



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Политомический ключ для подбора растений по декоративным, фенологическим, фенотипическим признакам при озеленении городов Юга России

Наталья А. Трушева*, Ольга Н. Резчикова

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. Классический подбор растений для озеленения городской среды представляет собой достаточно трудоемкий процесс, связанный с использованием большого количества справочных материалов, атласов и каталогов растений. Требуется рассматривать различные характеристики растений с учетом их декоративности, взаимной сочетаемости, приживаемости в природных условиях каждого региона и другое. Целью данной работы являлись разработка политомического ключа и создание на его основе современной компьютерной программы для упрощения подбора растений по декоративным, фенотипическим и фенологическим признакам при озеленении городов юга России. Был применен метод составления политомического ключа, как способа определения растений по нескольким ведущим признакам, когда исходные группы делятся одновременно на несколько более мелких. Учитывались жизненные формы, размер, габитус растений, характеристики ствола и кроны, особенности цветения и плодоношения, а также экологические требования. По результатам изучения ассортимента декоративных растений в крупных питомниках Краснодарского края и Республики Адыгея был составлен перечень наименований растений и применено кодирование их признаков при помощи политомического ключа. Ключ состоял из 8 разделов, благодаря которым возможно дать максимально полное описание растения по 36 параметрам. Составленная в результате база данных получила свидетельство государственной регистрации № 2023621905. База и работа политомического ключа, как компьютерная программа. Функционирование программы успешно апробировано. Созданная программа значительно упрощает работу по выбору ассортимента растений при озеленении, сокращая ее до нескольких минут.

Ключевые слова: политомический ключ, декоративное садоводство, упрощение подбора растений, база данных, компьютерная программа

Для цитирования: Трушева Н.А., Резчикова О.Н. Политомический ключ для подбора растений по декоративным, фенологическим, фенотипическим признакам. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 212-228. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-212-228>

Polytomous key for selecting plants according to decorative, phenological, phenotypic traits when landscaping cities in the south of Russia

Natalia A. Trusheva*, Olga N. Rezchikova

FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomaiskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

Abstract. The classic selection of plants for landscaping the urban environment is a rather labor-intensive process involving the use of a large number of reference materials, atlases and plant catalogs. It is necessary

to consider various characteristics of plants, taking into account their decorativeness, mutual compatibility, survival in the natural conditions of each region, etc. The purpose of the research was developing a polytomous key and creating it using a modern computer program to simplify the selection of plants according to decorative, phenotypic and phenological characteristics for landscaping cities in the southern Russia. The method of compiling a polytomous key was used as a way to identify plants by several leading characteristics, when the original groups were simultaneously divided into several smaller ones. The life forms, size, habitus of plants, characteristics of the trunk and crown, characteristics of flowering and fruiting, as well as environmental requirements were taken into account. On the basis of the research results the assortment of ornamental plants in large nurseries of the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea, a list of plant names was compiled and their characteristics were encoded using a polytomous key. The key consisted of 8 sections, thanks to which it was possible to give the most complete description of the plant according to 36 parameters. The resulting database received state registration certificate No. 2023621905. The base and operation of the polytomous key are like a computer program. The functioning of the program has been successfully tested. The created program greatly simplifies the work of choosing an assortment of plants for landscaping, reducing it to a few minutes.

Keywords: polytomous key, ornamental gardening, simplification of plant selection, database, computer program

For citation: Trusheva N.A., Rezchikova O.N. Polytomous key for selecting plants according to decorative, phenological, phenotypic traits when landscaping cities in the south of Russia. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 212-228. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-212-228>

Введение. Озеленение городской среды – это комплекс мероприятий, связанных с проектированием, созданием и использованием различных видов насаждений, а также декоративных растительных элементов планировки садов и парков. Грамотный подбор растений при формировании композиций требует от специалиста емкой базы знаний и опыта. При всем многообразии растительного ассортимента, представленного на современном «зеленом» рынке, в большинстве своем городские клумбы юга России оформлены однообразно, вероятно из-за стремления минимизировать финансовые затраты и нежелания выходить за рамки привычного, многократно проверенного ассортимента, отраженного в посадочных чертежах объектов ландшафтной архитектуры. Одним из вариантов решения проблемы является применение современных технологий для подбора растений, которые способны дать большое количество информации за очень короткое время, то есть сократить весь производственный процесс в два и более раза по времени.

Кроме того, методика ландшафтного проектирования включает разработку дендрологического плана любого объекта ландшафтной архитектуры. Иногда, ведомость элементов озеленения может содержать сотни наименований видов и форм растений, каждый из которых, имеет свои характеристики: высоту, диаметр кроны, особенности вегетации, биологию, экологию и многие другие параметры, требования. Удержать одновременно всю эту информацию в поле внимания практически невозможно. Понимание этого стало решающим аргументом в пользу работы над созданием программы по подбору ассортимента растений на основе базы растений, сформированных политомическим ключом.

Целью работы являлись разработка политомического ключа и создание на его основе компьютерной программы для упрощения подбора растений по декоративным, фенотипическим и фенологическим признакам при озеленении городов юга России.

Задачи:

- изучение отечественного и зарубежного опыта применения политомического ключа для классификации растений;
- разработка диагностических параметров для политомического ключа по подбору растений на основе декоративных, фенотипических, экологических и фенологических признаков;
- изучение ассортимента декоративных растений в крупных питомниках Краснодарского края и Республики Адыгея, с целью создания перечня наименований растений для кодирования их признаков с применением политомического ключа;
- создание базы декоративных растений на основе политомического ключа для компьютерной программы;
- создание компьютерной программы для подбора ассортимента растений на основе политомического ключа;
- апробация программы по подбору ассортимента растений и описание алгоритма её применения.

Понятие политомический ключ применяется в современной биологической диагностике, изучающей теорию и практику построения определителей биологических объектов (ключей) [10, с. 197]. Первоначально в биологии для определения видов были предложены дихотомические ключи. Важная общая черта таких ключей – диагноз начинается всегда с одного признака (или с

одной группы альтернатив – тезы и антитезы). Если этот признак недоступен пользователю, то такой ключ почти бесполезен. Обойти этот недостаток, можно только создавая многоходовые ключи [11, с. 252]. Кроме того, работа с одноходовыми определителями трудоемка и требует затрат большого количества времени.

