

## Использование цифровой фенотеки травянистых растений в декоративном растениеводстве

О. Ю. Васильева<sup>1</sup>✉, С. Х. Вышегуров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

✉E-mail: vasil.flowers@rambler.ru

**Аннотация.** В настоящем исследовании показано совершенствование классических методик изучения роста и развития декоративных растений путем применения современных цифровых технологий. **Цель работы** – знакомство обучающихся по направлению 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» (профиль «Декоративное растениеводство») с биологическими особенностями и декоративными качествами растений-интродуцентов в условиях континентального климата лесостепи Западной Сибири и составление цифровой фенотеки (фенологической библиотеки). **Методы.** Построение феноспектров базировалось на работах Т. И. Фоминой и И. Н. Бейдеман. Для оформления полных феноспектров красивоцветущих растений отмечались отрастание, вегетация, бутонизация, цветение, завязывание плодов, созревание плодов, окончание вегетации. В сокращенных вариантах для цифровой фенотеки отмечались только периоды вегетации и декоративности, фаза «цветение» заполнялась цветом, соответствующим окраске сорта или вида. Расчеты для построения графиков гидротермических условий проводились стандартными методами с использованием статистических пакетов программы Microsoft Excel 2003. **Результаты.** Приведены примеры однополосных феноспектров, характеризующих различные феноритмотипы. Показано преимущество двухполосных феноспектров, составленных по Методике фенологических наблюдений для ботанических садов, при характеристике растений, создающих декоративно-лиственный эффект. Согласно данной методике, фенология вегетативных надземных побегов включает следующие фазы: В<sup>1</sup> – начало весеннего отрастания, В<sup>2</sup> – разворачивание листьев, В<sup>3</sup> – окончание роста побегов, Л<sup>1</sup> – начало отмирания листьев, Л<sup>2</sup> – полное отмирание листьев. Предложены дополнительные фенофазы для более полного описания весеннего и летнего декоративно-лиственного эффекта. Например, В<sub>ант</sub> и В<sub>лим</sub> – период, когда молодые листья имеют яркую антоциановую или лимонную окраску. Дополнительно показан период отрастания летней генерации листьев. В процессе обучения на основании составленных шаблонов также осваивается методика совмещения феноспектров с диаграммами гидротермических условий вегетационных периодов, в том числе аномально засушливых и аномально увлажненных. **Научная новизна.** Показаны возможности цифровой фенотеки, позволяющие быстро и достоверно моделировать цветущий и декоративно-лиственный аспекты цветочных экспозиций и пейзажных групп на основе полных и сокращенных феноспектров. Материалы цифровой фенотеки служат дополнением визуализации проектов озеленения.

**Ключевые слова:** цифровая фенотека, феноритмотип, лесостепь Западной Сибири, декоративное растениеводство, ландшафтная архитектура, гидротермические условия, астильба, флокс метельчатый, крокус, сцилла сибирская, пион, золотарник гибридный, дендрантема.

**Для цитирования:** Васильева О. Ю., Вышегуров С. Х. Использование цифровой фенотеки травянистых растений в декоративном растениеводстве // Аграрный вестник Урала. 2022. № 04 (219). С. 37–47. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-37-47.

**Дата поступления статьи:** 25.02.2022, **дата рецензирования:** 07.03.2022, **дата принятия:** 11.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Значительная часть районов Западной и Восточной Сибири, а также территории Уральского региона характеризуются суровыми условиями континентального и резко континентального климата. Здесь основной проблемой многих ландшафтных архитекторов при создании новых объектов озе-

ления (парков, скверов, территорий индивидуальной застройки и др.) является недостаточное знание перспективного ассортимента древесных и травянистых декоративных растений, а также их устойчивости и сезонных аспектов декоративности. Градостроительные и инженерные вопросы формирования зеленых зон в необходимом объеме

представлены в программах подготовки бакалавров и магистров архитектурно-строительных вузов. Изучение биологии, экологии, агротехники и ассортимента декоративных видов, форм и сортов только на основании рекомендаций, представленных в учебных пособиях, написанных для условий умеренно континентального климата [1–3], оказывается недостаточным.

Агрономический факультет Новосибирского государственного аграрного университета при обучении студентов по направлению 35.03.10 «Ландшафтная архитектура» (профиль «Декоративное растениеводство») активно использует материалы исследований Центрального сибирского ботанического сада Сибирского отделения РАН. Наиболее тесное сотрудничество осуществляется между кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры НГАУ и лабораторией интродукции декоративных растений ЦСБС [4–7]. В образовательном процессе активно используется цифровизация учебного материала [8; 9]. Так, создание сотрудниками ЦСБС цифровой семенотеки однолетних декоративных растений позволило значительно увеличить объем материала, осваиваемого студентами на лабораторно-практических занятиях. В настоящее время начато формирование цифровой семенотеки многолетних травянистых декоративных растений. В первую очередь в нее включаются образцы тех видов, для которых семенное, а не вегетативное размножение (включая возобновление материала для экспозиций и коллекций) является основным. Многие из этих растений относятся к стержнекорневой (каудексовой) жизненной форме, что делает невозможным или чрезвычайно затруднительным вегетативное размножение делением куста.

