich M.N., Garanovich I.M. **The using of georelational layersorganized database for inventory of green space situated on settlements land (on the example of the Central Botanical Garden of NAS Belarus).** 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.

Правовые основы содержания, пользования, охраны, защиты, воспроизводства и удаления объектов растительного мира (ОРМ) установлены Законом Республики Беларусь «О растительном мире» от 14 июня 2003 года. Данный Закон обязывает всех пользователей объектов растительного мира осуществлять их регулярный учет (статья 65). Порядок учета в настоящее время регламентируется «Инструкцией о порядке государственного учета объектов растительного мира, расположенных на землях населенных пунктов, и обращения с ними», утвержденной постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 20.12.2004 № 40. Данной Инструкцией установлена единая классификация ОРМ, расположенных на землях населенных пунктов, по функциональному назначению. Согласно ей (п. 13.5, гл. 3), «насаждения ботанических садов – это озелененная территория специального назначения, на которой размещаются ботанические коллекции растений (дендрологический сад, моносад, альпинарий, экзотарий и др.), выполняющие научную, учебно-воспитательную, культурно-просветительскую, историческую, рекреационную и эстетические функции». Работы по учету ОРМ, как правило, проводятся не реже одного раза в пять лет.

Существующие методические приемы учета ОРМ трудоемки, материально затратны. К тому же они не несут достаточной информации о состоянии растительности, необходи-

мой для эффективного управления хозяйственными субъектами и ухода за насаждениями. Получение и использование достоверной научной информации насущно для ботанических садов, парков и лесопарков. А в организациях, располагающих особо ценными, иногда уникальными ОРМ и являющимися национальным достоянием, например таких, как Центральный ботанический НАН Беларуси, Ботанический сад Белорусской сельскохозяйственной академии, Ботанический сад Витебского педагогического университета и других, она приобретает особую ценность.

В процессе выполнения отраслевой научно-технической программы (ОНТП) «Интродукция и озеленение» на 2011–2015 годы «Разработать и апробировать на объектах Центрального ботанического сада НАН Беларуси методики геопространственной инвентаризации зеленых насаждений и оценки микроклиматических, почвенно-гидрологических и топографических условий их произрастания с применением ГИС-технологий» был осуществлен обзор литературных источников по методическим подходам к учетам растительного мира. Существующие методики в основном имеют чисто прикладной характер. Выполняя функции учета элементарных показателей произрастающих деревьев, кустарников и травянистой растительности, они не затрагивают экологических аспектов условий мест их произрастания.

На примере дендрария ЦБС НАН Беларуси разработаны методические подходы инвентаризации растительного покрова для ботанических садов и городских парков. Для наиболее оптимального выбора ассортимента посадочного материала и мест посадки растений на таких объектах требуется точная и полная оценка природно-климатических, почвенно-гидрологических и микроклиматических условий территории. Порядок работ по инвентаризации зеленых насаждений и оценке условий их произрастания с применением наземных и дистанционных методов предусматривает последовательное выполнение нескольких этапов.

**Подготовительный этап** включает в себя сбор и анализ разносезонных данных дистанционного зондирования (космоснимки, аэрофотоснимки, картосхемы, планы и другие материалы). После сбора и первичной обработки данных производятся ортотрансформирование и сшивка топографических карт и планов. 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, либо получение изображений земной поверхности с летательных аппаратов (аэрофотосъемка, космическая съемка) с последующим созданием ортофотоплана местности, дешифрированием и формированием цифровых моделей местности и рельефа. Перед выполнением топографической съемки делают съемочное обоснование, то есть создают сеть пунктов с известными координатами, «читаемыми» как на планово-картографических материалах, так и на местности. Затем по точкам этой сети выполняется геодезическая съемка необходимого участка местности. Возможно создание съемочного обоснования спутниковыми методами, с использованием геодезических приемников систем глобального позиционирования.

