
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

УДК 004.428.4

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

М.О. Смирнова

В статье представлен программный продукт, который демонстрирует основные этапы применения многофункциональных критериев, в частности – углового преобразования Фишера (критерий ϕ^) и биномиального критерия (критерий m). Дано описание основных компонентов программного продукта и возможностей использования при изучении статистических критериев.*

***Ключевые слова:** статистический анализ, демонстрационная программа, критерий Стьюдента, программный код.*

***Key words:** statistical analysis, of the demonstration program, the Student's criterion, the program code.*

Для обработки количественных данных, полученных в ходе анкетирования, тестирования, ранжирования, регистрации, социометрии, интервью, беседы, наблюдений и педагогического, физического и других видов эксперимента применяются математические методы исследования с использованием компьютера [2, 4, 6, 7, 8, 9].

Рассматриваемое в данной работе программное средство для расчета многофункциональных критериев позволяет наглядно представить использование многофункциональных критериев, в частности – углового преобразования Фишера (критерий ϕ^*) и биномиального критерия (критерий m) [1, 3, 5]. Программа может применяться для решения задач экспериментальной обработки данных и изучения многофункциональных критериев.

Несмотря на то, что существует возможность использования этих критериев в других программах, таких как Statistica, Microsoft Excel и т.п., в них существуют определенные ограничения на применение критериев. Так, в программе Microsoft Excel, входящей в пакет Microsoft Office, критерий ϕ^* можно применить лишь к единичному числу, и нет возможности проанализировать группу людей без самостоятельной предварительной обработки результатов исследования.

Разработанный программный продукт содержит мощную справочную систему и электронный учебник, в котором не только раскрываются основные понятия, но и обозначены все нюансы использования данных критериев.

Интерфейс и компоненты программы. При запуске программы предоставляется возможность выбрать, с какого критерия следует начинать выполнение программы (рис. 1). После выбора открывается окно соответствующего критерия.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

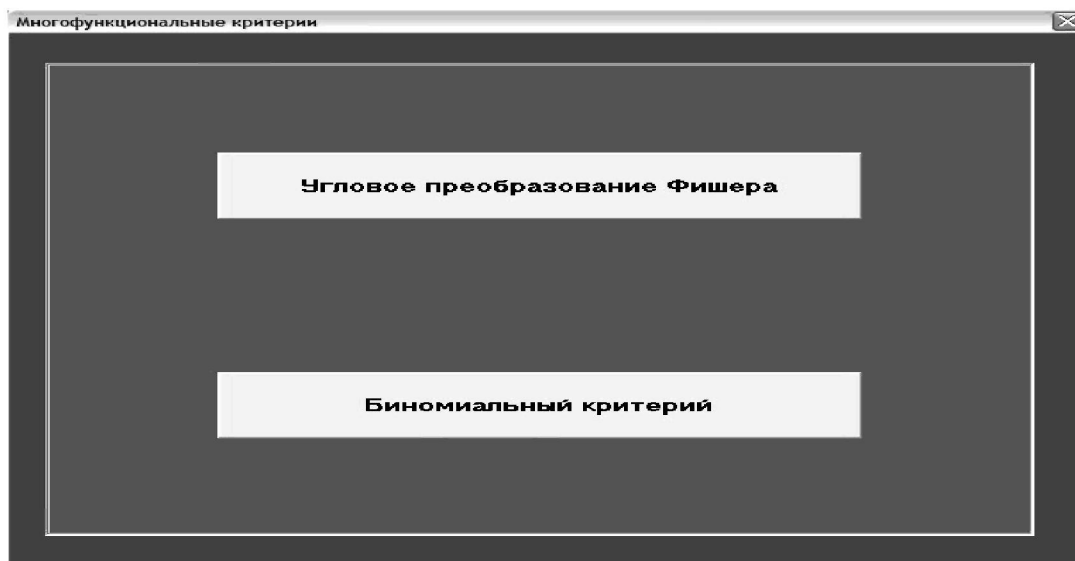


Рис. 1. Общий интерфейс программы

В случае, когда возникают затруднения в правилах заполнения необходимых полей, можно воспользоваться активной подсказкой. Для этого необходимо нажать «?» в строке меню, затем щёлкнуть мышью по интересующему объекту (рис. 2). Этот алгоритм действует вне зависимости от того, с каким из критериев в данный момент производится работа.