Основной целью настоящей работы является знакомство студентов с биологическими особенностями и декоративными качествами растений-интродуцентов в условиях континентального климата лесостепи Западной Сибири и составление цифровой фенотеки (фенологической библиотеки).

#### Методология и методы исследования (Methods)

Методология проводимых исследований обусловлена современной трактовкой понятия фенологии как науки о сезонных изменениях в развитии растений, выражающихся в сроках их наступления и продолжительности фаз развития, а также в установлении зависимости от метеорологических условий и места наблюдения. Фенологические наблюдения традиционно проводятся визуально, не требуя специального лабораторного оборудования.

Для изучения сезонной динамики красивоцветущих растений в работе используется методика фенонаблюдений И. Н. Бейдеман [10]. В полных феноспектрах, выполненных по данной методике, представлены следующие фенофазы: отрастание, вегетация, бутонизация, цветение, завязывание плодов, созревание плодов, окончание вегетации. Фазы плодоношения особенно важны для харак-

теристики декоративных однолетников. Для более детального изучения фаз развития растений, создающих в течение вегетационного периода не только декоративный эффект цветения, но и декоративно-лиственный аспект, применяется Методика фенонаблюдений в ботанических садах [11]. Многолетние наблюдения за сезонным развитием растений позволяют сделать заключение об их принадлежности к одному из пяти феноритмотипов [12]:

А. Виды, вегетирующие неполный вегетационный период:

1 – весеннезеленые (эфемероиды): зеленые листья имеются с начала весны до начала лета;

2 – весенне-раннелетнезеленые (гемизфемероиды): вегетируют с начала весны до середины лета.

Б. Виды, вегетирующие полный вегетационный период:

3 – весенне-летнезеленые: вегетируют с весны до начала осени (до первых заморозков);

4 – весенне-летне-осеннезеленые: вегетируют с весны до установления снежного покрова.

В. Виды, сохраняющие способность к вегетации в течение всего года:

5 – летне-зимнезеленые: несут зеленые листья в течение всего года.

При описании феноритмотипов приводится характеристика жизненных форм по классическим и современным методикам [13–15].

Многолетние фенологические наблюдения, данные которых используются в учебном процессе для построения феноспектров, проводились на экспериментальных участках Центрального сибирского ботанического сада, который расположен в окрестностях г. Новосибирска в условиях континентального климата лесостепи Западной Сибири. Среднепогодные гидротермические показатели вегетационных периодов приводятся в таблице 1.

Расчеты для построения графиков гидротермических условий конкретных вегетационных периодов проводились стандартными методами с использованием статистических пакетов программы Microsoft Excel 2003.

#### Результаты (Results)

В регулярном стиле создания ландшафтных композиций, который превалировал в парадном городском озеленении прошлого века, используются известные декоративные культуры, представленные большим набором сортов. Большинство из них относится к короткокорневищной, кистекокорневой и стержнекорневой, или каудексовой, биоморфе, таким растениям не свойственны интенсивное разрастание и выход за границы экспозиций, имеющих строгие геометрические формы.

В настоящее время в оформлении парков, участков, прилегающих к различным офисам, а также для территорий индивидуальной застройки (ТИЗ) широко используется пейзажный стиль создания ландшафтных композиций. В ассортимент активно привлекаются виды природной флоры, малораспро-



Преимущество такой цифровой фенотеки состоит в том, что для ее построения не требуется закупать дополнительные дорогостоящие лицензионные программные продукты (а в современных условиях использование лицензионного софта является обязательным требованием к организации учебного процесса). Достаточно использовать стандартные возможности текстового процессора Word, уже имеющегося в вузе. Данные для построения феноспектров видов и сортов декоративных растений студенты берут из журналов фенонаблюдений как учебных, так и составленных ими самостоятельно в процессе производственной практики в ботаническом саду или декоративных питомниках.

Шаблоном данного феноспектра является таблица, состоящая из одной строки, разделенной на столбцы-декады. В фенотеке такая таблица-феноспектр обязательно отделяется от феноспектра другого растения строкой-пробелом. На основа-

нии данных фенонаблюдений определяется период декоративности (преимущественно – цветения, реже – декоративно-лиственный), мышкой смещаются до необходимой даты границы столбцов-декад. Потом последовательно выбираются команды «Объединить ячейки» и далее – «Границы и заливка», где предпочтительно выбрать «Другие цвета» и в большом спектре найти колер, наиболее подходящий выбранной декоративной культуре.

Иногда такие однолетние цветочные растения, как портулак крупноцветковый или георгина однолетняя, используют на экспозициях в так называемой «смеси колеров». При составлении таких феноспектров можно сначала объединить ячейки, а потом выбрать команду «Разделить ячейки» и в качестве количества столбцов выбрать число колеров (например, если желтый, красный, розовый, то 3). Затем отдельные столбцы заливают разными колерами.

