

МЕТОД ОЦЕНКИ ЖИВОТНЫХ ПО СТЕПЕНИ РОДИТЕЛЬСКОГО ВЛИЯНИЯ: ОСОБОЕ МНЕНИЕ

В.М. Кузнецов

Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Киров

Введение

Немногим более десяти лет назад во ВНИИГРЖ был предложен метод оценки животных по *степени родительского влияния* (СРВ)* [7,8]. Идеолог СРВ-метода, проф. В.Б. Дмитриев, представил его как «новые приоритеты в отборе и подборе животных», в основе которых «теоретические положения концепции о функциональных блоках, роли полов в сохранении вида и кибернетической модели управления систем» [9]. Утверждалось, что метод был разработан «исходя из теории вероятности и закона Гегеля о переходе количества в качество», как «альтернативный вариант», главным отличием которого «является то, что приоритетным понятием в нем становится 'сколько', а не 'на сколько'»** [12]. При этом руководящими принципами были:

- (1) «...хозяйственно полезные признаки – это *сложные суперпризнаки* (здесь и далее курсив мой, В.К.). Реализация их в фенотипе и наследование осуществляются под контролем *функциональных блоков*, являющихся неотъемлемой частью *генных функциональных сетей*, которым свойственны *все эффекты взаимодействия генов*»;
- (2) «...популяционная дисперсия по количественным признакам отражает *временно сложившийся баланс* соотношения частот особей, различающихся по составу и характеру взаимодействия *функциональных блоков*, переданных предками в процессе *случайного* отбора и подбора»;
- (3) «...ускорение процесса качественного совершенствования стада достигается путем увеличения в нем численности женских особей, отличающихся *консерватизмом в наследственной передаче* ценных качеств потомкам».

Отмечалось, что метод призван «восстановить *утраченный паритет*, касающийся роли коров и быков в их качественном совершенствовании» [10], а разработанная «*система* оценки племенных качеств молочного скота по передающей способности животных обоего пола позволяет выявить *незатронутую отбором генетическую изменчивость*, что повышает точность оценки генотипа, эффективность отбора и подбора в стаде и в популяции» [40].

* Статья была написана, когда появилась работа [34], в которой авторы называют свой метод уже «*частотнозависимой селекцией*» (ЧЗС).

** Замена вопроса формально не изменяет количественный характер ответа.

Проф. В.Б. Дмитриев полагает, «...что не столько превосходство какой-то группы животных над другими по абсолютной величине признака составляет *истинную* племенную ценность, сколько способность родительских пар передавать свои свойства *максимальному* числу потомков, закрепляя у них по наследству определенный *комплекс функциональных блоков*, которые формируют этот признак в онтогенезе»[7].

Вычислительная процедура СРВ-метода включает следующие этапы:

1. Расчет средней арифметической (\bar{x}) и среднего квадратического отклонения (стандартного отклонения, σ) по каждому признаку в пределах хозяйства и года (рождения или отела, или опороса и т.п.).
2. Квалификацию каждого i -го животного по продуктивности (x_i) в пределах «хозяйства-года»:
 - 1 класс, если $x_i < (\bar{x} - 0,5\sigma)$,
 - 2 класс, если $(\bar{x} - 0,5\sigma) \leq x_i \leq (\bar{x} + 0,5\sigma)$ и
 - 3 класс, если $x_i > (\bar{x} + 0,5\sigma)$.

Считается, что «...такое распределение способствует дифференциации животных по *генотипу*» [32]!

3. Подсчет числа потомков у отца, отнесенных к классам 1, 2, 3 и соответствующих частот (P_1, P_2, P_3).
4. Расчет *индивидуальной передающей способности* (ИПС) отца (зависит от публикации (!?)):

ИПС= P_3 или ($=P_3-P_1$)	[7,8]	- первый вариант,
или ИПС= P_3/P_1 или ($=\text{Log}(P_3/P_1)$)	[11,12,32]	- не корректный*,
или ИПС= $\text{Log}(P_3+1/P_1+1)$	[24,32]	- ошибочный,
или ИПС= $\text{Log}((P_3+1)/(P_1+1))$		- правдоподобный*.

Сообщалось, что «...совместно с ООО РЦ "Плиноор" создано и проходит апробацию программное обеспечение, позволяющее осуществлять мониторинг селекционно-генетического процесса в стаде» [13].

В настоящем сообщении оценка животных по *степени родительского влияния*, представляемая авторами как *альтернативная* и *истинная*, рассматривается с позиции сторонника «традиционных» методов. В частности, в статье кратко изложены методологии BLUP Animal Model и СС-метода оценки племенной ценности животных, даны прогнозная оценка эффекта селекции и концепция количественного признака, раскрыта сущность СРВ-метода без риторического антуража и представлены результаты собственных исследований по оценке эффективности «нового метода». *Статья ориентирована на молодых исследователей, чей путь в зоотехнической науке только начинается.*

* Лоскутов Н.А. - сотрудник ООО РЦ "Плиноор" (С.-Петербург-Шушары).

1. Экскурс в теорию селекции

Племенная ценность. Наблюдаемая и измеряемая продуктивность животного характеризует его фенотипическую ценность или *фенотип*. Животные имеют разные фенотипы, характерные для каждого признака. Фенотип есть результат взаимодействия генов (генотипа), полученных от родителей, и среды, в которой животное выращивалось и продуцировало. Оба фактора являются важными. Как генотип, так и среда лимитируют продуктивность животного. *Наследуемость обеспечивает способность, а внешняя среда возможность реализации продуктивности особи.*

Большинство хозяйственно полезных признаков - количественные и контролируются многими генами. Каждый ген имеет, в основном, относительно небольшое влияние на экспрессию признака. Однако их суммарный эффект может быть значительным.

Среда оказывает существенное влияние на количественные признаки. В широком смысле под «средой» подразумевают любые негенетические (паратипические) факторы, которые модифицируют фенотипическую ценность животного. Причем, чем интенсивнее и длительнее их воздействие, тем сильнее модификация.

Средовая компонента фенотипической изменчивости количественного признака имеет в разведении большое значение: во-первых, она составляет бóльшую её часть^{*}; во-вторых, не передается от родителей потомству; в-третьих, *маскирует изменчивость, обусловленную наследственностью, затрудняя ее выявление.* Поэтому продуктивность женских предков (особенно лактировавших за рубежом), или самого животного, или средняя продуктивность дочерей быка не могут служить *объективными* критериями их наследственных качеств.

Каждое животное получает половину набора генов от отца, половину - от матери. В этом смысле *вклад родителей равный*. Потомки получают *разные* гены от одного из родителя. Вероятность получения двумя потомками одинакового набора генов от родителя очень низкая. Поэтому, чем *больше* потомков, тем *полнее* в них будет представлена совокупность генов (генотип) родителя.

Суммарный эффект генов, которые животное может передать своему потомству, отождествляют с его *генетической ценностью*. Прямое измерение последней пока невозможно. Её *прогнозируют* по фенотипу предков, и/или само-

^{*} Примерно 75% *различий* в продуктивности молочного скота обусловлено средой и 25% - генетикой.

го животного, и/или потомства. *Прогнозное значение называют оценкой племенной ценности (Estimated Breeding Value, EBV) животного**. EBV рассчитывают как по одному, так и по нескольким источникам информации; как по каждому признаку, так и по комплексу признаков с учетом их экономической ценности (Multiple-Trait, МТ EBV). В последнем случае критерий отбора называют «*селекционным индексом*» (I).

EBV имеет *количественный* и *качественный* аспекты. Первый, через *число потомков*, полученных от оцененного и отобранного животного, влияет на *частоту* «хороших» генов в популяции. Вторым отражает *генетическую ценность* этого потомства: от родителей с высокими EBV можно с *бóльшей вероятностью* ожидать потомства с высокой генетической ценностью и, следовательно, с более высокой продуктивностью (поскольку генетическая ценность является частью фенотипической ценности).

Так как родители передают потомку только $\frac{1}{2}$ своих генов, то часто вместо EBV рассчитывают **РТА (Predicted Transmitting Ability)** - прогнозирующую оценку *передающей способности*:

$$РТА = (1/2)EBV .$$

РТА, как и EBV, - это количественная характеристика наследственных качеств животного. Она выражает – на сколько (в среднем) продуктивность *будущих* потомков будет выше или ниже среднего по популяции (при аналогичных условиях).

Проблема оценки EBV (РТА) заключается в том, чтобы статистическими методами:

- 1) выявить *систематические* факторы среды, статистически значимо влияющие на продуктивность животных;
- 2) посредством предварительной корректировки (аддитивной и/или мультипликативной) или включения в статистическую модель признака *элиминировать* их влияние и
- 3) по скорректированным данным рассчитать *прогнозные оценки генотипа* животных с минимальными ошибками (т.е. EBV или РТА).

* Племенная ценность может быть измерена непосредственно. Если некоторая особь спаривается с *множеством* случайно выбранных особей, то ее племенная ценность соответствует удвоенному среднему отклонению её потомков от популяционного среднего (при отсутствии систематической ошибки). В этом случае племенная ценность особи равна суммарному среднему эффекту генов, которая она несет, причем суммирование производится по парам аллелей каждого локуса и по всем локусам [42].

Важно! Используемые в публикациях о СРВ-методе словосочетания «*племенная ценность*», «*истинная племенная ценность*», «*передающая способность*» **не имеют** ничего общего с таковыми в «традиционной» теории селекции животных.

Сегодня с этими задачами лучше всего справляются BLUP [18,21,43,46, 47] и BLUP AM (**B**est **L**inear **U**nbiased **P**redictor for **A**nimal **M**odel), итеративная процедура последнего оптимальным образом объединяет в РТА индивида информацию по предкам (+боковые родственники), собственным показателям и потомкам [21,46,47,48,50]:

$$РТА_{ind} = w_1 PA + w_2 (YD/2) + w_3 (2 \times \overline{РТА}_{off} - \overline{РТА}_{mate}),$$

где $PA = (РТА_{sire} + РТА_{dam})/2$ = среднее РТА родителей ; $РТА_{ind}$, $РТА_{sire}$, $РТА_{dam}$ - РТА индивида, отца и матери соответственно; YD – средневзвешенное (по записям) отклонение индивида, скорректированное на группу содержания, эффекты перманентной среды и взаимодействия «генотип×среда» (DYD – средневзвешенное отклонение продуктивности дочерей, YD, скорректированное на ценность их матерей); $\overline{РТА}_{off}$ - среднее РТА потомства; $\overline{РТА}_{mate}$ - среднее РТА партнеров по спариванию; w_1, w_2, w_3 - «весовые» коэффициенты.