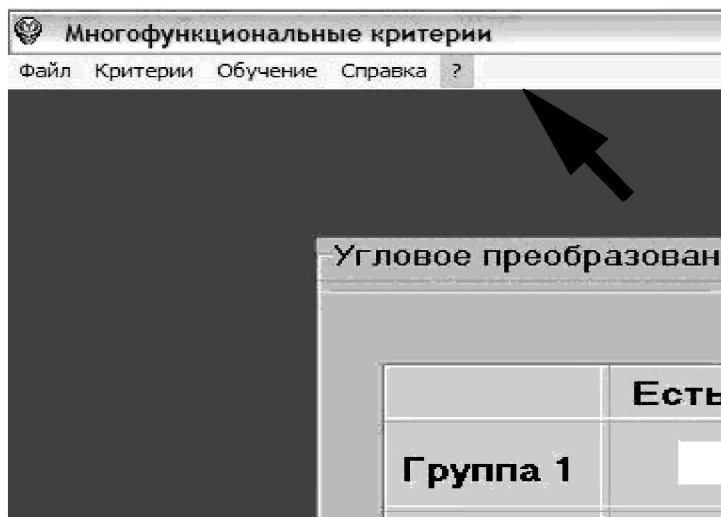


Рис. 2. Строка меню

Программный продукт создан в среде визуальной разработки Delphi. Исходная часть программного средства состоит из нескольких форм, модулей и проектов. Наличие в главном проекте множества модулей объясняется, во-первых, громоздкостью вычисления рассматриваемых в данной программе критериев и, во-вторых, содержанием нескольких форм для различных целей. Тестирующая программа реализована в виде отдельного проекта ввиду её универсальности, отдельно запрограммировано использование активной подсказки.

Работа программы основана на математическом представлении используемых критериев. На первом этапе в обоих критериях производится проверка соответствия введенных на-

чальных данных ограничениям соответствующего критерия. Для углового преобразования Фишера это выглядит так:

```
f:= false;  
if (All_1>=5) and (All_2>=5) then  
f:= true;  
if (All_1=2) and (All_2>=30) then  
f:= true;  
if (All_1=3) and (All_2>=7) then  
f:= true;  
if (All_1=4) and (All_2>=5) then  
f:= true;
```

Здесь проверяются размеры выборок, количество проявлений эффекта, вероятность его проявления (для биномиального критерия). В случае каких-либо несоответствий программой выдается соответствующее сообщение и вычисления не производятся. Далее для каждого критерия используется свой алгоритм подсчета.

Расчёт критерия ϕ . Если рассматривается угловое преобразование Фишера, то после вышеописанного производится сравнение выборок. Так как введенные в поля значения рассматриваются программой как текст, то для перевода этих значений в числовую форму используются имеющиеся в языке Object Pascal стандартные функции StrToFloat и StrToInt:

```
N_1:= StrToInt(edG1E.Text);  
N_2:= StrToInt(edG2E.Text);  
All_1:= StrToInt(edG1E.Text)+StrToInt(edG1N.Text);  
All_2:= StrToInt(edG2E.Text)+StrToInt(edG2N.Text);  
или P:= StrToFloat(edP.Text)/100;  
f_emp:= StrToFloat(edFemp.Text);
```

Как было отмечено выше, по правилу применения данного критерия в первой группе количество проявлений эффекта должно быть больше, чем во второй, поэтому в противоположном случае выводится сообщение с просьбой исправить неточность:

```
Application.MessageBox ('Поменяйте группы местами!', 'Ошибка');
```

Затем рассчитываются значение углов для обеих выборок и эмпирическое значение критерия по известной формуле. В связи с тем, что в формуле используется функция арксинус:

```
fi_1:= 2*arcsin(sqrt(p_1));  
fi_2:= 2*arcsin(sqrt(p_2));
```

стало необходимым подключение модуля Math, содержащего подобные математические функции: uses Math. Сравнивая полученные результаты с принятыми в психологии граничными значениями, программа выдает сообщение о том, какая из гипотез – H_0 или H_1 – принимается. Кроме того, выводятся значения углов ϕ_1 , ϕ_2 и значение ϕ^* , предварительно преобразованные в текстовую форму. Преобразование имеет уникальный характер и расположено в функции TreeSt:

```
function TForm1.TreeSt(x: extended): string;  
var  
n,b: extended;  
s: string;  
begin  
b:= int(x);  
n:= frac(x)*1000;  
n:= int(n);  
n:= b + n/1000;  
s:= floattostr(n);  
Result:= s;  
end;
```

