

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ И  
РАЗВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ  
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр животноводства —  
ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»



## От фенотипа к генотипу: перспективы геномной селекции в животноводстве

Сермягин А.А.,  
академик РАН Зиновьева Н.А.

33-я Международная агропромышленная выставка «АГРОРУСЬ»  
«Инновационные технологии в земледелии, растениеводстве, животноводстве,  
переработке сельскохозяйственной продукции»,  
30 августа 2024 г.

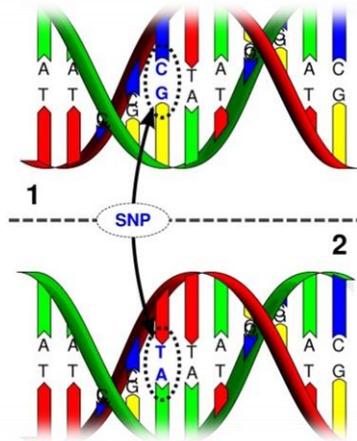
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – 2024



# ГЕНОМНАЯ СЕЛЕКЦИЯ в разведении и селекции крупного рогатого скота

## ФЕНОТИП:

- молочная продуктивность;
  - воспроизводительные качества;
- оценка экстерьера (тип телосложения, ОТТ);
  - показатели здоровья животных;
- мясная продуктивность;
  - качество продукции;
  - конверсия корма и темперамент животных



## ГЕНОТИП:

- достоверность происхождения;
- прогноз племенной ценности;
- контроль геномного инбридинга и гомозиготности;
- поиск ассоциаций с количественными признаками;
- точность подбора родительских пар;
- ускорение селекции (отбора);
- сохранение генофонда (оценка адмиксии)

# Внедрение методов генетической оценки молочного скота

Метод	США	Европа	Россия / ЕЭК
Продуктивность матери	-	до 1930-х гг.	1925 – 1969
Средняя продуктивность дочерей	до 1935		1976 – 1979
Дочери-матери	1935 – 1962	до 1950-х гг.	-
Дочери-сверстницы	-		1969 – 1976
Сравнение с одностадницами (НС), сверстницами (СС)	1963 – 1973	1950 – 1960-е гг.	1979
Модифицированные методы СС	1974 – 1988	1970-е гг.	-
BLUP (наилучший линейный несмещенный прогноз)	-	1980-е гг.	1996 (рекомендовано)
BLUP AM (модель животного, МТ)	1989	1990-е гг.	2021
MACE (оценка INTERBULL)	1990 – 1995-е гг.		-
BLUP AM + QTL (эффект локуса количественного признака)	Работа с конца 1980-х гг.		-
GEV (геномная оценка)	Работа с 2000-х гг. / Внедрение с 2009 г.		?
<b><u>РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ – ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО (точность 47%)</u></b>			<b><u>01.07.2024</u></b>

Цит. по В.М. Кузнецову (2003) в модификации

# Создание системы оценки племенной ценности – неотъемлемый базис повышения продуктивности

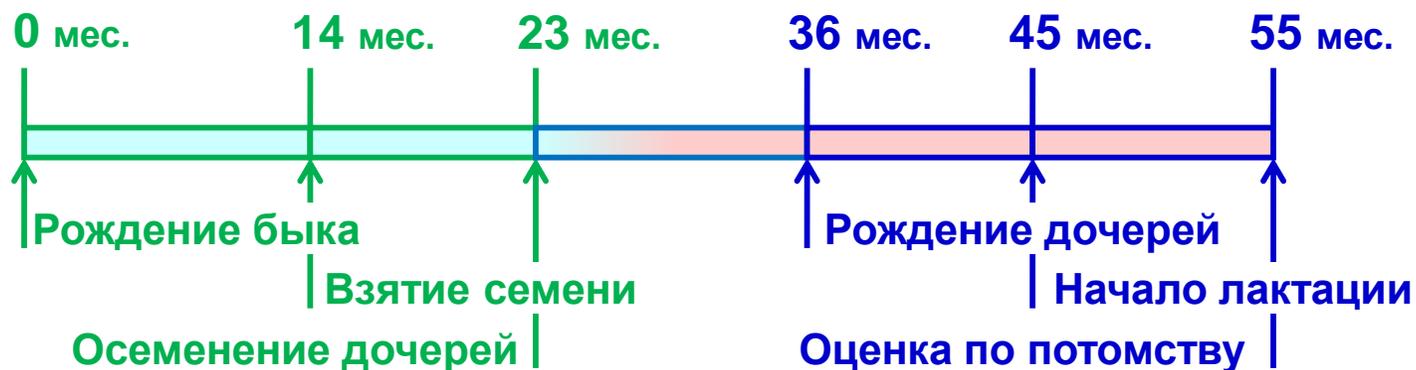
## ПЛЕМЕННАЯ ЦЕННОСТЬ БЫКА

прогнозируемое превосходство потомства быка над потомками других быков, используемых в популяции, по продуктивным показателям

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПЛЕМЕННОЙ ЦЕННОСТИ

обеспечение возможность максимально точного прогноза в максимально раннем возрасте

## ТРАДИЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ



- *точность прогноза по достижении быками возраста 4,5-5 лет (по завершении лактации не менее 70 дочерей) – 85%*
- *точность прогноза по молодым быкам (не имеющим потомства) США, Канада, страны Европы... – 25-35%; Россия – 10-15%*

## Принципы формирования референтной популяции:

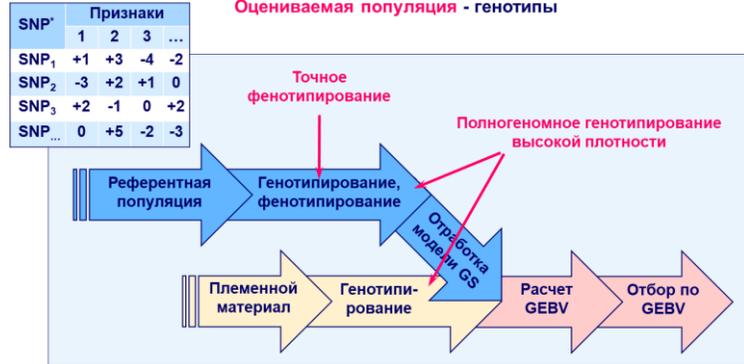
- уровень достоверности оценок племенной ценности для быков-производителей (коров) – максимизация эффекта ядра;
- численность популяции животных (активная и генотипированная);
- наследуемость и изменчивость количественных признаков (молочная продуктивность, воспроизводительные качества, оценка типа телосложения);
- оптимальный уровень генетического разнообразия;
- неравновесие по сцеплению между SNP для оценки объединения различных популяций молочного скота в одну;
- унификация системы оценки племенной ценности животных на породном уровне (BLUP, EBV, SI);
- ведение единой базы данных фенотипов и их сбор для объединенной популяции

# Путь к апробации методов геномной селекции в молочном скотоводстве

## I. Геномная селекция (GS)

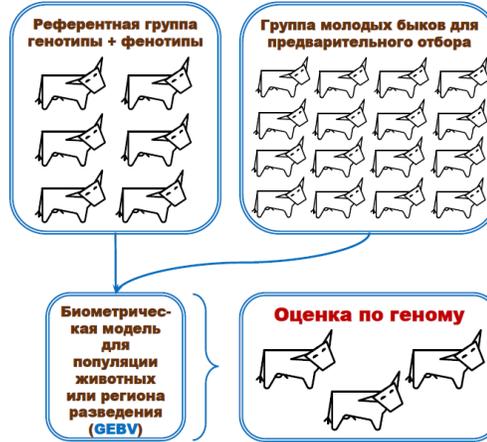
Геномная селекция – технология повышения точности оценки племенной ценности молодых животных на основе информации о полиморфизме SNP-маркеров на полногеномном уровне

