
Теорія, методи і практичні аспекти інтродукції та селекції рослин

УДК 581.533.4+581.95:004.032.2

П.Е. БУЛАХ

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины
Украина, 01014 г. Киев, ул. Тимирязевская, 1

АЛГОРИТМЫ СОЗДАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ О МЕТОДАХ ПРОГНОЗА В ИНТРОДУКЦИИ РАСТЕНИЙ

Обсуждается необходимость создания электронной базы данных о методах прогноза в интродукции растений. Рассмотрены предложения по построению экспертной системы, включающей информацию о методах прогнозирования адаптационной способности растений.

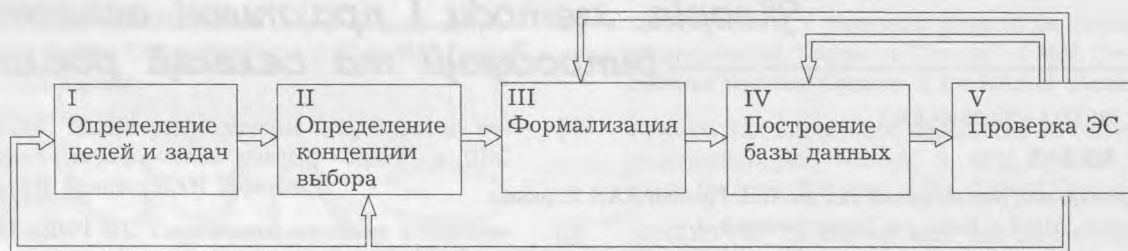
В настоящее время большое внимание уделяется развитию исследований в области прогнозирования интродукционной способности растений. Интродукционный прогноз рассматривается как самостоятельное научное направление, которое находится на стадии формирования [2, 4].

Разработка новых методов интродукционного прогноза возможна только на основе анализа уже существующих методов прогнозирования, использующихся не только в интродукции растений, но и в смежных науках эколого-биологического направления. В настоящее время только в экологии насчитывается свыше 150 методов прогноза состояния экосистем [1]. Накопленный опыт прогнозирования рассеян во множестве литературных источников и остается неизвестным широкому кругу интродукторов растений. В связи с этим ощущается необходимость систематизации этих сведений и свободного к ним доступа. Упорядочить большой массив информации и вести поиск нужной ее составляющей можно на основе создания электронной базы данных о существующих методах прогнозирования.

Цель работы состояла в разработке основных алгоритмов создания, хранения и использования информации о методах прогноза, представляющих интерес в практике интродукционных исследований.

Прежде всего база данных должна отвечать определенным требованиям. Многие методы прогноза создавались специалистами разных научных направлений и преследовали различные цели. Поэтому они должны быть адаптированы к целям и задачам интродукционного прогноза. Каждый из методов в базе данных должен содержать как можно более полную характеристику своих возможностей, преимуществ и недостатков. Такая компьютерная программа может быть создана с помощью специалистов-экспертов в области прогноза. Работа по ее созданию должна быть направлена не на издание компьютерного справочника, а на разработку электронной экспертной системы современных методов прогнозирования.

Построение экспертной системы (ЭС) состоит из ряда последовательных этапов. *Первый* – определение цели и задач, для которых создается ЭС (в нашем случае – это выбор необходимого метода из существующего массива информации). *Второй* – отражает знания экспертов по существу



проблемы (формируются критерии отбора методов прогноза в соответствии с предъявляемыми требованиями, т. е. оценивается их специфичность). *Третий* – заключается в выборе языка программирования для проведения экспериментальных работ по заполнению базы данных. *Четвертый* – непосредственное создание (заполнение) базы данных ЭС. *Пятый* – проверка работы экспертной системы (решение контрольных задач).

Схема построения ЭС из пяти последовательных этапов представлена на рисунке.

Построение ЭС осуществляется группой исследователей в составе: экспертов, способных и желающих передать свои знания в ЭС; специалиста по созданию ЭС, являющегося посредником между экспертом и компьютером; программиста, осуществляющего разработку программного обеспечения для ЭС.

Процесс построения экспертной системы автоматизированного анализа и отбора необходимых сведений из имеющегося массива данных связан с моделированием информации, полученной от экспертов, относительно основных особенностей отдельных элементов целого, т. е. с моделированием такого уникального явления, как человеческое мышление. Создание любой модели возможно только на основе определенной теоретической базы. Построение ЭС может быть осуществлено на базе теории множеств, достаточно развитой в математике. Под понятием "множество" обычно подразумевается некая совокупность объектов, объединенных в единое целое по