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Расчёт критерия m . При работе с биномиальным критерием, кроме проверки перевода введенных данных в числовую форму, производится проверка правильности процентного значения P , так как оно должно лежать в промежутке от 0 до 100 %

```
P:= StrToFloat(edP.Text)/100;  
if (P < 0) or (P > 1) then  
  Application.MessageBox ('P должно быть от 1 % до 100 %!', 'Ошибка!');
```

После этого программа вычисляет теоретическое значение частоты встречаемости эффекта и сопоставляет его с эмпирическим значением. Это необходимо для того, чтобы выяснить, имеется ли возможность использования биномиального критерия в данном случае, так как он не всегда вычислим. За эмпирическую частоту берётся количество проявлений эффекта, а теоретическая частота высчитывается как произведение количества наблюдений и вероятности P .

Определение возможности использования биномиального критерия для введенных начальных данных производится во вложенном условном операторе:

```
Bin_yes:= true;  
if f_emp > f_teor then  
  begin  
    if P < 0.5 then  
      if (n<2) or (n>50) then  
        Bin_yes:= false;  
      if P = 0.5 then  
        if (n<5) or (n>300) then  
          Bin_yes:= false;  
        if P > 0.5 then  
          Bin_yes:= false;  
        end;
```

```
.....  
if Bin_yes = false then  
  Application.MessageBox ('При этих значениях биномиальный критерий не применим!',  
'Сообщение.');
```

Это связано с тем, что имеется система ограничений на исходные данные. Если же значения частот, количества наблюдений и вероятности эффекта не соответствуют условиям биномиального критерия, то и в этом случае можно провести исследование, но для этого потребуется использование иных критериев.

В случае, если возможно использование биномиального критерия, вычисляется критическое значение f . Данное значение находится по таблице, электронный вариант которой прилагается в виде файла к программе (функция Binom):

```
p:=p*100;  
s:= ExtractFilePath(Application.ExeName)+File_Bin1;  
assignFile(fileBin1, s);  
reset(fileBin1);  
for i:= 1 to 86 do  
  for j:= 1 to 2 do  
    read(filebin1, Bin1Mass[i,j]);  
Closefile(fileBin1);
```

В процессе нахождения этого значения программа перебирает всю таблицу.

```
for i:= 1 to 86 do  
  if Bin1Mass[i,1] = N then  
    Result:= Bin1Mass[i,2];
```

Сравнение эмпирического и критического значений приводит к принятию той или иной гипотезы.

Дополнительные функции. Особого внимания заслуживает алгоритм работы активной подсказки. В основном проекте имеется глобальная переменная `Qest`, имеющая логический тип `Boolean`. В случае нажатия на знак вопроса в строке меню программы данной переменной присваивается значение «истина» (`true`):

```
Qest:= true;
```

```
Screen.Cursor:= crHelp;
```

а курсор мыши приобретает характерный в таких ситуациях вид (язык `Object Pascal` позволяет работать с курсором как с глобальной переменной, присваивая ему необходимые значения).

В обработчике `OnClick` любого компонента сначала производится проверка значения переменной `Qest`.

```
if Qest then
```

```
  setp(sender as TComponent);
```

Если `true`, то вызывается специальная форма, на которой расположен всего один компонент – многострочное текстовое поле.

```
procedure TForm1.Setp(AOw: TComponent);
```

```
begin
```

```
  proc:= getProcAddress(DllLib, PChar(AOw.name));
```

```
  fmPop.Poping(Mouse.CursorPos.X, Mouse.CursorPos.Y, proc);
```

```
  Screen.Cursor:= crDefault;
```

```
  Qest:= false;
```

```
  proc:= nil;
```

```
end;
```

Загрузка подсказок для конкретного компонента в текстовое поле производится из файла динамической библиотеки `PopHelp.dll`, подключение которой производится в начале работы программы. При нажатии мыши на текст подсказки она исчезает.

