

УДК 621.313.004.14/61+57.001.5/618.492

Программа микро-ЭВМ для статистической обработки данных исследования близнецов

Г. Б. Курашвили, Б. И. Коган

За последние десять лет количество публикаций, посвященных выяснению роли наследственных и средовых факторов в развитии и формировании ряда морфофизиологических признаков человеческого организма как у нас в стране, так и за рубежом, значительно возросло. Наряду с популяционными и генеалогическими методами исследований в медико-биологических работах широкое применение находит гемеллологический (близнецовый) метод [1, 3, 6—9, 14—16]. Близнецовый метод основан на вычислении коэффициентов внутриспарной корреляции [12] между моно- и дизиготными близнецами и на расчете показателя наследуемости Хольцингера.

Предлагаемая программа¹ (табл. 1, 2) предназначена для программируемых микро-ЭВМ «Электроника БЗ-34» и их аналогов

Таблица 1. Текст программы

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	1	01	32	+	10	64	ИП4	64
01	П6	46	33	↑	0Е	65	↑	0Е
02	Сх	0Г	34	ИП5	65	66	ИП7	67
03	П0	40	35	+	10	67	2	02
04	П3	43	36	П5	45	68	÷	13
05	П4	44	37	ИП0	60	69	—	11
06	П5	45	38	↑	0Е	70	2	02
07	С/П	50	39	ИП6	66	71	х	12
08	П1	41	40	+	10	72	ИП8	68
09	С/П	50	41	П0	40	73	÷	13
10	П2	42	42	БП	51	74	П3	43
11	ИП1	61	43	07	07	75	ИП8	68
12	↑	0Е	44	ИП3	63	76	2	02
13	ИП2	62	45	Фх ²	22	77	÷	13
14	÷	10	46	2	02	78	↑	0Е
15	↑	0Е	47	÷	13	79	ИП0	60
16	ИП3	63	48	↑	0Е	80	÷	13
17	+	10	49	ИП0	60	81	П2	42
18	П3	43	50	÷	13	82	1	01
19	ИП1	61	51	П7	47	83	ИП3	63
20	↑	0Е	52	ИП3	63	84	+	10
21	ИП2	62	53	2	02	85	П8	48
22	х	12	54	÷	13	86	1	01
23	↑	0Е	55	↑	0Е	87	ИП3	63
24	ИП4	64	56	ИП0	60	88	—	11
25	+	10	57	÷	13	89	П7	47
26	П4	44	58	П1	41	90	÷	13
27	ИП1	61	59	ИП5	65	91	Ф3	18
28	Фх ²	22	60	↑	0Е	92	2	02
29	↑	0Е	61	ИП7	67	93	÷	13
30	ИП2	62	62	—	11	94	П4	44
31	Фх ²	22	63	П8	48	95	С/П	50

¹ Помощь в разработке настоящей программы оказал канд. техн. наук Р. И. Круподеров.

Таблица 2. Инструкция к программе

Содержание	Наб- рать число	Выполнить ко- манду	Результат
1. Перейти в режим програм- мирования		Ф ПРГ	00
2. Ввести программу (см. табл. 1)			50 44 13 96
3. Перейти в режим счета		Ф АВТ В/О С/П	0
4. Занести первое число из па- ры (МЗ)	x	С/П	x
5. Занести второе число из па- ры (МЗ)	x'	С/П	1 — номер пары
6. Если данные исчерпаны, нет к п. 4		С/П	
7. В регистрах		БП 44 С/П ИП 0 ИП 1 ИП 2 ИП 3 ИП 4	число «Z» (для МЗ пар) число пар (n) среднее арифметическое ($\bar{X}$) дисперсия (S^2) коэф. корреляции (r) число «Z»
8. Выполнить команды		2 F — ↑ ИП 4 x П5	значение t-критерия
9. Выполнить переход		ИП 3 П 9 В/О С/П	0
10. Занести первое число из пары (ДЗ)	y	С/П	y
11. Занести второе число из пары (ДЗ)	y'	С/П	1 — номер пары
12. Если данные исчерпаны, нет к п. 10		С/П	
13. В регистрах как в п. 7		БП 44 С/П	число «Z» (для ДЗ пар)
14. Выполнить команды, как в п. 8		см. п. 7	см. п. 7
15. Выполнить команды		см. п. 8 1 ↑ИП 3 — П8 ИП 9 ↑ ИП 3 — ИП 8 ÷ П6 Сх В/О С/П	см. п. 8 показатель наследуемости Хольцингера (H)
16. Для нового счета выполнить			0
17. Далее как в п. 4			

(«Электроника МК-54», «Электроника МК-56», «Электроника МК-61» и «Электроника МК-52», при этом необходимо заменить обозначения следующих клавиш: «↑» на «В↑», «ху» на «↔», «ИП» на «П→х», «П» на «х→П»). Преимуществом нашей программы перед известными [2, 4, 5, 11, 13] является то, что определяемые статистические параметры вычисляли с помощью одной программы, что значительно сокращает время вычислений.

