



УДК 372.800.26.046.14

Л.В. Маркова, М.В. Шилина, Н.А. Лалицкая

Программный комплекс «Генетический мониторинг»

Мощным средством исследования явлений природы и технических объектов является эксперимент. При этом, независимо от задач, решаемых различными исследователями в отдельно взятой предметной области, можно выделить типовые задачи исследования, с которыми приходится сталкиваться каждому экспериментатору. К таким наиболее распространенным типовым задачам экспериментального исследования обычно относят:

- получение некоторых предварительных сведений о процессе (объекте);
- получение формальных зависимостей;
- проверку гипотез, т.е. некоторых содержательных предположений о свойствах объекта;
- оптимизацию свойств изучаемого явления (объекта).

Облегчить работу экспериментатора при решении этих типовых задач, повысить ее эффективность при проведении научных экспериментов можно путем использования знаний из теории планирования эксперимента. Математическим аппаратом этой теории являются теория вероятностей, математическая статистика, а также некоторые разделы прикладной математики (Программирование, Имитационное и статистическое моделирование, Численные методы и т.д.). Эффективная реализация задач планирования эксперимента возможна только на базе современных достижений вычислительной математики и информационных технологий. Исследователю любой предметной области для достижения успеха в проведении эксперимента и анализе полученных данных необходимо одинаково хорошо ориентироваться, во-первых, в математическом моделировании, т.е. умении формализовать реальную задачу и построить ее математическую модель, и, во-вторых, в математическом аппарате прикладной статистики и соответствующем программном обеспечении ЭВМ. Чтобы оптимизировать трудозатраты такого плана, было решено создать программный комплекс с удобным современным интерфейсом для решения типичных задач планирования эксперимента и ориентировать этот комплекс на исследования в области генетики.

Наряду с успехами генной инженерии, селекционный процесс не утратил своей актуальности, и в настоящее время широко применяется во всем мире для создания ценных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Для выявления образцов, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве доноров информации генетического типа, необходимо решать следующие задачи:

1. Во всем многообразии фенотипической изменчивости определить долю и закономерности влияния компонента среды.
2. Выявить перспективные генотипы с аддитивно-доминантным типом наследования хозяйственно-ценных признаков.

Для этих целей был разработан программный комплекс «Генетический мониторинг», который является объединением трех логических модулей: «Обработка данных», «Гибридологический анализ» и «Взаимодействие генотип*среда».

Большинство признаков животных и растений, имеющих хозяйственное значение, относится к категории количественных. Для характеристики популяций по количественным признакам в настоящее время применяют методы прикладной статистики [1]. Анализ и последующая обработка экспериментальных данных обычно проводятся по выборочным данным. Выборочный метод позволяет оценить средние значения, варианты и другие статистические показатели, которые могут быть определены из непосредственных наблюдений над популяцией. Эти статистические показатели можно интерпретировать, учитывая ряд генетических и негенетических факторов, под влиянием которых происходит изменчивость по количественным признакам. Решению таких задач соответствует приложение «Обработка данных» – программа, которая позволяет статистически обработать данные наблюдений.

Для выявления генотипов с аддитивно-доминантным типом наследования по результатам эксперимента предложено использовать модель, исключаящую эпистатические эффекты [2]. Поэтому полученные в модуле «Обработка данных» статистические параметры тестируются в модуле «Гибридологический анализ» на адекватность аддитивно-доминантной модели. Задача третьего модуля – выделить вклад компонента среды и наследственных факторов в изменчивость признака. Учитывая, что влияние внешних факторов на генотип может быть достаточно большим, полученная информация является весьма ценной для селективного процесса.

Разработанный комплекс «Генетический мониторинг» выполнен на языке программирования Delphi [3–4], как стандартное Windows-приложение. В основу интерфейса программы положена графическая оконная технология в сочетании со списком команд, организованным в виде системы горизонтальных и вертикальных меню.