В середине прошлого столетия Б.Е. Балковским был предложен новый метод определения растений – политомический ключ. Вместо тез и антитез обычного дихотомического определителя, им были предложены ряды сравнимых и взаимоисключающих (преобразуемых) признаков с переводом их на язык цифр [2, с. 2]. Сущность этого принципа заключается в том, что «...сопоставление признаков проводится по требуемому количеству частей; б) определение возможно даже тогда, когда часть признаков отсутствует; в) устраняется перекрывание признаков; г) разрешается свободно размещать и переставлять признаки и таксоны по алфавиту, степени родства и др.; д) существует возможность дополнительного включения новых наименований без переделки таблиц, так как политомический принцип представляет открытую систему; е) благодаря цифровому обозначению признаков сокращается объем определителя, обеспечивается легкое сравнение и анализ признаков, таксонов и др. [8, с. 19]. В своей работе «О повышении диагностической значимости признаков, используемых для определения растений» Б.Е. Балковский впервые предложил использовать многоходовый ключ в определении растений. На примере 8-мирядового ключа, где для каждого ряда приводились 3-6 признаков, им был составлен определитель видов рода герань [3, с. 1312]. В его книге «Цифровой политомический ключ для определения растений» впервые приводится цифровой политомический ключ для определения родов губоцветных для Украинской ССР [2, с. 26]. В то же время, для небольших групп таксонов на примере герани Днепропетровской области он предложил использовать линейные ключи, которые строятся на основе только специфических признаков, простых или комплексных. Такой ключ получают при составлении вертикального списка растений со специфическими признаками [2, с. 23]. Кроме того, ученый рассматривал возможность применения узлолокального ключа на примере видов рода герань Киевской области [2, с. 24].

Тема была развита в целом ряде отечественных работ таких авторов, как П.Х. Кискин (1966), А.Л. Лобанов (1972), А.В. Свиридов (1994) и других [8, с. 19], [9, с. 668], [11, с. 250]. Начальный этап совпал с появлением у биологов возможности использовать компьютеры [10, с. 197]. Тогда же, в середине 1960-х годов, были проведены первые опыты использования электронных

определителей биологических объектов такими авторами, как П.Х. Кискин, И.Н. Печерская, Ю.Н. Печерский и другие [8, с. 40], [16, с. 79].

Немалый вклад в создание электронных определителей внес российский ученый А.Л. Лобанов. На базе ЗИН РАН А.Л. Лобанов разрабатывал теоретические и практические основы создания электронных определителей с 70-х годов XX века. Созданная им на базе ЭВМ «Наири-1» в 1974 г. диагностическая система «Диагностика-1» стала первой в СССР.

В настоящее время идея политомических ключей продолжает находить применение в создании многих компьютерных программ-определителей. Так в 2002 г. коллективом авторов под руководством А.Л. Лобанова была разработана информационно-поисковая система «Биоразнообразие России» – БИОДИВ (BIODIV). Она была размещена на веб-портале Зоологического института РАН. В 2004 г. был создан веб-ресурс «Plantarium» – атлас видов с первым онлайн-определителем растений. Основной задачей ресурса была систематизация данных и обмен опытом между специалистами в области ботаники и любителями природы [16, с. 79]. В 2005-2010 годах при поддержке РФФИ была создана программа к политомическим многоходовым Интернет-определителем – WebKey-X, впоследствии доработанная, как Superkey. В первоначальном варианте в 2010 году она предложена с двумя базами данных (жуки -130 видов и змеихвостки Арктики – 35 видов). [7, с. 451]. Подобная компьютерная программа была создана в лаборатории Гербарий ЦСБС СО РАН для определения видов астрагалов Сибири [1, с. 912]. В 2012 году Т.А. Остроумовой (Ботанический сад МГУ) подготовлен электронный определитель зонтичных (Umbelliferae), который опубликован на CDROM-диске как приложение к монографии «Зонтичные (Umbelliferae) России». Определитель содержит 300 таксонов Umbelliferae и позволяет проводить их идентификацию по 81 признаку. Диск содержит многоходовый ключ для определения растений и фотографии гербарных образцов [13, с. 4]. В работе Д.Р. Барашкова освещены результаты разработки интерактивного политомического определителя (Polythom), на базе современных технологий: PHP, MySQL [4, с. 7]. Возможности применения политомического ключа очень обширны и способны удовлетворить требованиям, предъявляемым для определения видов целой биосистемы, что доказывает монография А.И. Сметанина «Политомический анализ биоты Камчатки» [14, с. 45].

Подобные работы проводились и за рубежом. Так, в Великобритании в 80-х годах прошлого столетия, была создана база данных Delta, содержащая сведения о травах, жуках, муравьях

и других видах [17, с. 41]. В последствие, на ее основе был составлен определитель жуков, помещенный на CD-ROM. Создан он с использованием программы для интерактивной идентификации видов-Intkey [19, с. 165]. Списки таксонов базы данных Delta постоянно обновляются [18, с. 2]. Идея применения политомического ключа отражена во многих работах зарубежных авторов, таких как Allkin and White (1988), Bisyby (1988), Boswell and Gibbs (1986), Dedet, Lebbe and Vignes (1990), Estep (198), Holmes and Hill (1985), Leuschner and Sviridov (1986), Miller and Day (1990), Pankhurst (1978, 1986, 1988, 19910, Payne (1978), Payne and Preece (1980), Rubio (1986), Schalk (1993), Sviridov and Leuschner (1986), Tilling (1984), Vignes, Lebbe and Dedet (1990), Watson (1981), Winfield et al. (1987) [11, с. 250]. Вопрос преимущества использования политомических многоходовых ключей для определения родов или видов по сравнению с дихотомическими поддерживается многими авторами [20, с. 2]. В 2009 году группа авторов из США, Южной Африки и Болгарии в своей совместной работе, посвященной инвентаризации насекомых-паразитов родов семейства Agathidinae предлагают использование идентификационных онлайн-ключей к родам в разных форматах, в том числе DELTA/Intkey, Lucid и MX [21, с. 20].