Целью нашей работы явилось описание программы для микро-ЭВМ «Электроника БЗ-34» и их аналогов по вычислению основных статистических величин вариационного ряда, коэффициентов внутрипарной корреляции и показателя наследуемости Хольцингера.

Порядок работы состоял из выбора и преобразования алгоритмов, составления и отладки программы, введения программы в память микро-ЭВМ, описания инструкции к программе и вывода полученных данных из памяти на индикатор микрокалькулятора.

В близнецовых исследованиях наиболее часто применяется вычисление коэффициентов внутрипарной корреляции (r) по Фишеру [12]:

$$r = \frac{1}{nS^2} \sum_{i=1}^n [(x - \bar{X})(x' - \bar{X})], \quad (1)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (x + x'), \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{1}{2n} \left[\sum_{i=1}^n (x - \bar{X})^2 + \sum_{i=1}^n (x' - \bar{X})^2 \right], \quad (3)$$

где $\bar{X}$ — значение средней арифметической, S^2 — дисперсия, n — число пар, x и x' — один и тот же признак у одной пары монозиготных (МЗ) или дизиготных (ДЗ) близнецов.

Достоверность коэффициентов внутрипарной корреляции оценивали «Z»-преобразованием [13]:

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}, \quad (4)$$

где $\ln$ — натуральный логарифм.

Значимость «Z» проводят с помощью t-критерия [10]:

$$t = \frac{Z}{S_Z}, \quad (5)$$

где

$$S_Z = \frac{1}{\sqrt{n-1,5}} \text{ — средняя ошибка для «Z»}. \quad (6)$$

Для удобства программирования на микро-ЭВМ алгоритмы 1 и 3 необходимо преобразовать и тогда они примут следующий вид:

$$r = \frac{2 \left[\sum_{i=1}^n x x' - \bar{X}^2 n \right]}{\sum_{i=1}^n (x^2 + x'^2) - 2\bar{X}^2 n}, \quad (7)$$

$$S^2 = \frac{1}{2n} \left[\sum_{i=1}^n (x^2 + x'^2) - 2\bar{X}^2 n \right]. \quad (8)$$

На основании полученных данных вычисляется показатель наследуемости Хольцингера (H):

$$H = \frac{r_{\text{МЗ}} - r_{\text{ДЗ}}}{1 - r_{\text{ДЗ}}}, \text{ при } 0 < H < 1. \quad (9)$$

Контрольный пример:

а) значения признака для МЗ пар —

$x = 4,6; 8,2; 10,5; 4,9; 4,5; 5,4$

$x' = 4,1; 9,3; 7,7; 6,1; 6,5; 3,2$.

Ответ: ИП 0 — 6 (число пар); ИП 1 — 6,25 (среднее арифметическое); ИП 2 — 4,6341666 (дисперсия); ИП 3 — 0,64790505 (коэффициент корреляции); ИП 4 — 0,7716795 (значение «Z»); выполнить команды, как в п. 8 — ИП 5 — 1,0913196 (значение t-критерия).

Далее выполнить переход, как в п. 9.

б) значения признака для ДЗ пар —

$y = 3,1; 7,6; 9,1; 5,7; 5,0; 6,1$

$y' = 3,0; 8,3; 8,7; 8,9; 9,8; 9,9$.

Ответ: ИП 0 — 6; ИП 1 — 7,1; ИП 2 — 5,5666666; ИП 3 — 0,2757485; ИП 4 — 0,28307479; выполнить команды, как в п. 8 — ИП 5 — 0,40032818.

Время занесения и обработки одной пары чисел 13 с. Время вычисления до останова — 20 с.

Выполнить переход, как в п. 15, на индикаторе показатель наследуемости Хольцингера — $H = 0,51384981$.