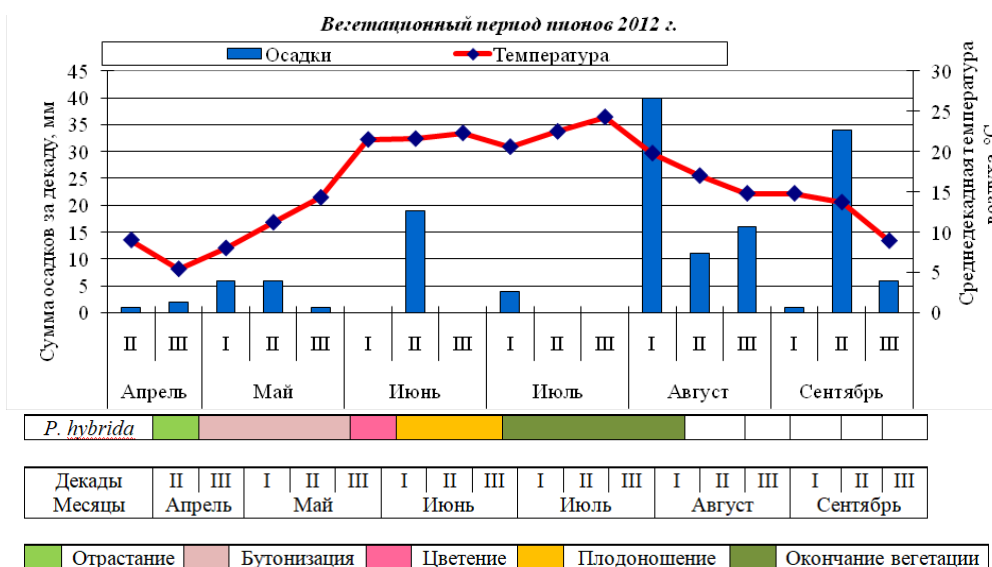


Рис. 1. Сезонное развитие *Paeonia hybrida* (пиона гибридного) в аномально засушливый вегетационный период 2012 г.

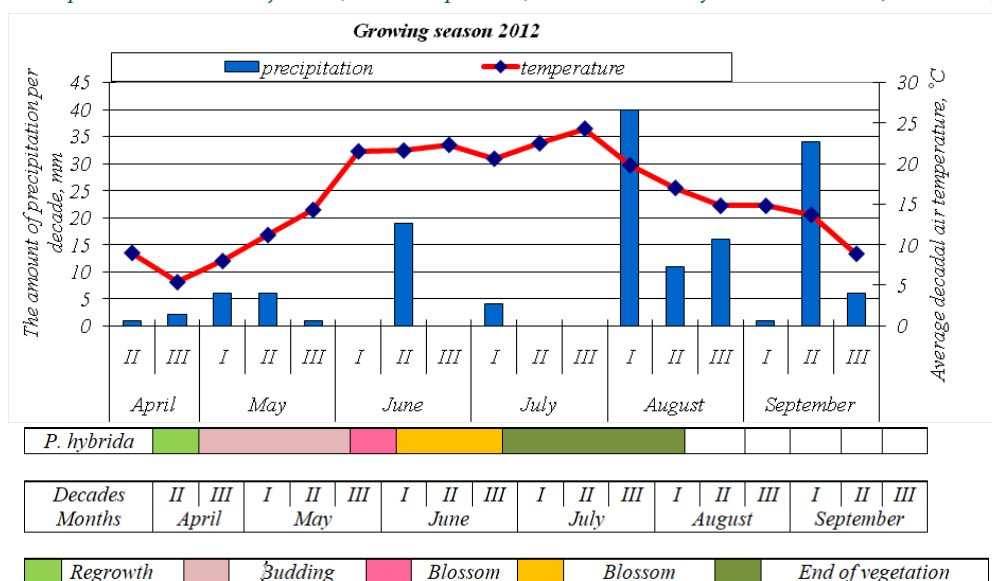


Fig. 1. Seasonal development of *Paeonia hybrida* Pall. during the abnormally dry growing season of 2012



При проведении исследовательских работ полные феноспектры совмещают с диаграммами гидротермических условий вегетационных периодов и выясняют реакцию растений на аномально засушливые и аномально увлажненные условия (рис. 1).

На рис. 1 показано, что весной 2012 г. массовое отрастание пиона гибридного произошло в относительно ранние сроки (II декада апреля) [3], недостаточное количество осадков привело к непродолжительному цветению. Период плодоношения также сократился. Потеря декоративности за счет увядания надземной части произошла в I декаде августа. На основании ранее проведенных многолетних исследований [3] данный вид относится к весенне-летнезеленому феноритмотипу. Размещение его на переднем плане цветочных экспозиций и создание крупных куртин в условиях континентального климата лесостепи Западной Сибири нецелесообразно.

