

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ ДЛЯ ЭВМ ПРИ ОБРАБОТКЕ
НАУЧНЫХ ДАННЫХ**

Л.В. Ефимова

*Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия*

Аннотация. В статье приведены сведения о компьютерных программах, позволяющих оценить быков-производителей по качеству потомства методом «дочери-сверстницы», проанализировать иммуногенетические данные крупного рогатого скота, биометрически обработать цифровые данные, полученные при проведении исследований. Программы предназначены для научных работников, аспирантов, магистрантов, студентов.

Ключевые слова: *компьютерная программа, оценка быков-производителей, иммуногенетические данные, биометрическая обработка, корреляция, дисперсионный анализ, достоверность.*

**APPLICATION OF THE COMPUTER PROGRAM “ANALYSIS OF
IMMUNOGENETIC DATA OF CATTLE” IN ANIMAL BREEDING**

L. V. Efimova

*Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Agriculture –
Separate Division of FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*

Abstract. The article provides information on computer programs that are intended to evaluate sires by the quality of their offspring using the "daughter-peer" method, analyze immunogenetic data of cattle, and biometrically process digital data obtained during research. The programs are intended for researchers, postgraduates, master's students, and students.

Keywords: *computer program, sires evaluation, immunogenetic data, biometric processing, correlation, dispersion analysis, reliability.*

В творческой деятельности научного работника, аспиранта, зооинженера и ветеринарного врача важное место занимает проведение экспериментальных исследований, позволяющих оценить результаты влияния различных генетических и паратипических факторов на хозяйственно-полезные признаки животных, выявить такие закономерности, которые обычно скрыты случайной формой своего проявления.

Определение надежности научных диагнозов и прогнозов, выдвижение научных рекомендаций о массовом применении новых методов кормления,

разведения, лечения и репродуктивного использования сельскохозяйственных животных требует установления достоверности результатов тех исследований, на основе которых делаются соответствующие выводы и даются рекомендации. Для этого приходится применять простые и сложные математические методы.

Для ускорения процесса обработки опытных данных всё чаще исследователи применяют компьютерные программы, которые позволяют уменьшить число счётных ошибок, описок, просчётов, которые не редки при проведении расчётов вручную с помощью калькулятора и встречаются при использовании компьютера при применении неверных методов расчёта. Обработка большого массива информации зачастую требует много времени и сил. В настоящее время существует немалое количество компьютерных программ, позволяющих провести биометрическую обработку данных, большинство из них требует наличия определённых навыков.

Цель работы: разработка компьютерных программ для автоматизации обработки опытных данных в зоотехнии.

Задачи:

- разработать пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных;
- разработать программу для анализа количественных признаков в зоотехнии;
- разработать программу для оценки быков-производителей по качеству потомства;
- разработать программу для анализа иммуногенетических данных крупного рогатого скота

Методика исследований. В процессе работы над созданием программ для ЭВМ были проанализированы источники литературы, выбраны методы численного решения, разработаны алгоритмы и наполнены модули программ. При разработке программ использовались методические руководства Н.А. Плохинского [1], Г.Ф. Лакина [2], Л.А. Васильевой [3], С.П. Дегтяревой и О.В. Щеглова [4]. Применялись формулы статистического анализа количественных и альтернативных признаков.

Достоверность разности между сравниваемыми группами в программах «Биометрический анализ количественных признаков» и «Анализ иммуногенетических данных крупного рогатого скота» находится с учётом численности сравниваемых групп: равночисленные ($n_1=n_2$), или не равночисленные ($n_1 \neq n_2$).

Вероятность родства дочерей с их отцами и матерями в программе «Анализ иммуногенетических данных крупного рогатого скота» находится отношением количества общих антигенов, встречающихся у дочерей и их родителей (или одного из родителей), к количеству антигенов дочери; показатель выражается в процентах.

Результаты исследований. Разработана программа для ЭВМ «Пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных». Программа включает корреляционный и дисперсионный анализы количественных

признаков, позволяет рассчитать 18 статистических показателей объемом выборки 1000 голов, количеством обрабатываемых групп – 10, признаков – 10, установить ошибку и достоверность значений коэффициента корреляции при известных его значениях. Расчёт ошибки коэффициента корреляции производится с учётом объёма выборки: малая (<50 пар), или большая (>50 пар). Экранные формы программы приведены на рисунке 1.