Способы определения координат и высот могут быть разными: это может быть классический метод определения координат с помощью прокладки полигонометрических (теодолитных) ходов повышенной точности и выполнение геометрического нивелирования от пунктов государственной геодезической сети (ГГС). Если поблизости нет 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 территории, удовлетворяющих целям проведения работ, в качестве основы для создания топографических карт и планов можно использовать *ортотопоплан* местности. Под ортофотопланом понимается фотографическое изображение местности, полученное путем аэрофотосъемки или

космической съемки и приведенное к заданной системе координат. Для использования материалов съемки при картографировании земной поверхности необходимо выполнить ортотрансформирование снимков. *Ортотрансформирование (ортокоррекция)* – математическое строгое преобразование исходного изображения (снимка) в ортогональную проекцию (при которой каждая точка местности наблюдается строго вертикально, в наadir) 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 необходимо знать высоту местности для каждой точки (пикселя) снимка. На основе имеющихся плано-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. Цифровую модель рельефа целесообразно строить по высотным отметкам и линиям горизонталей с использованием методов пространственной интерполяции в системах ГИС.

Затем формируется геоинформационная база пространственно-распределенных данных в заданной системе координат с атрибутивной характеристикой. Для изготовления предварительного плана инвентаризации растений и оценки природных условий их произрастания производится векторизация дорожно-тропиночной сети или иных распознаваемых границ на местности. Составляется разбивочный чертеж геореференсирования плано-картографических материалов по реперным пунктам с внесением реперных точек в базу геоданных по распознаваемым на плане контурам местности.

*Позиционирование учетных участков.* Точное позиционирование учетных участков заключается в точной пространственной привязке на основе приемника Trimble в системе GPS для каждого учетного участка. Работы проводятся по пересечениям дорожно-тропиночной сети с использованием не менее 3–4 реперных точек, такая процедура снижает относительную погрешность. Создается база данных Trimble и разрабатывается структура геореференсированных данных, формируются атрибутивные таблицы для ее последующего наполнения с учетом разрабатываемых доменов, то есть кодов, характерных для многих объектов вне зависимости от их пространственного размещения.

*Разбивка участка на секции.* В камеральных условиях на план участка наносятся осевые линии (коридоры инвентаризации), разбивающие участок на секции, создающие сеть микроучастков. Осевыми линиями в этой сети целесообразно использовать 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* с размером сторон от 5 до 10 м, что повышает точность последующих измерений мест произрастания древесных и кустарниковых насаждений.

**Полевой этап** начинается с натурного обследования территории и уточнения на местности имеющихся картографических материалов, составления детальных карт (гипсометрической, почвенной, геоморфологической, растительности и др.).

Производится детальная привязка древесно-кустарниковой растительности на местности и на плане, которая включает формирование разбивочного чертежа по осевым линиям (коридорам инвентаризации) и кодирование местоположения видов. 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). Измерения на местности 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 точки стояния отдельного дерева не превышает 0,05 м. При наличии большого количества древесно-кустарниковой растительности работу по определению местоположения объектов целесо-

образно выполнять в период минимальной вегетации (ноябрь-март), когда значительно увеличивается обзорность участка.

Во время полевых исследований желательно в натуре получить всесезонную информацию о микроклиматических условиях с использованием устройства «метеостанция–самописец».

**Камеральный этап.** После выполнения полевых работ приступают к картометрическому анализу цифровой модели рельефа, почвенной, геоморфологической, карты растительного покрова и других карт, создавая информационные слои. На их основе производится моделирование пространственного распределения почвенно-гидрологических, физико-химических, микроклиматических и прочих характеристик разрабатываемого участка.

В базу данных при помощи геоинформационного инструментария переносятся параметры древесно-кустарниковой растительности, при этом каждый объект растительности получает 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 по регистру ЦБС;
- название объекта;
- год посадки объекта;
- диаметр ствола объекта на высоте 1,3 м в сантиметрах (для деревьев);
- высота объекта в метрах;
- качественное состояние объекта (хорошее, удовлетворительное, плохое, аварийное).

В базе данных пространственно связаны все тематические блоки: топографическая основа, хозяйственно-функциональное зонирование, инвентаризационный, оценочный, блок дистанционного зондирования и др. Поэтому кроме перечисленных выше полей допустимо создание дополнительных, характеризующих геоморфологические, почвенно-агрохимические или другие факторы природной среды в месте произрастания объекта растительного мира. Возможно совместное использование базы данных с информационно-поисковой системой исследуемого объекта.

Комплекс классов данных в послойно организованной базе спроектирован в единой системе координат с соблюдением топологических правил взаимного расположения пространственных объектов. Инвентаризационные объекты соотнесены с топографической информацией, положением относительно тропиночно-дорожной и инфраструктурной сетей разрабатываемого объекта. Оцениваемые параметры микроклиматических, почвенно-гидрологических условий местности, условий светообеспеченности соотнесены, в свою очередь, с цифровой моделью рельефа, созданной с вертикальным разрешением 0,5 м на территорию дендрария.

Методические приемы оценки естественных условий заключаются в геосистемном представлении о местных факторах произрастания зеленых насаждений и оценки орографических, гидрологических и микроклиматических условий через призму закономерных организованных почвенных комбинаций (с учетом результатов агрохимического обследования почвенных разновидностей). Технологические принципы научно-исследовательских работ предусматривают автоматизированный пространственный анализ спроектированных слоев данных в программной геоинформационной среде методами картографической алгебры растровых изображений на территорию дендрария ЦБС.

На основе высокоточной цифровой модели рельефа, почвенной карты, данных агрохимического обследования и геосистемного анализа территории в базе данных при помощи средств пространственного анализа растровых моделей и математической статистики ArcInfo выполняется многофакторный учет естественных условий произрастания зеленых насаждений. Все показатели местопроизрастания методом естественных множеств разбиты на пять групп – низкая, ниже среднего, средняя, высокая и наибольшая. Таким

образом, организованы следующие картографические слои: теплообеспеченность, светообеспеченность, влагообеспеченность, кислотность, почвенные условия. Все эти слои в геоинформационном виде можно представить в виде факторов, которые, наслаиваясь друг на друга, включаются в общую формулу и представляют собой коэффициент к общему баллу комфортности местообитания интродуцированного (или естественного) вида растения.

Цифровая модель рельефа является основой для создания слоев, отражающих теплообеспеченность и светообеспеченность. По данным агрохимического анализа создавали слой, отражающий кислотность. Почвенные условия учитывали методом картографической алгебры как среднеарифметические параметры основных агрохимических показателей в деятельном слое почвы. Параллельно с работами по созданию картографических слоев проводили оценку качественных условий для произрастания инвентаризированных объектов (деревьев и кустарников), складывающуюся по показателям атрибутивных таблиц базы данных, где:  $F$  – факторы (слои),  $F_1$  – теплообеспеченность,  $F_2$  – светообеспеченность,  $F_3$  – влагообеспеченность,  $F_4$  – кислотность,  $F_5$  – почвенные условия.

По видам закодированной информации из литературных источников формировали оценочные группы естественных условий произрастания древесно-кустарниковых насаждений. Таким образом, закодированы условия местообитания 717 деревьев и 387 кустарников. В атрибутивной таблице сделана итоговая оценка, отражающая степень комфортности их существования. Оценочные группы представлены отдельным слоем, для всех закодированных параметров древостоя и кустарника определены коэффициенты условий произрастания  $K$  по следующей формуле:

$$K = \frac{[F1(пу)-F1(ли)]+[F2(пу)-F2(ли)]+[F3(пу)-F3(ли)]+[F4(пу)-F4(ли)]+[F5(пу)-F5(ли)]}{5},$$

где в числителе  $F(ПУ)$  – реальные условия;  $F(ЛИ)$  – показатели из литературных источников; в знаменателе – цифра, отражающая общее количество исследуемых факторов.

Таким образом, определяют качественные условия произрастания объектов растительного мира на модельных участках и формируется пространственный слой древесно-кустарниковых видов, попадающих согласно легенде карты в ту или иную оценочную группу соответствия условий произрастания. В соответствии с представленными данными в автоматизированном режиме определяют виды с оптимальным и нормальным развитием, попадающие в первую и вторую оценочные группы; угнетенные виды (3 группа) и виды растений, испытывающие в разной степени стресс, произрастающие в неблагоприятных для роста и развития условиях (4 и 5 группы), требующие первоочередных мероприятий по улучшению почвенно-гидрологических и микроклиматических условий.

Важно отметить, что использование базы данных по оценке естественных условий с предварительным точным позиционированием видов позволяет графически интерпретировать результаты системной оценки не только для отдельных растительных видов, но и для целых групп древесно-кустарниковых насаждений. То же равнозначно и при получении данных о наилучших условиях для интродукции новых растительных видов на территории дендрария Центрального ботанического сада. Следовательно, такая методология позволяет прецизионно проводить мероприятия по улучшению условий мест произрастания растений как на рабочих участках, так и в любых парках, садах и прочих, где требуются точные параметры инвентаризации для территории озеленения.