Таким образом, при построении диаграмм исходят из того, что *продолжительность вегетационного периода* в конкретных эколого-географических условиях, географическом пункте, а также год за годом наблюдений и *период вегетации* конкретного вида или сорта могут не совпадать. Существует принятое в сельском хозяйстве общее понятие «вегетационный период», наступление которого отмечается по устойчивому переходу среднесуточной температуры воздуха через  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения, а окончание – по устойчивому переходу среднесуточной температуры воздуха через  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения. Однако у растений, характеризующихся феноритмотипами «эфмероиды» и «гемиэфмероиды», период вегетации начинается и заканчивается раньше, а растения зимнезеленого феноритмотипа уходят в зиму с ассимилирующими листьями, сохраняющимися на следующий год на момент схода снежного покрова. Одним из наглядных учебных примеров в разработанном нами курсе «Цветоводство открытого грунта» [3] является представленная на рис. 2 динамика смены цветочных аспектов.

Рис. 2а – это упрощенный вариант оформления клумбы сортавыми и видовыми многолетниками с указанием окрасок. Аналогичные, более сложные, выполненные в профессиональных программах ArchiCAD и др. примеры [19–24] можно встретить в работах ландшафтных архитекторов. На рис. 2а представлены размещение и цветовая палитра экспозиции с фрагментами многолетних травянистых декоративных растений на фоне газона. На рис. 2б–2з показана реальная динамика смены декоративных аспектов, включая период полной потери декоративности эфмероидов в результате отмирания надземной части.

Вместо рисунков 2а–2з достаточно было выбрать из фенотеки четыре таблицы, соответствующие декоративным культурам, и представить динамику цветения экспозиции (таблица 3).

Даже на основании таких сокращенных феноспектров видно, что из четырех выбранных объектов сцилла относится к феноритмотипу «эфмероид», пион – к весенне-летнезеленому феноритмотипу, а золотарник и дендрантема – к весенне-летне-осеннезеленому феноритмотипу.

Для отдельных декоративных культур, в том числе древесных, создающих не только красивоцветущий, но и декоративно-лиственный аспект, требуется составление более подробных феноспектров с использованием Методики фенонаблюдений в ботанических садах [11] с отдельным описанием фаз вегетативного и генеративного развития видов и сортов. На основании этого можно вычерчивать не однополосные, а двухполосные феноспектры. Особенно информативны они при проведении исследовательских работ.

Согласно методике [11], фенология вегетативных надземных побегов включает следующие фазы:  $V^1$  – начало весеннего отрастания;  $V^2$  – разветвление листьев,  $V^3$  – окончание роста побегов,  $L^1$  – начало отмирания листьев,  $L^2$  – полное отмирание листьев.

Удобство данной методики заключается в том, что специалист по декоративному растениеводству или интродукции растений может вводить дополнительные фенофазы, важные для использования конкретного объекта в озеленении. Мы рекомендуем не нарушать индексацию предложенных в методике фенофаз, вводя дополнительные надстрочные индексы, например,  $V^4$ ,  $V^5$  и др., тем более менять их последовательность. Отсутствующие в методике, но необходимые нам фазы мы рекомендуем обозначать подстрочными буквенными сокращениями. Например,  $V_{\text{ант}}$  и  $V_{\text{лим}}$  – период, когда молодые листья имеют яркую антоциановую (таблица 4) или лимонную окраску. Некоторые растения в первой половине вегетационного периода создают эффект цветения, а после отцветания у них отрастает высоко декоративная летняя генерация листьев. Нередко это происходит за счет образования розеточных ( $V_{\text{розет}}$ ) побегов, что также можно отразить в феноспектрах (таблица 4).

Фенология генеративных побегов включает следующие фазы:  $B$  – появление бутонов,  $\Pi^1$  – начало цветения,  $\Pi^2$  – конец цветения,  $\Pi^1$  – завязывание плодов,  $\Pi^2$  – созревание (и осыпание) плодов.

Кроме того, в методике рекомендуется отмечать:  $M$  – повреждение весенними или осенними заморозками,  $P$  – появление надземных органов вегетативного размножения (усов, корневых отпрысков и др.),  $C$  – появление самосева.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Цифровая фенотека позволяет собрать из отдельных феноспектров и представить реальный декоративный эффект экспозиции со сменой во времени и является дополнением, а иногда и проверкой визуализации ландшафтного проекта.

Для однолетних цветочных растений, размножаемых посевом в грунт или рассадным способом за счет семян местной репродукции, рекомендуется составлять полные однополосные феноспектры с фазами цветения и плодоношения. Для красивоцветущих декоративных многолетников достаточно кратких однополосных феноспектров, позволяющих определить феноритмотипы. Для многолетников, создающих цветущий и декоративно-лиственный эффект (или только последний), необходимо построение двухполосных феноспектров по Методике фенологических наблюдений в ботанических садах.