Референтная популяция – генотипы + фенотипы  
Оцениваемая популяция – генотипы

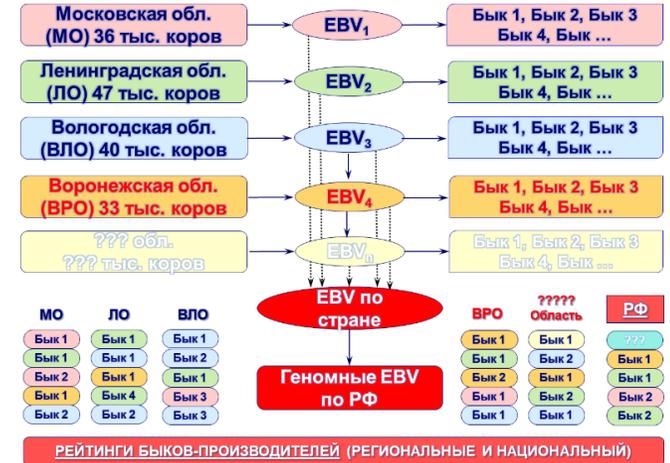


\*SNP – однонуклеотидный полиморфизм

## III. Референтная популяция

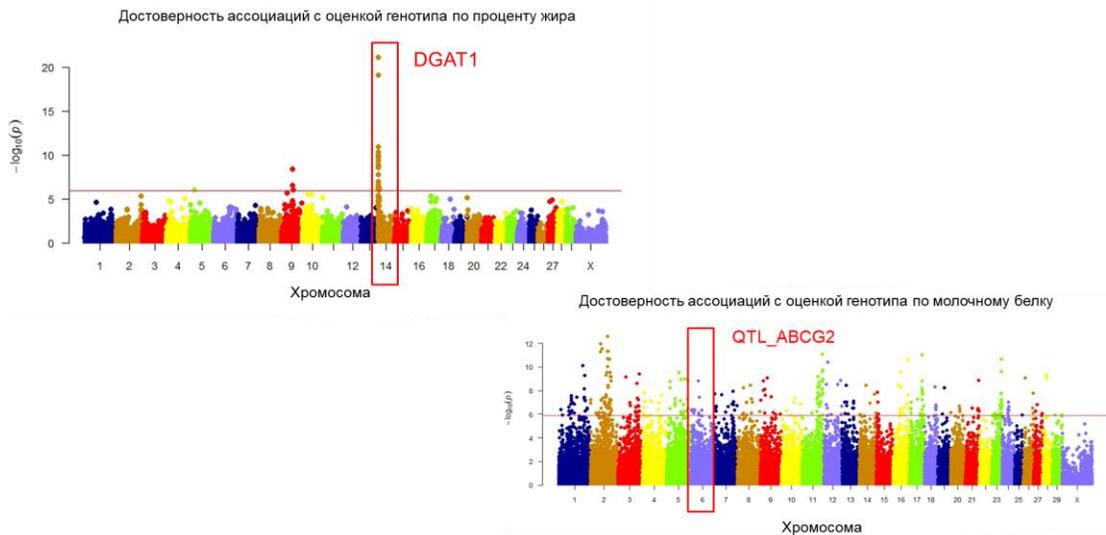


## V. Рейтинг выдающихся животных



## II.

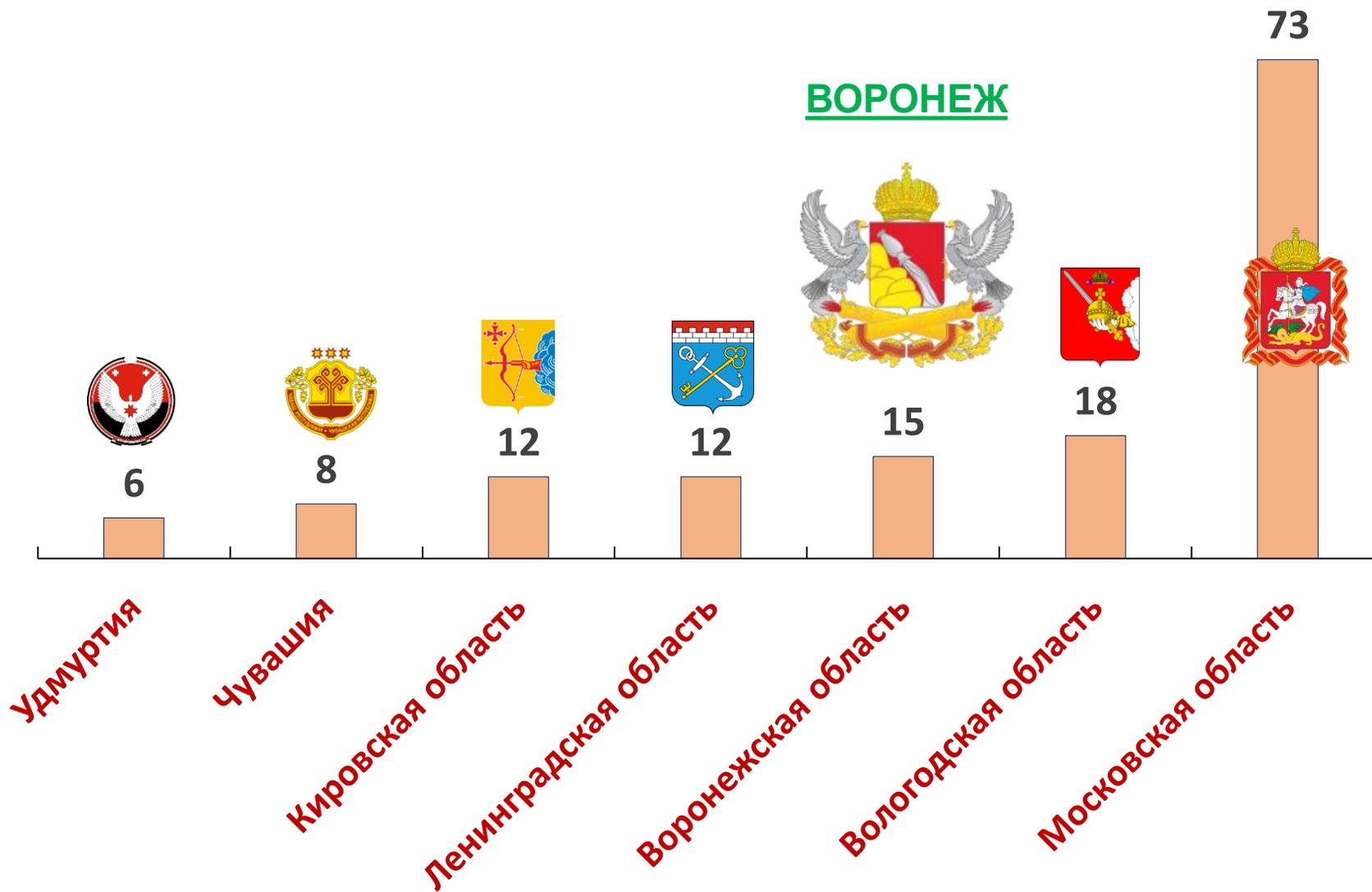
Анализ полногеномных ассоциаций по признакам массовой доли жира и выходу белка молока



