

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В ОВЦЕВОДСТВЕ

К.А. Катков

В практике современной селекционной работы отбор животных ведется одновременно по нескольким хозяйственно полезным признакам. Поэтому задача разработки комплексного числового показателя, который бы с высокой степенью достоверности мог оценить перспективы использования животных в селекционной работе, является весьма актуальной. Таким комплексным показателем является селекционный индекс. В то же время селекционный индекс проводит оценку животного только по его собственной продуктивности. Представляет интерес добавление в этот индекс компонентов, которые позволили бы провести комплексную оценку животного не только с учетом его собственной продуктивности, но и с учетом качества его потомства. Наилучшим образом оценить потомство позволяет известный метод BLUP (Best Linear Unbiased Prediction – наилучший линейный несмещенный прогноз), в котором используется смешанная биометрическая модель, учитывающая генотип животного, среду его обитания и случайные факторы. В работе показано, что для формирования комбинированного индекса подойдет только селекционный индекс на основе селекционного отношения. Метод BLUP позволяет провести оценку животных только по одному хозяйственно полезному признаку. Следовательно, при построении комбинированных селекционных индексов оценку по методу BLUP будет необходимо проводить несколько раз, по количеству используемых в составе индекса признаков. При этом предлагается одновременно формировать два набора комбинированных селекционных индексов: с учетом только эффектов оцениваемых отцов; с совместным учетом эффектов отцов и эффектов генетических групп. Это даст более объективную картину при малом количестве потомков оцениваемых животных. Данный подход поможет селекционеру выбрать наиболее оптимальную стратегию дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: селекционный индекс, селекционное отношение, признак, оценка

TO THE QUESTION IN THE FORMATION OF COMBINED BREEDING INDICES IN THE SHEEP BREEDING

K.A. Katkov

In the practice of modern breeding work, the selection of animals is carried out simultaneously on several economically useful traits. Therefore, the task of developing a complex numerical index that could evaluate the prospects for using animals in breeding work with a high degree of certainty is very relevant. Such a complex index is the selection index. At the same time, the selection index evaluates the animal only by its own productivity. It is of interest to add components to this index that would allow a comprehensive evaluation of the animal not only taking into account its own productivity, but also taking into account the quality of its offspring. The best way to evaluate the offspring is the well-known BLUP method (Best Linear Unbiased Prediction), which uses a mixed biometric model that takes into account the animal's genotype, its habitat, and random factors. The paper shows that only a selection index based on the selection ratio is suitable for forming a combined index. The BLUP method allows you to evaluate animals only on one economically useful trait.

Therefore, when constructing combined selection indices, the BLUP method will need to be evaluated several times based on the number of traits used in the index. At the same time, it is proposed to simultaneously form two sets of combined selection indices y : taking into account only the effects of the evaluated fathers; taking into account the combined effects of fathers and the effects of genetic groups. This will give a more objective picture with a small number of descendants of the evaluated animals. This approach will help the breeder to choose the most optimal strategy for further selection work.

Key words: selection index, selection ratio, trait, evaluation

Актуальность работы. Основной целью проводимой в животноводстве селекционной работы является получение животных с высокими показателями хозяйственно полезных признаков [1, 2]. Для проведения качественной оценки животных целесообразно использовать методы, позволяющие провести такую оценку сразу по нескольким выбранным хозяйственно полезным признакам (ХПП). Таким методом является метод индексной селекции [3, 4]. Данный метод не является безупречным. Как и в любой комплексной оценке, в методе индексной селекции возможны погрешности. Для минимизации подобных погрешностей в работах [5, 6] была предложена методика формирования селекционных индексов на основе двух различных подходов: на основе селекционного дифференциала и на основе селекционного отношения. В этом случае недостатки оценки на основе одного подхода могут быть компенсированы оценкой на основе другого. При этом следует помнить, что селекционный индекс учитывает только собственную продуктивность животных. В то же время представляет интерес совместная оценка животного на основе данных о его собственной продуктивности и о значении ХПП его потомков. С этой целью в работе [7] было предложено формировать комбинированные селекционные индексы. В таких индексах используется оценка животных по качеству их потомства методом BLUP. В ходе проведенных исследований были определены особенности, которые необходимо учитывать при формировании комбинированных селекционных индексов. Целью данной статьи является выработка рекомендаций по их формированию.