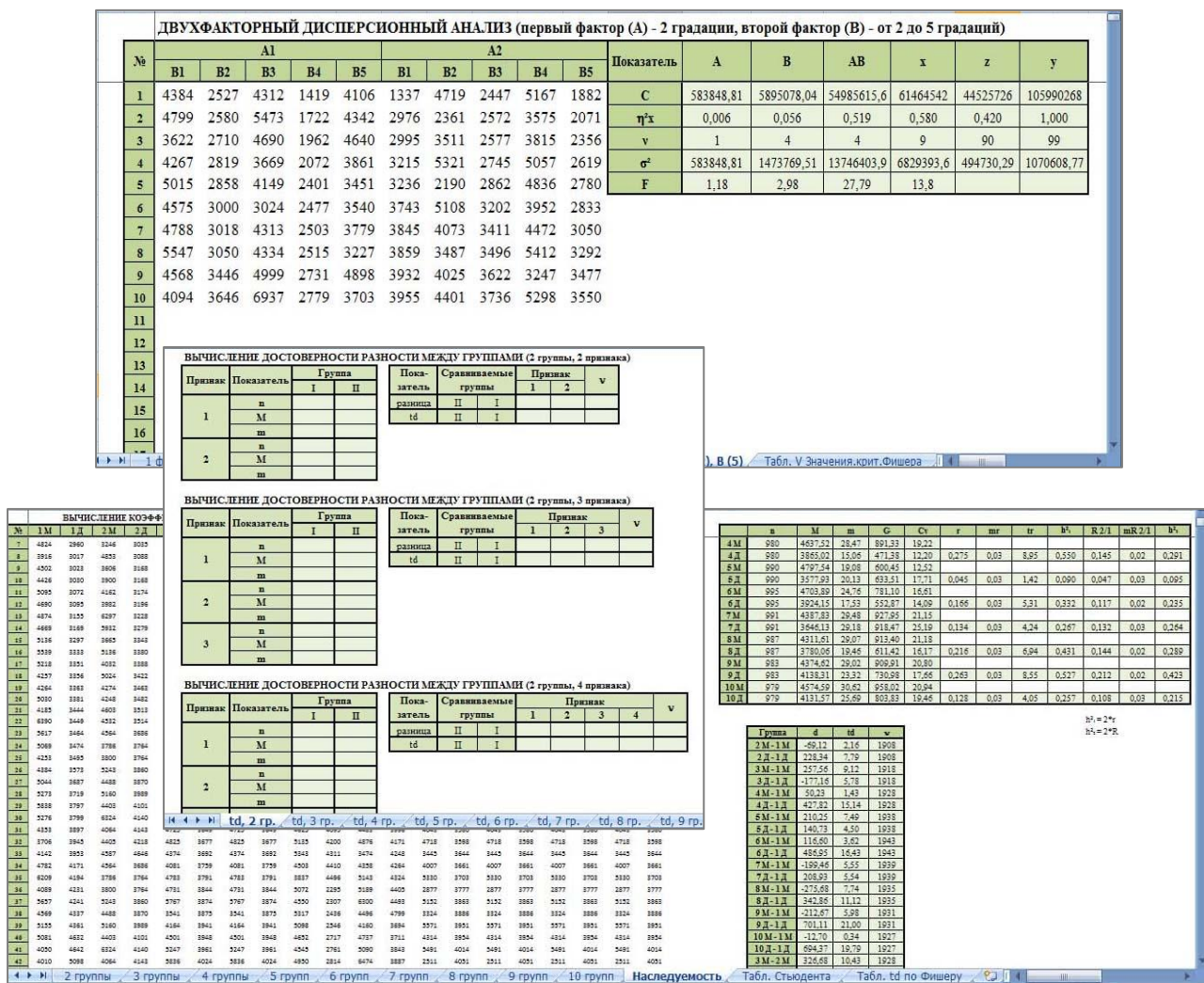


Рисунок 1 – Экранные формы листов программ «Пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных»

Разработана программа «Биометрический анализ количественных признаков в зоотехнии», которая в отличие от программы «Пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных» позволяет обработать большее количество данных (объем выборки – 5000 голов, групп – 20, признаков – 50), определить достоверность разницы выборочных групп с учётом их численности (равночисленные или не равночисленные), установить степень достоверности разницы (*; **; ***), рассчитать множественный коэффициент корреляции (3 признака), осуществить двух-факторный дисперсионный анализ проводится для большего числа градаций (3 вместо 2).