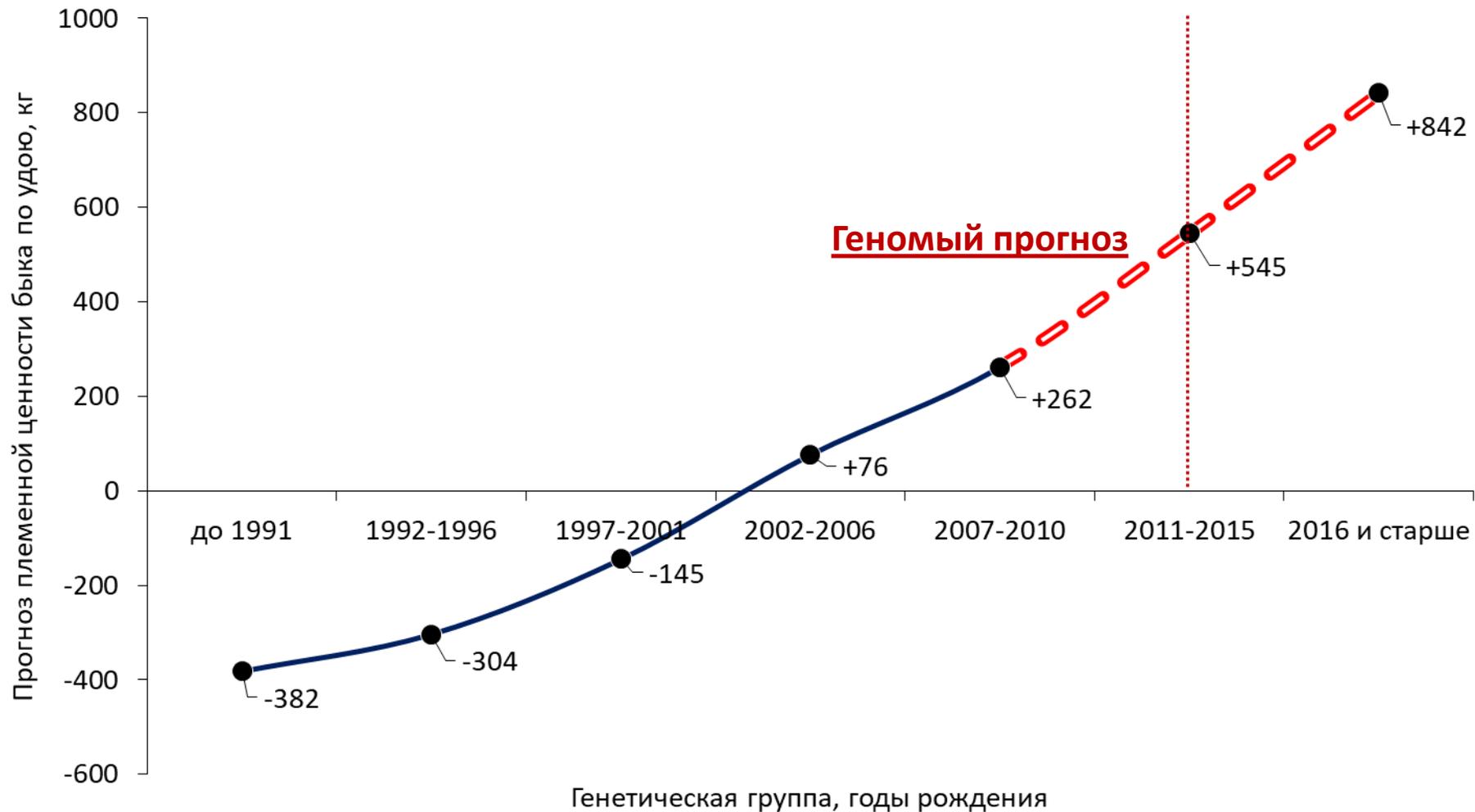
## IV. Оценка эффективности системы геномной оценки

Признаки	Достоверность оценки племенной ценности быков		
	по предкам (РА), %	по геному (DGV), %	по потомству (EBV), %
	Удой за 305 дней	49,5	60,6
Массовая доля жира	27,2	37,1	89,7
Молочный жир	20,8	46,8	89,9
Массовая доля белка	40,3	46,8	89,6
Молочный белок	33,8	53,5	87,9

