

## **КОМБІНОВАНИЙ АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ У ВІВЧАРСТВІ**

**О. І. Горлов, К. А. Івіна, І. О. Мокєєв,  
О. П. Чічаєва, А. В. Щербаків**  
ascitsr\_priemnaya@ukr.net

Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова  
«Асканія-Нова» - Національний науковий селекційно-генетичний  
центр з вівчарства  
вул. Червоноармійська, 1, смт Асканія-Нова, Чаплинський р-н,  
Херсонська обл., 75230, Україна

*Сучасна селекція тварин базується на уявленні про полігенну природу продуктивних ознак. В їх формуванні приймають участь як генотип, так і фактори середовища. Для комплексної оцінки тварин застосовуються селекційні індекси, а в останній час увага все більше приділяється різним моделям методу BLUP – найкращому лінійному незміщеному прогнозу. Суть цього методу полягає у використанні статистичних поправок на вплив факторів, що враховуються. Визначалась племінна цінність 9 баранів-плідників за комбінованим алгоритмом трьома методами послідовно за кожною з селекційних ознак: модернізованим методом дочка-ровесниця з урахуванням кількості ефективних дочок (СС, для обчислення фактичного значення), методами BLUP і селекційних індексів Хейзеля (для теоретичних значень). В результаті одержано субіндекси, які об'єднано в індекси оцінки тварин за комплексом ознак. При цьому була застосована формалізована лінійна модель одного вигляду. Вирішувалося завдання визначення найбільш прийнятної моделі оцінки овець за комплексом ознак, а для виключення суб'єктивності при виборі використано математичний апарат багатомірного векторного простору. Критерієм найбільш прийнятної вважається модель, модуль різниці векторів якої між фактичним і теоретичним значенням є мінімальним, за умови, що порівнювальні вектори колінеарні і мають однакову направленість.*

*Показано, що найбільш прийнятним методом визначення племінної цінності з точки зору критерію є BLUP. Однак, враховуючи не такі високі значення різниці модулів і простіший алгоритм підготовки вхідних даних метод селекційних індексів Хейзеля також може бути застосовано у вівчарстві.*

**Ключові слова:** племінна цінність, селекційні індекси, BLUP, комплексна оцінка тварин, алгоритм, лінійна модель, вектор.

## **THE COMBINED ALGORITHM DETERMINATION of BREEDING VALUE in the SHEEP BREEDING**

**O. I. Horlov, K. A. Ivina, I. O. Mokeyev,  
O. P. Chichayeva, A. V. Shcherbakov**  
ascitsr\_priemnaya@ukr.net

Ascania Nova Institute of Animal Breeding in the Steppe Regions  
named after M. F. Ivanov - National Scientific Selection-Genetics  
Center for Sheep Breeding  
Chervonoarmiyska Street, 1, Askania Nova, Chaplinka district, Kherson  
region, 75230, Ukraine

*Modern animal breeding builds on an idea about the polygenic nature of the productive traits. In their formation participate as a genotype so and the environmental factors. The selection indexes are used for integrated assessment of animals. And more recently attention is increasingly being paid to the different models of a method BLUP which is the best linear unbiased prediction. The essence of this method is to use statistical corrections for the influence of the factors taken into account. It has been determined the breeding value of 9 rams-sires by combined algorithm using three methods consistently for each of the selection traits. For that was used a modernized method of daughter-coeval with a record number of effective daughters (CC, to calculate the actual values), BLUP methods and selection indices of Hazel (for theoretical values). As the result we have obtained the sub-indices which are combined into indices of the assessment of animals according to a complex of traits. When this was applied formalized linear model of the same species. It was solving the problem of determining the most appropriate valuation models sheep concerning the complex of their traits, and to avoid the subjectivity in the choice of investigation methods was used the mathematical tools multidimensional vector space. As a criterion is considered the most appropriate model, the modulus which has the minimal difference between vectors of the actual and the theoretical value, provided that comparative vectors are collinear and have the same orientation.*

*It is shown that the most appropriate method of determining the breeding value from the point of view of the criterion is BLUP. However, given not as high values for the difference of modules and simple algorithm for the input data, the method of selection indices of Hazel can also be applied in sheep breeding.*

**Keywords:** breeding value, selection indices, BLUP,  
a comprehensive evaluation of animals, algorithm, linear model,  
vector.

# КОМБИНИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ В ОВЦЕВОДСТВЕ

А. И. Горлов, Е. А. Ивина, И. А. Мокеев,  
Е. П. Чичаева, А. В. Щербаков  
ascitsr\_priemnaya@ukr.net

Институт животноводства степных районов имени М. Ф. Иванова  
«Аскания-Нова» - Национальный научный селекционно-  
генетический центр по овцеводству  
ул. Красноармейская, 1, пгт Аскания-Нова, Чаплинский р-н,  
Херсонская обл., 75230, Украина

*Современная селекция животных базируется на представлении о полигенной природе продуктивных признаков. В их формировании принимают участие как генотип, так и средовые факторы. Для комплексной оценки животных применяются селекционные индексы, а в последнее время внимание все больше уделяется разным моделям метода BLUP - наилучшему линейному несмещенному прогнозу. Суть этого метода заключается в использовании статистических поправок на влияние учитываемых факторов. Определалась племенная ценность 9 баранов-производителей по комбинированному алгоритму тремя методами последовательно по каждому из селекционных признаков: модернизированным методом дочь-сверстница, с учетом количества эффективных дочерей (СС, для вычисления фактического значения), методами BLUP и селекционных индексов Хейзеля (для теоретических значений). В результате получены субиндексы, которые объединены в индексы оценки животных по комплексу признаков. При этом была применена формализованная линейная модель одного вида. Решалась задача определения наиболее приемлемой модели оценки овец по комплексу признаков, а для исключения субъективности при выборе использован математический аппарат многомерного векторного пространства. Критерием считается наиболее приемлемая модель, модуль разности векторов которой между фактическим и теоретическим значением является минимальным, при условии, что сравнительные векторы коллинеарны и имеют одинаковую направленность.*

*Показано, что наиболее приемлемым методом определения племенной ценности с точки зрения критерия является BLUP. Однако, учитывая не такие высокие значения разности модулей и простой алгоритм подготовки входных данных, метод селекционных индексов Хейзеля также может быть применен в овцеводстве.*

**Ключевые слова:** племенная ценность, селекционные индексы, BLUP, комплексная оценка животных, алгоритм, линейная модель, вектор.

Теоретичною основою сучасної селекції тварин є уявлення про полігенну природу продуктивних ознак і участі в їх формуванні як генотипу, так і факторів середовища. Більшість методів оцінки враховують, як правило, тільки одну або невелику кількість ознак. Разом з тим, племінна цінність і продуктивність тварин визначається всім генотипом [1]. Тому селекціонери шукали шляхи, які б дозволили дати загальну оцінку тварини. Для комплексної оцінки тварин почали використовувати селекційні індекси, які представляють собою рівняння, що дає узагальнену оцінку тварини за рядом продуктивних ознак [2]. Кожній ознаці приписується певна частка, що визначає її вклад у сумарну оцінку. Селекційний індекс може включати всі види продуктивності. У теперішній час для оцінки племінної цінності тварин в усьому світі все більше застосовують різні лінійні моделі методу BLUP – найкращого лінійного незміщеного прогнозу. Суть цього методу полягає у використанні статистичних поправок на вплив факторів, що піддаються обліку. У цього метода є багато спільного з селекційними індексами, але відмінність BLUP – це статистичне незміщення, що досягається за рахунок одночасного визначення племінної цінності та впливу середовища [3-5].

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження проведено в ДП «ДГ ІТСП «Асканія-Нова» на 9 баранах-плідниках асканійської тонкорунної породи овець за даними 150 потомків та їх матерів. За ретроспективними та поточними даними фактичне значення племінної цінності тварин за кожною з селекційних ознак, які включені до комплексної оцінки, визначалося модернізованим методом дочка-ровесниця з урахуванням кількості ефективних дочок (CC), а теоретичне значення - методами BLUP і селекційних індексів Хейзеля в середовищі баз даних.

Для оцінки племінної цінності трьома методами, які названі вище, застосована формалізована модель, рівняння якої має наступний загальний вигляд:

$$I = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_m * X_m, \quad (1)$$

де I – індекс племінної цінності за комплексом ознак, які селекціонуються;

$b_0$  - вільний член рівняння дорівнює 100;

$b_1, b_2, \dots, b_m$  – шукані коефіцієнти селекційно-генетичної значущості;

$X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_m$  – змінні величини.

Алгоритми визначення коефіцієнтів селекційно-генетичної значущості та змінних величин залежать від використовуваного методу.

**Результати досліджень.** Племінну цінність 9 баранів-плідників визначено за комбінованим алгоритмом, який включає три вище названі методи за такими селекційними ознаками: настриг вовни, довжина вовни та жива маса потомків і їх матерів. Племінна цінність визначалась за кожною з ознак. При цьому одержували субіндекс, а далі субіндекси за допомогою формули (1) об'єднували в комплексний індекс. Результати досліджень викладені у таблицях 1 та 2, де стовпці з назвою селекційних ознак представляють собою оцінку племінної цінності баранів-плідників за відповідною ознакою (субіндекс), а стовпці 5 та 6 є індекси комплексної оцінки, які визначені методами СС, BLUP та СІ.