К настоящему времени, как и в нашей стране, применение политомического ключа нашло отражение в создании многих зарубежных Интернет-определителей, предоставляющих облегченный доступ к информации, таких как, например, Global Biodiversity Information Facility, EDIT, BIOTA, Xper2 и другие [22, с. 704].

Направление нашло отражение и в ландшафтной архитектуре. Так, в работе А.Л. Калмыковой по оценке декоративности кустарников г. Саратов рассмотрен процесс создания стабильно-декоративного ландшафта населенных мест эстетически-привлекательного с ранней весны до поздней осени, учитывая сроки и характер проявления фаз цветения кустарников, появления привлекающих внимание плодов и проявления сезонной окраски листвы у видов и сортов растений, которые определяют пики декоративности насаждений на протяжении вегетационного периода [6, с. 142].

Это направление приняли, и мы в своих работах, изучая вопросы озеленения города Майкопа. Оценка состояния зеленых посадок и целесообразность проектирования видового состава растений города Майкоп с учетом их биологических, экологических особенностей и декоративности отражена в публикации «Проблемы озеленения городов юга России на примере Майкопа» [5, с. 159].

В 2019 нами был предложен цифровой политомический ключ для грамотного выбора

видов лиан для вертикального озеленения города Майкопа [15, с. 214]. В этом же году под руководством автора идеи Н.А. Трушевой была выполнена работа, расширяющая понятие применения политомического ключа и ставшая основой для магистерской работы А.А. Романченко «Политомический ключ для подбора растений по декоративным признакам. Составление и применении». С 2020 года ведётся работа по совершенствованию политомического ключа, как инструмента поиска растений для подбора ассортимента в декоративные группы, что нашло отражение в статье, опубликованной в 2021 году «Расширение ассортимента декоративных растений для применения политомического ключа в ландшафтах урбанизированных территорий юга России» [12, с. 92]. На основе политомического ключа подготовлена база данных, содержащая информацию о признаках многих местных растений. Создана компьютерная программа для работы с базой. Программа была успешно апробирована в студенческих работах. В данной работе приведены сводные материалы, рассказывающие обо всех этапах работы по созданию программы для упрощенного подбора растений признакам для озеленения городов юга России.

Методы

Был составлен перечень признаков, характеризующих различные декоративные свойства растений. Для каждого наименования проведено диагностическое исследование растения с использованием справочной литературы и собственных наблюдений. В результате получено кодированное описание признаков растения максимально точно отражающих различные вариации декоративности.

Политомический ключ для подбора растений нами был составлен по следующему принципу. Описание и кодирование признаков для составления политомического ключа для каждого наименования начинают с определения жизненной формы и типа растений, например, лиственный кустарник или хвойное дерево. Вторым пунктом идёт определение растений по размерам и габитусу, описываются высота растения, сила роста, характер и форм кроны. Следует учитывать, что внесены данные о параметрах каждого вида, которые характерны для растения в максимально благоприятных условиях произрастания, без вмешательства человека в виде формовочных стрижек и обрезок. Третьим шагом является описание ствола и побегов растений, к примеру, для усиления декоративности в зимний период необходимо выбрать растения с тонкими побегами необычного окраса. Для работы с хвойными растениями необходимо определиться с цветом хвои и тоном её окраски. Для лиственных деревьев и кустарников основные показатели

декоративности – это сроки распускания листьев, продолжительность облиственности, размер, форма, фактура и цвет листовой пластинки. Также могут быть важны сезонные изменения окраски листьев. Четвёртый шаг – цветение, ещё один важный показатель декоративности при составлении композиций для озеленения объектов городской среды. Описываются сроки цветения, его кратность за сезон, продолжительность, окраска, характер и форма цветов, величина соцветий, наличие или отсутствие аромата. Пятый шаг – плодоношение. Часто наличие или отсутствие плодов играет решающую роль в конечном выборе растения. В программе указывается продолжительность плодоношения, размеры и характер плодов, их окраска. Шестой шаг – экологические требования, предъявляемые растениями к месту обитания. Например, требования к кислотности и увлажнению почвы, освещённости места произрастания, устойчивости к антропогенным нагрузкам и другие.

Далее были проанализированы южные виды растений, представленные в местных питомниках, таких как «Гавриш», «Розовый сад», «Юг-флора», «Голдпрайз» и другие.

В электронных таблицах программы Excel создана база растений, собранных на основе политомического ключа по декоративным, экологическим, фенологическим, фенотипическим признакам. База получила свидетельство государственной регистрации базы данных № 2023621905. База и работа политомического ключа, как компьютерная программа.

Результаты и обсуждение

Результатом первоначального этапа исследований было создание политомического ключа к подбору растений по декоративным и другим

признакам для ландшафтного озеленения городов юга России. Постепенно ключ был дополнен и расширен. В табл. 1 представлен окончательный список кодов декоративных признаков растений.

В табл. 1 указано, что разработанный политомический ключ состоит из восьми разделов, благодаря которым возможно дать максимально полное описание растения по 36 параметрам. Он подходит для работы с лиственными и хвойными деревьями, кустарниками, травянистыми однолетними и многолетними растениями, а также лианами. На рис. 1 представлены «иконки» ассортимента политомического ключа.

На следующем этапе был составлен перечень наименований растений, для которых разрабатывался ключ. Изучение ассортимента, представленного в каталогах крупных южных питомников, позволило составить перечень растений из 680 наименований. Для каждого из наименований, составлен и внесён в табличный документ MS Excel соответствующий код, дающий представление о декоративных, фенологических, экологических, фенотипических особенностях растений.

На последнем этапе для упрощения и ускорения работы с созданной базой данных, её тестированием и наполнением дополнительной информацией (фотографии, текстовое описание растений) была разработана компьютерная программа. На рис. 2 представлено диалоговое окно программы по подбору ассортимента растений, разработанной на основе политомического ключа.