# Число молодых быков голштинской породы, получивших прогноз геномной племенной ценности в разрезе регионов страны



# Генетический тренд по результатам внедрения геномной селекции на основе референтной популяции скота России



+1532 кг, +55 кг МЖ, +41 кг МБ



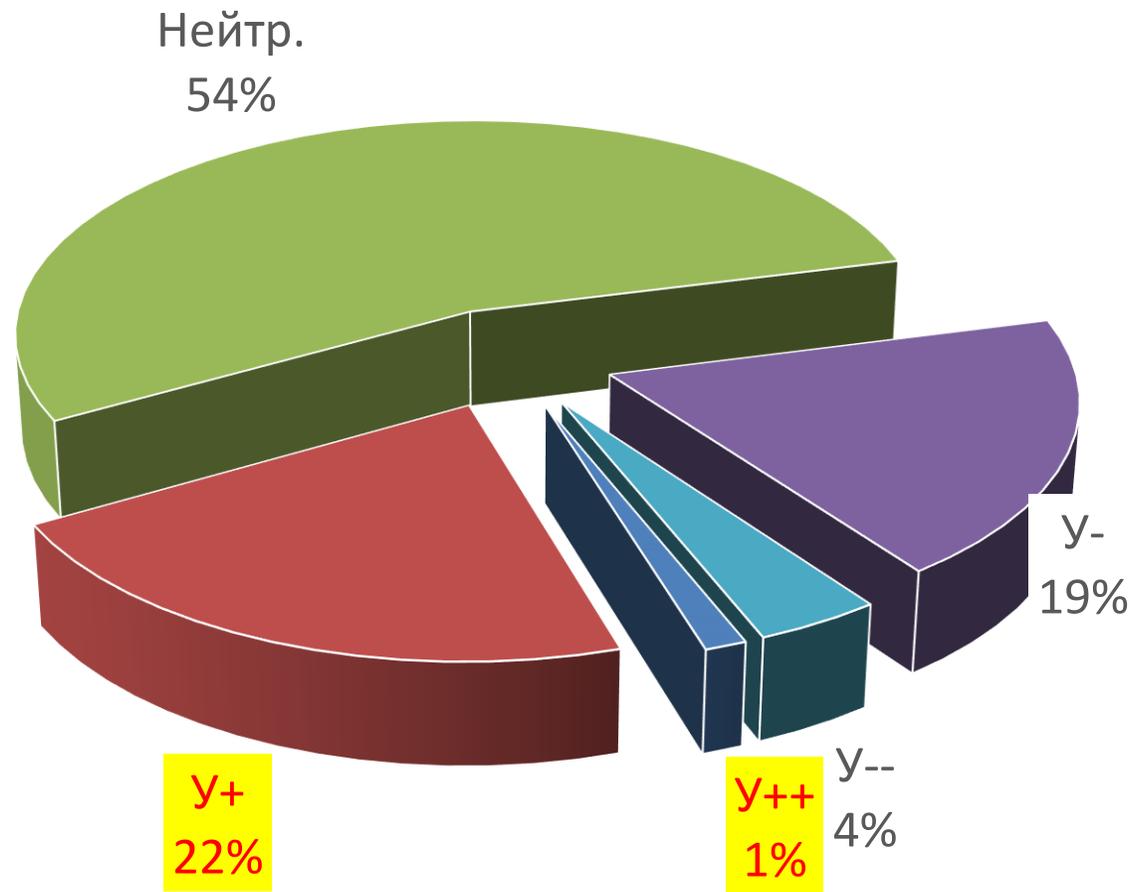
+1439 кг, +53 кг МЖ, +40 кг МБ



+1076 кг, +37 кг МЖ, +29 кг МБ

# Распределение быков-производителей согласно категории оценки на основе прогноза геномной племенной ценности

## Оценка по геному (GEBV), 153 гол.



Показатель	Категория геномной оценки быка				
	«++»	«+»	«нейтр.»	«-»	«--»
п, гол	2	33	83	29	6
Удой, кг	+2056	+1355	+513	-478	-1530
МДЖ, %	-0,180	-0,099	-0,024	+0,045	-0,020
МЖ, кг	+66,9	+46,1	+18,3	-15,9	-59,1
МДБ, %	-0,090	-0,074	-0,024	-0,030	+0,042
МБ, кг	+54,8	+34,0	+13,9	-11,9	-44,4

## ПОИСК НОВЫХ КРИТЕРИЕВ В ОЦЕНКЕ ФЕНОТИПА МОЛОЧНОГО СКОТА

- **количественный состав молока:**  
массовая доля жира, белка, лактозы  
и сухого вещества;
- **параметры обмена веществ:** мочевина, бета-  
гидроксисмасляная кислота, ацетон;
- **параметры здоровья:**  
дифференциация соматических  
клеток (лимфоциты и  
полиморфноядерные нейтрофилы,  
макрофаги)
- **качественный состав:**  
казеиновый кластер,  
насыщенные и ненасыщенные  
жирные кислоты, транс-изомеры

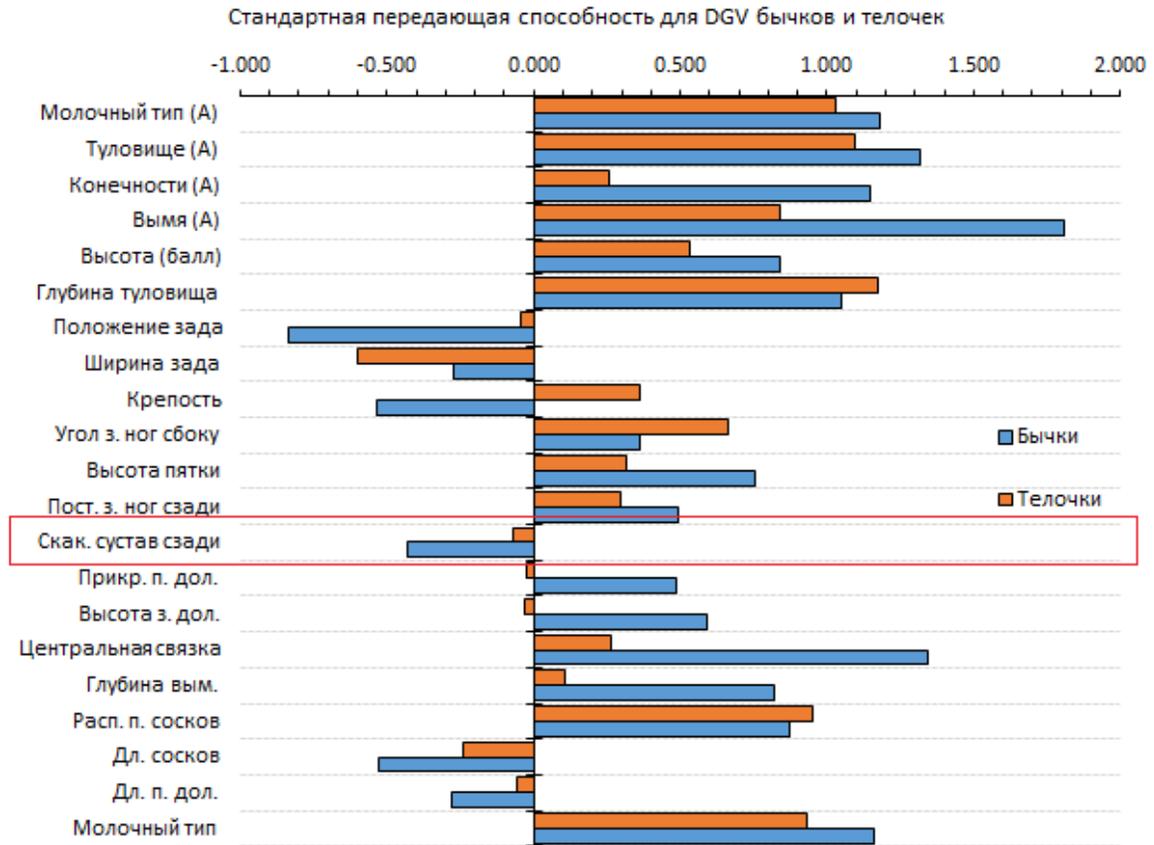


## Фенотипические и генетические параметры жирных кислот молока популяции голштинизированного скота Подмосковья (грамм / 100 грамм молока)

Жирная кислота молока	$\bar{X} \pm m$	$\sigma$	$C_v$	$h^2$
Массовая доля казеина (%)	2,747±0,002	0,323	11,8	<b>0,211</b>
Мочевина (мг×100 мл-1)	26,27±0,05	9,20	35,0	<b>0,158</b>
Ацетон (log)	-1,385±0,003	0,585	42,2	<b>0,036</b>
БГБ (log)	-0,791±0,004	0,682	86,2	<b>0,027</b>
Миристиновая	0,680±0,001	0,148	21,8	<b>0,155</b>
Пальмитиновая	1,845±0,003	0,633	34,3	<b>0,071</b>
Стеариновая	0,585±0,001	0,195	33,4	<b>0,125</b>
Олеиновая	0,875±0,001	0,281	32,2	<b>0,196</b>
Насыщенные ЖК	3,600±0,004	0,861	23,9	<b>0,083</b>
Мононенасыщенные ЖК	1,002±0,001	0,213	23,0	<b>0,176</b>
Полиненасыщенные ЖК	0,005±0,000	0,011	238,8	<b>0,018</b>

## Средние значения геномной оценки племенной ценности ремонтного молодняка (бычки, телочки) для показателей типа телосложения по РГ\_ОТТ (n=22 гол.)