BLUP AM учитывает генетические различия как между группами животных разных годов рождения (генетический тренд), так и между группами животных разного происхождения (например, по кровности). Применение BLUP AM позволяет:

- оценивать все включенные в статистическую модель факторы *одновременно*, что является предпосылкой к более детальной дифференциации и, следовательно, более полному исключению средовых факторов и более точной оценке генетических;
- привлекать генетические группы в качестве *априорной* информации (например, кровность по голштинской породе);
- учитывать данные родителей, братьев и сестер, других более отдаленных родственников, что повышает достоверность прогноза генотипа коров и быков (особенно имеющих небольшое число дочерей);
- сравнивать оценки животных разных поколений, даже если в популяции имел место генетический тренд.

РТА по BLUP AM имеют максимальную корреляцию с истинным генотипом. Следовательно, максимизируется вероятность правильного ранжирования животных. Это обеспечивает точный отбор животных с лучшими генотипами и достижение максимального генетического прогресса* .

* Для того чтобы максимизировать общую генетическую ценность будущих поколений, имеется единственная возможность - селекционировать животных только по аддитивному эффекту с корректировкой на инбридинг для минимизации инбредной депрессии.

Вместе с тем следует отметить, что и при BLUP AM необходимо *стремиться* к равномерному распределению спермы проверяемых быков по 6...8 и более хозяйствам, к использованию в каждом хозяйстве не менее 7-9 проверяемых быков, к рандомизированному закреплению коров за проверяемыми быками, к недопущению выбраковки дочери и сверстницы до завершения первой лактации, к использованию одних и тех же методов (приборов) измерения показателей животных во всех хозяйствах.

До BLUP при расчете EBV (PTA) использовались более простые методы: сравнение со сверстницами (СС)*, сравнение с одностадницами (НС) и метод регрессированных наименьших квадратов (RLS). В упрощенном виде их можно представить так (детали см. в [1,17,21,28]):

- оценка коровы

$$PTA_c = (1/2)EBV_c = b_c YD/2 = \frac{m h^2}{1+(m-1)r_w} YD/2;$$

- оценка быка

$$PTA_s = (1/2)EBV_s = b_s \overline{YD} = \frac{n (1/4) h^2}{1+(n-1)(1/4) h^2} \overline{YD},$$

где YD - здесь средневзвешенное по лактациям отклонение продуктивности коровы от средней по популяции (или сверстниц, или одностадниц), *скорректированное* на значимые систематические эффекты среды (хозяйство, год и сезон отела, продолжительность лактации и т.п.); \overline{YD} - средневзвешенное отклонение по дочерям быка, *скорректированное* на значимые систематические эффекты среды; h^2 и r_w - коэффициенты наследуемости признака и повторяемости между лактациями; m - число записей (лактаций) у коровы; n - число дочерей у быка.

b_c (или b_s) – доля аддитивной генетической вариансы, которая объясняется EBV. Используется как коэффициент повторяемости (**Reliability**, **REL**), достоверности, надежности EBV (PTA). Варьирует от 0 до 1 или от 0 до 100%. Указывает на уровень детерминации EBV (PTA) генотипом. Зная REL, можно определить степень риска при отборе животного. Она равна (1-REL). Таким образом, риск выбрать по EBV (PTA) *плохое* животное снижается с повышением значения REL.

Корень квадратный из REL есть точность - корреляция между истинным аддитивным генотипом животного и его прогнозной оценкой ($r_{EBV,A}$). Она варьирует от 0 до 1 (или от 0 до 100%). Для главных признаков точность должна быть не ниже 85, для второстепенных – 65%.

* И разные модификации СС-метода (см. [21]).

Эффект селекции. В молочном скотоводстве при искусственном осеменении случного поголовья ремонтных бычков, которых вводят в программу проверки по потомству, требуется значительно меньше, чем телок, необходимых для ремонта стада (около 30% от общего поголовья коров). Поэтому отцов и матерей ремонтных бычков отбирают с намного бóльшей интенсивностью, чем отцов и матерей, от которых собираются получать ремонтных телок. В результате имеем четыре категории племенных животных (рис. 1).



Рис.1. Четыре пути передачи генов

Ожидаемый эффект селекции, или генетический прогресс за поколение ($\Delta G_{\text{пок}}$), есть средняя генетическая ценность бычков и телок поколения (n+1):

$$I_S = \frac{I_{SS} + I_{DS}}{2} \quad \text{и} \quad I_D = \frac{I_{SD} + I_{DD}}{2},$$

тогда
$$\Delta G_{\text{пок}} = \frac{I_S + I_D}{2} = \frac{I_{SS} + I_{DS} + I_{DS} + I_{DD}}{4} = I_P,$$

где I_j - генетическая ценность j-ой племенной категории животных.

Отцами телок (SD) могут быть как отобранные по потомству быки (PB), так и молодые неоцененные быки (YB). Если «а» - доля коров в популяции, спаренных с YB, то *среднегодовой* генетический прогресс ($\Delta G_{\text{год}}$), как критерий эффективности племенной работы, есть (детали см. в [15,16,20]):

$$\Delta G_{\text{год}} = \frac{I_{SS} + I_{DS} + [aI_{YB} + (1-a)I_{PB}] + I_{DD}}{L_{SS} + L_{DS} + [aL_{YB} + (1-a)I_{PB}] + L_{DD}} - \Delta F_{\text{год}} = \frac{\sum_j I_j}{\sum_j L_j} - \Delta F_{\text{год}},$$

где L_j - генерационный интервал j-ой племенной категории животных; $\Delta F_{\text{год}}$ - возможная инбредная депрессия (детали см. в [19]).

Генетическая ценность (превосходство) отобранных по EBV или PTA животных - это их средняя EBV, которую можно представить так:

$$\begin{aligned}
 I_j &= \overline{EBV} = \\
 &= \frac{\overline{EBV}}{\sigma_{EBV}} \times \sigma_{EBV} = i \times \sigma_{EBV} = \\
 &= i \times r_{EBV,A} \times \sigma_A,
 \end{aligned}$$

где σ_{EBV} - стандартное отклонение EBV; i - интенсивность отбора ($=z/p$, где z – величина отсекающей ординаты, p – доля отобранных животных); σ_A - аддитивное генетическое стандартное отклонение.

Из формул следует, что генетический прогресс может иметь место только тогда, когда племенная ценность отобранных животных будет выше средней. Или тогда, когда все три фактора (i , $r_{EBV,A}$ и σ_A) больше нуля. Если хоть один из них будет равен нулю, то не следует ожидать какого-либо генетического улучшения популяции или стада.

Основной принцип селекции: чем точнее (надежнее) оценка племенной ценности, чем строже отбор на основе этой оценки, и чем интенсивнее использование отобранных животных, тем большего генетического прогресса можно ожидать в популяции, тем больше будет уверенности в том, что последующее поколение животных будет лучше предыдущего.

При искусственном осеменении точность оценки племенной ценности ($r_{EBV,A}$) и интенсивность отбора (i) быков выше, чем коров. Поэтому их вклад в генетический прогресс разный:

- отцов быков - 45,
- матерей быков - 35,
- отцов коров - 15 и
- матерей коров - 5%.

Приведенные цифры (усредненные) объясняют, почему во всех странах в программах селекции животных оценка племенной ценности производителей занимает ключевое положение.

2. Концепция количественного признака

Случайное значение признака. Под влиянием внешних и внутренних условий количественный признак у каждого животного достигает той или иной *случайной величины*. Например, такой комплексный признак, как удой коровы, зависит от множества различным образом влияющих факторов генетической и негенетической природы. Некоторые из этих факторов, взятые изолированно от остальных, содействуют увеличению продуктивности, другие, наоборот, ее уменьшают. Одни из них влияют на продуктивность сильнее, другие – слабее. Таким образом, продуктивность каждого отдельного животного обусловлена влиянием множества разнообразных (часто противоположных) независимых друг от друга факторов. Эти факторы в каждом отдельном случае образуют в своей совокупности некоторое *случайное уникальное сочетание*. Если сочетание благоприятное для увеличения продуктивности, то эффект будет положительным и данная корова окажется высокоудойной. В противном случае корова будет низкоудойной. Если же в данной случайной комбинации причинных воздействий их противоположные влияния взаимно уравновесятся, то корова будет иметь некоторый средний удой.

Нормальное распределение. В достаточно большой выборке животных их распределение по количественному признаку имеет симметричную форму колокола с размахом $\bar{x} \pm 3\sigma^*$: большее число животных с удоем около среднего значения, и меньшее число – с крайними показателями. Это является следствием неодинаковой вероятности сочетания независимых друг от друга случайных причинных факторов: *взаимная компенсация противоположных влияний теоретически более вероятна, чем комбинация факторов, преимущественно однородных (однонаправленных) по своему эффекту* (пример - десять орлов при подбрасывании монеты десять раз).

Нормальная кривая представляет собой *частотное* распределение случайных событий, когда их число велико. Для биологических процессов предположение о нормальности в большинстве случаев *правдоподобно*. Если же отклонение от нормальности существенно, то использовать свойства нормальной кривой для проверки гипотез и обоснования выводов нельзя**.

Среднее арифметическое, \bar{x} , есть *наиболее часто встречающаяся величина* данного варьирующего признака в выборке. \bar{x} является как бы «представителем» всей выборки животных, вокруг которого концентрируются на-

* Нормальное распределение характеризуется двумя величинами: средним арифметическим (\bar{x} или μ) и стандартным отклонением (σ). Последнее есть мера разброса значений признака около центра распределения.