Для того чтобы начать использование программы необходимо перейти по ссылке <http://kust-db.devel-up.ru/>. Программой можно воспользоваться как через браузер персонального



Рис. 1. Ассортимент растений в «иконках» программы

Fig. 1. Assortment of plants in the program «icons»

Таблица 1

Кодирование декоративных признаков

Coding of decorative features

Table 1

Характеристика признака	Код
1	2
1 Жизненная форма	
1.1 Дерево	
– лиственное	1
– хвойное	2
1.2 Кустарник	
– лиственный	1
– хвойный	2
1.3 Трава	
– однолетник	1
– двулетник	2
– многолетник	3
1.4 Лиана	
– древовидная	1
– травянистая	2
2 Размеры, габитус растения	
2.1 Высота растения	
– стелящиеся	1
– карликовые (деревья менее 3 м, кустарники до 0,5 м, трава 0,1–0,25 м)	2
– низкорослая (деревья менее 5м, кустарники 0,5–1 м, трава 0,25– 0,5 м)	3
– средневысокая (деревья 10–15 м, кустарники 1–2 м, трава 0,5–1 м)	4
– высокая (деревья от 15до 20 м, кустарники от 2 до 5 м, трава 1–2 м)	5
– очень высокая (деревья более 20 м, кустарники более 5 м, трава более 2 м)	6
2.2 Сила роста (для древесных пород и кустарников)	
– быстрорастущие – с приростом по 1 м	1
– умеренного роста — с приростом до 0,5–0,6 м	2
– медленно растущие — с приростом до 0.25–0.3 м	3
– весьма медленно с приростом до 15 см и менее	4
2.3 Характер кроны	
– плотная	1
– ажурная	2
2.4 Форма кроны	
– пирамидальная, конусовидная	1
– плакучая	2
– раскидистая, шаровидная	3
– распростертая	4
– вытянутая, овальная	5
– колоновидная	6
– зонтичная	7
– карликовая, подушковидная	8
– стланиковая	9
– яйцевидная	10
– шаровидная	11
3 Ствол и побеги	
3.1 Характер ствола и побегов	
– побеги тонкие, слабые, травянистые	1
– побеги сильные, деревянистые, структурные	2

3.2 Окраска ствола и побегов	
– не декоративная	0
– оригинальная (белая, желтая, красная и т.д.)	1
1	2
4 Хвоя	
4.1 Тона окраски	
– теплый	1
– холодный	2
4.2 Цвет хвои	
– голубой	1
– сизый	2
– серый	3
– серебристый	4
– синевато-стальная	5
– серебристо-голубая, сизо-голубая	6
– серебристо-белая	7
– голубовато-зеленый	8
– жёлтые	9
– золотисто-зелёные	10
– зелёный	11
– вариативный	12
– светло-зелёный	13
5 Листья	
5.1 Сроки распускания листьев	
– начало мая	0
– середина марта – конец апреля	1
– начало марта	2
5.2 Продолжительность облиствения	
– ранний листопад	0
– средняя продолжительность	1
– сохранение листьев до заморозков	2
– в течение всего года	3
5.3 Размер и форма листьев	
– крупные, простые	1
– крупные, сложные или рассечённые	2
– средние, простые	3
– средние, сложные или рассечённые	4
– мелкие, простые	5
– мелкие, сложные или рассечённые	6
– очень мелкие, простые	7
– очень мелкие, сложные или рассечённые	8
5.4 Фактура листьев	
– матовые	1
– глянцевые	2
1	2
– опушённые	3
5.5 Цвет листьев	
– темно-зелёный	1
– зелёный	2
– светло-зелёный	3
– бело-зелёный	4
– жёлто-зелёные, жёлтые	5
– голубовато-зелёный	6

– с оттенками розового или красного	7
– пурпурные, красные	8
– мраморные, пятнистые	9
– серо-зелёные	10
– серебристо-серый	11
5.6 Сезонные изменения окраски листьев	
– окраска не изменяется	0
– окраска изменяется при распускании листьев	1
– окраска изменяется осенью	2
– окраска изменяется в течение всего сезона	3
5.7 Осенняя окраска листьев	
– не декоративная	0
– преобладают жёлтые и оранжевые тона	1
– преобладают красные тона	2
– преобладают пурпурные тона	3
– зелёная	4
6 Цветение	
6.1 Кратность цветения	
– отсутствие цветения	0
– один раз за сезон	1
– несколько раз за сезон	2
– значительная часть вегетационного периода	3
6.2 Сроки цветения	
– ранневесеннее	1
– весеннее	2
– весенне-летнее	3
– летнее	4
– летне-осеннее	5
– летне-осеннее	5
– осеннее	6
– значительная часть вегетационного периода	7
6.3 Продолжительность цветения	
1	2
– непродолжительное	0
– средней продолжительности (до 21 дня)	1
– продолжительное (до дней 40 дней)	2
– длительное (41–70 дней)	3
– значительная часть вегетационного периода (более 70 дней)	4
6.4 Характер цветения	
– цветы одиночные	1
– цветки собраны в соцветия	2
6.5 Величина отдельных цветков	
– мелкие, до 2 см	1
– средние, от 2 до 5 см	2
– крупные, от 5 до 10 см	3
– очень крупные, более 10 см	4
6.6 Величина соцветий	
– нет соцветий	0
– мелкие, до 10 см	1
– крупные, от 10 до 20 см	2
– очень крупные, от 20 до 30 см	3
6.7 Окраска цветков	
– белая	1

– жёлтая, бледно-жёлтая	2
– розовая, интенсивно-розовая	3
– оранжевая, красная	4
– бледно-зелёная	5
– синяя, фиолетовая, сиреневая	6
– в зависимости от сорта	7
– темно-фиолетовый, чёрный	8
6.8 Аромат	
– отсутствует	0
– сильный, непривлекательный	1
– слабый, непривлекательный	2
– слабый, приятный	3
– сильный, приятный	4
7 Плодоношение	
7.1 Продолжение плодоношения	
– плоды быстро опадают	0
– плоды сохраняются до зимы	1
– плоды сохраняются до следующего сезона	2
– плоды и цветки присутствуют одновременно	3
7.2 Размеры и характер плодов	
1	2
– мелкие (до 3 см) плоды, единичные	1
– мелкие (до 3 см) плоды, собраны в кисти, грозди	2
– средние (3–7 см) плоды, единичные	3
– средние (3–7 см) плоды, собраны в кисти, грозди	4
– крупные (более 7 см)	5
7.3 Окраска плодов	
– чёрная	1
– белая	2
– соломенно-жёлтая, жёлтая, оранжевая, коричневая	3
– розовая, красная	4
– темно-вишнёвая, пурпурная	5
– синяя (сизая)	6
– зелёная	7
8 Типы растений по экологическим признакам	
8.1 По отношению к свету	
– гелиофиты (светлюбивые)	1
– сциофиты (тенелюбивые)	2
– теневыносливые (факультативные гелиофиты)	3
8.2 Требования к кислотности почвы	
– ацидофилы (кислые почвы)	1
– базифилы (нейтральные и слабощелочные почвы)	2
– безразличные к кислотности почвы	3
– щелочные почвы	4
8.3 Требования к влажности почвы	
– влажные почвы	1
– нормальное увлажнение	2
– сухие почвы	3
– переносят засоленные почвы	4
8.4 По отношению к содержанию кальция в почве	
– кальцефилы (известколюбые)	1
– кальцефобы – избегают почвы, богатые известью	2
– безразличные к содержанию кальция	0