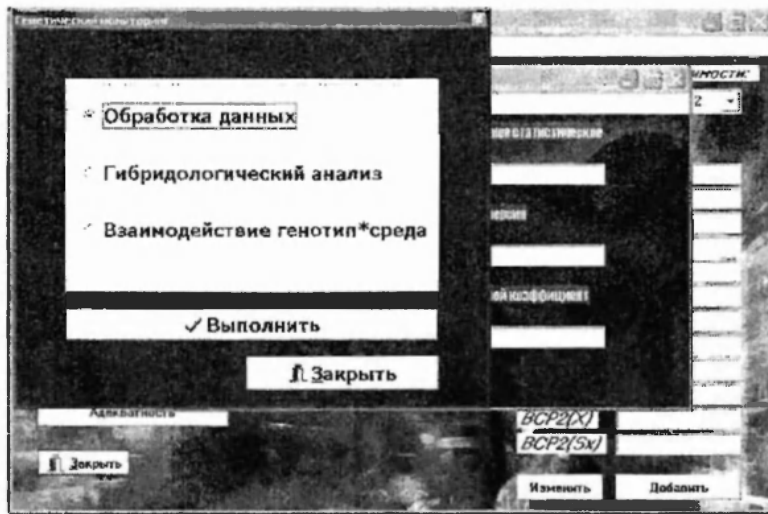


Рис. 1

Комплекс «Генетический мониторинг» объединяет три программных модуля и начинает работу выводом на экран меню (рис. 1), которое позволяет активизировать любой из трех модулей. Программно эти модули независи-

мы друг от друга и могут исполняться в любом порядке. Функционально они связаны: программа «Обработка данных» позволяет преобразовывать первоначальную информацию из эксперимента к виду, пригодному для использования другими программными модулями.

Рассмотрим структуру каждого программного модуля подробнее.

Программа «Обработка данных» представляет собой оконное приложение с мето-полем ввода данных и edit-полями вывода результатов статистической обработки данных [5]: поле вывода дисперсии, среднего и поправки. В программе предусмотрено хранение информации в виде данных файлового типа для дальнейшей обработки в модулях «Гибридологический анализ» и «Взаимодействие генотип*среда». Полученный файл данных может также использоваться для анализа и прогноза другими средствами, не включенными в программный комплекс «Генетический мониторинг».

Структурно модуль «Гибридологический анализ» представлен двумя формами: «Генетика» и «Гибридологический анализ». Главная форма «Генетика» (рис. 2) предназначена для задания начальных условий и вывода результатов ожидаемых и наблюдаемых значений в виде таблиц. Форма «Гибридологический анализ» используется для вывода результатов анализа тестов и получения ожидаемых и наблюдаемых значений в виде двух графиков (рис. 3).



Рис. 2

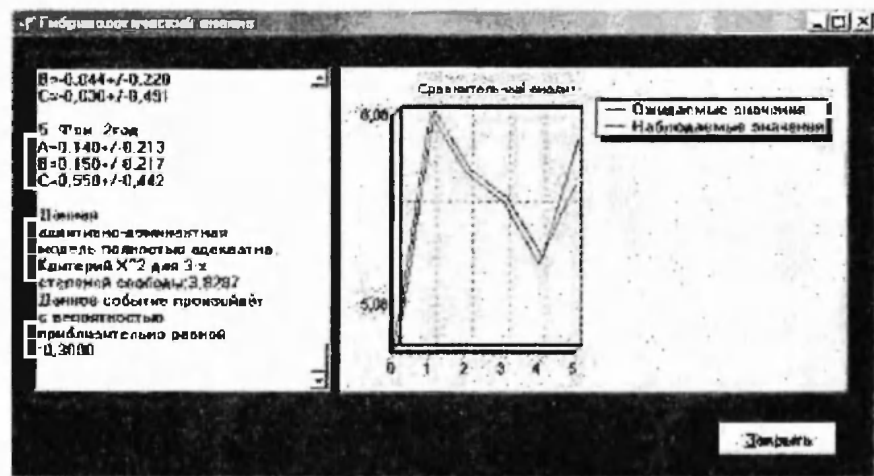


Рис. 3

Модуль «Гибридологический анализ» позволяет проводить следующие операции:

- создавать новые файлы данных;
- анализировать информацию из файлов;
- корректировать существующие данные;
- печатать графики наблюдаемых и ожидаемых значений.

Все режимы работы описаны в пункте меню «Помощь».