Научная новизна. Объединение в одном комплексном показателе двух оценок животного – оценки собственной продуктивности и оценки по качеству его потомства – даст более объективную картину перспектив использования каждого оцениваемого животного в дальнейшем селекционном процессе. Кроме этого, новизна заключается в том, что при формировании комбинированного индекса используется разработанный ранее индекс на основе селекционного отношения. Традиционный индекс на основе селекционного дифференциала [3] в данном случае использовать нельзя.

Формирование комбинированного индекса. Комбинированный индекс является модификацией селекционного индекса на основе селекционного отношения [5]

$$B_i^R = X_{\text{ц}i} / \bar{X}_i, \quad (i=1...N), \quad (1)$$

где $X_{\text{ц}i}$ – показатели желательного типа (целевые показатели) для i -го ХПП; \bar{X}_i – среднее значение i -го признака в выборке оцениваемых животных; N – количество хозяйственно полезных признаков, участвующих в формировании селекционных индексов.

Селекционный индекс на основе селекционного отношения (1) выбран для формирования комбинированных индексов потому, что его значения всегда являются положительными. В общем виде выражение для селекционного индекса имеет вид [7]:

$$I_j^R = \sum_{i=1}^N K_i^R \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i}, \quad (j=1 \dots M), \quad (2)$$

где M – количество оцениваемых животных; X_{ij} – значение i -го признака для j -го животного.

Частные коэффициенты K_i^R , входящие в (1), определяются [3 – 6] как

$$K_i^R = \frac{\Delta_i}{\sigma_i \sqrt{h_i^2} \sum_{i=1}^N W_i^R}, \quad (3)$$

где σ_i – среднее квадратичное отклонение (СКО) ХПП в оцениваемой выборке; h_i^2 – значение коэффициента наследуемости по i -му ХПП; $\Delta_i = X_i^{\max} - X_i^{\min}$ – размах значений i -го признака в выборке.

Селекционный вес (W_i^R) каждого i -го признака определяется выражением:

$$W_i^R = \frac{X_{\text{Ц}i} \cdot \Delta_i}{\bar{X}_i \sigma_i \sqrt{h_i^2}}. \quad (4)$$

Верхний индекс R в выражениях (2) – (4) означает, что селекционный индекс строится на основе селекционного отношения (1).

Следует учитывать, что в овцеводстве одним из значимых хозяйственно полезных признаков является тонина шерсти. Если этот признак используется при формировании селекционного индекса, то выражение (2) примет вид [7]:

$$I_j^R = K_T^R \frac{\bar{X}_T}{X_{Tj}} + \sum_{i=1}^{N-1} K_i^R \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i}, \quad (j=1 \dots M), \quad (5)$$

где K_T^R – частный коэффициент для признака «тонина шерсти»; \bar{X}_T – среднее значение тонины шерсти в выборке; X_{Tj} – значение тонины шерсти j -го животного.

Выражения (2) и (5) представляют собой собственно селекционные индексы, которые будем обозначать как SI. Эти индексы зависят только от собственной продуктивности оцениваемых животных.

Для получения оценки животных по качеству их потомства имеет смысл воспользоваться методом BLUP [8]. В результате решения системы уравнений, представляющей собой математическую модель метода BLUP, получают вектор Q :

$$Q = \left[\hat{h}_1 \dots \hat{h}_U \quad \hat{g}_1 \dots \hat{g}_f \quad \hat{S}_1 \dots \hat{S}_M \right]^T, \quad (6)$$

где $\hat{h}_1 \dots \hat{h}_U$ – оценки влияния окружающей среды (эффекты стада); $\hat{g}_1 \dots \hat{g}_f$ – оценки генетических групп, к которым принадлежат оцениваемые животные (эффекты генетических групп), $\hat{S}_1 \dots \hat{S}_M$ – оценки каждого животного по качеству его потомства

(эффекты отцов); U – количество стад, по которым распределено потомство; f – количество генетических групп.