заданному правилу. В нашем случае множество – это совокупность методов исследования, позволяющих оценить в будущем перспективу адаптации объектов исследования в заданных условиях. Любое множество состоит из определенных элементов (отдельные методы прогноза в базе данных), характеризующих его разнообразие. Оценить степень разнообразия множества, т. е. охарактеризовать его качественно и количественно, можно с помощью использования теории и методов информации. Последняя представляет собой меру разнообразия. Это общепринятое положение в последнее время широко используется в биологии при оценке биоразнообразия экосистем. Количественно разнообразие (H) удобно измерять в логарифмическом выражении, т. е. через двоичный логарифм от числа составляющих элементов (N):

$$H = \log_2 N.$$

Вероятно, задача выбора необходимого (или необходимых) метода прогноза из их совокупности основывается на предъявлении определенных требований к нему и может быть решена с помощью ограничения разнообразия. Понятие "ограничение разнообразия" является одним из фундаментальных в общей прогностике и обычно используется при построении детерминированных моделей. Прогнозы на основе этих моделей отличаются высокой надежностью и наиболее приемлемы для выбора единственного процесса или явления (в нашем случае – метода), соответствующего принятой модели.

Ограничение разнообразия представляет собой отношение между двумя множествами, которое возникает, когда разнообразие, существующее при одном условии, меньше, чем разнообразие, существующее при другом [9]. Ограничение разнообразия при построении экспертной системы методов прогнозирования возможно за счет устранения информационной неоднородности внутри базы данных (см. рисунок, блок IV). Это возможно только при тщательном анализе основных характеристик отдельных методов (их признаков или отличительных особенностей).

Устранение неоднородности любого массива данных на основании каких-либо признаков представляет собой широкий спектр задач классификации объектов исследования. Такие задачи обычно решаются методами многомерной статистики (кластерный анализ и метод главных компонент), корреляционных плеяд [7] и таксономического анализа [5].

Сравнительный анализ результатов использования методов классификации позволил нам сделать выбор в пользу основных идей таксономического анализа, предложенных Е.С. Смирновым [5] и дополненных нашими модификациями к ним в связи с автоматизацией вычислений [3].

Метод основан на сопоставлении признаков объектов классификации и относится к разряду биометрических. Он получил корректное математическое обоснование [6] и имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими в настоящее время методами классификации [8]. Таксономический анализ позволяет судить о структуре определенного множества, о том, представляет ли оно единое целое или естественно образует родственные группы. Одной из существенных его особенностей является "взвешивание" признаков объектов классификации. Мерой сходства или различия сравниваемых объектов является коэффициент таксономического отно-

шения. Его положительные значения свидетельствуют о сходстве объектов по рассматриваемым признакам, отрицательные – о различии, абсолютная величина – о степени сходства или различия. Эти положения лежат в основе деления объектов классификации на родственные группы. Использование алгоритмов метода и программного обеспечения к нему позволяет осуществить отбор методов прогноза из их совокупности (базы данных) по определенным признакам (основным характеристикам методов).

Предложенный вариант последовательности действий по созданию электронной экспертной системы методов прогнозирования легко осуществим на практике, а ее использование поможет разобраться в существующих способах прогноза и выбрать оптимальный из них, исходя из конкретных условий проведения интродукционного эксперимента.

1. *Большаков В.Н.* Экологическое прогнозирование. – М.: Знание, 1983. – 64 с.
2. *Булах П.Е.* Методологические аспекты интродукционного прогноза // Интродукция растений. – 1999. – № 1. – С. 30–35.
3. *Булах П.Е.* Биоморфологический тип как интродукционная единица и особенности его выделения // Доп. НАН України. – 2000. – № 3. – С. 171–173.
4. *Коровин С.Е., Демидов А.С.* Интродукционный прогноз и его методические аспекты // Журн. общ. биол. – 1981. – 42, № 5. – С. 673–679.
5. *Смирнов Е.С.* Таксономический анализ. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 188 с.
6. *Тамарин П.В.* Анализ математических методов систематизации // Журн. общ. биол. – 1971. – 32, № 3. – С. 277–286.
7. *Терентьев П.В.* Метод корреляционных плеяд // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. биол. – 1959. – № 9, вып. 2. – С. 137–141.
8. *Шмидт В.М.* О двух важных направлениях развития отечественной биометрии // Журн. общ. биол. – 1979. – 40, № 3. – С. 219–228.
9. *Эшби У.Р.* Введение в кибернетику. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1959. – 432 с.

Рекомендовала к печати Н.В. Заименко

П.Є. Булах

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка
НАН України, Україна, м. Київ

**АЛГОРИТМИ СТВОРЕННЯ,
ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ
ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО МЕТОДІВ ПРОГНОЗУ
В ІНТРОДУКЦІЇ РОСЛИН**

Обговорюється необхідність створення електронної бази даних щодо методів прогнозу в інтродукції рослин. Розглянуто пропозиції щодо побудови експертної системи, яка включає інформацію щодо методів прогнозування адаптаційної здатності рослин.

P.E. Bulakh

M.M. Grishko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

**ALGORITHM OF CREATION, STORAGE
AND USE OF INFORMATION ABOUT
THE METHODS OF PROGNOSTICATION
IN PLANT INTRODUCTION**

The necessity of data formation for prognostication in plant introduction is discussed. The proposals of expert system development, including an information about the methods of plant adaptability prognostication are considered.