**Таблиця 1. Комплексна оцінка племінної цінності баранів-плідників за методом СС**

Номер барана	EBV за СС			Індекс
	довжина	Маса	настриг	
UA650000477	0,051	0,514	0,020	100,984
UA6500030881	0,026	0,125	0,029	100,401
UA6500030908	-0,031	0,390	0,035	100,702
UA6500030911	0,058	0,243	0,035	100,694
UA6500030912	0,083	-0,418	0,040	99,796
UA6500033564	0,002	0,050	0,009	100,101
UA6500033587	-0,033	-0,069	-0,010	99,715
UA6500036919	-0,081	-0,674	-0,107	98,059
UA6500037033	-0,028	-0,110	-0,028	99,547

Визначення найбільш прийнятної моделі оцінки племінної цінності тварин проводилося за методом, суть якого у наступному.

Оцінки племінної цінності кожного плідника з сукупності тварин, які визначені трьома методами (фактичного і двох теоретичних), представляються координатами векторів багатомірного векторного простору, розмірність якого дорівнює кількості тварин, які оцінюються. Найбільш прийнятною вважається модель, модуль різниці векторів якої між фактичним і теоретичним значенням буде мінімальним, за умови, що порівнювальні вектори колінеарні і мають однакову направленість. Колінеарність векторів визначається попе-

**Таблиця 2. Комплексна оцінка племінної цінності баранів-плідників за методами BLUP та CI**

Номер барана	EBV за BLUP			Індекси	
	довжина	Маса	настриг	BLUP	CI
UA6500000477	0,035	-0,080	-0,027	99,790	103,025
UA6500030881	-0,035	0,080	0,027	100,210	102,427
UA6500030908	0,000	0,000	0,000	100,000	101,596
UA6500030911	0,273	0,509	0,081	101,944	103,373
UA6500030912	0,371	0,893	0,315	104,289	103,329
UA6500033564	-0,006	0,043	0,040	100,312	102,312
UA6500033587	-0,267	-0,552	-0,121	97,743	100,998
UA6500036919	-0,371	-0,893	-0,315	95,713	100,754
UA6500037033	0,000	0,000	0,000	100,000	100,190

редньо за правилами векторної алгебри величиною косинусу кута між ними за формулою:

$$\text{Cos}(ab) = (a \cdot b) / (|a| \cdot |b|) \quad (2)$$

де  $a \cdot b = a_{x1} \cdot b_{x1} + a_{x2} \cdot b_{x2} + \dots + a_{xi} \cdot b_{xi} + \dots$  - скалярний добуток векторів;

$a_{xi}, b_{xi} \dots$  - координати векторів (індекси оцінок);

$|a|$  та  $|b|$  - модулі векторів, які дорівнюють кореню квадратному з суми квадратів координат.

В таблиці 3 наведено результати оцінки племінної цінності баранів-плідників методами BLUP та CI у порівнянні з модернізованим методом дочки-ровесниці з врахуванням ефективних дочок.

Як слідує з наведених даних вектори племінної цінності, що визначені за усіма трьома методами, колінеарні, тому що косинус кута між ними наближається до одиниці. Це означає, що їх відмінність визначатиметься тільки модулем різниці. Найменшу відмінність від CC має оцінка за методом BLUP ніж за методом CI.

**Таблиця 3. Оцінка прийнятності моделей BLUP та CI**

Модуль різниці		Косинус кута векторів	
CC-BLUP	CC-CI	(CC, BLUP)	(CC, CI)
5,772937	6,55157	0,9997	0,9999

**Висновки.** Найбільш прийнятним методом визначення племінної цінності, з точки зору критерію є BLUP. Однак, враховуючи не такі високі значення різниці модулів і простіший алгоритм підготов-

ки вхідних даних метод селекційних індексів Хейзеля також може бути застосовано у вівчарстві.

### Список використаної літератури

1. Зиновьева Н. А. Современные методы генетического контроля селекционных процессов и сертификация племенного материала в животноводстве / Н. А. Зиновьева, П. М. Кленовицки, Е. А. Гладырь, А. А. Никишов. – М.: РУДН, 2008. – 329 с.
2. Hazel L. N. The genetic basis for constructing selection indexes Genetics, 1943. - 28 - P.476-490.
3. Что такое BLUP. - [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://exima.ru/publications/articles/2013/7/>
4. Чинаров Ю. Метод племенной оценки свиней на основе BLUP [Электронный ресурс] / Ю. Чинаров, Н. Зиновьева Л. Эрнст. — Режим доступа : <http://svynarstvo.in.ua/teoriya/expert/415-blup>
5. Кузнецов В. М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP / В. М. Кузнецов. - Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2003. - 358 с.