Исходной информацией для этого модуля являются данные из файла текстового типа. Соответствующие поля формы «Гибридологический анализ» могут быть заполнены в двух режимах: либо чтение из файла, либо вручную.

Для исследования характера изменчивости генетических параметров других объектов происходит формирование нового файла данных, который по структуре совпадает с исходным.

Обработка исходных данных и соответствующих начальных условий происходит после активизации кнопки «Адекватность». Визуализируется вторая форма «Гибридологический анализ» (рис. 3), которая в левом окне отражает значения трех различных тестов и дает возможность с помощью графиков сопоставить наблюдаемые значения с прогнозируемыми результатами.

В правой части формы формируются два графика ожидаемых и наблюдаемых значений семейств P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BCP_1 , BCP_2 , позволяющие визуально оценить полученную аддитивно-доминантную модель. Данная программа позволяет рассматривать значения различных периодов в отдельности, анализировать полученные данные количественно (с помощью таблиц значений) и визуально с помощью графиков.

Модуль предусматривает также вывод на печать полученного графика ожидаемых и наблюдаемых значений, а также сохранение в отдельный файл полученных результатов проведенного анализа по тестам.

Программа «Взаимодействие генотип*среда» представляет собой оконное приложение, которое имеет поля ввода статистических значений и вывода полученных результатов. Исходной информацией для этого модуля служат данные файла, которые были сформированы с помощью модуля «Обработка данных». Программа предусматривает возможность сохранения и вывода на печать полученных результатов.

Модуль «Генетический мониторинг» предусматривает четыре режима: начало работы; ввод данных; их корректировка и сохранение данных на магнитном носителе; печать полученного анализа; завершение работы. Описание этих режимов содержится в пункте меню «Помощь».

Программный комплекс создавался для исследования характера изменчивости генетических параметров, контролирующего наследование некоторых хозяйственно ценных признаков томата. Было предложено методом математического моделирования провести анализ вариации двух расщепляющихся поколений, изучить влияние различных уровней минерального питания (N, P, K) растений томата на генетический контроль признака содержания сухого вещества в плодах. В качестве родительских линий были взяты сорта томата *Petomech* и Меридиан (P_1 , P_2), которые достоверно отличаются по ряду хозяйственно-ценных признаков. В анализ включены первое и второе поколения (F_1 , F_2) и реципрочные гибриды BCP_1 и BCP_2 . Исходные данные – это результат двухлетних исследований. Программа «Генетический мониторинг» позволила выявить неаллельные взаимодействия в генетическом контроле признаков и эффект влияния среды в наследовании признака.

Данный программный комплекс может иметь более широкое применение для анализа вариации двух расщепляющихся поколений любых биологических видов, допускающих моделирование по методу, предложенному

Мазером [2]. Модуль «Обработка данных» комплекса программ «Генетический мониторинг» может также использоваться при проведении научных исследований любой предметной области для анализа результатов эксперимента и прогнозирования изменений количественных характеристик.

Программный комплекс «Генетический мониторинг» работает под управлением любой из операционных систем Microsoft Windows 95/ 98/ NT/ 2000/ Me/Хр. Программа по объему данных составляет 2,3 Мб, поэтому требования к оперативной памяти и емкости жесткого диска минимальны. Комплекс может работать при разных графических режимах для цветовой палитры от 256 цветов до режима True Color (32 бита), при разрешении экрана от 640 × 480 точек.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Останина А.Н.** Применение математических методов и ЭВМ. Планирование и обработка результатов эксперимента. – Мн., 1989. – 218 с.
2. **Мазер К., Джинкс Дж.** Биометрическая генетика. – М., 1985. – 463 с.
3. **Эбнер М.** Delphi S. Руководство разработчика. – Киев, 2000. – 474 с.
4. **Гурский Е.И.** Сборник задач по теории вероятностей и математической статистике. – Мн., 1975. – 375 с.
5. **Самарский А.А.** Численные методы. – М., 1978. – 498 с.

S U M M A R Y

For carrying out selective-genetic researches, the program complex «Genetic monitoring» is elaborated. It includes three logic modules which allow processing statistically the received results, to reveal genotypes with an additive-dominant type of inheritance and to determine genotype-environment interaction in phenotypic variability of quantitative characteristics.

Поступила в редакцию 14.12.2004