8.5 Отношение к антропогенным нагрузкам	
– устойчивы	1
– подвержены	0
8.6 По отношению к воде	
– гидатофиты	1
– гидрофиты	2
– гигрофиты	3
– мезофиты	0

Рис. 2. Диалоговое окно программы по подбору ассортимента растений, разработанной на основе политомического ключа

Fig. 2. Dialog window of a program for selecting an assortment of plants developed on the basis of a polytomous key

компьютера, так и в браузере любого мобильного устройства.

В программе для каждого наименования создана отдельная карточка растения. На рис. 3 представлена карточка, включающая в себя фото растения в различные периоды вегетации (А), краткое текстовое описание (Б), а также код для политомического ключа, который можно просмотреть, воспользовавшись вкладкой «Свойства» (В).

Данная программа позволяет формировать поисковый запрос по подбору ассортимента растений. Опыт показал, что оптимальным является поисковый запрос, состоящий от четырех

до шести, максимум восьми параметров. Более сложный запрос, как правило, не даёт результата. В случае если первоначальный запрос дал более 10 вариантов – рационально ввести один или два дополнительных критерия, что уменьшит их количество до приемлемого числа. Например, возможно отобрать лиственные деревья высотой более 15 метров, в осенней окраске листьев которых преобладают красные тона, также можно посмотреть, какие из представленных видов устойчивы к антропогенной нагрузке.

Результаты поиска отображается в виде ниспадающего списка из карточек растений, подходящих под требования запроса. Кроме того,

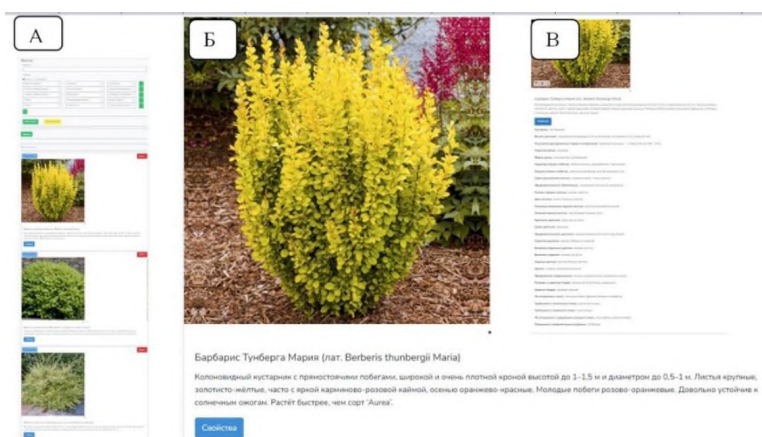


Рис. 3. Отдельная карточка растения

Fig 3. Individual plant card

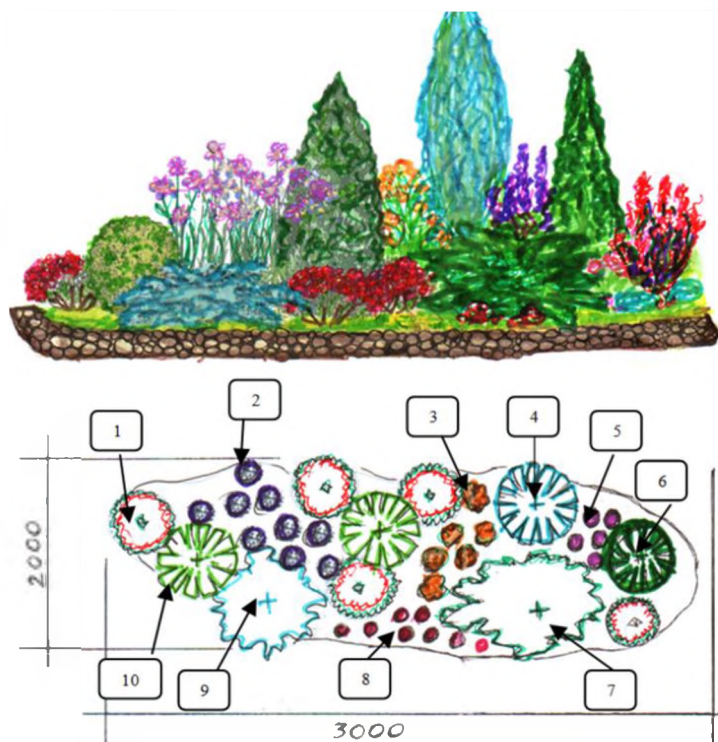


Рис. 4. Эскиз декоративной группы растений для городской клумбы

Fig. 4. Sketch of a decorative group of plants for a city flowerbed

Таблица 2

Перечень растений для декоративной группы

Table 2

List of plants for a decorative group

№ п/п	Жизненная форма	Количество, шт.	Высота, см	Площадь, м ²
1	Лиственный кустарник	5	40–60	1,0
2	Многолетник	10	80–100	0,7
3	Многолетник	7	60–80	0,6
4	Хвойный кустарник	1	140–160	1,0
5	Однолетник	6	30–40	0,5
6	Хвойный кустарник	1	100–120	0,8
7	Лиственный кустарник	1	60–80	1,2
8	Однолетник	10	20–30	0,5
9	Хвойный кустарник	1	30–40	1,0
10	Лиственный кустарник	2	60–80	1,0

возможно осуществить подбор растений с нужными нам характеристиками среди одного вида. Например, отсортировать барбарисы с жёлтой листвой. Ещё одним плюсом данной программы является возможность расширения ассортимента за счёт кодирования растений непосредственно в интерфейсе программы. Для этого предусмотрено два инструмента «Создать» и «Дублировать». В первом случае карточка растений заполняется

«с нуля». Поэтапно вносится наименование растения, основные и дополнительные фотографии, краткая текстовая информация, а также вводится код, позволяющий максимально охарактеризовать растение. Во втором случае создаётся дубль ранее существующей карточки с возможностью внесения всех необходимых изменений. Это удобно при заполнении картотеки для различных сортов растений одного вида.