Племенная ценность оцениваемого производителя BV_j определяется как удвоенная сумма оценки эффекта генетической группы и оценки производителя, принадлежащего к этой группе:

$$BV_j = 2 \left(\hat{g}_f + \hat{S}_{fj} \right), \quad (j=1..M). \quad (7)$$

Следует отметить, численные значения оценок, являющихся элементами вектора Q (6), будут зависеть от метода решения системы уравнений математической модели метода BLUP. Неизменным остается только соотношение этих оценок между собой [8]. Кроме этого, данные оценки являются величинами, имеющими размерность, соответствующую тому или иному ХПП. Поэтому для того чтобы использовать оценки BLUP в конструировании комбинированных селекционных индексов, их предварительно необходимо нормировать и привести к безразмерному виду. Нормирование будем осуществлять в соответствии с выражением

$$y_{ij}(v_{ij}) = (v_{ij} - v_i^{\min}) / (v_i^{\max} - v_i^{\min}), \quad (8)$$

где y_{ij} – нормированная оценка для j -го животного по i -му признаку; v_{ij} – оценка j -го животного по i -му признаку по методу BLUP (6); v_i^{\max} , v_i^{\min} – максимальная и минимальная оценки (BLUP) по i -му признаку в выборке оцениваемых животных.

В результате нормирования получаем безразмерные оценки по методу BLUP, распределенные на отрезке [0; 1]. Теперь эти нормированные оценки можно использовать в качестве добавочного коэффициента в комбинированном селекционном индексе, который будем обозначать CI . Тогда выражения (2) и (5) соответственно примут вид:

$$CI_j = \sum_{i=1}^N K_i^R \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i} \cdot y_{ij}, \quad (j=1..M) \quad (9)$$

$$CI_j = K_T^R \frac{\bar{X}_T}{X_{Tj}} \cdot y_{Tj} + \sum_{i=1}^{N-1} K_i^R \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i} \cdot y_{ij}, \quad (j=1..M) \quad (10)$$

Так как количество потомков у отдельных оцениваемых животных может быть недостаточным для объективной оценки, то предлагается строить два набора комбинированных селекционных индексов: SI+EF и SI+BA. Первый набор (SI+EF) в качестве дополнительного коэффициента будет использовать нормированную оценку отцов $y_{ij}^S \left(\hat{S}_{ij} \right)$. Другими словами, в таком индексе будет учитываться собственно селекционный индекс и только эффекты отцов. Второй набор индексов (SI+BA) будет использовать нормированную оценку племенной ценности $y_{ij}^{BV} \left(BV_{ij} \right)$, то есть наряду с эффектами отцов будут учитываться эффекты генетических групп. Данный прием позволит селекционеру самостоятельно выбирать тот или иной комбинированный селекционный индекс, основываясь на условиях работы, количестве потомства и т.д.

Результаты. Представленная методика построения комбинированных селекционных индексов была апробирована на баранах цыгайской породы, разводимых

в Республике Крым. Оцениваемая группа баранов-производителей состояла из 21 головы. В качестве ХПП, участвующих в формировании индексов, принимались: живая масса, длина шерсти, настриг чистой шерсти и тонина шерсти. По принадлежности к той или иной линии животные разбиты на 9 генетических групп. Количество потомков оцениваемой группы животных составило 45 голов. Все потомки были мужского рода. Расчеты проводились в математическом пакете Matlab. Результаты расчетов селекционных индексов представлены ниже в виде столбцовых диаграмм. На рисунке 1 представлены собственно селекционные индексы (SI), рассчитанные в соответствии с (5).