Данная методика может совершенствоваться путем введения дополнительных фенологических фаз, позволяющих представить различные составляющие декоративного эффекта при использовании конкретного вида или сорта в ландшафтной архитектуре. Рекомендуется не нарушать индексацию предложенных в методике фенофаз, предлагая дополнительные надстрочные индексы (например,  $B^4$ ,  $B^5$ ) и, соответственно, менять их последовательность. Отсутствующие в методике, но необходимые фенофазы, отражающие, в первую очередь, декоративно-лиственный эффект, рекомендуется обозначать подстрочными буквенными сокращениями ( $B_{ант}$ ,  $B_{розет}$  и др.).

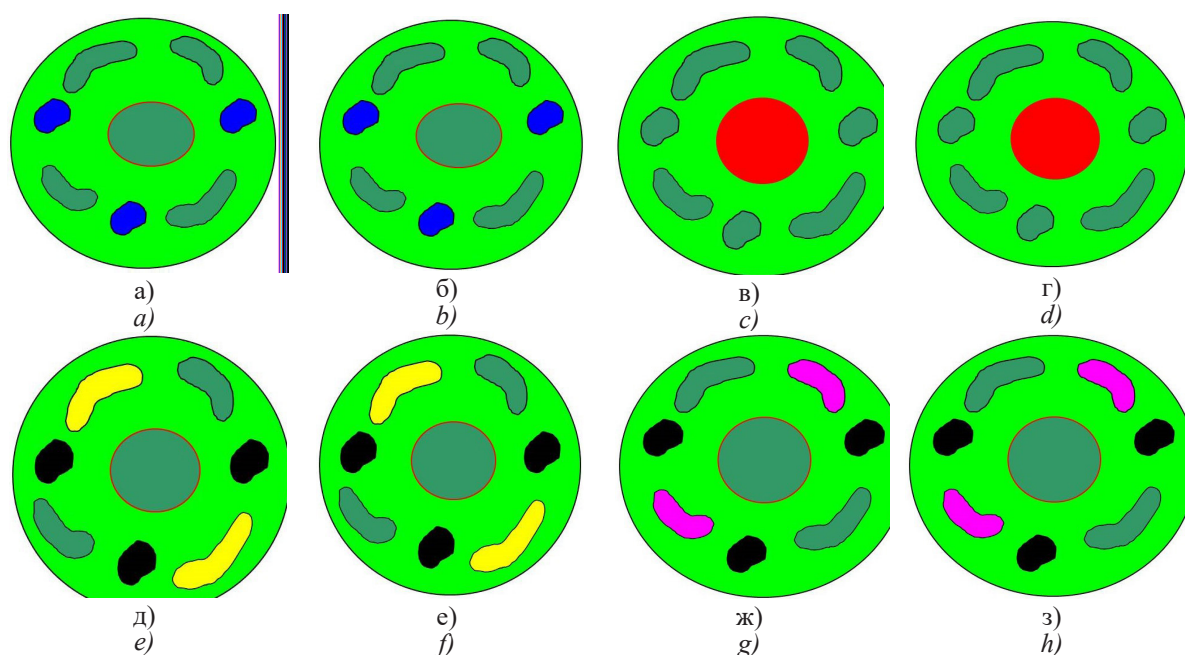


Рис. 2. Динамика смены декоративных аспектов на экспозиции:

- а) размещение и цветовая палитра экспозиции с фрагментами пиона травянистого, сорт Канзас (1); золотарника гибридного, сорт Дзинтра (2); дендрантеммы сибирской (3) и сциллы сибирской (4) на фоне газона;  
 б) в условиях лесостепи Западной Сибири с середины II до середины III декады мая цветет сцилла, наблюдается отрастание и вегетативное развитие пиона, золотарника и дендрантеммы;  
 в) после отцветания сциллы с середины III декады мая до начала III декады июня цветения на экспозиции не наблюдается;  
 г) с III декады июня до начала I декады июля декоративный эффект цветения создает только пион (и в это время уже наблюдается увядание надземной части сциллы);  
 д) в июле на экспозиции вновь наблюдается полное отсутствие цветения, усиленное полным отмиранием надземной части сциллы;  
 е) после продолжительного малодекоративного состояния в начале I декады августа зацветет золотарник;  
 ж) на короткий период II декады августа совместится фенофаза цветения у золотарника и дендрантеммы;  
 з) завершающий декоративный эффект цветения дендрантеммы до середины сентября

Fig. 2. Dynamics of the change of decorative aspects at the exposition:

- a) the placement and color palette of the exposition with fragments of *Paeonia*, cultivar *Kanzas* (1), *Solidago x hybrida*, cultivar *Dzintra* (2), *Dendranthemum* sp. (3) and *Scilla sibirica* (4) on a lawn background;  
 b) in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia, from the middle of the II to the middle of the III decade of May, *Scilla* blooms, regrowth and vegetative development of *Paeonia*, *Solidago* and *Dendranthemum* are observed;  
 c) after the *Scilla* blooms from the middle of the third decade of May to the beginning of the third decade of June, there is no flowering at the exposition;  
 d) from the third decade of June to the beginning of the first decade of July, only the *Paeonia* creates a decorative flowering effect (and at this time, the aboveground part of the *Scilla* is already withering);  
 e) in July, the exposition again shows a complete absence of flowering, enhanced by the complete death of the aboveground part of the *Scilla*;  
 f) after a prolonged low-ornamental state, *Solidago* will bloom at the beginning of the I decade of August;  
 g) for a short period of the II decade of August, the phenophase of flowering in *Solidago* and *Dendranthemum* will combine;  
 h) the final decorative effect of flowering of *Dendranthemum* until mid-September







10. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 156 с.
11. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. Москва, 1975. 27 с.
12. Фомина Т. И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск: ГЕО, 2012. 179 с.
13. Дымина Г. Д., Черемушкина В. А. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. Новосибирск: Изд. НГПУ, 2003. 130 с.
14. Savinykh N. P., Cheryomushkina V. A. Biomorphology: Current status and prospects // Contemporary Problems of Ecology. 2015. Vol. 8. No. 5. Pp. 541–549.
15. Черемушкина В. А., Барсукова И. Н. Ритм сезонного развития и малый жизненный цикл *Prunella vulgaris* L. // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2020. Т. 13. № 1. С. 94–108.
16. Fomin E. S., Fomina T. I. Changes in the phenology of perennial plants in Western Siberia against the background of global warming // Contemporary Problems of Ecology. 2021. Vol. 14. No. 5. Pp. 434–445. DOI: 10.1134/S199542552105005X.
17. Zyкова V. K., Plugatar Yu. V., Zubkova N. V., Klimenko Z. K., Plugatar S. A., Ulanovskaya I. V. Introduction of new species for extension of the period of decorative effect of flower collection // Acta Horticulturae. 2020. T. 1288. Pp. 215–218.
18. Zyкова V., Klimenko Z., Zubkova N. V., Alexandrova L., Ulanovskaya I., Plugatar S., Smykova N. V., Kravchenko I. The Nikita botanical gardens ornamental plants collections biodiversity extension // Acta Horticulturae. 2021. T. 1324. Pp. 137–142.
19. Воробьева Э. А., Дормидонтова В. В. Анализ полицентрической композиции детской площадки «Салют» в ЦПКиО им. М. Горького // Вестник ландшафтной архитектуры. 2020. № 21. С. 11–13.
20. Воробьева Э. А., Довганюк А. И., Саянов А. А. Принцип подбора растений в дождевом саду в Ботаническом саду МГУ имени М. В. Ломоносова «Аптекарский огород» // Вестник ландшафтной архитектуры. 2020. № 23. С. 3–6.
21. Крючкова С. А., Скакова А. Г. Современные приемы организации открытых общественных пространств в городе Москве // Вестник ландшафтной архитектуры. 2020. № 21. С. 32–36.
22. Мочалова Е. Ю., Дормидонтова В. В. Некоторые принципы композиции современных объектов ландшафтной архитектуры // Вестник ландшафтной архитектуры. 2020. № 21. С. 46–50.
23. Власова А. Д., Милушкина Е. А. Проект благоустройства и озеленения многофункционального парка в районе ЖК «Мирный» в г. Обнинске // Вестник ландшафтной архитектуры. 2021. № 26. С. 16–20.
24. Сокольская О. Б. Ландшафтная архитектура: озеленение и благоустройство территорий индивидуальной застройки. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 328 с.

#### Об авторах:

Ольга Юрьевна Васильева<sup>1</sup>, доктор биологических наук, заведующая лабораторией интродукции декоративных растений, ORCID 0000-0003-0730-3365, AuthorID 162694; +7 913 927-46-54, [vasil.flowers@rambler.ru](mailto:vasil.flowers@rambler.ru)  
 Султан Хаджибикарович Вышегуров<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры, ORCID 0000-0002-4180-1643, AuthorID 292180; +7 903 905-97-79, [Vishegurov-77@yandex.ru](mailto:Vishegurov-77@yandex.ru)

<sup>1</sup>Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

## The use of a digital phenological library of herbaceous plants in ornamental plant growing

O. Yu. Vasilyeva<sup>1</sup>✉, S. Kh. Vyshegurov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

✉E-mail: [vasil.flowers@rambler.ru](mailto:vasil.flowers@rambler.ru)

**Abstract.** This study shows the improvement of classical methods of studying the growth and development of ornamental plants through the use of modern digital technologies. **The purpose** of the work is to **show** students in the direction of 35.03.10 “Landscape architecture” (Decorative plant growing profile) the biological features and