Для знакомства с работой программы по подбору ассортимента растений предлагается рассмотреть пример разработки проекта декоративной группы, применение которой возможно на любой городской территории. За счёт простоты композиции и компактных размеров

Таблица 3

Поисковые запросы в программе по подбору ассортимента декоративных растений на основе политомического ключа

Table 3
 Search queries in a program for selecting an assortment of ornamental plants based on a polytomous key

№ п/п	№ шага	Тип свойства	Свойство	Значение свойства
1	2	3	4	5
1	1	Жизненная форма	Кустарник	Лиственное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	Оранжевая, красная
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
2	1	Жизненная форма	Трава	Многолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Средневысокая
	3	Цветение	Окраска цветов	Синяя, фиолетовая, сиреневая
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
1	2	3	4	5
3	1	Жизненная форма	Трава	Многолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	Оранжевая, красная
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
	5	Цветение	Продолжительность цветения	Значительная часть вегетационного периода
4	1	Жизненная форма	Кустарник	Хвойное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Средневысокое
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	Колоновидная
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	Колоновидная
	4	Хвоя	Цвет хвои	Зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
5	1	Жизненная форма	Трава	Однолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	Синяя, фиолетовая, сиреневая
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
6	1	Жизненная форма	Кустарник	Хвойное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослое
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	Распростёртая
	4	Хвоя	Цвет хвои	Зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы

1	2	3	4	5
7	1	Жизненная форма	Кустарник	Лиственное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	жёлтая, бледно-жёлтая
	4	Листья	Цвет листьев	светло-зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
8	1	Жизненная форма	Трава	Однолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Карликовая
	3	Цветение	Окраска цветов	оранжевая, красная
	4	Цветение	Продолжительность цветения	значительная часть вегетационного периода
9	1	Жизненная форма	Кустарник	хвойное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	карликовые
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	карликовая, подушковидная
	4	Хвоя	Цвет хвои	Голубовато-зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	устойчивы
10	1	Жизненная форма	Кустарник	лиственное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	низкорослая
	3	Листья	Окраска цветов	жёлто-зелёные
	5	Размеры, габитус растения	Форма кроны	раскидистая, шагровидная
	6	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы

она гармонично впишется в практически любое пространство. На рис. 4 представлен эскиз декоративной группы растений для городской клумбы.

Разработанный эскиз даёт представление о масштабах растений, их примерной форме. В табл. 2 представлен перечень растений для декоративной группы.

Далее в программе формируют поисковые запросы для каждого из необходимых 10 типов растений. Например, лиственный кустарник, высотой до 1,0 м, с яркими оранжевыми или красными цветами, устойчивый к антропогенной нагрузке.

В табл. 3 отражены поисковые запросы в программе по подбору ассортимента декоративных растений.

Программой предлагаются от одно до шести вариантов на каждый поисковый запрос. Результаты подбора растений представлены в табл. 4.

Опираясь на данные программы по подбору декоративных растений и концепцию создаваемой декоративной группы, составлена ведомость элементов озеленения, которая представлена в табл. 5.

Подобранная декоративная группа может стать ярким украшением городских территорий в течение всего года, за счёт грамотного сочетания вечно зелёных хвойников, декоративнолистных кустарников и яркого цветочного наполнения из однолетних и многолетних травянистых растений.

Программу подбора растений по декоративным признакам под руководством Н.А. Трушевой успешно использовали в своих выпускных работах студенты МГТУ (г. Майкоп) Е.А. Шевченко «Применение политомического ключа в разработке проекта клумбы на площади перед администрацией города Новороссийска» и В.О. Доценко «Разработка универсальных модульных декоративных объектов с помощью политомического ключа». Была подтверждена лёгкость и эффективность в использовании при подборе растений на небольшие объекты (миксбордеры, цветники непрерывного цветения).

В будущем возможна работа с крупными питомниками и садовыми центрами. Наполнение базы данных растений актуальной информацией с указанием наличия и стоимости

Результаты подбора растений программой

Table 4

Results of plant selection by the program

№ п/п	Результаты подбора при помощи политомического ключа
1	Лапчатка кустарниковая Ред Аси <i>Potentilla fruticosa</i> Red Ace Лапчатка кустарниковая Танжерин <i>Potentilla fruticosa</i> Tangerine Хеномелес превосходный <i>Nicoline Chaenomeles</i> x <i>superba</i> Nicoline
2	Астра кустарниковая Блю Лагуна <i>Aster dumosus</i> Blue Lagoon Астра новобельгийская Сара Баллард <i>Aster novi-belgii</i> Sarah Ballard Бруннера крупнолистная Джек Фрост <i>Brunnera macrophylla</i> Jack Frost Ирис Спурия <i>Iris spuria</i> Лилейник Блек Стокинг <i>Heimerocallis</i> Black Stockings Лилейник гибридный Блюберри Крим <i>Heimerocallis hybrida</i> Blueberry Cream
3	Гравилат Блейзинг Сансет <i>Gravilat Blazing Sunset</i>
4	Тис ягодный Фастигиата Робуста <i>Taxus baccata</i> Fastigiata Robusta
5	Вискария Голубой ангел <i>Viscaria Hyacintho angelus</i>
6	Сосна горная Пумилио <i>Pinus mugo</i> Pumilio
7	Барбарис Тунберга Грин Карпет <i>Berberis thunbergii</i> Green Carpet
8	Настурция Розовая вишня <i>Tropeolum majus</i> T. Nanum Rozovaya vishnya
9	Можжевельник горизонтальный Андорра Компакт <i>Juniperus horizontalis</i> Andorra Compact
10	Барбарис Тунберга Эвита <i>Berberis thunbergii</i> Evita Кариоптерис кландонский Ворчестер Голд <i>Caryopteris clandonensis</i> Worcester Gold Спирея Ван-Гутта с. Голд Фонтан <i>Spiraea vanhouttei</i> Gold Fountain

посадочного материала делает данную программу незаменимым инструментом в работе, как профессионального ландшафтного архитектора, так и увлечённого садовода-любителя. Особенно эффективным применение политомического ключа может стать при работе совместно с питомниками декоративных растений, за счет внесения их ассортимента в компьютерную программу, разработанную на базе ассортимента растений, собранных с использованием политомического ключа по подбору необходимых растений. Тогда, для удобства специалистов зеленого хозяйства возможно внесение в поиск наименования питомника, как одного из параметров подбора. Это может играть ключевую роль при принятии решения создания композиции.