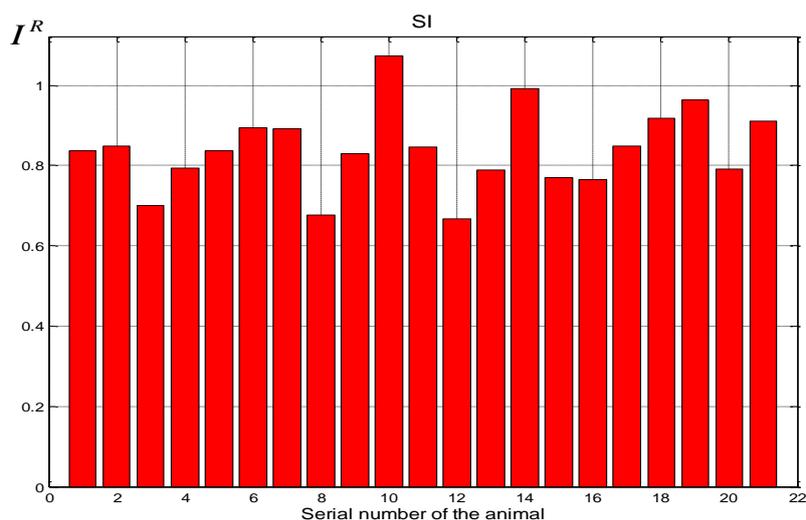


Рисунок 1 – Селекционные индексы SI для 21 барана.

С использованием нормированных оценок животных, полученных с помощью метода BLUP, были построены комбинированные селекционные индексы с учетом только эффектов отцов (SI+EF) и комбинированные индексы с учетом племенной оценки (SI+BA). Результаты представлены на рисунке 2.

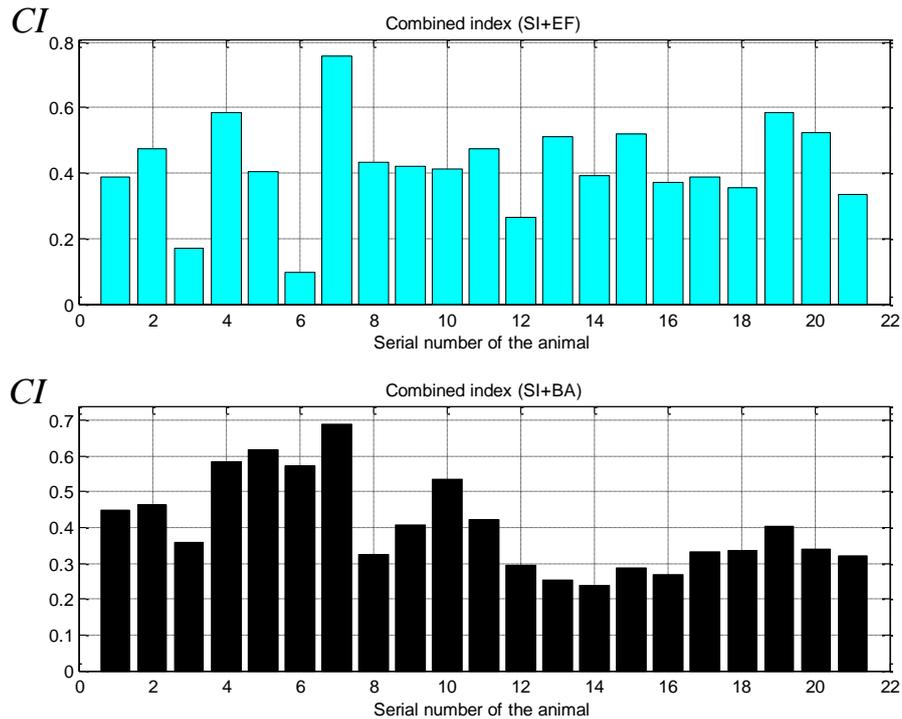


Рисунок 2 – Комбинированные селекционные индексы (SI+EF) и (SI+BA).

Совместив полученные индексы на одной координатной плоскости, можно сравнить их между собой (рис. 3).