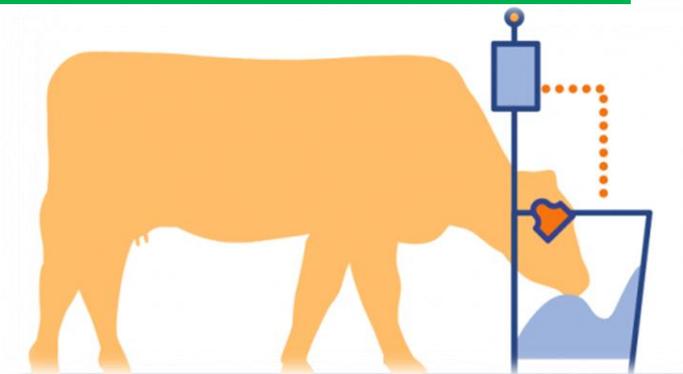
Показатель	X	DGV <sub>min</sub>	DGV <sub>max</sub>	Точность
<b>Система А</b>				
Молочный тип	0,384	-0,334	1,108	<b>0,244</b>
Туловище	0,413	-0,278	1,208	<b>0,385</b>
Конечности	0,172	-0,103	0,554	<b>0,118</b>
Вымя	0,250	-0,063	0,501	<b>0,474</b>
<b>Система Б</b>				
Высота	0,205	-0,405	0,636	<b>0,360</b>
Глубина туловища	0,212	-0,235	0,628	<b>0,427</b>
Положение зада	-0,203	-0,580	0,472	<b>0,402</b>
Ширина зада	-0,063	-0,338	0,201	<b>0,482</b>
Крепость телосложения	-0,064	-0,405	0,246	<b>0,113</b>
Угол задних ног сбоку	0,076	-0,392	0,440	<b>0,059</b>
Высота пятки	0,103	-0,126	0,334	<b>0,415</b>
Постановка задних ног сзади	0,068	-0,195	0,397	<b>0,445</b>
Скакательный сустав сзади	-0,053	-0,258	0,139	<b>-0,339</b>
Прикрепление передних долей вымени	0,065	-0,376	0,356	<b>0,116</b>
Высота задних долей вымени	0,062	-0,108	0,286	<b>0,355</b>
Центральная связка вымени	0,207	-0,139	0,496	<b>0,373</b>



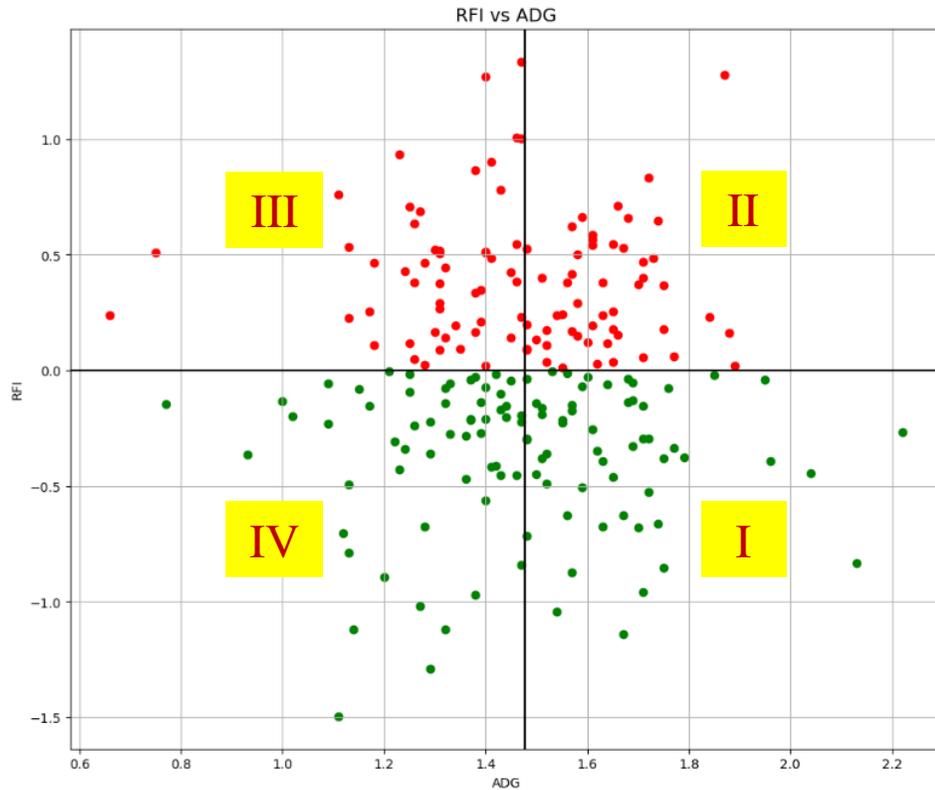
**Линейный профиль стандартной передающей способности бычков и телочек на основе геномного прогноза (DGV)**

# Путь к апробации методов геномной селекции в мясном скотоводстве

- ✓ ПЛЕМЕННОЕ СТАДО КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА АБЕРДИН-АНГУССКОЙ ПОРОДЫ (ООО «Брянская мясная компания», Брянская область)
- ✓ **218** гол. бычков на откорме (генотипы, фенотипы, генетическая оценка), включая **176** гол. с оценкой физико-химического состава мяса и жира;
- ✓ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: STATISTICA 10; PLINK 1.07 (1.90);
- ✓ МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ: AMOVA, регрессионный анализ, GWAS;
- ✓ ОЦЕНКА ФЕНОТИПА: мясная продуктивность, линейная оценка конечностей, химический состав мышечной и жировой ткани, эффективность использования корма (RFI), цветовая характеристика мяса;
- ✓ ОЦЕНКА ОТКОРМОЧНЫХ КАЧЕСТВ: автоматические кормовые станции GrowSafe Systems® (Канада);
- ✓ измерение температуры и pH мышечных тканей проведена с помощью прибора Testo 205 («Testo SE & Co. KGaA», Германия);
- ✓ измерение цветовых характеристик мяса с помощью спектрофотометра CM-700d («Konica Minolta», Япония);
- ✓ определение общего содержания аминокислот проводилось методом ионообменной хроматографии - Shimadzu LC-20 Prominence (Япония);
- ✓ исследование жира проводилось с использованием хроматографа газового - GC 2010 Shimadzu (Япония), согласно ГОСТ Р 55483-2013;
- ✓ Микроэлементный состав определяли на атомно-адсорбционном спектрометре (с электротермической атомизацией) - ZEE nit 650 P (Analytik Jena AG).



# Конверсия корма или показатель остаточного потребления корма (RFI)? Цветовая характеристика мяса скота абердин-ангусской породы ...



Распределение животных, прошедших оценку на кормовых станциях, на 4 группы по соотношению показателей RFI и среднесуточного прироста (ADG=1495 грамм)

$$RFI = DMI(obs) - DMI(exp) = DMI(obs) - (-2,2632 + 1,010ADG + 0,113MWT)$$

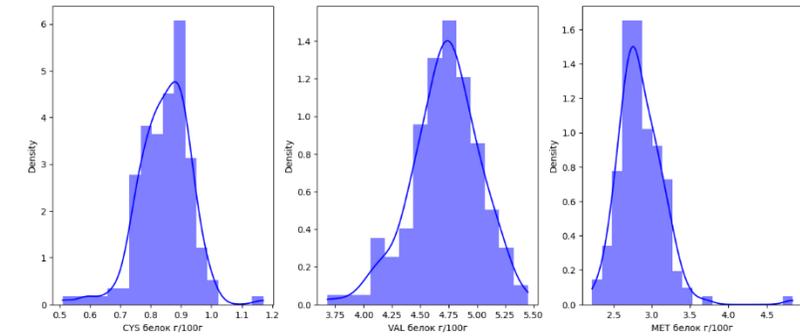
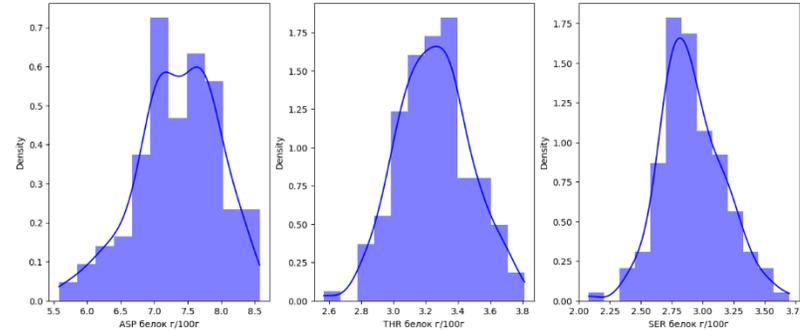
Группа	Визуальное отображение цвета	Описание цвета	Характеристика в цветовой модели CIELAB		
			L	a	b
1		Светло-красный	42±2,0	41±3,0	31±1,5
2		Ярко-красный	39±1,5	39±2,0	29±2,0
3		Красный	35±1,5	37±2,0	27±1,0
4		Темно-красный	30±1,5	35±2,0	25±2,0
5		Бордово-красный	24±2,5	31±2,0	23±1,0