Предлагаемый политомический ключ можно применять в декоративном садоводстве при выращивании растений для озеленения объектов ландшафтной архитектуры, ассортимент которых заранее выбран при помощи нашей программы.

Выводы

Переосмысление применения и создание нового алгоритма работы с политомическим ключом позволило ему стать эффективным инструментом для подбора ассортимента растений в сфере ландшафтной архитектуры.

Опираясь на успехи в апробации применения программы с относительно небольшими объектами (миксбордеры, цветники непрерывного цветения), можно говорить о перспективах ее использования для целей благоустройства и озеленения территорий юга России и в более крупных масштабах.

Разработанная программа сокращает процесс формирования ассортимента насаждений до 5-10 минут, позволяя производить выборку растений по декоративным, фенологическим, экологическим и фенотипическим признакам, и условиям мест произрастания. Это способно улучшить качество работ и значительно расширить палитру выразительных средств, используемых для озеленения и благоустройства городской среды.

Ведомость элементов озеленения

Table 5

List of landscaping elements

№ п/п	Наименование породы или вида насаждения	Высота, см	Количество, шт.	Примечание
1	Хеномелес превосходный Nicoline <i>Chaenomeles x superba Nicoline</i>	40–60	5	Декоративная группа
2	Астра кустарниковая Блю Лагуна <i>Aster dumosus Blue Lagoon</i>	80–100	10	Декоративная группа
3	Гравилат Блейзинг Сансет GraviLat <i>Blazing Sunset</i>	60–80	7	Декоративная группа
4	Тис ягодный Фастигиата Робуста <i>Taxus baccata Fastigiata Robusta</i>	140–160	1	Декоративная группа
5	Вискария Голубой ангел Viscaria <i>Hyacintho angelus</i>	30–40	6	Декоративная группа
6	Сосна горная Пумилио Pinus mugo <i>Pumilio</i>	100–120	1	Декоративная группа
7	Барбарис Тунберга Грин Карпет <i>Berberis Thunbergii Green Carpet</i>	60–80	1	Декоративная группа
8	Настурция Розовая вишня <i>Tropeolum majus, Tropeolum Nanum</i> <i>Rozovaya vishnya</i>	20–30	10	Декоративная группа
9	Можжевельник горизонтальный Андорра Компакт Juniperus <i>horizontalis Andorra</i>	30–40	1	Декоративная группа
10	Спирея Ван-Гутта Голд Фонтан <i>Spiraea vanhouttei Gold Fountain</i>	60–80	2	Декоративная группа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Артемов И.А. Многовходовый политомический компьютерный ключ для определения астрагалов Сибири (*Astragalus L., Fabaceae*). Сибирский экологический журнал. 2010; 1 (6): 909-918.
2. Балковский Б.Е. Цифровой политомический ключ для определения растений. Киев: Наукова думка; 1964.
3. Балковский Б.Е. О повышении диагностической значимости признаков, используемых для определения растений. Ботанический журнал. 1962; 47(9): 1309-1314.
4. Барашков Д.Р. Разработка интерактивного определителя на основе политомического поиска. Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы: труды Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию кафедры ботаники (Томск, 12-15 нояб. 2013 г.). Томск: Томск. ун-т; 2013: 7-8.
5. Варзарева В.Г., Трушева Н.А., Передельский Н.А. и др. Проблемы озеленения городов юга России на примере Майкопа. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2016; 44: 154-159.
6. Калмыкова А.Л., Заигралова Г.Н., Азарова О.В. и др. Оценка декоративности древесных кустарников, используемых в озеленении г. Саратова. Новые технологии / New technologies. 2018; 1: 139-146.
7. Кирейчук А.Г., Лобанов А.Л., Смирнов И.С. и др. Интернет-определители биологических объектов. 5 лет спустя. Научный сервис в сети Интернет: экзафлопное будущее: труды Международной суперкомпьютерной конференции (Новороссийск, 19-24 сент. 2011 г.). М.: МГУ; 2011: 449-453.
8. Кискин П.Х. Методы диагностики животных и растений на основе политомического принципа. Политомический принцип определения животных и растений. Кишинев: Штиинц; 1966: 19-40.
9. Лобанов А.Л. Логический анализ и классификация существующих форм диагностических ключей. Энтомологическое обозрение. 1972; 51(3): 668-681.