decorative qualities of introduced plants in the conditions of the continental climate of the forest-steppe of Western Siberia and to create a digital phenological library. **Methods.** The construction of the phenospectrum was based on the works of T. I. Fomina and I. N. Beideman. For the design of complete phenospectrum of beautifully flowering plants, it was noted: regrowth, vegetation, budding, flowering, fruit tying, fruit ripening, the end of vegetation. In the abbreviated versions for the digital phenological library, only the periods of vegetation and decorative were noted, the flowering phase was filled with a color corresponding to the color of the variety or species. Calculations for plotting hydrothermal conditions were carried out by standard methods using statistical packages of the Microsoft Excel 2003 program. **Results.** Examples of single-band phenospectrum characterizing various phenorhythmotypes are given. The advantage of two-band phenospectrum compiled according to the Method of phenological observations for botanical gardens is shown when characterizing plants that create a flowering and decorative-deciduous effect. According to this Method, the phenology of vegetative aboveground shoots includes the phases: B<sup>1</sup> – the beginning of spring regrowth; B<sup>2</sup> – the unfolding of leaves, B<sup>3</sup> – the end of shoot growth, L<sup>1</sup> – the beginning of leaf death, L<sup>2</sup> – complete leaf death. Additional phenophases are proposed for a more complete description of the spring and summer decorative-deciduous effect. Additional phenophases are proposed for a more complete description of the spring and summer decorative-deciduous effect. For example, V<sub>ant</sub> or V<sub>lim</sub> is a period when young leaves have a bright anthocyanin or lemon color. Additionally, the period of regrowth of summer leaf generation is shown. In the course of training, on the basis of the compiled templates, the method of combining phenospectrum with diagrams of hydrothermal conditions of growing seasons, including abnormally arid and abnormally humid, is also mastered. **Scientific novelty.** The possibilities of a digital **phenological library** are shown, which allow to quickly and reliably simulate the flowering and decorative-deciduous aspects of flower expositions and landscape groups based on complete and abbreviated phenomenon spectra. The materials of the digital **phenological library** complement the visualization of landscaping projects.

**Keywords:** digital phenological library, phenorhythmotype, forest steppe of Western Siberia, ornamental plant growing, landscape architecture, hydrothermal conditions, *Astilbe*, *Phlox paniculata*, *Crocus*, *Scilla sibirica*, *paenonia*, *Solidago x hybrida*, *Dendranthema*.

**For citation:** Vasilyeva O. Yu., Vyshegurov S. Kh. Ispol'zovanie tsifrovoy fenoteki travyanistykh rasteniy v dekorativnom rasteniyevodstve [The use of a digital phenological library of herbaceous plants in ornamental plant growing] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 04 (2022). Pp. 37–47. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-37-47. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 25.02.2022, **date of review:** 07.03.2022, **date of acceptance:** 11.03.2022.

#### References

1. Sokolova T. A., Bochkova I. Yu. Dekorativnoye rasteniyevodstvo. Tsvetovodstvo [Decorative plant growing. Floriculture]. Moscow: Akademiya, 2014. 427 p. (In Russian.)
2. Khanbabayeva O. E. Dekorativnoye sadovodstvo s osnovami landshaftnogo proyektirovaniya [Decorative gardening with the basics of landscape design]. Moscow: VNIIGiM, 2015. 394 p. (In Russian.)
3. Khanbabayeva O. E., Ivanova I. V., Tazina S. V. Tsvetovodstvo s osnovami landshaftnogo proyektirovaniya. Moscow: M·ESKh, 2019. 150 p. (In Russian.)
4. Vasil'eva O. Yu., Vyshegurov S. Kh., Ponomarenko N. V., Zueva G. A., Ksenzova T. G., Potapova S. S., Sarlaeva I. Ya., Sedel'nikova L. L., Fomina T. I. Tsvetovodstvo otkrytogo grunta [Floriculture of the open ground]. Novosibirsk: Agro-Sibir', 2014. 284 p. (In Russian.)
5. Sedel'nikova L. L. Rezul'taty issledovaniya kandyka sibirskogo v Sibirskom regione. [The results of the study of the Siberian kandyk in the Siberian region] // Subtropical and decorative gardening. 2021. Vol. 76. No. 1. Pp. 55–66. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-76-55-66. (In Russian.)
6. Zueva G. A. Introduktsiya dekorativnykh zlakov i osok v Tsentral'nom sibirskom botanicheskom sadu Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk [Introduction of ornamental cereals and sedges in the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences] // Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. 2020. No. 3 (35). Pp. 30–41. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.35.3. (In Russian.)
7. Gerasimovich L. V. Tulipa tschimganica Botschantz. v kolleksii Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN [Tulipa tschimganica Botschantz. in the collection of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS] // Samara Journal of Science. 2019. Vol. 8. No. 4(29). Pp. 38–43. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14107. (In Russian.)
8. Sarlaeva M. Ya., Vasil'eva O. Yu. Razvitiye odnoletnikh dekorativnykh rasteniy pri vesennem poseve v usloviyakh kontinental'nogo klimata [Development of annual ornamental plants during spring sowing in a continental climate] // The Agrarian Scientific Journal. 2021. No. 10. Pp. 47–52. DOI: 10.28983/asj.y2021i10pp47-52. (In Russian.)