Экранные формы программы приведены на рисунке 2.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ И НАСЛЕДУЕМОСТЬ ПРИЗНАКОВ (Мать-Дочь)												
Исх. данные												
Исх. данные (1) (Мать) - Исх. данные (2) (Дочь)												
Признак	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Показатель	Удой за 305 л лакт., кг	Жир за 305 л лакт., %	Белок за 305 л лакт., %	Удой за 305 л лакт., кг	Жир за 305 л лакт., %	Белок за 305 л лакт., %	Удой за 305 л лакт., кг	Жир за 305 л лакт., %	Белок за 305 л лакт., %	Удой за 305 л лакт., кг	Жир за 305 л лакт., %	Белок за 305 л лакт., %
Кол-во пар	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
r	0,535	0,65	0,293	0,535	0,65	0,293	0,535	0,65	0,293	0,535	0,65	0,293
m _z	0,2439	0,2194	0,276	0,2439	0,2194	0,276	0,2439	0,2194	0,276	0,2439	0,2194	0,276
t _z	2,19	2,96	1,06	2,19	2,96	1,06	2,19	2,96	1,06	2,19	2,96	1,06
P _z (0,95; 0,99; 0,999); +, **, ***, ***	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
r ± m _r	0,535±0,2439	0,65±0,2194	0,293±0,276	0,535±0,2439	0,65±0,2194	0,293±0,276	0,535±0,2439	0,65±0,2194	0,293±0,276	0,535±0,2439	0,65±0,2194	0,293±0,276
h ² (h _z =2 · r)			0,586			0,586			0,586			0,586
h ² (h _z =2 · r · σ _z /σ _r)			0,488			0,488			0,488			0,488
t _z в зависимости от n (100)	2	2,57	0,99	2	2,57	0,99	2	2,57	0,99	2	2,57	0,99
Z	0,604	0,776	0,299	0,604	0,776	0,299	0,604	0,776	0,299	0,604	0,776	0,299
σ _z	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302
ГДИ нижняя	-0,05	0,06	-0,3	-0,05	0,06	-0,3	-0,05	0,06	-0,3	-0,05	0,06	-0,3
ГДИ верхняя	1,13	1,24	0,88	1,13	1,24	0,88	1,13	1,24	0,88	1,13	1,24	0,88
Δ _z	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
r	0,54	0,65	0,29	0,54	0,65	0,29	0,54	0,65	0,29	0,54	0,65	0,29
Р _{выс} (P=0,95)	14	9	46	14	9	46	14	9	46	14	9	46

Вторая группа (Мать-Дочь): Исх. данные (3) (Мать) - Исх. данные (4) (Дочь) r - коэффициент корреляции; m_r - ошибка коэффициента корреляции; t_z - достоверность коэффициента корреляции; t_r в зависимости от n (100)

Признак		ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНИЦ МЕЖДУ ГРУППАМИ (t _z)									
Исх. данные		1-2 группы (1-я пара Мать-Дочь)					Итоговые таблицы с основными				
Сравняемые группы	Показатель	Удой за 305 л лакт., кг	Жир за 305 л лакт., %	Белок за 305 л лакт., %	Удой за 305 л лакт., кг	Жир за 305 л лакт., %	Белок за 305 л лакт., %	Удой за 305 л лакт., кг	Жир за 305 л лакт., %	Белок за 305 л лакт., %	Удой за 305 л лакт., кг
2 с 1	d	982,142	0,05	0,023	982,142	0,05	0,023	982,142	0,05	0,023	982,142
	t _d	3,38	1,46	1,4	3,38	1,46	1,4	3,38	1,46	1,4	3,38
	P _d в %, ***, ****	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
1	v	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	r	0,535	0,65	0,293	0,535	0,65	0,293	0,535	0,65	0,293	0,535
	m _r	0,2439	0,2194	0,276	0,2439	0,2194	0,276	0,2439	0,2194	0,276	0,2439
2	t _r	2,19	2,96	1,06	2,19	2,96	1,06	2,19	2,96	1,06	2,19
	P _r в %, ***, ****	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	M	4421,429	3,846	3,057	4421,429	3,846	3,057	4421,429	3,846	3,057	4421,429
1	m	5403,571	3,896	3,08	5403,571	3,896	3,08	5403,571	3,896	3,08	5403,571
	m	254,7316	0,043	0,015	254,7316	0,043	0,015	254,7316	0,043	0,015	254,7316
	m	332,1392	0,038	0,0125	332,1392	0,038	0,0125	332,1392	0,038	0,0125	332,1392

Условные обозначения: d - разница между группами; t_d - достоверность разницы между группами (t_d=d/КОРЕНЬ(m₁²+m₂²+2*m₁*m₂); n - количество голов в группе; M - средняя арифметическая; m - ошибка

n - число степеней свободы рассчитано по формуле: n = n₁ - 1; *, **, ***, **** - при P>0,95; P>0,99; P>0,999