** Следовательно, нельзя использовать и методы параметрической статистики (т.к. частотное распределение смещенно).

блюдавшие значения признака. Оно выражает *типичную* величину признака у животных выборки, характерную для данных условий места и времени под влиянием всей совокупности независимых факторов (предполагается, что выборка однородна: коэффициент изменчивости $\leq 33\%$). В \bar{x} *индивидуальные различия животных погашаются*, вследствие чего проявляется *закономерное* (общее), свойственное данной выборке (называемое также *центральной тенденцией* распределения). **Это закономерное проявляется и в средних по потомственным группам быков, каждый член которых является носителем некоторой случайной выборки генов из генофонда своего отца.**

\bar{x} является той точкой, (1) сумма отклонений от которой всех имеющихся наблюдений равна нулю, и (2) сумма квадратов отклонений от которой является *минимальной*. Это значит, что если вместо \bar{x} взять любую величину, то сумма квадратов расстояний между наблюдаемыми значениями и этой величиной будет больше, но никак не меньше. Следовательно, *только* оценка \bar{x} имеет *минимальную* ошибку. К этому добавим, что меньшинство («хвосты» распределения) с аномальными значениями («выпадами») может серьезно смещать \bar{x} . В статистических расчетах их рекомендуется даже отбрасывать.

В элементарной алгебре доказано, что среднее $n+1$ чисел больше среднего n чисел тогда и только тогда, когда новое число больше, чем старое среднее, меньше тогда и только тогда, когда новое число меньше среднего, и не меняется тогда и только тогда, когда новое число равно среднему. Вместе с тем, чем больше n , тем меньше различие между новым и старым средними. Для понимания СРВ-метода важно также отметить, что если все наблюдения выборки увеличить (уменьшить) на одно и то же число, то \bar{x} увеличится (уменьшится) на то же число.

Теперь рассмотрим два гипотетических примера, которые подвергают сомнению утверждение о наличии «*принципиальных различий*» [41] и иллюстрируют внутреннюю общность «традиционной» EBV быка и *индивидуальной передающей способностью* (ИПС) по СРВ-методу.

Допустим, что в популяции $\bar{x}=4000$ кг молока, $\sigma=800$ кг, как в популяции, так и в распределениях дочерей быков.

Пример 1. Бык А имеет EBV=0 кг. Распределение дочерей соответствует нормальному и по СРВ-методу 31% дочерей (см. табл. А.3 в [22]) будут отнесены к классу 1 (P1) и 31% - к классу 3 (P3). ИПС быка А составит 1,0 (=P3/P1).

Пример 2. Бык В имеет EBV=+800 кг. Значит, среднее по дочерям равно 4400 кг и их распределение (тоже нормальное) сдвинуто по «вектору отбора» на $+1/2\sigma$ (относительно \bar{x}). В результате 16% его дочерей будут отнесены к классу 1 и 50% - к классу 3. ИПС быка В составит 3,125.

Таким образом, бык В, как по EBV, так и по ИПС, лучше быка А!

3. Квалификация животных по СРВ-методу

Зональная разбивка. В СРВ-методе квалификация (оценка) коров производится путем отнесения их к одному из трех классов или «оценочных зон»*. Границы зон устанавливаются по животным в пределах каждого «стада-года» с помощью рассчитанных \bar{x} и σ . За «средние» значения (класс 2) принимается интервал значений, отличающихся от \bar{x} в обе стороны на $\frac{1}{2}\sigma$. При нормальном распределении в границах «среднего» интервала заключается приблизительно 38% «типичных» животных, а за пределами - по 31% «нетипичных» животных с каждой стороны (1 и 3 классы). Авторы считают, что эта нехитрая операция позволяет им дифференцировать животных по генотипу [32] и выделить носителей «консервативной наследственности»**.

Отметим, что крайние зоны наиболее чувствительны к случайным отклонениям (включая средовые). Кроме того, имеются сомнения относительно самих границ и объективности дифференциации. Поясним на примере.

Пусть $\bar{x}=4000$ кг и $\sigma=800$ кг. Границы «средней» зоны 3600 и 4400 кг ($\bar{x}\pm 0,5\sigma$). Допустим, что оценке подлежат две коровы с удоем 4392 кг ($\bar{x}+0,49\sigma$) и 4408 кг ($\bar{x}+0,51\sigma$). Первая получит класс 2, вторая – 3. В то же время обе коровы по удою *чрезвычайно* близки к пограничному значению – 4400 кг. **Возникает вопрос о корректности столь резко различающейся квалификации двух почти одинаковых коров?**

Проблема усугубляется тем, что сама граница не является абсолютно устойчивой. В частности, при повторных её вычислениях на другой выборке (например, при добавлении данных за последний месяц или квартал) она неизбежно сдвинется либо вправо, либо влево от 4400 кг. Менее удаленные от этой границы варианты с большей или меньшей вероятностью могут оказаться при иных условиях по другую ее сторону. Это ставит под сомнение объективность квалификации коров, оценок частот (P_1, P_2, P_3) и, следовательно, «истинной племенной ценности» производителей по СРВ-методу.

Модификации СРВ-метода. Выбор числа оценочных зон и установление той или иной их ширины произволен [27]. Сами авторы определяли границы не только как $\bar{x}\pm\frac{1}{2}\sigma$, но и как $\bar{x}\pm\sigma$ [7,12]. Все зависит от того, что условно принимать за «среднее», и насколько подробно желаем получить квалификацию особи. Иногда с этой же целью применяют «равночисленные» зоны, при определении границ которых отсчет ведется от медианы. Само же распределение разбивается на k равных частей. Данные особенности позволяют нам «модифицировать» СРВ-метод.

* Данный способ использовался в первой половине XX века в педологии и психотехнике, а также при анализе атропометрических признаков [27].

** Следовательно, допускается, что *вся* изменчивость продуктивности коров обусловлена наследственностью. Но это нонсенс!

Модификация 1. Использовать при установлении зональных границ не $\bar{x} \pm 0,5\sigma$, а $\bar{x} \pm 0,43\sigma$ (очень небольшое изменение). В этом случае в каждой оценочной зоне будет по 33,3% животных (см. табл. А.3 в [22]). Следовательно, отпадает необходимость расчета \bar{x} и σ . Достаточно ранжировать животных, разделить на три равные части и присвоить категории.

Модификация 2. Для еще большего упрощения СРВ-метода можно ранжированный ряд делить не на три, а на две равные части: «плохой» (1) и «хороший» (3) генотипы. В этом случае (а) в какой-то степени снижается влияние случайных отклонений, (б) упрощается квалификация быков, и (в) понятие ИПС становится однозначным: $\text{ИПС}=\text{P3}$ или $\text{ИПС}=\text{Log}(\text{P3})$.

Модификации делают явными «новации» СРВ-метода: в отношении оценки коров – это разделение их по *фенотипу* на 2-3 класса; в отношении оценки быков – это подсчет числа (процента) дочерей, которые по продуктивности относятся к правой зоне.

Асимметрия и «сдвиг кривой». По [8] основа СРВ-метода - «выраженная асимметрия в распределении дочерей быков». В то же время авторы допускают, «что при стремлении n к ∞ разница в частоте отклонений будет также стремиться к 0». Однако такое состояние может наступить гораздо раньше. Так, в [9] авторы показали «соответствие характера отклонения коров по надюю законам нормального распределения» в выборках численностью уже ≈ 170 первотелок ($=1014/6$)!

С увеличением числа дочерей у быка их распределение все более и более приближается к нормальному, т.е. к истинному. Тогда асимметрию в распределении дочерей быка следует рассматривать не как его *характерную особенность*, а как следствие *случайностей* из-за их (дочерей) малочисленности*. Следовательно, СРВ-метод, ориентированный на «выраженную асимметрию», оценивает не «консерватизм в наследственной передаче признака», а случайные отклонения от нормального распределения, которые устраняются с увеличением числа животных.

Функциональная зависимость. Рассмотрим проблему СРВ-метода с другой стороны. Общее распределение коров стада формируется из частных распределений достаточно многочисленных потомственных групп быков. Допустим случайное спаривание партнеров, отсутствие любой формы отбора, средние по стаду (\bar{x}) и потомственным группам равны 4000 кг молока, $\sigma=800$ кг. В этом случае для всех потомственных групп $\text{P1}=\text{P3}=31\%$ и $\text{P2}=38\%$.

* Асимметрия может быть вызвана, например, тем, что большая часть дочерей быка отелилась весной или осенью, или за потомками данного быка лучше ухаживали, или имели место взаимодействие «генотип×среда» и/или эпистатический эффект, которые по наследству *не передаются*.

Предположим далее, что в результате отбора в предыдущих поколениях средний удой дочерей быка А составил 3600 кг, быка В - 4400 кг. Относительно популяционного распределения частные распределения дочерей быков А и В сдвинулись влево и вправо на $\frac{1}{2}\sigma$. Среднее дочерей быка А находится на левой границе оценочной зоны, поэтому для него $P3=16\%$. Среднее дочерей быка В лежит на правой границе, поэтому $P3=50\%$.

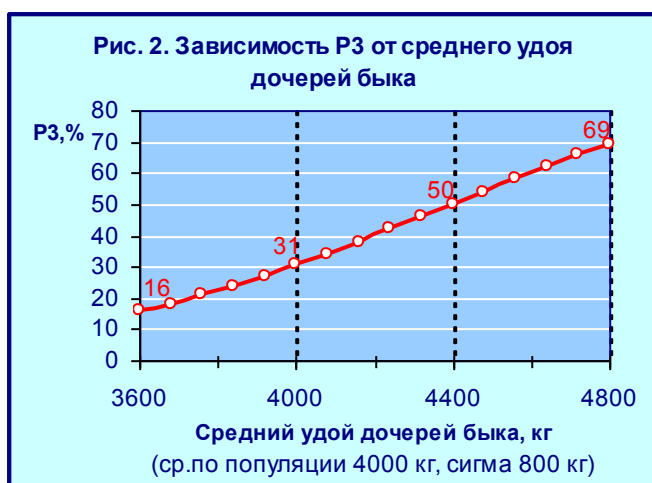
Рассмотренное - полярные случаи. В общем, среднее по дочерям быка (μ), точка отсекания $t=(\bar{x} + \frac{1}{2}\sigma)$ и $P3$ связаны, можно сказать, функциональной зависимостью:

$$P3=1-F(x),$$

где
$$F(x)=P(X < x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-(t-\mu)^2/(2\sigma^2)} dt ;$$

$F(x)$ - функция распределения, определяющая вероятность того, что случайная переменная X примет значение, которое меньше фиксированного действительного числа x [22].

$F(x)$ можно выразить через функцию плотности *нормированного* распределения ($F(u)$) и протабулировать (см., например, табл. А.2 в [22]). Так для быка А имеем $u=(4400-3600)/800=1,0 \rightarrow F(u)=0,84$ и $P3=1-0,84=0,16$ или 16%.



Наши теоретические расчеты (рис. 2) подтверждаются данными самого В.Б. Дмитриев. На фактическом материале он установил, что между оценками быков по СВВ-методу и отклонениями дочерей от сверстниц имела место корреляция +0,82 [11], что дало ему основание говорить о «высокой степени сходства» методов [38]. В работе С.И. Лоскутова [24] эта корреляция составила +0,9.

Таким образом, СВВ-метод не извлекает из данных никакой новой информации, не выявляет, как утверждается в [4,35,40], никакой «незатронутой отбором генетической изменчивости», а оценки в высшей степени ассоциируются со средней продуктивностью дочерей быков. Приоритетным понятием в оценке животных остается по-прежнему 'на сколько', а не 'сколько'*

* И при частотном формате остается вопрос: «На сколько P3 быка В больше P3 быка А?»

4. Индивидуальная передающая способность (ИПС)

Однозначного толкования *индивидуальной передающей способности* (ИПС) быка в известных нам публикациях мы не нашли. Поэтому ниже, исходя из контекста статей, сведены разные формулы расчета ИПС.

ИПС как P3. В [8] читаем: «...Главным показателем, характеризующим племенную ценность родителей, нами принята частота отклонений потомков (%) ... на определенную величину, выраженную в долях относительно среднего показателя продуктивности ... в стаде». Проще - процент дочерей быка с продуктивностью $>(\bar{x} + 0,5\sigma)$. P3 - основной показатель, который использовался почти во всех публикациях, как критерий.

ИПС как P3/P1. В [32] читаем: «...Индивидуальную передающую способность быка (ИПС_σ) оценивали по величине отношения частот дочерей, отнесенных к 3-σ и 1-σ классам. То есть в отличие от традиционных методов оценки критерием племенной ценности быка является *соотношение* долей высоко- и низкопродуктивных потомков». В таком виде данные были представлены только в [11]. Отношение P3/P1 может приводить к интересным ситуациям (n1, n2 и n3 - число дочерей в классах 1, 2 и 3):

n1:n2:n3	P1	P3	P3/P1
5 : 6 : 5	0,31	0,31	1,00
4 : 7 : 5	0,25	0,31	1,24
3 : 8 : 5	0,19	0,31	1,63
2 : 9 : 5	0,13	0,31	2,38
1 : 10 : 5	0,06	0,31	5,17
0 : 11 : 5	0,00	0,31	?

Вариант ущербный, т.к. снижение P1 повышает ИПС быка, хотя число и пропорция дочерей с «консервативной наследственностью» постоянно.

ИПС как Log (P). Первое упоминание о логарифмах в СРВ-методе было в [11]. В статье [12] читаем: «...Например, бык Бизе 94590 оцененный по 1506 дочерям был отнесен к категории P3 и имел $\text{Log}P=0,311$ ($P1=0,203$; $P3=0,415$) и бык Бравый 4222 по 14 дочерям отнесенный к той же категории имел $\text{Log} P=0,699$ ($P1=0,071$; $P3=0,643$). ... Рассчитанный на основе частот распределения дочерей критерий оценки быков ($\text{Log}P$) отражает их племенную ценность по удою...». Как рассчитывался $\text{Log}P$ и почему он «отражает» племенную ценность быка не объяснялось.

ИПС как $\text{Log}(P3+1/P1+1)$. Из статьи [32] узнаем, что «... Расчет передающей способности быков производили по формуле $\text{ИПС}=\text{Log}(P3+1/P1+1)$ ». В статье [24] также читаем, что «Оценка передающей способности использует показатель $\text{Log}(P3+1/P1+1)$...». Совершенно не понятна логика суммирования элементов. Поэтому пришлось обратиться за разъяснениями к авторам.

ИПС как $\text{Log}((1+P3)/(1+P1))$. В SMS-переписке М.Г. Смарагдов сообщил, что в [32] ИПС рассчитывали по формуле $\text{Log}((P3+1)/(P1+1))$. На эту формулу указал и сотрудник ООО "Плинор" Лоскутов Н.А. Он также сообщил, что, возможно, на ранних этапах использовалась формула $\text{Log}(P3/P1)$. В последних работах [34,35] авторы наконец-то дали правдоподобную формулу расчета ИПС. Недостатки те же, что и у $\text{ИПС}=P3/P1$ (кроме деления на 0).

Такой разброс способов расчета ИПС свидетельствует о том, что авторы, в лучшем случае, не продумали до конца свой метод. Ниже рассчитаны ИПС для быков Бизе и Бравый по всем формулам:

Формула расчета	Бизе	Бравый
Исходные P3 (P1) [12]	0,415 (0,203)	0,643 (0,071)
Log (P) [12]	0,311	0,699
P3/P1	2,440	9,056
Log (P3+1/P1+1)	0,802	1,197
Log ((P3+1)/(P1+1))	0,070	0,186
Log (P3/P1)	0,311	0,957

Только по быку Бизе $\text{ИПС}=\text{Log}(P3/P1)$ совпала с данной в [12]. По какой же формуле рассчитывалась ИПС быка Бравого?

В [12] читаем: «... Рассчитанный на основе частот распределения дочерей критерий оценки быков ($\text{Log}P$) отражает их племенную ценность ...». Однако из [40] узнаем истинную причину логарифмирования: «...Оценку племенных качеств ... проводят ... с учетом класса каждой коровы и отношению частот их распределения в вариационном ряду выборки. Для *нормализации* шкалы измерения, полученное отношение логарифмируют».

Таким образом, что скрывается под ИПС, как логарифмы отражают «истинную племенную ценность» остается только догадываться. Последнее, впрочем, не важно, так как само по себе логарифмирование *не влияет на ранжирование быков, а если и «отражает их племенную ценность», то уж очень неудобовразумительно. Кроме того, остается не ясным: как рассчитывать ИПС'ы для коров?»**

P.S. Н.А. Лоскутов сообщил, что после логарифмирования возможна квалификация быков на 1, 2 и 3 классы (по принципу квалификации коров)!? При таком «раскладе» возникают те же проблемы, что и у коров: как отбирать отцов быков? как отбирать отцов коров? как, вообще, планировать заказные спаривания, когда все 31% лучших быков (и коров) имеют класс 3? В конце концов - как дифференцировать цену на сперму быков?

* Напомним, что логарифм – это показатель степени, в которую надо возвести число, называемое основанием, чтобы получить данное число. Что может селекционеру-практику сказать такое выражение, как: «бык Бизе 94590 оцененный по 1506 дочерям ... имел $\text{Log}(P)=0,311$ », а «бык Бравый 4222 по 14 дочерям ... имел $\text{Log}(P)=0,699$ » [12]? Будет ли он удовлетворен такой информацией? Достаточно ли её для принятия решения: какого быка использовать в стаде?

5. Переход от количества в качество

По Гегелю, изменение качества объекта происходит тогда, когда накопление количественных изменений достигает определенного предела. Можно полагать, что это переход с популяционно-генетических методов оценки племенной ценности на молекулярно-генетические. Но никак не на СРВ-метод.

При использовании традиционных методов (СС, ММСС (только не в интерпретации В.Б. Дмитриева), BLUP, BLUP AM) мы получаем *непрерывный* ряд EBV (РТА) коров и быков, которые имеют свое распределение с вариацией, например, по удою от -1200 кг до +1200 кг (соответственно должны варьироваться и цены на животных и сперму). Если селекционеру ассоциации по породе надо отобрать 5-10-15% матерей быков и/или 2-3% отцов быков для получения ремонтных бычков, то по EBV (или РТА) это можно сделать легко. Также легко можно отобрать 70-80-90% матерей коров и 10-20% отцов коров для получения ремонтных телок. Во всех случаях необходимо только ранжировать животных по EBV или РТА.

Зная EBV (РТА) родителей можно легко получить EBV (РТА) теленка по родословной:

$$EBV1=(1/2)(EBV_{SIRE}+EBV_{DAM})$$

и при необходимости и возможности сделать дополнительный отбор ремонтных бычков и телок.

Можно объединить оценки по родословной (EBV1) с оценками коров или быков (EBV2) в комбинированную племенную ценность (EBV3):

$$EBV3=b_1EBV1+b_2EBV2,$$

повышая надежность прогноза генотипа коров по собственной продуктивности и быков с небольшим числом дочерей.

EBV3 можно использовать при расчете EBV1:

$$EBV1=(1/2)(EBV3_{SIRE}+EBV3_{DAM})$$

и селекционного индекса (I) по n признакам (w - экономические веса):

$$I=w_1EBV3_1+...+w_nEBV3_n.$$

При оценке из года в год, из поколения в поколение вся генетическая история животных будет аккумулироваться в их селекционном индексе, обеспечивая максимальную точность и эффективность отбора лучших родителей и, следовательно, генетический прогресс (детали см. в [16,21]).*

* Такая система генетической оценки была программно реализована нами во ВНИИГРЖ в конце 1980-х начале 90-х гг. для ЭВМ ЕС-1035. К сожалению, не получила должной поддержки ни со стороны руководства института, ни ученых-селекционеров и «пала» под бременем начавшихся «экономических реформ».

Какие же «новые приоритеты» предлагает профессор В.Б. Дмитриев и что неглижирует?

В публикациях читаем, что:

- «используя метод СРВ, мы располагаем реальной возможностью проводить оценку коров и быков по единому критерию в ряду нескольких поколений» [8,41];
- «данный подход (СРВ) не только позволяет оценить пробанда и предков по равному для них показателю (независимо от года использования животных), но и сделать сопоставимыми результаты оценки племенной ценности коров и быков» [9];
- разработан «единый критерий оценки племенных качеств животных обоего пола, отражающий их передающую способность» [12,40].

Во-первых, все это было и есть в «традиционных» методах (см. выше)!
Во-вторых, действительно ли это так в предлагаемом методе?

В СРВ-методе достаточно широкая непрерывная *фенотипическая* изменчивость количественного признака трансформируется в три «генотипа»: «плохой» - 31, «средний» - 38 и «хороший» - 31% животных. При $\bar{x}=4000$ кг и $\sigma=800$ кг удой коров с положительной «консервативной наследственностью» будет варьировать от 4401 до 6400 кг. По СРВ-методу две коровы с такими удоями (разница в 2000 кг) будут считаться *равноценными по генотипу*, а коровы с удоями 4399 и 4401 кг (разница в 2 кг) – *не равноценными по генотипу*! Сходный казус и с левой частью распределения.

Далее, допустим, что селекционеру надо отобрать 5-10% матерей быков. Как это сделать, если 31% лучших коров имеют одну категорию – «3»? Чтобы выйти из положения, селекционер будет вынужден отбирать коров по фактическому удою! Но так как в СРВ-методе корректировка данных на систематические эффекты среды виртуальная (коровы только квалифицируются в пределах стада-года), то точность отбора матерей быков будет низкая, особенно если потенциальные коровы находятся в разных хозяйствах. Сходная проблема при отборе 70-80% матерей-коров. **Поэтому СРВ-метод не только не вносит ничего качественного в оценку племенной ценности коров, но делает невозможным отбор матерей быков и матерей коров.**

В СРВ-методе бык квалифицируется, фактически, по «хвостам» - частоте *нетипичных* для него дочерей в классах 1 и 3 (особенно когда зональные границы $\bar{x}\pm 1\sigma$) [7,12]. Тем самым при оценке не используется от 38 до 68% имеющейся информации. Ко всему «хвосты» в большей степени гетерогенны и подвержены случайным отклонениям, которые *смещают* оценки частот.

В СРВ-методе, по существу, нет корректировки исходных данных на значимые систематические эффекты среды. Квалификация в пределах стада-

года решает проблему частично. Известно, что значительное влияние на продуктивность коров оказывают сезон отела, продолжительность лактации, в ряде случаев возраст, статус (№ лактации)*. В опубликованных за 10-летний период статьях нет даже намека о необходимости такой корректировки. Но зато *декларируется*, что СРВ-метод *может* учитывать «доминирование, эпистаз, материнские и отцовские эффекты» [32]!

Авторы СРВ-метода генетическую изменчивость признака «консервативность» не изучали. Поэтому СРВ-метод не дает даже прогнозных оценок аддитивной племенной ценности. Так как СРВ-метод не учитывает генетическую изменчивость, то выводы по оценкам РЗ и Р1 распространяются только на *данную* фактическую выборку дочерей быка и не могут экстраполироваться на его будущее потомство. **Поэтому говорить о том, что СРВ-метод якобы оценивает «передающую способность» быка несостоятельно.**

СРВ-метод никак не учитывает различия в численности дочерей у быков. Три быка с числом дочерей, например 15, 150 и 1500 голов, но с одинаковыми значениями РЗ, считаются «генетически» равноценными. В СРВ-методе не учитывается число стад, в которых лактировали дочери быка, гетерогенность распределения дочерей по стадам. Все это влияет на объективность оценки быков.

СРВ-метод не учитывает генетическую ценность партнеров по спариванию, генетические различия между стадами, генетические группы быков (молодые или отобранные, кровность), временные генетические тренды.

В СРВ-методе нет критерия, который бы указывал на точность и достоверность квалификации коров и быков.

В СРВ-методе нет механизма, который бы объединял оценки разных родственников. Даже элементарную прогнозную оценку по родословной нельзя получить, потому что оценка матери - есть номер её категории, а отца – логарифм (а утверждают о «едином критерии» [35]).

В общем, всё то, что ученые разных стран придумали, наработали и накопили за 100 лет по оценке племенной ценности животных, профессор В.Б. Дмитриев и его единомышленники под псевдонаучную риторику пытаются в одночасье зачеркнуть, не удосужившись хотя бы поверхностно ознакомиться с работами предшественников.

* Наши исследования в племенном хозяйстве «Красногорский» показали, что влияние на удой первотелок возраста при отеле составляло 14,4, года-сезона отела - 8,7, продолжительности лактации – 21,1%. Удой коров, отелившихся в марте, был на 400 кг выше, чем отелившихся в августе. Коровы с продолжительностью лактации 240 дней, имели удой на 785 кг ниже, чем коровы с 305-дневной лактацией [20]. Эти различия зависят от года отела и уровня продуктивности стад. В стадах с низкой продуктивностью размах корректур-факторов на продолжительность лактации был 236...864 кг, в высокопродуктивных стадах - 420...1330 кг [23].

6. Доказательства «эффективности» СРВ-метода

Зоотехнический уровень. В публикациях утверждается, что СРВ «новый метод» [13], «альтернативный вариант» [12], «использующий универсальный алгоритм» [41]. Что он оценивает «истинную степень влияния быка на качество потомства» [8] и «дифференцирует животных по *генотипу*» [32]. Что отбор по ИПС увеличивает число животных, отличающихся «консерватизмом в наследственной передаче признака» [9]. Однако доказательств перечисленному нет. Различные ретроспективные анализы скорее запутывают, чем что-либо доказывают. Более или менее ясно показано то, что у родителей класса 3 несколько бóльший процент потомков класса 3 [8,9,11 и др.]. Но это «укладывается» в общее правило: подобное с подобным дает подобное.

Но рассмотрим СРВ-метод относительно вклада предков (семейств) 1, 2 и 3 классов в «производство» потомков 3 класса. Анализ данных пяти источников представлен в табл. 1.

1. Процент потомков третьего класса, полученных от предков/семейств первого, второго и третьего классов

Источ-ник	№ табл.	Квалифици-рованные животные	Всего потом-ков	% потомков класса 3			% от 1+2 классов	
				всего	в т.ч. от жив-ых класса			
					1	2		3
[9]	2	Бабки (ММ)	563	32,7	10,5	12,3	9,9	69,7
		Матери (М)*	563	32,7	8,0	12,6	12,1	63,0
		М+ММ	218	36,6	7,3	15,1	14,2	61,2
[10]	4	ММ	1044	30,1	7,7	13,0	9,4	68,8
		М*	1183	30,1	6,9	11,7	11,5	61,8
		М+ММ	332	30,4	3,6	15,7	11,1	63,5
[12]	2	Отцы*	143283	30,7	7,0	13,7	10,0	67,4
[13]	1	Семейства*	896	31,9	3,6	21,2	7,1	77,7
[40]	1	Семейства:						
		«Рабитицы»*	930	31,6	4,8	12,4	14,4	54,4
		«Агро-Балт»*	1265	30,6	4,1	11,9	14,6	52,2
		Итого (по *)	-	31,3	6,0	14,3	11,0	64,9

Общий процент потомков класса 3 был достаточно стабильный (30-33%, в среднем 31%(!)). Интересно то, что процент потомков класса 3 от предков/семейств класса 2 почти всегда был больше, чем от таковых класса 3 (14 против 11%). В среднем, вклад предков/семейств 1, 2 и 3 классов в «производство» потомков класса 3 составлял 19, 46 и 35% соответственно.

Таким образом, 2/3 животных с «хорошим консервативным генотипом» были потомками животных с плохим «комплексом функциональных блоков»!

В статьях имеют место любопытные моменты, вызывающие вопросы. Например, почему эффективность СРВ-метода оценивалась по внучатому поколению, на продуктивность которого в большей степени влияют отцы, а не деды [7]. Или почему средние показатели дочерей от различных групп матерей сравниваются без учета влияния отцов и среды [9,10]? Или почему показатели средней массы тела потомства от хряков 1, 2 и 3 классов равны [7]?

Как объяснить практику, что быки, удои дочерей которых был *de facto* выше сверстниц на 135-505 кг молока, имеют «плохой генотип» и должны выбраковываться [8], а быки, с превосходством дочерей только +37 и +87 кг молока, имеют «хороший генотип» и должны широко использоваться [9].

В целом, создается впечатление, что авторы «традиционных» методов не знают, в своем методе не уверены, но зато весьма амбициозны. Свидетельство тому следующие «компромиссы» и противоречия.

Так, бык 1643/147, имеющий $P3=41,7\%$ был отнесен к «минус» варианту (т.к. $CC=-102,6$ кг), а бык 2227/166 с $P3=34,4\%$ попал в «плюс» вариант (т.к. $CC=+167,9$ кг) [9]!

В одних работах утверждается, что «сравнить эффективность традиционной модели ММСС и модели СРВ трудно в силу разных измеряемых величин» [32], и что между оценками быков традиционным и СРВ методами выявлено «большое количество несовпадений, поскольку оба метода имеют принципиально разные методологические подходы» [41]. В других работах отмечается «высокая степень сходства» [38] ($r=0,82$ [11]), что «племенная ценность быков, определенная с помощью методов ММСС и СРВ, в целом совпадает» [32]. В третьих утверждается, что эффективность СРВ-метода в 2-3 раза выше, чем ММСС [34,35]!

С одной стороны, метод позиционируется, как «новый» [13], «альтернативный» [12], оценивающий *истинную* (?) племенную ценность животного [7]. С другой стороны, признается, что возможно «происходит неточная оценка быков методом СРВ по сравнению с методом ММСС» [32], рекомендуется использовать его или как *дополнительное* средство к оценке традиционными методами [7], которое может внести коррективу в оценку животных [35,41], или для «мониторинга племенного процесса в стаде и популяции» [12]. Но селекционерам хозяйств и ассоциаций по породам в первую очередь нужен не ретроспективный анализ, а КРИТЕРИЙ, на основании которого они могли бы принимать ПРАВИЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ. Например, каких быков *выбраковать* после оценки по потомству.

И последнее, авторы отмечают «несовершенство существующих методов отбора и подбора» [40]. В то же время *сами* приводят доказательство их высокой эффективности: за 15 лет удои коров в стаде ГПЗ «Гражданский» повысился на 4546 кг молока [10]! Еще более убедительные в [35] на стр. 3.

Генный уровень. Чтобы доказать «превосходство» своего метода, привлекли даже молекулярную генетику [32,34]. В частности, оценки эффектов замещения аллеля А на К (α) гена DGAT1*, аллеля F на Y в гене GHR и др. Но логика и критерий, на основании которых авторы определяли «истинность» и «мощность» СРВ-метода относительно ММСС, совершенно не понятны.

Данные представлены так, что вызывают только вопросы. Результаты противоречивы. То авторы говорят о сходстве методов (α по удою 0,80 и 0,76 в единицах σ), то об их значительном различии (α по количеству жира 1,10 и 0,12). Приводят два объяснения «феномена». Первое - простое и ясное – *неточность* СРВ-метода по сравнению с ММСС (в [34] уже нет). Второе - заходящее за факты: «Метод СРВ учитывает не только аддитивную составляющую родителей, но и взаимодействие аллелей гена DGAT1, с генами, унаследованными от матери и отца, которое может изменить плейотропный эффект гена DGAT1». С первым можно согласиться, даже не имея представления о ММСС**, но зная СС-метод. По второму возникают вопросы: (а) каким образом в СРВ-методе учитывается взаимодействие генов «при конечном измерении ИПС» [32], (б) почему это взаимодействие не имело место в случае с удоем, (в) почему авторы считают, что это взаимодействие не учитывается в ММСС? Поражает то, что свое второе *предположение* авторы преподносят в [34] уже как установленный факт, а данные литературы по эффекту замещения - как подтверждение более точной оценки быков СРВ-методом!

Авторы признают, что сравнить «эффективность традиционной модели ММСС и модели СРВ *трудно* в силу разных измеряемых величин» [32] и малого числа быков [34]. Однако, если в выводах работы [32] только отмечают, что «метод СРВ позволяет отобрать быков с желательными аллелями генов»***, то в [34] уже пишут о «*прямом доказательстве <...> двух-трехкратного преимуществ* метода ЧЗС над методом ММСС»! При этом ссылаются на [35], где даны результаты *некорректного* моделирования, т.к.: (а) с 1970-х годов в Ленинградской области используют только *лучший* мировой генофонд [29]; (б) авторы *не знают* «традиционных» методов и *не умеют* оценивать быков и, тем более, коров; (в) интенсивность отбора для СРВ-вариантов завышена в *разы*.

P.S. На поставленный *лично* М.Г. Смагардову, В.Б. Дмитриеву и С.И. Лоскутову вопрос: «Какой метод все же лучше?», - ответа мы не получили.

* Используемый подход не может решить проблему, т.к. неизвестны *истинные* значения α . В частности, в [31] $\alpha=-92$, а в [32] - -154 кг молока!? Для справки: по породам оценки α варьируют от -611 до -81 кг [33]. Даже в одной популяции, но при оценке разными методами: -306 и -28 кг [51].

** Следует отметить, что ни в одной работе, даже в [35], авторы не дали ни биометрической модели ММСС, ни его описания. Полагаем по причине *незнания*.

*** Исходя из рис. 2 и ранговой корреляций +0,9 [24] подобный вывод мог бы быть и при использовании просто средних значений по дочерям быков.

7. Наш сравнительный анализ

На базе данных первотелок Кировской области (см. табл. 2) провели собственные исследования. Оценки быков получили путем усреднения удоя дочерей (Y), усреднения нормированного удоя дочерей (в пределах «стадо-года», U), тремя вариантами СВВ-метода (ИПС1=P3, ИПС2= $((1+P3)/(1+P1))^*$, ИПС3=Log(ИПС2)), СС-методом и двумя вариантами BLUP (без и с генетической группой).

2. Характеристика исходных данных и результатов оценки быков

Показатель	Min	Max	Общее/ Среднее(%)
Число:			
- первотелок	-	-	27229
- быков	-	-	329
- хозяйств	-	-	40
- лет	-	-	6
- групп «стадо-год»	-	-	231
- коров в группе «стадо-год»	10	490	117,9
- дочерей на быка (n)	10	726	82,8
Удой по всему набору данных, кг	2005	9021	4587
Сигма удоя, кг	-	-	1092
Средний удой по группе «стадо-год», кг	2468	6589	4257
Сигма удоя внутри группы «стадо-год», кг	280	1194	743
Средний удой дочерей быка (Y), кг	2583	7518	4328
Сигма удоя в группе дочерей, кг	287	1284	860
Ср. (нормированный_удой×10) дочерей (U)	-9,4	+11,7	+0,04
Сигма U в группе дочерей	4,5	14,5	9,8
Число дочерей у быка с удоем<(μ-0,5σ)	0	220	8635/26,2 (31,7)
Число дочерей у быка с удоем (μ±0,5σ)	0	290	10472/31,8 (38,5)
Число дочерей у быка с удоем>(μ+0,5σ)	0	216	8122/24,7 (29,8)
P1 по быкам,%	0	79,5	31,9
P2 по быкам,%	0	80,0	37,9
ИПС1=P3 по быкам, %	0	66,7	30,2
ИПС2=(1+P3)/(1+P1) быков,%	55,7	156,3	99,7
ИПС3=Log(ИПС2) быков	-0,25	+0,19	-0,01
EBV быков по СС=(n/(n+15))×U, кг	-6,69	+5,86	0,01
EBV быков по BLUP1, кг	-1737	+1026	0,00
EBV быков по BLUP2, кг	-1739	+1285	+2,2

* Оценки по $ИПС=(P3/P1)$ и $ИПС=(P3+1/P1+1)$ не рассчитывали, т.к. по первой формуле имело место деление на 0, а вторую формулу считаем ошибочной.

При оценке по BLUP2 использовали следующую биометрическую модель смешанного типа (детали BLUP-оценки см. в [18,21,43,47]):

$$\tilde{y} = \mu + HYS + G + s + e,$$

где \tilde{y} - удой первотелки, скорректированный на продолжительность лактации (детали см. в [23]); μ - общее среднее; HYS - эффект комбинированного средового фактора «стада-года-сезона_отела», включающего все взаимодействия (фиксированный); G - эффект генетической группы быка (кровности по голштинской породе; фиксированный); s - аддитивный эффект отца (=1/2 племенной ценности; рандомизированный); e - эффект неучтенных факторов (рандомизированный).

При оценке по BLUP1 биометрическая модель не включала G-эффект.

Результаты. Корреляционный анализ показал отсутствие связи оценок быков с числом дочерей* (табл. 3) и с числом лучших дочерей (n3). Отметим, что точечная оценки для ИПС3 (+0,12) была даже ниже, чем для СС и BLUP (+0,13...+0,15).

3. Взаимосвязь^{+) оценок быков с числом дочерей (n), числом лучших дочерей (n3) и изменчивостью удоя внутри потомственных групп (σ)}

Критерии отбора	n	n3	σ
Среднее Y по дочерям	+0,14	+0,09	+0,46
Среднее U по дочерям	-0,01	+0,11	+0,15
ИПС1=P3	-0,02	+0,11	+0,21
ИПС2=(1+P3)/(1+P1)	-0,03	+0,09	+0,11
ИПС3=Log(ИПС2)	-0,01	+0,12	+0,12
EBV по СС	-0,01	+0,14	+0,16
EBV по BLUP1	+0,01	+0,15	+0,21
EBV по BLUP2	+0,00	+0,13	+0,29

Примечание. n3 - число дочерей у быка с удоем $>(\mu + 1/2\sigma)$;
^{+) оценки $\leq 0,11$ статистически не значимы ($\alpha > 0,05$).}

В несколько бóльшей степени оценки быков зависели от изменчивости удоя внутри потомственных групп (+0,11...+0,29).** При этом корреляции для ИПС1 и BLUP1 были равными (+0,21): **на обе оценки в равной степени влиял общий фактор - внутригрупповая изменчивость**. Для сравнения, между внутригрупповой изменчивостью и средней продуктивностью дочерей (не скорректированной на «стадо-год», Y) корреляция была +0,46.

* Однако корреляция между числом дочерей у быков (n) и изменчивостью удоя внутри потомственных групп (σ) составила +0,24.

** Особенно оценки, не скорректированные на «стадо-год».

Согласно концепции нормального распределения количественного признака - в среднем значении проявляется *закономерное* (общее), свойственное данной выборке. Это положение нашло свое отражение и в корреляциях между оценками быков, рассчитанными разными методами (табл. 4).

4. Коэффициенты корреляции между различными оценками быков

Критерии отбора		1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее Y по дочерям	1	1	+0,38	+0,35	+0,40	+0,39	+0,38	+0,42	+0,55
Среднее U по дочерям	2	-	1	+0,87	+0,94	+0,94	+0,97	+0,84	+0,80
ИПС1=РЗ	3	-	-	1	+0,90	+0,90	+0,85	+0,73	+0,72
ИПС2=(1+РЗ)/(1+Р1)	4	-	-	-	1	+0,99	+0,91	+0,80	+0,78
ИПС3=Log(ИПС2)	5	-	-	-	-	1	+0,91	+0,80	+0,78
EBV по СС	6	-	-	-	-	-	1	+0,87	+0,83
EBV по BLUP1	7	-	-	-	-	-	-	1	+0,96
EBV по BLUP2	8	-	-	-	-	-	-	-	1

В частности, имела место достаточно высокая относительно *сходная* взаимосвязь между средними *не скорректированными* удоями дочерей быков (Y) и их оценками по ИПС (+0,35...+0,40), СС (+0,38) и BLUP(+0,42...+0,55). Корреляции со средними, рассчитанными по *нормированным* в пределах «стада-года» данным (U), были в два и более раза выше. При этом корреляции U с ИПС'ами составили +0,87 и +0,94. По теории, изложенной в 3, они должны быть равны +1. Соответствие фактических корреляций с теоретической очень высокое. Особенно если учесть значительный разброс внутри-групповой изменчивости (σ), как по субвыборкам «стадо-год», так и по потомственным группам быков (табл. 2)*.

Таким образом, связь ИПС'ов с пЗ была на уровне +0,1, а с оценками по U - на уровне +0,9. Эти корреляции ясно указывают на то, что средняя продуктивность всех дочерей быка ассоциирует с ИПС'ами в большей степени, чем число дочерей, чья продуктивность превышала установленный стандарт. Если даже *гипотетически* допустить, что частотный формат извлекает из данных некую «незатронутую отбором генетическую изменчивость», то ее вклад в ИПС, как свидетельствует корреляция, незначительный.

Корреляция между ИПС2 и ИПС3 составила +0,99. Это подтверждает наше утверждение о том, что логарифмирование ничего не привносит в повышение точности оценки быков.

Отметим также более высокую корреляцию EBV по BLUP с U'ами, чем с ИПС'ами (на 3-15%).

* Напомним, что в теоретических расчетах использовалась $\sigma=800$, как для всей выборки, так и в потомственной группе быка.

Теория и эффективность BLUP-метода проверены практической селекцией во многих странах на разных видах животных. В настоящем исследовании при оценке быков по BLUP2 были учтены:

- влияние на удой продолжительности лактации;
- влияние комплексного фактора «стада-года-сезона» (HYS);
- число дочерей у быка и распределение их по HYS;
- племенная ценность отцов сверстниц в пределах HYS;
- кровность оцениваемого быка по голштинской породе;
- аддитивная генетическая вариация и
- остаточная вариация.

Все это позволяет предположить, что EBV'ы по BLUP2 в большей степени ассоциируют с истинными генотипами быков, чем Y, U, ИПС'ы по CPB-методу и EBV'ы по CC- и BLUP1-методам. Поэтому для оценки эффективности последних, EBV'ы по BLUP2 были приняты за «истинные генотипы» быков. Тогда степень детерминации критерия отбора, например Y, «истинным генотипом» может быть оценена квадратом коэффициента корреляции между Y и EBV'ми по BLUP2. В табл. 5 приводятся коэффициенты детерминации (r^2) и риски ($1-r^2$), связанные с использованием разных критериев.

5. Коэффициенты детерминации и риски

Критерии отбора	r^2	Риски, %
Среднее Y по дочерям	0,30	70
Среднее U по дочерям	0,64	36
ИПС1=P3	0,52	48
ИПС2=(1+P3)/(1+P1)	0,61	39
ИПС3=Log(ИПС2)	0,61	39
EBV по CC	0,69	31
EBV по BLUP1	0,92	8

Из табл. 5 следует, что при выборе лучших быков по ИПС'ам можно ошибиться в 4-5 случаев из 10. Отметим, в [38] авторы приводят корреляции, которые не только подтверждают данные риски, но и указывают на то, что повторяемость ИПС'ов по CPB в 2 раза ниже, чем EBV'ов по BLUP!

Нами было рассчитано (по «истинным генотипам») генетическое превосходство 25% лучших быков (83 из 329) при отборе по Y, U, ИПС1, ИПС3, CC, BLUP1 и BLUP2. Оно составило +298, +379, +365, +377, +385, +433 и +458 кг молока соответственно.

Таким образом, CPB-метод не является альтернативной оценкой животных - ИПС'ы так же, как и EBV'ы в CC и BLUP методах, в значительной степени связаны со средними по дочерям быков. CPB-метод уступает не только официальному CC-методу, но и простой оценке быков по средним данным, нормированным в пределах «стада-года». Относительно EBV по BLUP2, погрешность ИПС быков по CPB-методу может составлять 40-50%. Эффективность CPB-селекции на 15-25% ниже, чем BLUP-селекции.

8. О стратегии селекции

В статье о селекционной стратегии [9] читаем: «...любая стратегия формирует *всеобъемлющую* цель, которая вытекает из объективных предпосылок». Однако в абстрактных рассуждениях о «концепции функциональных блоков», «роли полов в сохранении вида» и «кибернетической модели управляемых систем» авторы забыли сформулировать цель *своей* стратегии селекции. Вероятно, это достижение максимального «консерватизма» животных, под которым, как представляется, надо понимать повышение частоты коров в стаде или частоты дочерей у быка, с продуктивностью более $(\bar{x} + 1/2\sigma)^*$. Но достижима ли эта цель? На этот вопрос *a priori* можно ответить «нет». Даже при использовании только супер «консервативных» быков, дочернее поколение будет иметь нормальное распределение с обычным «консерватизмом» (из-за сдвига средней популяционной по «вектору отбора»).

«Традиционная» же стратегия селекции, которая не устраивает проф. В.Б. Дмитриева, ставит своей целью выведение животных, разведение которых было бы *экономически выгодным*. Это предполагает здоровое животное с высокой продуктивностью, хорошей репродуктивной системой, с высокой оплатой корма продукцией и т.п. Поэтому *прямая* селекция животных по экономическим признакам представляется естественной и логичной.

Проф. В.Б. Дмитриев видит реализацию своей стратегии (1) в увеличении численности «консервативных» коров и (2) в «отборе по частоте отклонения потомков на заданную величину, выраженному в долях σ относительно среднего показателя по стаду», т.е. в отборе по ИПС [9].

«Традиционная» же стратегия ориентирована на выбраковку животных с низким аддитивным эффектом генов по экономически важным признакам и *увеличение численности животных с желаемыми генами*. Это реализуется через (1) *повышение* точности прогноза аддитивных эффектов генов (EBV) потенциальных родителей методом BLUP, (2) *жесткий* отбор по EBV лучших животных и (3) их *интенсивное* использование (т.е. получение *многочисленного* потомства с *желаемыми* генами). Как уже отмечалось, *от родителей с высокой EBV можно с большей вероятностью ожидать потомства с высокой EBV и, следовательно, с более высокой продуктивностью*.

В подтверждение стратегии проф. В.Б. Дмитриева пока только противоречивые ретроспективные анализы. «Традиционная» же стратегия селекции и методы проверены практикой. Тому доказательство (одно из многих) - голштинская порода, производители которой в течение более 30 лет улучшают не только ленинградскую популяцию, но почти все молочное стадо России.

* В 60-70-х годах XX века это называлось «препотентностью». Вот и С.И. Лоскутов, аспирант проф. В.Б. Дмитриева, в своей работе [24] ставил целью сравнить оценки препотентности быков методами Эйснера, Кравченко-Винничука и СРВ.

Заключение

СРВ-метод, анонсируемый как «новые приоритеты в отборе и подборе животных», никакой «незатронутой отбором генетической изменчивости» не выявляет. СРВ-метод - это исковерканная оценка по фенотипу. Подтверждение - корреляция +0,9 между СРВ-оценками и средними по дочерям быков.

Доказательств «правильности и эффективности» СРВ-метода ни на зоотехническом, ни на генном уровнях нет. СРВ-метод не учитывает важные организационные, средовые и генетические факторы, влияющие на оценку племенной ценности животных. Поэтому СРВ-метод *хуже*, чем *традиционные* методы (СС, BLUP, BLUP AM) и по корректировке на систематические эффекты среды, и по получению прогнозных оценок генотипа, и по их интеграции в комбинированный критерий - селекционный индекс.

Тривиальный переход с метрического на частотный формат не только не закрывает имеющиеся *пробелы* в российской зоотехнической науке и *проблемы* в практической оценке племенной ценности животных, но усугубляет их. В частности, из-за своей методической и технической простоты СРВ-метод может в бóльшей степени импонировать селекционерам и подвигать их на его использование (тому пример специалисты ООО РЦ «Плинор» [35]).

Негативные последствия от введения в заблуждение начинающих (и не только) исследователей псевдонаучной СРВ-риторикой более серьёзные. Выполнение ретроспективных анализов по СРВ-тематике отвлекает их внимание от изучения теории селекции, освоения достаточно сложных, проверенных практикой современных методов оценки племенной ценности животных. Имеющаяся *пропасть* между НИР российских и зарубежных ученых расширяется. Пока у нас пишутся диссертации по СРВ-методу [24,37], рассчитываются РИБ'ы* [14,26,30,36] и РИД'ы** [2], голословно критикуются статистика в селекции [4-6], BLUP [25] и методические подходы к оптимизации селекционных программ [3]*** за рубежом ученые разрабатывают методы *оценки геномной племенной ценности* [45] и внедряют *геномную селекцию животных* [49].

СРВ-метод - это не шаг и даже не три шага назад, а возврат на 100 лет в прошлое, потому что именно тогда подобный подход практиковался в Новой Зеландии для оценки быков-производителей. Поэтому посулы «больших перспектив» СРВ-метода на «рынке технологий» [34] - это, *в лучшем случае*, заблуждение самого профессора В.Б. Дмитриева.

* Родительский Индекс Быка; рассчитывается по фенотипическим данным.

** РИД - в [2] не расшифровывается.

*** В этой связи вспоминается высказывание Эвелины Хромченко в одной из передач TV-шоу «Модный приговор»: «Нужно сначала выучить таблицу умножения, а потом уж рассуждать правильно или не правильно её придумали когда-то».