9. Fomina T. I. Perspektivnyye pishchevye i dekorativnyye dikorastushchiye vidy *Allium L.* v kolleksii Tsentral'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN [Promising food and ornamental wild species of *Allium L.* in the collection of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS] // Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. 2020. No. 1 (33). Pp. 48–55. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.33.5. (In Russian.)
10. Beydeman I. N. Metodika izucheniya fenologii rasteniy i rastitel'nykh soobshchestv [Methods of studying the phenology of plants and plant communities]. Novosibirsk: Nauka, 1974. 156 p. (In Russian.)
11. Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh SSSR. [Methods of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]. Moscow, 1975. 27 p. (In Russian.)
12. Fomina T. I. Biologicheskiye osobennosti dekorativnykh rasteniy prirodnoy flory v Zapadnoy Sibiri [Biological features of ornamental plants of natural flora in Western Siberia]. Novosibirsk: GEO, 2012. 179 p. (In Russian.)
13. Dymina G. D., Cheremushkina V. A. Praktikum po anatomii i morfologii vysshikh rasteniy [Workshop on anatomy and morphology of higher plants] Novosibirsk: Izd. NGPU, 2003. – 130 p. (In Russian.)
14. Savinykh N. P., Cheryomushkina V. A. Biomorphology: Current status and prospects // Contemporary Problems of Ecology. 2015. Vol. 8. No. 5. Pp. 541–549.
15. Cheremushkina V. A., Barsukova I. N. Ritm sezonnogo razvitiya i malyy zhiznennyy tsikl *Prunella vulgaris L.* [The rhythm of seasonal development and the small life cycle of *Prunella vulgaris L.*] // Journal of Siberian Federal University. Biology. 2020. T.13. No. 1. Pp. 94–108. (In Russian.)
16. Fomin E. S., Fomina T. I. Changes in the phenology of perennial plants in Western Siberia against the background of global warming // Contemporary Problems of Ecology. 2021. Vol. 14. No. 5. Pp. 434–445. DOI: 10.1134/S199542552105005X.
17. Zykova V. K., Plugatar Yu. V., Zubkova N. V., Klimenko Z. K., Plugatar S. A., Ulanovskaya I. V. Introduction of new species for extension of the period of decorative effect of flower collection // Acta Horticulturae. 2020. T. 1288. Pp. 215–218.
18. Zykova V., Klimenko Z., Zubkova N. V., Alexandrova L., Ulanovskaya I., Plugatar S., Smykova N. V., Kravchenko I. The Nikita botanical gardens ornamental plants collections biodiversity extension // Acta Horticulturae. 2021. T. 1324. Pp. 137–142.
19. Vorob'eva E. A., Dormidontova V. V. Analiz politsentricheskoy kompozitsii detskoy ploshchadki "Salyut" v TSPKiO im. M. Gor'kogo [Analysis of polycentric composition of the children's playground "Salyut" in the Gorky Central Park] // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2020. No. 21. Pp. 11–13. (In Russian.)
20. Vorob'eva E. A., Dovganyuk A. I., Sayanov A. A. Printsip podbora rasteniy v dozhdevom sadu v botanicheskom sadu MGU imeni M. V. Lomonosova "Aptekarskiy ogorod" [The principle of selection of plants in the rain garden in the Botanical Garden of Lomonosov Moscow State University "Medicine garden"] // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2020. No. 23. Pp. 3–6. (In Russian.)
21. Kryuchkova S. A., Skakova A. G. Sovremennyye priyemy organizatsii otkrytykh obshchestvennykh prostranstv v gorode Moskve [Modern methods of organizing open public spaces in the city of Moscow] // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2020. No. 21. Pp. 32–36. (In Russian.)
22. Mochalova E. Yu., Dormidontova V. V. Nekotoryye printsipy kompozitsii sovremennykh ob'yektov landshaftnoy arkhitektury [Some principles of composition of modern objects of landscape architecture] // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2020. No. 21. Pp. 46–50. (In Russian.)
23. Vlasova A. D., Milushkina E. A. Proyekt blagoustroystva i ozeleneniya mnogofunktsional'nogo parka v rayone ZHK "Mirnyy" v g. Obninske [The project of landscaping of a multifunctional park in the area of the residential complex "Mirnyy" in Obninsk] // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2021. No. 26. Pp. 16–20. (In Russian.)
24. Sokol'skaya O. B. Landshaftnaya arkhitektura: ozeleneniye i blagoustroystvo territoriy individual'noy zasstroyki [Landscape architecture: landscaping and landscaping of individual development areas]. Saint Petersburg: Lan', 2021. 328 p. (In Russian.)

#### Authors' information:

Olga Yu. Vasilyeva<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, head of the laboratory of introduction of ornamental plants, ORCID 0000-0003-0730-3365, AuthorID 162694; +7 913 927-46-54, [vasil.flowers@rambler.ru](mailto:vasil.flowers@rambler.ru)

Sultan Kh. Vyshegurov<sup>2</sup>, doctor of agricultural sciences, head of the department of botany and landscape architecture, ORCID 0000-0002-4180-1643, AuthorID 292180; +7 903 905-97-79, [Vishegurov-77@yandex.ru](mailto:Vishegurov-77@yandex.ru)

<sup>1</sup> Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia