

Ю.В. Плугатарь<sup>1</sup>, И.Г. Мазина<sup>2</sup>, О.А. Обьедкова<sup>3</sup>, О.И. Коротков<sup>4</sup>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И УХОДУ ЗА ДЕКОРАТИВНЫМИ РАСТЕНИЯМИ В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)

### АННОТАЦИЯ

*В статье приводятся данные о создании информационной системы (ИС) по инвентаризации и уходу за декоративными древесными и травянистыми растениями в Никитском ботаническом саду (НБС) на основе базы данных (БД) и геоинформационной системы (ГИС) для решения задач сохранения биоразнообразия и устойчивого развития территории.*

*БД создается на основе реляционной модели с использованием языка аналитического типа и графического способа отображения модели «объект – свойство – отношение» с использованием Международного переводного формата (ITF) для кодировки стандартных полей. Для формирования веб-карт электронные слои экспортируются в веб-ГИС на платформе NextGIS Web и компонируются в тематические веб-карты.*

*Представлены сведения о составе инфологической модели БД. Описаны функции, которые будет выполнять ИС, и её конечные составляющие. ИС позволит произвести оценку современного состояния коллекционных фондов НБС и планирование коллекционной политики, направленной на восстановление генофонда растений и обогащение культурной флоры Южного берега Крыма.*

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*коллекции ботанического сада, инвентаризация и уход, информационная система, база данных, веб-ГИС*

### ВВЕДЕНИЕ

Сохранение биологического разнообразия является одним из факторов устойчивого развития территории [Марфенин, 2002].

Значительный вклад в выполнение Конвенции о биологическом разнообразии вносят ботанические сады с их коллекциями и опытом, накопленным в таких областях, как систематика, ботанические исследования, охрана растений, размножение и выращивание растений [Международная программа..., 2000].

Особо отмечается богатейшее историческое наследие ботанических садов, заключённое в исторических постройках, тематических садах, оранжереях, библиотеках, музейных и гербарных коллекциях, обладающих непреходящей исторической ценностью [Совет ботанических садов России, 1998].

Никитский ботанический сад (НБС), основанный в 1812 году, является основным центром по интродукции и мобилизации растений, в том числе декоративных древесных. В начале 90-х годов XX столетия общее число таксонов коллекции древесных растений ар-

<sup>1</sup> ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»; Республика Крым, Ялта, пгт Никита; *e-mail*: priemnaya.nbs-nnc@yandex.ru

<sup>2</sup> ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»; Республика Крым, Ялта, пгт Никита; *e-mail*: mazina50@i.ua

<sup>3</sup> Волжский гуманитарный институт (филиал) Волгоградского государственного университета; Волгоградская обл., Волжский, ул. 40 лет Победы, 11; *e-mail*: 79195448797@yandex.ru

<sup>4</sup> ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»; Республика Крым, Ялта, пгт Никита; *e-mail*: botsad@inbox.ru

боретума составило 1797 таксонов, принадлежащих к 116 семействам [Интродукция и селекция..., 2015]. В конце 2014 г. генофонд плодовых культур включал 6265 сортов и форм. Селекционный фонд цветочно-декоративных культур составляет более 500 тыс. сеянцев цветочных растений. Коллекция ароматических и лекарственных растений насчитывает около 2500 образцов, представленных 300 видами [Плугатарь, 2016].

В связи с необходимостью документирования коллекций НБС, имеющих большое количество видов и экземпляров растений, возникает потребность в использовании информационной системы (ИС).

Определяющим фактором при создании эффективной ИС является концепция базы данных (БД). Слабым местом во многих готовых системах оказывается структура БД, а наиболее важными аспектами БД являются целостность и согласованность информации [Жуланова и др., 2012].

В НБС была проведена работа по созданию концептуальной модели БД дендрологической коллекции [Машина, 1999; Машина, Сиренко, 1999], которая используется в дальнейшей разработке ИС по инвентаризации и уходу за декоративными древесными и травянистыми растениями.

Исходя из того, что представления о предмете исследования постоянно совершенствуются в связи с разработкой новых концепций и повышением возможностей компьютера в хранении и обработке информации, происходит постоянный возврат к предыдущим стадиям проектирования БД и корректировка их содержимого [Диго, 1995].

Все ботанические сады имеют разные цели, организационную структуру и местоположение и, как следствие, различные акценты в деятельности. Именно различные акценты, которые придаёт своим функциям ботанический сад, определяют его индивидуальность и специфическую роль [Международная программа..., 2000].

По-видимому, благодаря этому отдельные ботанические сады разрабатывают свои ИС, исходя из собственных потребностей и специфике имеющейся информации.

Анализ литературы показывает, что существующие системы регистрации коллекций («BG-Base», «IrisBG», «AtlantisBotanicGarden») слишком сложны для небольших ботанических садов [Прохоров, Кузьменкова, 2013].

А.Н. Лебедев и др. [2013] выделяют базы «BG-Base» и «Calypso» как наиболее удачные, но не всегда удобные в работе для малых ботанических садов. Большинство созданных БД не имеют аппарата сортировки и выборки, вывод информации из базы ограничен, отсутствует возможность перестройки базы, изменения полей.

Т.А. Садакова и А.В. Баринов [2007] отмечают, что отсутствие универсальной БД, позволяющей работать одновременно со всем коллекционным фондом, не даёт возможности оперативно работать с коллекцией. По их мнению, имеющиеся пакеты прикладных программ (ArcGIS, AutoCAD MAP Release 3.0, MapInfoProfessional и др.), а также БД коллекционных фондов, созданные в отечественных и зарубежных ботанических садах («Calypso», «Florin» и др.), не позволяют совмещать текстовую и графическую информацию, вести поиск объектов по широкому числу запрашиваемых данных.

Одним из наиболее мощных инструментов изучения биоразнообразия являются геоинформационные системы (ГИС), которые необходимы каждому ботаническому саду для документирования своих ботанических коллекций, пространственной привязки отдельных растений и их групп [Прохоров и др., 2013].

ГИС предоставляют пользователям новые возможности по хранению, просмотру, редактированию, обработке и анализу большого количества географически привязанных данных [Демидов и др., 2014].

Сотрудники ботанических садов, занимающиеся инвентаризацией и уходом за декоративными древесными и травянистыми растениями, заинтересованы в визуализации и пространственном представлении информации о коллекционных фондах в понятной и легко воспринимаемой форме. Обучение работе с пространственными данными в среде ГИС тре-

бует специальных знаний и не входит в перечень их обязательных навыков. Поэтому ИС целесообразно разрабатывать, используя не настольные ГИС, которые трудны в освоении и имеют платные лицензии, а веб-ГИС, которые просты в использовании и в большинстве своем бесплатны.

В связи с тем, что комплекс мероприятий по разработке веб-ГИС ботанического сада трудоёмок и требует специальных знаний и навыков, эту часть проекта осуществляют ГИС-специалисты из числа преподавателей и сотрудников ВУЗа.

Цель нашей работы – создание ИС по инвентаризации и уходу за декоративными древесными и травянистыми растениями в НБС на основе БД и веб-ГИС, предназначенной для сбора, систематизации, хранения и анализа данных о коллекционных фондах, а также отображения на веб-картах данных по инвентаризации и уходу, для сохранения, рационального использования и восстановления коллекционных фондов НБС.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектами исследования служат: данные о коллекциях растений и их образцах, динамике видового состава; данные по интродукции растений; информация о состоянии монументальных, редких и единичных растений; данные об уходе за растениями; о поставщиках или местах сбора образцов растений; об учреждении, кураторах коллекций.

Разработка БД проводится нами на основе реляционной модели данных и включает необходимые этапы проектирования с использованием Международного переводного формата для кодировки стандартных полей (ITF). Для номенклатурной проверки таксонов в БД используются «The Plant List» и «IPNI».

Для формирования веб-карт применяется следующий методический подход: разработанная сотрудниками НБС БД используется для создания специалистами в области ГИС электронных слоев коллекций, которые затем экспортируются в веб-ГИС на платформе NextGIS Web, компонуется в тематические веб-карты, пользователь воспроизводит веб-карту с помощью любого браузера и не связан программно с СУБД и ГИС.

Так как при инвентаризации и уходе за декоративными древесными и травянистыми растениями необходимо учитывать расположение коммуникационных сетей и особенности природных условий территории, по различным картографическим источникам, ландшафтным планам и GPS-съёмке создаются следующие электронные слои: границы НБС; границы участков; дорожно-тропиночная сеть; водопроводные сети и бассейны; канализационные сети; изолинии высот и рельеф; почвы; условия произрастания декоративных растений.

Для создания и редактирования электронных слоев в формате shp-файлов используется программа QGIS. Топографические карты, ландшафтные планы, карты участков (куртин), дендропланы привязываются по опорным точкам, полученным с помощью GPS-приёмника, затем оцифровывается необходимая пространственная информация.

Задача по оцифровке значительно упрощается для тех частей НБС, для которых сотрудниками лаборатории ландшафтной архитектуры по топооснове созданы электронные слои в формате dwg и dxf-файлов в среде САПР. В этом случае они экспортируются в QGIS и привязываются с помощью инструментов векторной трансформации.

Также по изолиниям рельефа методом интерполяции создаются слои цифровой модели рельефа, картограммы экспозиции уклонов территории. По результатам исследований лесорастительных свойств почв арборетума НБС создаётся слой «Почвы», где основные агрохимические показатели приводятся для отдельных участков (куртин). На основе этих данных планируется провести пространственный анализ по оценке условий произрастания коллекций декоративных растений и создать соответствующий слой веб-карты.

После стилизации слои экспортируются в веб-ГИС NextGIS Web с помощью модуля QGIS NextGIS Connect. Изменения в БД вносятся непосредственно в веб-ГИС, изменения в

пространственной конфигурации объектов вносятся в QGIS и экспортируются в виде слоёв в веб-ГИС с заменой файлов.

На последнем этапе в веб-ГИС к экземплярам коллекций прикрепляется имеющийся медиа-контент (фото, видео, паспорт и др.)

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

ИС по инвентаризации и уходу за декоративными древесными и травянистыми растениями в НБС включает в себя БД и веб-ГИС.

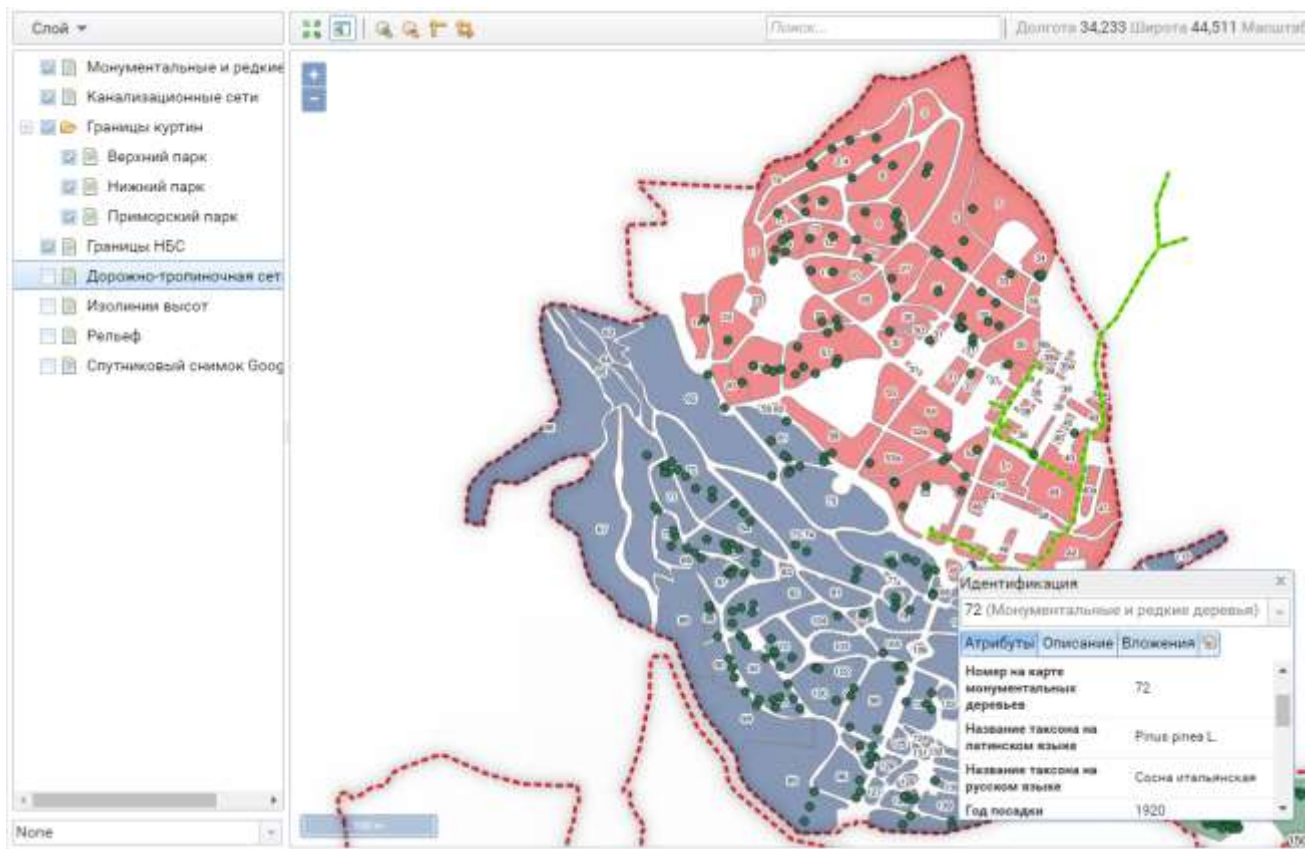
В настоящее время Инфологическая модель БД дендрологической коллекции арборетума Никитского ботанического сада включает следующие объекты: на уровне таксона – Список таксонов, Синонимы, Характеристики таксона, Поражения и повреждения, Хозяйственное использование, Уход; на уровне экземпляра – Инвентарный список, Индивидуальные признаки, Локализация, Фенология.

Каждому объекту соответствует отношение – таблица, строки которой соответствуют экземплярам (записям), а столбцы – атрибутам (признакам). Связующими атрибутами между объектами являются код таксона и инвентарный номер. В целях избежания неоднозначности в толковании понятий приводятся краткие определения сущностей и порядок их кодирования в БД.

На основе информации о пространственном расположении отдельных экземпляров растений создается электронный слой, который включает в себя атрибутивную информацию о всех экземплярах. На сегодняшний момент создана рабочая версия веб-карты, которая содержит следующие слои: монументальные и редкие деревья; границы НБС; границы участков; дорожно-тропиночная сеть; канализационные сети; изолинии высот и рельеф. В качестве базовых слоёв можно использовать веб-картографический сервис OpenStreetMap или растровый слой на основе спутникового снимка Google (рисунок 1).

Важной особенностью платформы NextGIS Web является возможность быстрого переключения между веб-картой и БД. Пользователь также может настраивать удобную для себя структуру БД, отключая и включая столбцы с атрибутами, осуществлять поиск, прикреплять к записям любой медиа-контент (рисунок 2).

Веб-карты могут быть привязаны к определённой технологической операции посадки и ухода за растениями. Например, можно сформировать карты посадки растения какого-либо вида по зонам парка, карты проведения стрижки, внесения органических и минеральных удобрений и др.



**Рисунок 1.** Фрагмент веб-карты Никитского ботанического сада с указанием расположения монументальных и редких деревьев арборетума  
**Figure 1.** Fragment of web map of Nikitsky Botanical Gardens showing the location of the monumental and rare trees of Arboretum

На основании осмотра растений можно будет сформировать карты, описывающие их состояние, а также карты рекомендованных мероприятий с привязкой к дате.

Для проведения работ по уходу за насаждениями могут составляться картосхемы с объектами, для которых необходимо провести однотипные работы. Распечатка такой карты с описанием рекомендованных мероприятий фактически будет планом работ на выбранную дату.

Каждому технологическому процессу по посадке и уходу за растениями будет соответствовать свой набор картографического материала.

Система будет выполнять следующие функции:

1. Регистрация поступления посадочного материала, его состояния.
2. Регистрация и картографирование посадок или пересадок деревьев и кустарников на куртинах с информацией о параметрах посадки/пересадки, подсчётом расходных материалов и трудозатрат.
3. Регистрация и картографирование существующих деревьев и кустарников.
4. Списание и картографирование погибших деревьев и кустарников.
5. Мониторинг состояния деревьев и кустарников и их картографирование.
6. Регистрация и картографирование закладки газонов, цветников, каменистых горок.
7. Мониторинг и картографирование состояния газонов, цветников, каменистых горок.

8. Планирование и регистрация работ по уходу за растениями (осмотр, подкормка, обрезка, полив, лечение и др.). Составление наряда на работу и технологических картосхем.
9. Формирование различных запросов (по виду ухода, группе и состоянию растений, дате выполненного мероприятия и др.).

#	Местонахождение	Номер куртин	Инвентарный номер	Номер на карте монументальных деревьев	Название таксона на латинском языке	Название таксона на русском языке	Год посадки	Высота м	Жизненная форма	Оценка состояния
54	Верхний парк	31	6	54	Cupressus sempervirens var. stricta Aiton	Кипарис вечнозелёный	1866	21	5	Удовлетворит
62	Верхний парк	32	6	62	Sophora japonica L.	Софора японская	1836	21	1	Удовлетворит
79	Верхний парк	53(a)	6	80	Arbutus andrachne L.	Земляничник мелкоплодный	1938 (1947)	9	6	Хорошее
35	Верхний парк	16	7	35	Picea smithiana (Wall.) Boiss.	Ель индийская (Смита)	1923	12	5	Удовлетворит
51	Верхний парк	28	7	51	Celtis australis L.	Каркас южный	1820	20	1	Удовлетворит
57	Верхний парк	32	7	57	Carya ovata (Mill.) K.Koch	Кария овальная	1813 (1818)	18	1	Удовлетворит
36	Верхний парк	16	8	36	Juniperus foetidissima Willd.	Можжевельник вонючий	1930	10	5	Удовлетворит
30	Верхний парк	14	9	30	Liriodendron tulipifera L.	Лириодендрон тюльпаный	1895	10	1	Хорошее
47	Верхний парк	25	9	47	Quercus ilex L.	Дуб каменный	1890	19	6	Хорошее
75	Верхний парк	52	9	76	Cedrus deodara (Roxb. ex D. Don) G. Don.	Кедр гималайский	1892	18	5	Хорошее

*Рисунок 2. Фрагмент таблицы объектов слоя «Монументальные и редкие деревья»*  
*Figure 2. Fragment of the table of objects in the layer “Monumental and rare trees”*

Для газонов, цветников и каменистых горок в БД будут храниться координаты ограничивающих контуров, а также информация, характеризующая объект: площадь, экспозиция, высаженные на нем растения (видовой, количественный состав). Запросы и построение веб-карт будут разработаны для каждого технологического процесса, связанного с созданием и уходом за этими объектами.

Система позволит вести учёт всех насаждений и выполненных работ. Для пользователей информация может быть представлена в виде веб-карт, а также картосхем и табличных отчётов на бумажных носителях.

## ВЫВОДЫ

Необходимость создания ИС коллекционных фондов декоративных растений диктуется большим количеством видов и экземпляров растений, произрастающих на значительной площади, информация о которых подлежит учёту, сохранению, редактированию, систематизации для дальнейшего многоцелевого использования и создания выходных форм документов.

Коллекционный фонд плодовых, технических, декоративных древесных, кустарниковых и цветочных растений НБС по видовому, сортовому и формовому разнообразию является одним из лучших в мире. В коллекции НБС насчитывают около 2 тысяч видов, разновидностей и форм декоративных древесных и кустарниковых растений [Плутатарь, 2016].

ИС является инструментом для сохранения, поддержания и пополнения коллекций растений и их экспозиций, сохранения устойчивых и долговечных сообществ с оптимальной структурой ухода за насаждениями.

База ИС способствует увеличению точности учёта растений на территории с привязкой их на местности, с возможностью быстрого редактирования данных.

Применение ИС значительно сокращает время на поиск, выбор информации, подготовку отчётов по запросам, которые можно будет просматривать и распечатывать как в виде бумажных отчётов, так и в виде тематических картосхем.

Анализ устойчивости растений к условиям произрастания, болезням и вредителям позволит отбирать и рекомендовать для практического использования в садово-парковом строительстве самые устойчивые из них, в результате чего исключатся нерациональные затраты на приобретение растений, требующих больших расходов на их содержание (укрытие, усиленная химзащита и т. д.).

Автоматизация планирования мероприятий по уходу за растениями позволит оптимизировать затраты труда и материальных ресурсов, в результате чего значительно сократятся расходы на содержание растений при планировании бюджета.

Цифровая модель рельефа (ЦМР) позволит использовать её в туристско-рекреационных целях при построении и анализе профилей существующих и планируемых туристических маршрутов, точно определить длину и крутизну маршрута и др. ЦМР важна также при оценке потенциальной опасности развития линейной и других форм эрозии.

Использование веб-ГИС даёт возможность руководству НБС оперативно получать информацию о состоянии объектов; появляется возможность оценивать различные сценарии принимаемых управленческих решений, а также делать осознанный выбор, когда и во что инвестировать средства для достижения важнейших стратегических целей. Сотрудники подразделений (научных и хозяйственных) получают возможность осуществлять быстрый поиск любой информации, проводить статистические, аналитические и иные анализы имеющихся данных, формировать необходимые отчёты.

ГИС и веб-ГИС значительно сокращают расходы, вызванные дублированием и потерей данных. При их внедрении увеличивается скорость проведения проектных работ (например, при создании нескольких карт для рассмотрения альтернативных вариантов).

ИС позволит произвести оценку современного состояния коллекционных фондов НБС и планирование коллекционной политики, направленной на восстановление генофонда растений, его рациональное использование и обогащение культурной флоры Южного берега Крыма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидов А.С., Рысин С.Л., Кобяков А.В. Возможности использования ГИС-технологий в работе ботанических садов // Лесохозяйственная информация. – 2014. – № 4. – С. 68–72.
2. Диго С.М. Проектирование и использование баз данных. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 208 с.
3. Жуланова В.Н., Александрова С.В., Чупрова В.В. Создание информационной базы данных агроэкологического мониторинга реперных участков Тувы (Методический подход) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 228–232.
4. Интродукция и селекция декоративных растений в Никитском ботаническом саду (современное состояние, перспективы развития и применение в ландшафтной архитектуре). – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – С. 153–154.
5. Лебедев А.Н., Наумцев Ю.В., Трemasова Н.А. Опыт НОЦ «Ботанический сад Тверского госуниверситета» по созданию баз данных коллекций // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – № 3. – Том III (Естественные науки). – С. 178–182.

6. *Мазина И.Г., Сиренко И.П.* О разработке объектов «Список таксонов» и «Характеристики таксона» при проектировании базы данных дендрологической коллекции Никитского ботанического сада // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 1999. Вып. 79. – С. 132–136.
7. *Мазина И.Г.* О создании базы данных интродуцированных растений арборетума Никитского ботанического сада // Тез. докл. II Науч. конф. «Биологическое разнообразие. Интродукция растений», 20–23 апреля 1999 г., С.-Петербург. – СПб, 1999. – С. 58–59.
8. *Марфенин Н.Н.* Концепция «устойчивого развития» в развитии // Россия в окружающем мире: 2002 (Аналитический ежегодник). – М.: Изд-во МНЭПУ, – 2002.
9. Международная программа ботанических садов по охране растений. – М., 2000. – 57 с. – <https://www.bgci.org/files/Russia/files/intagenda00.pdf>.
10. *Плугатарь Ю.В.* Никитский ботанический сад как научное учреждение // Вестник Российской академии наук. – 2016. – Т. 86, № 2. – С. 120–126.
11. *Плугатарь Ю.В.* Интродукция, селекция и биотехнология в формировании и сохранении генетических ресурсов Никитского ботанического сада // Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов на службе человечества: Научная сессия Общего собрания членов РАН 26 октября 2016 г. – М., 2016. – С. 94–101.
12. *Прохоров А.А., Андрюсенко В.В., Веретенникова Ю.В., Дерусова О.В., Обухова Е.Л., Шредерс М.А.* Аналитические возможности информационно-аналитической системы по коллекционным фондам ботанических садов // Hortus Botanicus. – 2004. Т 2. – С. 66–81.
13. *Прохоров А.А., Кузьменкова С.М.* Компоненты информационного пространства ботанического сада // Hortus botanicus. – 2013. – Т. 8. – URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2081>. DOI: 10.15393/j4.art.2013.2081.
14. *Прохоров А.А., Платонова Е.А., Шредерс М.А., Тарасенко В.В., Андрюсенко В.В., Куликова В.В.* Компоненты информационного пространства ботанического сада. Геоинформационная система ПетрГУ // Hortus botanicus. – 2013. – Т. 8. – С. 66–74. – URL: <http://hb.karelia.ru>.
15. *Садакова Т.А., Баринов А.В.* Создание электронной карты Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. Ландшафтная архитектура. – 2007. – № 1. – С. 141–142.
16. Совет ботанических садов России. Отделение Международного совета ботанических садов по охране растений. Информационный бюллетень. – 1998. – Вып. 8. – С. 33.



Yury V. Plugatar<sup>1</sup>, Irina G. Mazina<sup>2</sup>, Olga A. Ob'yedkova<sup>3</sup>, Oleg I. Korotkov<sup>4</sup>

**USING GIS FOR DEVELOPING INFORMATION SYSTEM  
FOR INVENTORY AND CARE OF ORNAMENTAL PLANTS  
IN THE NIKITSKY BOTANICAL GARDENS  
(CRIMEA)**

**ABSTRACT**

*The article provides the data on creating information system (IS) for stocktaking and handling the ornamental woody and herbaceous plants at the Nikitsky Botanical Gardens (NBG) on the basis of a database (DB) and a geographic information system (GIS) for addressing the problems related to the preservation of biological diversity and sustainable development of the territory.*

*The DB is being created on the basis of a relation model using of an analytic language and a graphic method of displaying the model “object – property – relation” using International Transfer Format (ITF) for coding standard fields. For formation of web maps, the electronic layers are exported to the web-GIS on the NextGIS Web platform and configured into the thematic web maps.*

*The information on the infological DB model has been provided. Functions to be performed by the IS and its final components have been described. The IS will make it possible to assess the current status of the NBG's collection funds and plan the collection policy aimed at rehabilitating of plants' gene pool and enriching the cultivated flora at the Southern Coast of Crimea.*

**KEYWORDS:**

*collection of the botanical garden, stocktaking and handling, information system, database, web-GIS*

**REFERENCES**

1. Demidov A.S., Rysin S.L., Kobayakov A.V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya GIS-tekhnologiy v rabote botanicheskikh sadov [Opportunities of using GIS-technologies in the work of botanical gardens], *Forestry information*, 2014, No 4, Pp. 68–72 (in Russian).
2. Digo S.M. Proyektirovanie i ispol'sovanie baz dannykh. [Designing and using databases], Moscow: Finansy i Statistika, 1995, 208 p. (in Russian).
3. Zhulanova V.N., Aleksandrova S.V., Chuprova V.V. Sozdanie informacionnoy bazy dannykh agroekologicheskogo monitoringa repnykh uchastkov Tuvy (Metodicheskiy podkhod) [Creation of an information database of the agroecological monitoring of the reference areas in Tuva (Methodological approach)] // *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, No 5, pp. 228–232 (in Russian).
4. Introdukcia i selekcia dekorativnykh rastenii v Nikitskom botanicheskom sadu (sovremennoe sostojanie, perspektivu razvitiya i primenenie v landshaftnoi arhitekture) [Introduction and a selective breeding of decorative plants in the Nikitsky Botanical

---

<sup>1</sup> Federal State Founded Institution of Science – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences (FSFIS) “The Labour Red Banner Order Nikitsky Botanical Gardens-National Scientific center”; Crimea, Russia, Yalta, uts Nikita; *e-mail*: priemnaya.nbs-nnc@yandex.ru

<sup>2</sup> Federal State Founded Institution of Science – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences (FSFIS) “The Labour Red Banner Order Nikitsky Botanical Gardens-National Scientific center”; Crimea, Russia, Yalta, uts Nikita; *e-mail*: mazina50@i.ua

<sup>3</sup> Volzhsky Humanities Institute (branch) of the Volgograd State University; Russia, Volgograd region, Voljjsky, 40 let Pobedy st, 11; *e-mail*: 79195448797@yandex.ru

<sup>4</sup> Federal State Founded Institution of Science – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences (FSFIS) “The Labour Red Banner Order Nikitsky Botanical Gardens-National Scientific center”; Crimea, Russia, Yalta, uts Nikita; *e-mail*: botsad@inbox.ru

- Gardens (a modern state, prospects of development and use in landscape architecture)], Simferopol: Arial Publishers, 2015, pp. 153–154 (in Russian).
5. Lebedev A.N., Naumov Yu.V., Tremasova N.A. Opyt NOC “Botanicheskiy sad Tverskogo universiteta” po sozdaniyu baz dannykh kollekciiy [Experience of the Research and Education Center “Botanical garden of the Tver University” in creating the collections’ databases], Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik, 2013, No 3, Vol. 3 (Natural Sciences), pp. 178–182 (in Russian).
  6. Mazina I.G., Sirenko I.P. O razrabotke obyektov “Spisok taksonov” i “Kharakteristiki taksona” pri proyektirovanii bazy dannykh dendrologicheskoy kollekcii Nikitskogo botanicheskogo sada [About development of objects “List of taxons” and “Characteristics of taxons” when designing the database of the dendrological collection of the Nikitsky Botanical Gardens], Bulletin of the Nikitsky Botanical Garden, 1999, Issue 79, pp. 132–136 (in Russian).
  7. Mazina I.G. O sozdanii bazy dannykh introducirovannykh rasteniy arboretuma Nikitskogo botanicheskogo sada [About creation of the introduced plants’ database of the arboretum of the Nikitsky Botanical Gardens], Abstracts of the report at the 2nd scientific conference “Biological diversity. Introduction of plants”, April 20–23, 1999, Saint-Petersburg. St. Petersburg, 1999, pp. 58–59 (in Russian).
  8. Marfenin N.N. Koncepcia “ustoychivogo razvitia” v razvitii [The “sustainable development concept” in process], Rossiya v okruzhayushchem mire, 2002 (Analiticheskij ezhegodnik), Moscow: MNEPU, 2002 (in Russian).
  9. Mezhdunarodnaya programma botanicheskikh sadov po ohrane rastenij [International program of botanical gardens on plant protection]. Moscow, 2000, 57 p.; <https://www.bgci.org/files/Russia/files/intagenda00.pdf>.
  10. Plugatar Yu.V. Nikitskiy botanicheskiy sad kak nauchnoe uchrezhdenie [Nikitsky Botanical Gardens as a scientific institution], Vestnik Rossijskoj akademii nauk, 2016, Vol. 86, No 2, pp. 120–126 (in Russian).
  11. Plugatar Yu.V. Geneticheskie resursy rastenii, zivotnykh i mikroorganizmov na sluzhbe chelovechestva [Introduction, a selection breeding and biotechnology in forming and preserving of the Nikitsky Botanical Gardens genetic resources], Geneticheskie resursy rastenij, zhivotnykh i mikroorganizmov na sluzhbe chelovechestva: Nauchnaya sessiya Obshchego sobraniya chlenov RAN 26 oktyabrya 2016 g., Moscow, 2016, pp. 94–101 (in Russian).
  12. Prokhorov A.A., Andryusenko V.V., Veretennikova Yu.V., Derusova O.V., Obukhova E.L., Shreders M.A. Analiticheskie vozmozhnosti informacionno-analiticheskoy sistemy po kollekcionnym fondam botanicheskikh sadov [Analytical opportunities of an informational and analytical system as to collection funds of botanical gardens], Hortus Botanicus, 2004, 2, pp. 66–81 (in Russian).
  13. Prokhorov A.A., Kuzmenkova S.M. Komponenty informacionnogo prostranstva botanicheskogo sada [Components of informational space of a botanical garden], Hortus botanicus, 2013, Vol. 8; URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2081>. DOI: 10.15393/j4.art.2013.2081 (in Russian).
  14. Prokhorov A.A., Platonova E.A., Shreders M.A., Tarasenko V.V., Andryusenko V.V., Kulikova V.V. Komponenty informacionnogo prostranstva botanicheskogo sada. Geoinformacionnaya sistema PetrGU [Components of informational space of a botanical garden. Geographic information system PetrGU], Hortus botanicus, 2013, Vol. 8, pp. 66–74; URL: <http://hb.karelia.ru> (in Russian).
  15. Sadakova T.A., Barinov A.V. Sozdanie elektronnoy karty Glavnogo botanicheskogo sada imeni N.V. Cicina RAN [Creation of an electronic map of the Main botanical garden named after N.V. Tsitsin RAS], Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo

universiteta lesa – Lesnoj vestnik. Landshaftnaya arhitektura, 2007, No 1, pp. 141–142 (in Russian).

16. Sovet botanicheskikh sadov Rossii. Otdelenie Mezhdunarodnogo soveta botanicheskikh sadov po ohrane rastenij. Informacionnyj byulleten' [Council of botanical gardens of Russia. Department of the International Council of Botanical Gardens for Plants Preservation, 1998. Information Bulletin], vyp. 8, p. 33 (in Russian).

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-393-404

**Alexander N. Lastochkin<sup>1</sup>, Andrey I. Zhironov<sup>2</sup>, Sergei F. Boltramovich<sup>3</sup>**  
**ANTARCTIC SUBGLACIAL AND SUBMARINE RELIEF:**  
**GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF PRE-GLACIAL RIVER VALLEYS**

**ABSTRACT**

*This pilot project was a part of a larger complex geomorphologic mapping of the entire Antarctic continent conducted by the team of researchers from St. Petersburg (Russia). Radar profiling data transformed into digital topographic models were utilized as raw materials for the research. Submarine and subglacial geomorphology is a scientific branch that could provide new findings while studying palaeogeographic environments of the Antarctic. River valleys are one of the clearest evidences of the pre-glacial development of territories. Researchers can initially investigate them using the system-morphological approach established and developed by A. N. Lastochkin. This clear methodological base and corresponding set of mapping methods – including creation of structural networks, compiling of difference maps, analysis of lineaments and vector fields – made it possible to map the main river basins, which are now buried under the ice sheet or represented by only detrital cones on the continental slopes. Such large drainage systems were identified and initially described within the entire Antarctic continent. They are, with no doubt, of pre-glacial age and have only fluvial nature. One of Antarctic regions – Lambert Graben – was studied more closely. We identified there two generations of valleys: river preglacial and pre-icecover ones. The latter are presumably associated with mountain glaciers preceding the formation of the ice sheet. Newer and more detailed profiling data passed through a prism of the system-morphological approach that can multiply our knowledge of subglacial topography as well as the past of Antarctica.*

**KEYWORDS:**

*the Antarctic, subglacial geomorphology, geomorphological mapping, pre-glacial river valleys*

**INTRODUCTION**

The International Geophysical Year (1957-58) was a real starting point to study the submarine-subglacial relief of Antarctica. However, until the end of the twentieth century there was an obvious lack of data concerning basal topography [Barker *et al.*, 1999]. Radar profiling has made it possible to build the entire continent's models BEDMAP (2000) and BEDMAP-2 (2013). These have become a powerful incentive for further findings and developments. "Nevertheless, there are still many gaps in the study of the Antarctic subglacial relief and its development" [Ingólfsson, 2004]. This concerns also the pre-glacial history of Antarctica's topography. Now, we are at the

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University; 7/9 Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russia, 199034;  
*e-mail:* geomorphSPbGU@yandex.ru

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University; 7/9 Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russia, 199034;  
*e-mail:* zhironov84@mail.ru

<sup>3</sup> Saint Petersburg State University; 7/9 Universitetskaya emb., St. Petersburg, Russia, 199034;  
*e-mail:* boltramovich@mail.ru