Литература

1. **Басовский Н.З., Попов В.П., Рудаков А.Н., Завертяев Б.П.** *Методические рекомендации по использованию селекционных индексов в племенной работе и анализу селекционно-генетических параметров признаков с альтернативной изменчивостью.*-Л.: ВНИИРГЖ, 1976.-121с.
2. **Боев М.М., Коростелов С.Н., Боев М.М., Кукушка Е.В.** *Продуктивные и племенные качества симментальских коров, полученных при неаддитивных формах наследования молочной продуктивности.* // Вестник Россельхозакадемии, 2011.-№ 1.-С. 77-79.
3. **Буяров В., Шендаков А., Шендакова Т.** *Эффективность селекции молочного скота.* // Животноводство России, 2011.-№ 1.-С. 41-42.
4. **Бычаев А.** *Корректная статистика - основа селекционного процесса.* // Животноводство России, 2009.-№ 4.-С. 15-18.
5. **Бычаев А.Г.** *Необходимость разработки новой биологической статистики на современном этапе развития птицеводства (некоторые аспекты).* «Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных» / Мат. междунар. науч. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.М. Лебедева, 9-11 июня 2009 г. Часть 1. СПб.: ВНИИГРЖ, 2009.-С. 309-313.
6. **Бычаев А.Г.** *Генетико-статистические параметры оценки продуктивных качеств птицы и их достоверность.* «Генетика и селекция в животноводстве: вчера, сегодня, завтра» / Мат. науч. конференции, посвященной 70-летию образования института, 9-11 июня 2010 г. СПб.: ВНИИГРЖ, 2010.-С. 159-164.
7. **Дмитриев В.Б., Клемин В.П.** *Проблема соответствий в оценке племенных качеств свиней и методов их отбора и подбора.* // Сельскохозяйственная биология, 2000.-№ 2.-С. 12-19.
8. **Дмитриев В.Б., Бойков Ю.В.** *Повышение эффективности селекции в молочном скотоводстве.* // Зоотехния, 2001.-№ 4.-С. 2-4.
9. **Дмитриев В.Б., Бойков Ю.В., Решетова Т.В.** *Стратегия отбора в молочном скотоводстве.* «Современные методы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных» / Сборник научных трудов. СПб.: ВНИИГРЖ, 2001.-С. 83-89.
10. **Дмитриев В., Турлова Ю., Примак В.** *О племенной ценности коров.* // Молочное и мясное скотоводство. 2004.-№ 7.-С. 32-34.
11. **Дмитриев В.Б.** *Различные подходы к оценке генотипа быков-производителей.* // Сб. науч. тр. ГНУ ВНИИГРЖ, 2006.-№ 2.-С. 37-47.
12. **Дмитриев В.Б., Турлова Ю.Г., Прошина О.В.** *Факторы, влияющие на точность оценки племенных качеств сельскохозяйственных животных.* «Современные методы генетики и селекции в животноводстве». / Мат. междунар. науч. конференции ВНИИГРЖ, 26-28 июня 2007 г. СПб.: ВНИИГРЖ, 2007.-С. 64-71.
13. **Дмитриев В.Б., Васильева Е.Н., Лантух М.Н.** *Селекционное значение семейств.* «Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных». / Мат. междунар. науч. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.М. Лебедева, 9-11 июня 2009 г. Часть 1. СПб.: ВНИИГРЖ, 2009.-С.151-153.
14. **Калашникова Л., Тинаев А., Ганченкова Т.** *Племресурсы быков-производителей голштинской породы.* // Молочное и мясное скотоводство. 2009.-№ 3.-С. 4-6.
15. **Кузнецов В.М.** *Методические основы разработки и оптимизации программ селекции в молочном скотоводстве:* Дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01.-Л.,1979.-152 с. (www.vm_kuznetsov.ru/.../ar01_kuznetsov_vm1979.pdf).
16. **Кузнецов В.М.** *Методы повышения генетического прогресса в молочном ското-*

- водстве: Дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.01 - С. Петербург, 1992.-238 с. (www.vm_kuznetsov.ru/.../ar02_kuznetsov_vm1992.pdf).
17. **Кузнецов В.М.** *Оценка быков по качеству потомства* (методические рекомендации).-Л.: ВНИИРГЖ, 1982.-41 с. (www.vm-kuznetsov.ru/.../1982_method_mmс.pdf).
 18. **Кузнецов В.М., Шестиперов А.А., Егорова В.Н.** *Методические рекомендации по использованию метода BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей*.-Л.: ВНИИРГЖ, 1987.-69 с. (www.vm-kuznetsov.ru/.../1987_blup.pdf).
 19. **Кузнецов В.М.** *Инбридинг в животноводстве: методы оценки и прогноза*. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2000.-66 с.
 20. **Кузнецов В.М.** *Современные методы анализа и планирования селекции в молочном стаде*. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2001.-116 с.
 21. **Кузнецов В.М.** *Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP*. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2003.-358 с.
 22. **Кузнецов В.М.** *Основы научных исследований в животноводстве*. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006.-568 с.
 23. **Кузнецов В.М., Червяков Н.А., Смирнова Г.Г.** *Бюллетень генетической оценки быков по качеству потомства методом BLUP* (Выпуск 5). Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006.-68 с. (www.vm-kuznetsov.ru/.../cover_blup_5.pdf).
 24. **Лоскутов С.И.** *Сравнительный анализ методов определения препотентности быков производителей*. «Генетика и селекция в животноводстве: вчера, сегодня, завтра. / Мат. науч. конференции, посвященной 70-летию образования института, 9-11 июня 2010 г. СПб.: ВНИИГРЖ, 2010.-С.51-55.
 25. **Матюков В.С., Яноваев С.Н.** *Оценка генотипа быков-производителей по продуктивности дочерей*. // Сельскохозяйственная биология, 2005.-№ 4.-С.114-121.
 26. **Некрасов Д.К., Зубенко Э.В., Зеленовский О.А.** *Точность предварительной оценки быков-производителей на основании племенной ценности их мужских предков по пожизненному удою дочерей*. // Зоотехния, 2008.-№ 9.-С. 2-4.
 27. **Поморский Ю.П.** *Вариационная статистика*. Часть 2. Л., 1930.-455 с.
 28. **Попов В.П., Шкирандо Ю.П.** *Методы оценки генотипа племенных животных в молочном скотоводстве* (Методические рекомендации).-Л.: ВНИИРГЖ, 1983.-54 с.
 29. **Сакса Е.И.** *Роль генеалогической структуры породы в повышении продуктивности черно-пестрого скота*. «Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных». / Мат. междунар. науч. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.М. Лебедева, 9-11 июня 2009 г. Часть 1. СПб.: ВНИИГРЖ, 2009.-С.42-47
 30. **Сельцов В.И., Молчанова Н.В., Калиевская Г.Ф., Сулима Н.Н.** *Формирование и реализация продуктивного потенциала коров*. // Зоотехния, 2008.- № 3.-С. 2-4.
 31. **Смарагдов М.Г.** *Влияние гена DGAT1 на показатели молока коров голштинизированной черно-пестрой породы Ленинградской области*. «Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных». / Мат. междунар. науч. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.М. Лебедева, 9-11 июня 2009 г. Часть 2. СПб.: ВНИИГРЖ, 2009.-С.17-18.
 32. **Смарагдов М.Г., Дмитриев В.Б., Турлова Ю.Г., Лоскутов С.И.** *Апробация метода оценки передающей способности быков с использованием гена DGAT1*. // Доклады Россельхозакадемии, 2010.-№ 5.-С. 31-32.
 33. **Смарагдов М.Г.** *Связь полиморфизма гена DGAT1 у быков-производителей с молочной продуктивностью коров*. // Генетика, 2011.-Т. 47.-№ 1.-С. 126-132.
 34. **Смарагдов М.Г., Дмитриев В.Б., Турлова Ю.Г., Лоскутов С.И.** *Разработка ме-*

- тогда частотнозависимой оценки племенных качеств молочного скота. // Проблемы биологии продуктивных животных, 2011.-№ 1.-С. 59-61.*
35. Система оценки племенных качеств молочного скота по передающей способности (матрица отбора). / Сост. **А.В. Егиазарян, В.Б. Дмитриев, Ю.Г. Турлова, Е.Н. Тюренкова, О.В. Прошина, Н.А. Лоскутов.**-СПб.: ВНИИГРЖ, 2010.-72 с.
 36. **Тинаев А., Калашникова Л., Ганченкова Т.** Племяресурсы быков-производителей черно-пестрой породы. // Молочное и мясное скотоводство. 2009.-№ 1.-С. 5-7.
 37. **Турлова Ю.Г.** Сравнительная эффективность разных методов оценки племенных качеств молочного скота. Канд. дис.: СПб., 2005.-114 с.
 38. **Турлова Ю.Г., Михайлов Д.В., Дмитриев В.Б.** Сравнительная оценка племенной ценности быков методами BLUP и CPB. // Сб. науч.тр. 2006.-№2.-С. 47-51.
 39. **Турлова Ю.Г.** Анализ воспроизводства коров с применением метода CPB. «Современные методы генетики и селекции в животноводстве». / Мат. междунар. науч. конференции ВНИИГРЖ, 26-28 июня 2007 г. СПб.: ВНИИГРЖ, 2007.-С. 357-361.
 40. **Турлова Ю.Г., Егиазарян А.В., Дмитриев В.Б.** Роль семейств в совершенствовании стада и популяции молочного скота. // Достижения науки и техники АПК, 2010.-№ 4.-С. 56-59.
 41. **Турлова Ю.Г., Лоскутов С.И.** Оценка быков-производителей по частотнозависимой передающей способности. «Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных». / Мат. междунар. науч. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.М. Лебедева, 9-11 июня 2009 г. Часть 1. СПб.: ВНИИГРЖ, 2009.-С.72-76.
 42. **Фолкнер Д.С.** Введение в генетику количественных признаков. М.: Агропромиздат, 1985.-486 с.
 43. **Харитонов С.Н., Сперанский А.Т., Кондрашев А.А., Григорьев Ю.Н.** Принципы построения линейных моделей в животноводстве (методические рекомендации).- М.: ВНИИплем, 1994.-103 с.
 44. **Шакиров Ш.К., Гынку С.П., Зиннатов Ф.Ф., Валидов Ш.З.** Генетический мониторинг быков-производителей ГУП ГПП «Элита». // Достижения науки и техники АПК, 2009.-№ 11.-С. 53-55.
 45. **Aguilar I., Misztal I., Johnson D. L., Legarra A., Tsuruta S., Lawlor T. J.** A unified approach to utilize phenotypic, full pedigree, and genomic information for genetic evaluation of Holstein final score. // J. Dairy Sci. 2010.-V. 93.-№ 2.-P. 743-752.
 46. **Berger P.J.** Notes on linear model theory BLUP and examples of mixed model animal prediction methodology. Animal Science 652, Iowa Univ., 1993.
 47. **Henderson C.R.** Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph, 1984.-462 p.
 48. **Schaeffer L. R.** Animal Models. Course notes. University of Guelph, Guelph, Canada, 1999.
 49. **Schrooten C., Van der Linde C.** Multi-Country Genomic Selection. / Interbull Bulletin, 2010.-№ 41.-5 p.
 50. **VanRaden P.M., Wiggans G.R.** Derivation, calculation and use of national Animal Model information // J. Dairy Sci., 1991.-V. 74.- № 8.-P. 2737-2746.
 51. **Weller J.I., Golik M., Seroussi E., Ezra E., Ron M.** Population-wide analysis of a QTL affecting milk-fat production in the Israeli Holstein Population. // J. Dairy Sci., 2003.-V. 86.-№ 6.-P. 2219-2227.

12.04.2011
07.05.2011