Исходные данные		Исходные данные										Исходные данные															
Исходные данные		Результаты (данные 1)					Результаты (данные 2)					Результаты (данные 3)					Результаты (данные 4)										
Показатель	А	В	AB	x	z	у	Показатель	А	В	AB	x	z	у	Показатель	А	В	AB	x	z	у	Показатель	А	В	AB	x	z	у
C	583849	5895078	54985616	61464542	44525726	105990268	C	583849	5895078	54985616	61464542	44525726	105990268	C	583849	5895078	54985616	61464542	44525726	105990268	C	583849	5895078	54985616	61464542	44525726	105990268
m _r	0,006	0,056	0,519	0,580	0,420	1,000	m _r	0,006	0,056	0,519	0,580	0,420	1,000	m _r	0,006	0,056	0,519	0,580	0,420	1,000	m _r	0,006	0,056	0,519	0,580	0,420	1,000
v	1	4	4	9	90	99	v	1	4	4	9	90	99	v	1	4	4	9	90	99	v	1	4	4	9	90	99
σ _r	583849	1473769,5	13746404	6829394	494730,29	1070669,8	σ _r	583849	1473769,5	13746404	6829394	494730,29	1070669,8	σ _r	583849	1473769,5	13746404	6829394	494730,29	1070669,8	σ _r	583849	1473769,5	13746404	6829394	494730,29	1070669,8
F	1,18	2,98	27,79	13,8			F	1,18	2,98	27,79	13,8			F	1,18	2,98	27,79	13,8			F	1,18	2,98	27,79	13,8		

Рисунок 2 – Экранные формы kbsnjd программы «Биометрический анализ количественных признаков»

Разработана программа «Оценка быков-производителей по коровам-дочерям», позволяющая оценить быков по удою и жирномолочности дочерей методом «дочери-сверстницы», рассчитать показатели сверстниц (дочерей быка и коров стада), определить племенные категории по удою и содержанию жира в молоке у дочерей дочерей, а также произвести расчёт обобщённой оценки племенной ценности быков-производителей (n=20) по результатам 20 оценок.

Для расчёта показателей сверстниц дочерей быков в программе представлены электронные таблицы для исходных данных по молочной продуктивности дочерей 2, 3 ... 10, 20, 30 ..., 100, 300, 500, 1000, 2000 и 3000 быков-производителей (рис. 3а). На рисунке 3б показана экранная форма листа, в котором производится определение племенных категорий быков-производителей с известными данными сверстниц дочерей (n= 3000 голов).

Оценка быков по удою и жирности молока																															
№	Год	Хозяйство	Отец	Дочери						Сверстницы (дочери баков)						Сверстницы (коровы стада)															
				кол-во	удой, кг	жир, %	молочный жир, кг	кол-во	удой, кг	жир, %	молочный жир, кг	факт. разница, кг	скорр. разница, кг	плем. ценность, балла	категория (I гр. пород)	факт. разница, %	категория (II гр. пород)	плем. ценность, балла	категория (I гр. пород)	факт. разница, %	категория (II гр. пород)										
1	2009	Берёзово Кент 896	36	4403,8	4,51	198,6	30	4042,0	3,84	159,3	361,8	271,4	6,7	A1	0,57	B1	A1	B1	664	4220,6	4,10	173	183,2	137,4	3,3	A2	0,41	B1	A1	B1	
2	2010	Новосел Кент 447	30	4042	3,94	159,3	36	4403,8	4,51	198,6	-361,8	-264,1	-6,0	Y	-0,57	Y	Y	Y	670	4238,4	4,13	175	-196,4	-143,4	-3,4	Y	-0,19	Y	N	Y	
Итого по дочерям баков				66	4239,3	4,25	180,2													700	4230	4,12	174,3								

Рисунок 3 – Экранные формы листов программы «Оценка быков-производителей по коровам-дочерям»
 Разработана компьютерная программа для ЭВМ «Анализ иммуногенетических данных крупного рогатого скота». Экранные формы листов программы показаны на рисунке 4.