Группы по цвету мышечной ткани крупного рогатого скота (цит. по И.В. Козырев, 2020)

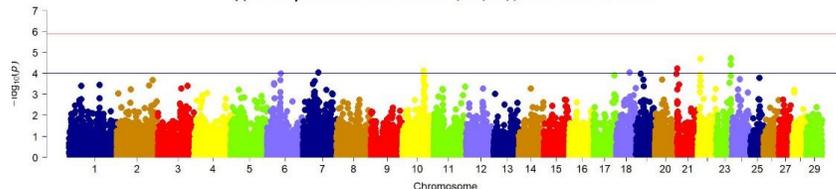
Группа	Визуальное отображение цвета	Описание цвета	Характеристика в цветовой модели CIELAB		
			L	a	b
1		Белый	98±2	3±2	9±3
2		Желтовато-белый	94±2	4±1	18±6
3		Светло-желтый	91±1,5	4±1	23±8
4		Желтый	87±3	5±1	37±9

Группы по цвету жировой ткани крупного рогатого скота (цит. по И.В. Козырев, 2020)

## Изучение аминокислотного состава мышечной ткани бычков абердин-ангусской породы с идентификацией однонуклеотидных полиморфизмов



Достоверность значений ассоциаций для ALA белок г/100г



## Зависимость фенотипических показателей мясной продуктивности, аминокислотного состава и эффективности использования корма бычками абердин-ангусской породы в группах в зависимости от соотношения признаков RFI и ADG

Показатель	Группа признаков RFI / ADG			
	I (n=56)	II (n=51)	III (n=50)	IV (n=55)
<b>откормочная продуктивность и эффективность использования корма</b>				
RFI, кг	<b>-0,37±0,04 ab)***</b>	0,35±0,04 d)*	0,47±0,04	-0,36±0,05 ef)***
Конверсия корма по сухому веществу, кг/кг	<b>4,95±0,06</b>	5,43±0,05 a)***	6,53±0,09 bdf)***	6,07±0,11 ce)***
ССП, кг	<b>1,67±0,02 bc)***</b>	1,65±0,02 de)***	1,30±0,02	1,29±0,02
<b>аминокислотный состав мышечной ткани</b>				
п, голов	<b>37</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>40</b>
Аспарагиновая кислота, г/100г	7,18±0,08	7,38±0,10	7,45±0,11	7,35±0,09
Треонин, г/100г	3,20±0,03	3,27±0,04	3,28±0,04	3,26±0,03
Серин, г/100г	2,88±0,04	2,96±0,04	2,94±0,04	2,86±0,04
Глутаминовая кислота, г/100г	12,51±0,18	12,78±0,25	13,00±0,25	<b>12,82±0,21</b>
Глицин, г/100г	4,19±0,08	4,15±0,07	4,21±0,06	4,22±0,07
Аланин, г/100г	<b>5,81±0,06</b>	5,71±0,08	5,78±0,09	5,82±0,08
Цистеин, г/100г	0,85±0,01	0,87±0,01	0,83±0,01	0,83±0,01
Валин, г/100г	4,68±0,04	4,70±0,05	4,77±0,06	4,74±0,04
Метионин, г/100г	2,86±0,07	2,89±0,04	2,81±0,05	2,84±0,03
Изолейцин, г/100г	4,67±0,03	4,70±0,03	4,75±0,04	4,70±0,04
Лейцин, г/100г	8,26±0,09	8,25±0,12	8,44±0,12	8,37±0,10

## Аннотация GWAS для аминокислотного состава мышечной ткани бычков абердин-ангусской породы

Признак	ВТА	Ген	Позиция	Показатели количественных признаков согласно генной аннотации по SNP
ALA	7	<b>CAST</b> <i>Calpastatin</i>	98444979 98581253	<b>Среднесуточный прирост</b> (QTL:154058; QTL: 153980); Температура тела (QTL:57048); <b>Масса тела</b> (QTL:18761; QTL: 18762; QTL: 18763); Восприимчивость крупного рогатого скота к респираторным заболеваниям (QTL:160116; QTL: 160117); Сосательный рефлекс у теленка (QTL:215266; QTL: 215267; QTL: 215265); Интервал от отела до зачатия (QTL:101361; QTL: 127047); Коэффициент зачатия (QTL:122384; QTL: 57150); <b>Потеря влаги</b> (QTL:21130; QTL: 21125); Число осеменений на зачатие (QTL:127030; QTL: 212628); <b>Уровень инсулиноподобного фактора роста 1</b> (QTL:20753); Сочность (QTL:31576; QTL: 31577); <b>Цвет мяса</b> (QTL:21128; QTL: 13071; QTL: 13074; QTL); <b>Метаболическая масса тела</b> (QTL:153986; QTL: 153981); Выход молочного жира (QTL:57251); Выход молочного белка (QTL:57266); Удой молока (QTL:57241); <b>Содержание железа в мышцах</b> (QTL:23257; QTL: 23258); <b>pH мышечной ткани</b> (QTL:13069; QTL: 21127); <b>Индекс фрагментации миофибрилл</b> (QTL:11551; QTL: 122250); <b>Органолептическое качество мяса</b> (QTL:101355); Частота стельности (QTL:57105; QTL: 122357); <b>Содержание внутримышечного жира</b> (QTL:119799); <b>Остаточное потребление корма</b> ; <b>Нежность мяса</b> ; <b>Толщина подкожного жира</b> (QTL:20752; QTL: 153987; QTL: 153982; QTL: 153985); <b>Оценка нежности мяса</b> (QTL:101354; QTL: 14075)
	19	<i>ASIC2</i>	<a href="#">16353233</a> <a href="#">17562209</a>	<b>Интенсивность вкуса говядины</b> (QTL:172316); Содержание конъюгированной линолевой кислоты в молоке (QTL:32313; QTL: 32314)
MET	10	<i>DHRS7</i>	72617792 72641194	<b>Содержание пальмитолеиновой кислоты в мясе</b> (QTL:31768); <b>Содержание стеариновой кислоты в мясе</b> (QTL:31759)
	20	<i>CEP72</i>	71602439 71645343	<b>Область длиннейшей мышцы</b> (QTL:157119)
PHE	8	<i>ATP6V1B2</i>	67798291 67824441	<b>Среднесуточный прирост</b> (QTL:24267); <b>Коэффициент конверсии корма</b> (QTL:24266); <b>Метаболическая масса тела</b> (QTL:24265; QTL: 24268)
SER	14	<i>PREX2</i>	34040796 34340573	<b>Вес туши</b> (QTL:157050); <b>Влагоудерживающая способность мяса</b> (QTL:172312)
	21	<i>STXBP6</i>	35415163 35655955	<b>Мускулистость</b> (QTL:282937)