Что касается разделов описания используемых критериев и глоссария, они реализованы в виде HTML-страниц. Поэтому внутренний алгоритм, связанный с этими составляющими программного средства, полностью основан на возможностях компонента `WebBrowser`, имеющегося в палитре компонентов среды `Delphi`:

```
procedure TfmHelp.btMainClick(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
if Book then
```

```
  WebBrowser1.Navigate(ExtractFilePath(Application.ExeName)+ 'html\Index.html')
```

```
else
```

```
  WebBrowser1.Navigate(ExtractFilePath(Application.ExeName)+ 'html\Glossary.htm');
```

```
end;
```

Все переменные, константы и общие типы выведены в отдельный модуль – `UsesVar`:

```
const
```

```
  File_Bin1 = 'Tables\Bin.dat';
```

```
  File_Bin2 = 'Tables\Bin2.dat';
```

```
  ElecFileName = 'html\Index.html';
```

```
  TestFileName = 'Test\Test.exe';
```

```
  HelpFileName = 'Help.chm';
```

```
var
```

```
{All}
```

```
Qest: boolean = false;
```

```
DllLib: HModule;
```

```
Proc: TProc;
```

```
DLLFile: PChar;
```

```
Book: boolean;
```

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

```
{Fisher}
fi_1, fi_2, fi_emp, p_1, p_2: extended;
N_1, N_2, All_1, All_2: integer;
h0, h1: string;
h_0, h_1, norm: boolean;
percent_1, percent_2: extended;
{Binom}
n: integer;
P,f_teor,f_emp, f_krit: extended;
fileBin1, fileBin2: file of integer;
Bin1Mass: array[1..86,1..2] of integer;
Bin2Mass: array[1..50,1..51] of integer;
```

Благодаря этому удалось избежать избыточности кода, связанного с постоянным объявлением одних и тех же переменных и их разбросанностью в программном коде.

Использование углового преобразования Фишера. При работе с угловым преобразованием Фишера открывается четырехклеточная таблица, которую необходимо заполнить, соблюдая все правила. Кроме полей для ввода значений, имеются числовые надписи, показывающие процентное соотношение введенных данных, как показано на рис. 4.

Угловое преобразование Фишера

Введите начальные данные:

	Есть эффект	(%)	Нет эффекта	(%)
Группа 1	65	62	40	38
Группа 2	45	43	60	57

Рис. 3. Четырёхклеточная таблица

Данные подсчитываются автоматически по мере ввода числовой информации. Это, несомненно, является достоинством рассматриваемой части программного средства.

Наличие данных о процентном соотношении значений таблицы необходимо для правильного распределения групп. Использование углового преобразования Фишера требует такого распределения групп, при котором процент проявления эффекта в первой группе больше, чем во второй. Если это не так, программа выдаст сообщение об ошибке, так как в этом случае числовые результаты не будут совпадать с гипотезами.

Результаты подсчета критерия выводятся как в числовом, так и в текстовом виде. В числовой форме выводятся значения углов ϕ для первой и второй групп, так как эти данные могут быть необходимы в решении конкретной статистической задачи. Кроме того, в числовой форме выводится значение критерия Фишера ϕ^* , что также может быть полезно в ходе использования программы. В текстовом формате производится вывод информации о том, какая из гипотез принимается. Принятая гипотеза также выводится, но в шаблонном виде, т.е. вместо словосочетаний «есть эффект» и «нет эффекта» необходимо подставить то, что им было выбрано в качестве эффекта в решаемой им задаче.

Использование биномиального критерия. Если пользователем выбран биномиальный критерий (критерий m), то перед ним откроется окно с тремя полями для ввода, перед каждым из которых обозначено, для ввода каких данных оно предназначено (рис. 5). Первое

значение – количество наблюдений – должно содержать целое числовое значение, соответствующее требованиям критерия. Вероятность исследуемого эффекта P указывается в процентном отношении и может содержать вещественное значение. Программа самостоятельно переводит значение P в доленое значение, что необходимо при использовании биномиального критерия. Последнее поле – количество эффектов – аналогично первому, и в него необходимо вводить целые числовые значения, соответствующие требованиям критерия.

Биномиальный критерий

Введите начальные данные:

Количество наблюдений $n =$

Вероятность исследуемого эффекта $P =$ %

Количество эффектов $=$

Рис. 4. Окно биномиального критерия

Если при нажатии кнопки «Выполнить» одно из полей содержит значение, не удовлетворяющее перечисленным выше требованиям, то программа выдаст об этом сообщение, и подсчет результатов произведен не будет.