10. Лобанов А.Л. Диагностическая ценность качественных и количественных признаков в компьютерных определителях. Энтомологическое обозрение. 2015; 94(1): 197-202.
11. Лобанов А.Л., Кирейчук А.Г., Степаньянц С.Д., Смирнов И.С. Диагностические ключи: от текстовых дихотомических до компьютерных. Труды Зоологического института РАН. Приложение № 2. 2013: 249-268.
12. Новакова А.Е. Расширение ассортимента декоративных растений для применения политомического ключа в ландшафтах урбанизированных территорий юга России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции аспирантов, докторантов и молодых ученых. Майкоп; 2021: 92-99.
13. Пименов М.Г., Остроумова Т.А. Зонтичные (Umbelliferae) России. М.: КМК; 2012.
14. Сметанина А.Н. Политомический анализ биоты Камчатки. М.: Русайнс; 2023.
15. Трушева Н.А. Подбор лиан для вертикального озеленения города Майкопа с помощью политомического ключа. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019; 54: 213-218.
16. Хмарик А.Г., Сластунов Д.Д., Егоров А.А. и др. Компьютерная система Taxop.pro для идентификации и исследования биологических таксонов в сети Интернет. Растительный мир Азиатской России. 2015; 2(18): 79-84.
17. Dallwitz M.J. A general system for coding taxonomic descriptions. 1980; 29: 41-46.
18. Dallwitz M.J., Paine T.A., Zurcher E.J. Principles of interactive keys. 2000 onwards. 20 P. delta-intkey.com/
19. Lawrence J.F., Hastings A.M., Dallwitz M.J., Paine T.A. and Zurcher E.J.: Beetles of the World: A Key and Information System for Families and Subfamilies. CD-ROM. Article in European Journal of Entomology. June 2001; 98(2): 165-166.
20. Penev L., Sharkey M., Erwin T., van Noort S., Buffington M., Seltmann K., Johnson N., Taylor M., Thompson F., Dallwitz M. Data publication and dissemination of interactive keys under the open access model. ZooKeys. 2009; 21: 1-17.
21. Sharkey M, Yu D., van Noort S., Seltmann K., Penev L. Revision of the Oriental genera of Agathidinae (Hymenoptera, Braconidae) with an emphasis on Thailand and interactive keys to genera published in three different formats. ZooKeys. 2009; 21: 19-54.
22. Ung V., Dubus G., Zaragüeta-Bagils R. et al. Xper2: introducing e-taxonomy. Bioinformatics. 2010. 26(5): 703-704.

REFERENCES:

1. Artemov I.A. Multi-input polytomous computer key for identifying astragals of Siberia (Astragalus L., Fabaceae). Siberian Ecological Journal. 2010; 17(6): 909-918.
2. Balkovsky B.E. Digital polytomous key for identifying plants. Kyiv: Naukova Dumka Publishing House; 1964.
3. Balkovsky B.E. On increasing the diagnostic significance of traits used to identify plants. Botanical Journal 1962; 47 (9): 1309-1314.
4. Barashkov D.R. Development of an interactive identifier based on polytomous search. Integration of botanical research and education: traditions and prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 125th anniversary of the Department of Botany (Tomsk, November 12-15, 2013). Tomsk: Tomsk. Univ., 2013: 7-8.
5. Varzareva V.G., Trusheva N.A., Peredelsky N.A. et al. Problems of landscaping cities in the southern Russia using the Maikop experience. Actual problems of the forestry complex. 2016; 44: 154-159.
6. Kalmykova A.L., Zaigralova G.N., Azarova O.V et al. Assessment of the decorative properties of woody shrubs used in landscaping in Saratov. Novye tehnologii / New technologies. 2018; 1: 139-146.
7. Kireychuk A.G., Lobanov A.L., Smirnov I.S. et al. Internet identifiers of biological objects. 5 years later // Scientific service on the Internet: exascale future: Proceedings of the international supercomputer conference (Novorossiysk, September 19-24, 2011). M.: Publishing house of Moscow State University, 2011: 449-453.
8. Kiskin P.Kh. Methods for diagnosing animals and plants based on the polytomous principle. Polytomous principle of determining animals and plants. Chisinau: Stintsa; 1966: 19-40.
9. Lobanov A.L. Logical analysis and classification of existing forms of diagnostic keys. Entomological Review. 1972; 51(3): 668-681.
10. Lobanov A.L. Diagnostic value of qualitative and quantitative features in computer determinants. Entomological Review. 2015; 94(1): 197-202.
11. Lobanov A.L., Kireychuk A.G., Stepanyants S.D., Smirnov I.S. Diagnostic keys: from text dichotomous to computer ones. Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Appendix No. 2. 2013: 249-268.
12. Novakova A.E. Expanding the range of ornamental plants for the use of the polytomous key in the landscapes of urbanized territories of the south of Russia. Materials of the All-Russian scientific and practical conference of graduate students, doctoral students and young scientists. Maikop; 2021: 92-99.

13. Pimenov M.G., Ostroumova T.A. Umbelliferae (Umbelliferae) of Russia. Moscow: Partnership of scientific publications KMK. 2012.
14. Smetanina A.N. Polytopic analysis of the biota of Kamchatka. Moscow: Rusigns; 2023.
15. Trusheva N.A. Selection of vines for vertical gardening in the city of Maikop using a polytomous key. *Current problems of the forestry complex*. 2019; 54: 213-218.
16. Khmarik A.G., Slastunov D.D., Egorov A.A. et al. Computer system Taxon.pro for identification and research of biological taxa on the Internet. *Plant world of Asian Russia*. 2015; 2(18): 79-84.
17. Dallwitz M.J. A general system for coding taxonomic descriptions. 1980; 29: 41-46.
18. Dallwitz M.J., Paine T.A., Zurcher E.J. Principles of interactive keys. 2000 onwards.
19. Lawrance J.F., Hastings A.M., Dallwitz M.J. et al. Beetles of the World: A Key and Information System for Families and Subfamilies. CD-ROM. Article in *European Journal of Entomology*. June 2001; 98(2): 165-166.
20. Penev L., Sharkey M., Erwin T. et al. Data publication and dissemination of interactive keys under the open access model. *ZooKeys*. 2009; 21: 1-17.
21. Sharkey M, Yu D., van Noort S. et al. Revision of the Oriental genera of Agathidinae (Hymenoptera, Braconidae) with an emphasis on Thailand and interactive keys to genera published in three different formats. *ZooKeys*. 2009; 21 19-54.
22. Ung V., Dubus G., Zaragüeta-Bagils R. et al. Xper2: introducing e-taxonomy. *Bioinformatics*. 2010; 26(5): 703-704.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Алексеевна Трушева, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры и лесного дела, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

na_ta_li_a@mail.ru

Ольга Николаевна Резчикова, кандидат биологических наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и лесного дела, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

olyatis@yandex.ru

Natalia A. Trusheva, PhD (Agriculture), Head of the Department of Landscape Architecture and Forestry, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

na_ta_li_a@mail.ru

Olga N. Rezchikova, PhD (Biology), Associate Professor, the Department of Landscape Architecture and Forestry, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

olyatis@yandex.ru

Поступила в редакцию 06.11.2023; поступила после рецензирования 01.12.2023; принята к публикации 04.12.2023

Received 06.11.2023; Revised 01.12.2023; Accepted 04.12.2023