# Путь к апробации метода BLUP в селекции птицы (бройлер)

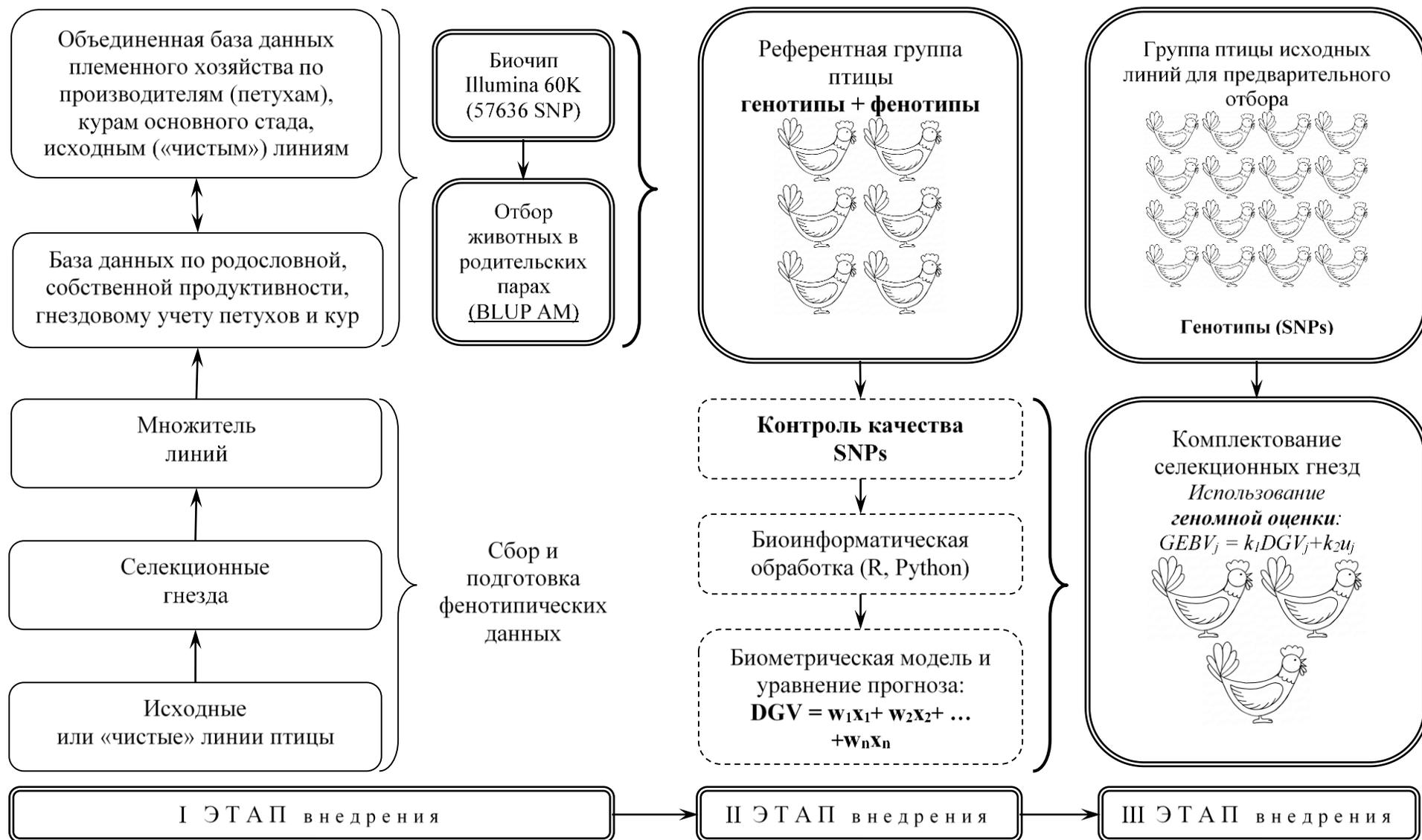
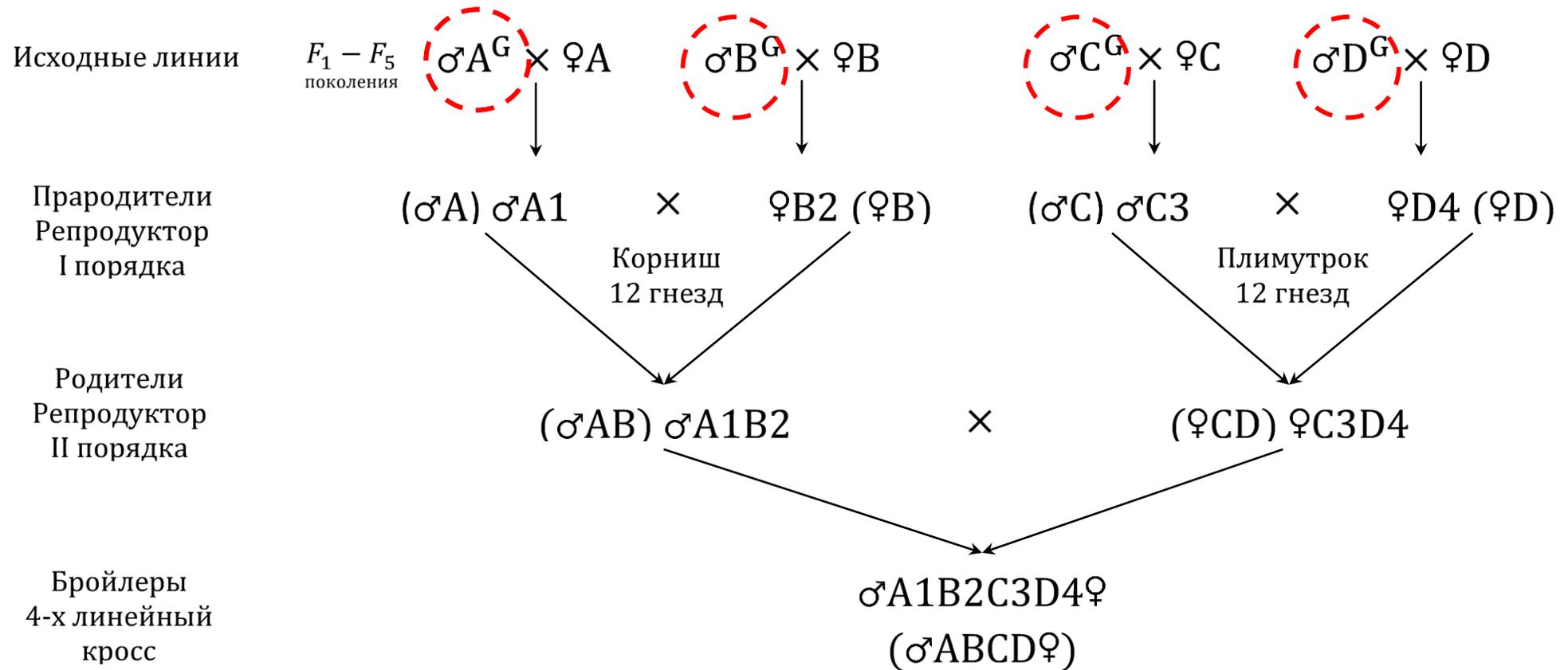