Также в этом окне производится вывод результатов. Числовое значение – критическая величина – выводится напротив соответствующей надписи. Вывод, как и в критерии ϕ^* , происходит в текстовом поле в виде принятия одной из гипотез. При этом возможно сопоставление критического значения и полученного вывода, которые расположены рядом. Благодаря этому пользователь может оценить, при каких начальных значениях был возможен противоположный вывод.

Представленный программный продукт может быть использован при изучении дисциплин, связанных со статистической обработкой данных экономических, психолого-педагогических и других экспериментальных исследований на разных этапах учебного процесса: при изучении нового материала, закреплении и контроле знаний. Программный комплекс проходил апробацию при изучении дисциплины «Компьютерные технологии в науке и образовании».

Библиографический список

1. *Быкадоров, Ю. А.* Компьютерные методы математической обработки психологической информации : методические рекомендации / Ю. А. Быкадоров, Э. В. Шалик. – Минск : Изд-во Белорус. гос. пед. ун-та, 1999. – 34 с.
2. *Герасимов, В. П.* Математическое обеспечение психологических дисциплин : учеб. пос. / В. П. Герасимов. – Бийск : НИЦ БиГПГ, 1997. – 89 с.
3. *Глазунов, А. Т.* Педагогические исследования: содержание, организация и обработка результатов / А. Т. Глазунов. – М. : Изд. центр АПО, 2003. – 41 с.
4. *Глас, Дж.* Статистические методы в педагогике и психологии : пер. с англ. / Дж. Глас, Дж. Стенли ; под общ. ред. Ю. П. Адлера. – М. : Прогресс, 1976. – 495 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

5. Дёмин, И. С. Использование информационных технологий в учебно-исследовательской деятельности / И. С. Дёмин // Школьные технологии. – 2001. – № 6. – С. 174–177.
6. Ермолаев, О. Ю. Математическая статистика для психологов : учеб. пос. / О. Ю. Ермолаев. – М. : Флинта, 2002. – 336 с.
7. Загвязинский, В. И. Методология и методы психологических исследований : учеб. пос. для пед. вузов / В. И. Загвязинский. – М. : Academia, 2001. – 206 с.
8. Качалко, В. В. Методы психолого-педагогических исследований с применением математической статистики / В. В. Качалко. – Мозырь : МГПИ им Н.К. Крупской, 2002. – 107 с.
9. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – М. : Мир, 1975. – 648 с.

УДК 004.428.4

ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ ПРОГРАММА «КРИТЕРИЙ СТЬЮДЕНТА»

М.О. Смирнова, М.В. Коломина

В статье представлен программный продукт, который демонстрирует основные этапы применения критерия Стьюдента для анализа данных психолого-педагогических исследований. Дано описание основных компонентов программного продукта и возможностей использования при изучении статистических критериев.

Ключевые слова: статистический анализ, демонстрационная программа, критерий Стьюдента, программный код.

Key words: statistical analysis, demonstration program, Student's criterion, program code.

Психологу, педагогу в своей научной и практической работе постоянно приходится отбирать, классифицировать и упорядочивать те конкретные результаты, которые он получает в практическом исследовании своего объекта, связывать их с другими данными так, чтобы можно было принять верное решение. Именно обоснованные и достоверные заключения может сделать психолог на основе аппарата математической статистики [4, 7, 9, 10, 15].

Кроме элементарных операций регистрации, ранжирования и шкалирования, методы статистического анализа позволяют вычислять так называемые элементарные математические статистики, характеризующие выборочное распределение данных, например, выборочное среднее, выборочная дисперсия, мода, медиана и ряд др. Другие методы математической статистики, например, дисперсионный анализ, регрессионный анализ, позволяют судить о динамике изменения отдельных статистик выборки. С помощью третьей группы методов – корреляционного анализа, факторного анализа, методов сравнения выборочных данных – можно достоверно судить о статистических связях, существующих между переменными величинами, которые исследуют в данном педагогическом эксперименте [1, 2, 3, 6, 18, 19].

На психолого-педагогических факультетах высших учебных заведений изучаются такие спецдисциплины, как «Математические методы обработки данных психолого-педагогических исследований», «Прикладная статистика для психологов», «Математические основы психологии», при изучении которых студенты знакомятся с многофункциональными критериями, учатся использовать их в своих исследованиях [20, 21].

Используя разработанную демонстрационную программу, пользователь знакомится с основными понятиями и математико-статистическими процедурами, необходимыми для проведения математико-статистического анализа психодиагностических результатов; учится