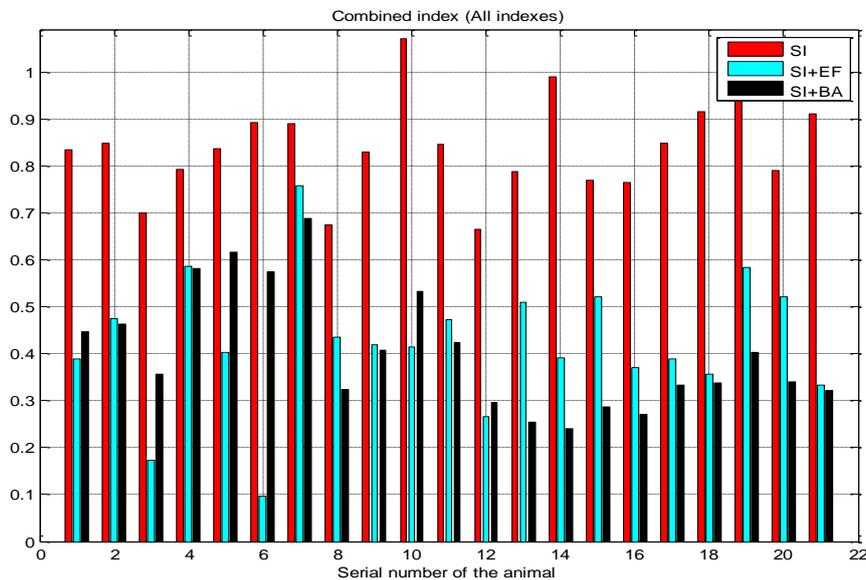


Рисунок 3 – Селекционные индексы SI, SI+EF и SI+BA.

Как видно из анализа диаграмм на рисунке 2, значения комбинированных селекционных индексов SI+EF и SI+BA несколько отличаются. Это связано с тем, что в данной выборке потомство было представлено незначительно. У 30% оцениваемых животных было всего по одному потомку. В этом случае более объективный анализ получится при учете потомков всей генетической группы (индекс SI+BA). Также

следует отметить, что согласно (8) – (10) и рисунку 3 комбинированные индексы не могут быть выше собственно селекционных индексов (SI).

Заключение. Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

1. Комбинированные селекционные индексы позволяют оценить животных не только по собственной продуктивности, но и по качеству их потомства.
2. Для построения комбинированного индекса необходимо использовать только селекционный индекс на основе селекционного отношения, так как этот индекс, в отличие от традиционного [3, 4] индекса на основе селекционного дифференциала, не имеет отрицательных значений. Это позволяет избежать ошибочных результатов.
3. Необходимо рассчитывать два набора комбинированных селекционных индексов: SI+EF и SI+BA. Наиболее объективным будет индекс SI+BA, так как он учитывает влияние генетических групп и хорошо работает в условиях малого числа потомков. Это поможет селекционеру правильно выстроить перспективную селекционную работу.

Предложенная методика формирования комбинированных селекционных индексов представляет несомненную практическую значимость, так как учет не только собственной продуктивности животных, но и качество их потомства позволит повысить качество селекционно-племенной работы в овцеводстве.

Литература

1. Ефимова Н.И., Скорых Л.Н., Копылов И.А. Шерстная продуктивность потомков от производителей импортной селекции //Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2015. Т. 2. № 8. С. 17-21.
2. Копылов И.А., Скорых Л.Н., Ефимова Н.И. Мясность молодняка овец породы советский меринос и их помесей с австралийскими баранами //Овцы, козы, шерстяное дело. 2017. № 2. С. 26-27.
3. Интенсификация племенного отбора в свиноводстве /Н.В. Михайлов, Г.А. Каратунов, О.Л. Третьякова, Э.В. Костылев – пос.Персияновский: ДонГАУ, 1999. 100 с.
4. Михайлов Н.В., Кабанов В.Д., Каратунов Г.А. Селекционно-генетические аспекты оценки наследственных качеств животных. – Новочеркасск: ДонГАУ, 1996. 63 с.
5. Два подхода к формированию селекционных индексов в овцеводстве /К.А. Катков, Л.Н. Скорых, П.С. Остапчук, С.А. Емельянов, А.В. Паштецкая //Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 2(34). С. 8-14.
6. Катков К.А. Формирование селекционных индексов для прогноза эффективности селекции в овцеводстве //Сельскохозяйственный журнал. 2019. №4(12). С. 31-39.
7. Катков К.А. Формирование комбинированного селекционного индекса в овцеводстве //Вестник аграрной науки. 2019. № 5(80). С. 75-83.
8. Кузнецов В.М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2003. 358 с.

Катков Константин Александрович – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 355000 г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15, тел. 89188619802, E-mail:kkatkoff@mail.ru

Katkov Konstantin Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – branch of the FSBSI "North Caucasus FARC", 355017, Stavropol, Zootechnicheskyy, 15, tel. 89188619802, E-mail:kkatkoff@mail.ru