Оценка быков по удою и жирности молока																																
№	Год	Хозяйство	Отец	Дочери						Сверстницы						± (Дочери-сверстницы)																
				кол-во	удой, кг	жир, %	молочный жир, кг	кол-во	удой, кг	жир, %	молочный жир, кг	факт. разница, кг	скорр. разница, кг	плем. ценность, балла	категория (I гр. пород)	факт. разница, %	категория (II гр. пород)	плем. ценность, балла	категория (I гр. пород)	факт. разница, %	категория (II гр. пород)											
1	2006	Красноуральское Азов 2548	26	3548,3	4,05	143,7	159	3838,6	4,10	157,4	-290,3	-203,2	-5,3	Y	-0,05	N	Y	N														
2	2011	Ишимское Алтай 24792	14	4322,9	3,94	170,3	370	4434,5	3,88	172,1	-111,6	-58	-1,3	N	0,06	N	N	B3														
3	2008	Назаровское Антракт 39971	16	5314,6	3,91	207,8	483	5306,1	4,00	212,2	8,5	4,9	0,1	N	-0,09	Y	N	N														
4	2006	Красноуральское Быстрый 9312	20	3908,2	3,86	150,9	165	3784,4	4,12	155,9	123,8	79,2	2,1	N	-0,26	Y	A3	Y														
5	2008	Красноуральское Василек 8675	59	4753,8	4,00	190,2	256	5067,5	4,38	222	-313,7	-254,1	-5,0	Y	-0,38	Y	Y	Y														
6	2012	Красный Мая Веселый	62	5427,7	3,98	216	172	5391,9	3,95	213	35,8	29,7	0,6	N	0,03	N	N	B3														
7	2012	Красный Мая Витный	30	5284,2	3,96	209,3	204	5418,6	3,96	214,6	-134,4	-98,1	-1,8	N	0,00	N	N	N														
8	2012	Большеураинск Витант	14	4439,7	4,12	182,9	337	4034,6	4,11	165,8	405,1	210,7	5,2	A1	0,01	N	A1	B3														
9	2012	Большеураинск Висмут	46	4095,5	4,11	168,3	305	4044,1	4,11	166,2	51,4	40,6	1,0	N	0,00	N	A3	N														
10	2012	Красный Мая Висмут	41	5342,9	3,95	211	193	5413,8	3,96	214,4	-70,9	-54,6	-1,0	N	-0,01	N	N	N														
11	2012	Красный Мая Водород	31	5595,8	3,96	221,6	203	5371,7	3,96	212,7	224,1	163,6	3,0	A1	0,00	N	A1	N														
12	2007	Тубинск Восход 5844	37	4252,8	4,12	175,2	397	4351,7	4,21	183,2	-98,9	-74,2	-1,7	N	-0,09	N	N	N														
13	2008	Красный Мая Восход 5844	98	5396,2	3,94	212,6	298	5151,7	3,99	205,6	244,5	215,2	4,2	A1	-0,05	N	A1	N														
14	2007	Тубинск Глиссер 9748	42	4184,4	4,24	177,4	392	4360,3	4,19	182,7	-175,9	-135,4	-3,1	Y	0,05	N	A1	B1														

Рисунок 2 – Экранные формы листов программы «Анализ иммуногенетических данных крупного рогатого скота»

Программа позволяет рассчитать частоты антигенов и аллелей из данных иммуногенетических тестов; сопоставить антигенные факторы у родителей и потомков, определить вероятность родства потомка с одним из родителей, с обоими родителями; определить достоверность разницы частот антигенов и аллелей у сопоставляемых групп животных, установить индекс генетического сходства и генетического расстояния несколькими методами; сформировать таблицы с результатами анализа.

Заключение. Разработаны 4 компьютерные программы, автоматизирующие процесс обработки опытных данных, позволяющие значительно сократить время на их обработку.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России, номер государственного учёта НИОКТР: 122031400484-7.

Литература

1. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – 2-е изд. – Москва: Изд-во МГУ, 1970. – 369 с.

2. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебник / Г. Ф. Лакин. – М.: «Высшая школа», 1973. – С. 157–158.

3. Васильева, Л. А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве / Л. А. Васильева. – Новосибирск, 2007. – С. 86–88.

4. Дегтярева, С. П. Методические указания по оценке быков по качеству потомства / С. П. Дегтярева и О. В. Щеглов. – Ленинград, 1987. – 34 с.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013660647. Российская Федерация. Пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных: 2013617467: заявл. 19.08.2013: опубл. 13.11.2013 / Л. В. Ефимова; правообладатель ГНУ Красноярский НИИЖ Россельхозакадемии.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021619580. Российская Федерация. Биометрический анализ количественных признаков в зоотехнии: 2021618613: заявл. 04.06.2021: опубл. 15.06.2021. ОБПБТ № 6 / Л. В. Ефимова; правообладатель ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021614478. Российская Федерация. Оценка быков-производителей по коровам-дочерям: № 2021613631: заявл. 23.03.2021: опубл. 25.03.2021. ОБПБТ № 4 / Ефимова Л. В.; правообладатель ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660011. Российская Федерация. Анализ иммуногенетических данных крупного рогатого скота: 2022619287: заявл. 25.05.2022: опубл. 27.05.2022. ОБПБТ № 6 / Л. В. Ефимова; правообладатель ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».