Схема системы геномной селекции и формирования референтной популяции птицы в племенном птицеводческом хозяйстве

**Схема скрещивания экспериментальных групп птицы с целью создания новых селекционных форм «чистых» линий (литеры с надстрочным знаком  $G$  – генотипированные особи; нумерованные линии и кроссы (1–4) – опытные селекционные группы)**



**Уравнение модели BLUP для бройлеров:  $Y_{ijklm} = \mu + SEX_i + HW_j + AGE_k + a_l + p_m + e_{ijklm}$**

где:  $Y_{ijklm}$  – наблюдаемая фенотипическая оценка животного,  $\mu$  – популяционная средняя,  $SEX_i$  – фиксированный эффект пола,  $HW_j$  – фиксированный эффект  $j$ -й недели вывода партии цыплят,  $AGE_k$  – фиксированный эффект  $k$ -го класса возраста матери (несушки),  $a_l$  – рандомизированный аддитивный генетический эффект  $l$ -го животного,  $p_m$  – рандомизированный средовой эффект  $m$ -й матери,  $e_{ijklm}$  – остаточная дисперсия или случайная ошибка модели.

**Точность и наследуемости оценок племенной ценности по потомству и геному по двум линиям методами BLUP и ssGBLUP  
(цит. по D.A.L. Lourenco, 2015)**

Показатель	Без использования геномной информации		С использованием геномной информации		$\Delta$ ssGBLUP/ BLUP	$h^2$
	BLUP		ssGBLUP			
	выборка из генотипированных особей	общая выборка	выборка из генотипированных особей	общая выборка		
Линия 1, гол	2485	155899	2485	155899	-	-
Живая масса	0,46	0,51	0,60	0,61	<b>+0,10</b>	0,20
Площадь грудки	0,30	0,34	0,34	0,40	<b>+0,06</b>	0,30
Оценка ног	< 0	0,28	0,06	0,37	<b>+0,09</b>	0,11
Линия 2, гол	2299	134918	2299	134918	-	-
Живая масса	0,39	0,24	0,50	0,44	<b>+0,20</b>	0,17
Площадь грудки	0,27	0,33	0,45	0,51	<b>+0,18</b>	0,35
Оценка ног	0,24	0,43	0,15	0,73	<b>+0,30</b>	0,09

# Принципы формирования референтной популяции в птицеводстве:

1. Проведение отбора образцов ткани (пульпа пера или кровь) петухов селекционной группы по основным исходным линиям (от 2-х до 4-х) стада в количестве не менее 180 гол. Для построения генетических профилей каждой из линий и анализа гетерогенности в популяции должно быть проведено первичное генотипирование по аллельным полиморфизмам микросателлитных локусов (не менее 8) с целью выяснения консолидации заводской популяции.
2. Для получения чистого генетического материала, свободного от носительства наследственных мутаций и аномалий, проведение анализа птицы по полногеномным ассоциациям (*Genome Wide Associations Study, GWAS*) посредством биочипов Illumina 60K или Affimetrix 600K. Цель этапа – изучение сопряженности по ряду количественных (рост и развитие птицы, убойные качества, конверсия корма, репродуктивные способности) и качественных (оперяемость цыплят в суточном возрасте, резистентность к заболеваниям, зрелость мяса) показателей для поиска локусов количественных признаков (*Quantitative Trait Loci, QTL*) и локусов, находящихся под давлением отбора (*следы отбора*).
3. Разработка и апробация модели уравнения оценки племенной ценности по методу BLUP AM, учитывающей ряд средовых факторов, таких как возраст, пол, неделя вывода птицы, материнский эффект, а также информацию по родословной за не менее чем 10-15 рядов предков.
4. Создание внутриводской референтной популяции исходных линий петухов отцовской и материнской родительских форм на основе генотипирования (технология биочипов) для не менее 600 гол. с целью получения оценок геномной племенной ценности (*Genomic Enhanced Breeding Value, GEBV*) по методу ssGBLUP, позволяющему подключать информацию также и для не генотипированных особей. Предполагается, что, благодаря этому, для петушков уже в возрасте 35 дней к моменту формирования селекционных групп будут получены геномные оценки с достоверностью, превышающей оценку по родословной и собственной продуктивности на 15-20%.
5. С помощью популяционно-генетических параметров и оценки генотипа птицы по качеству потомства и геному необходимо разработать селекционные индексы по комплексу признаков для заводских линий пород, которые могут повысить эффективность отбора по мясным качествам кур при сохранении высокой воспроизводительной способности.

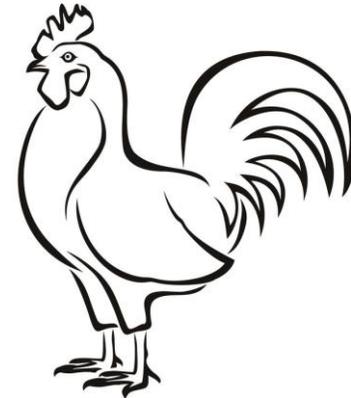
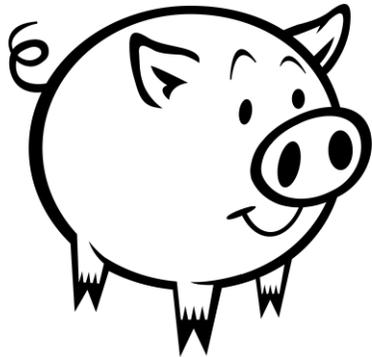
## Принципы формирования референтной популяции в птицеводстве (продолжение):

6. Для валидации получаемых оценок должны быть сформированы контрольная (традиционная оценка по BLUP AM, EBV) и опытная (геномная оценка по ssGBLUP, GEBV) группы птицы для проведения экспериментальных исследований. Закрепление в плане подбора родительских пар осуществляется в исходных линиях для получения новых форм стада прародителей с формированием не менее 15 селекционных гнезд по отцовской (n=390 гол.) и 10 по материнской (n=260 гол.) формам линий с целью получения на одного петуха от 280 до 330 потомков, а для курицы 24-25 цыплят. Основными селекционными критериями при отборе подопытной птицы должны являться отрицательный тест на носительство генетических мутаций, выход грудных мышц (белое мясо) не менее 19%, конверсия корма не более 1,85 кг на 1 кг прироста, оплодотворенность яиц не ниже 87%, яйценоскость кур исходной линий материнской формы свыше 135 шт. (за 60 недель жизни).

7. Закладка микролиний по заданным параметрам мясной продуктивности и репродуктивным качествам с одновременным разведением «в себе» пяти поколений птицы, оцененной по геному, для достижения однородности племенного материала, в т.ч. за счет использования умеренных степеней инбридинга до 12,5%.

8. Для оценки и отбора лучших кросс-линейных сочетаний в родительском стаде (2-х линейные гибриды) и для гибридных форм бройлеров (4-х линейные формы) проводится изучение качеств мясной продуктивности птицы с использованием метода реципрокного скрещивания. По результатам исследований определяются лучшие экспериментальные группы с последующим полученного племенного материала в процесс воспроизводства.

# Спасибо за внимание!



**Работа по геномной оценке племенной ценности выполнена по плану НИР ГЗ №124020200029-4. Исследования в части анализа расширенного компонентного состава молока коров выполнены при поддержке РФФ №21-76-20046.**

**Исследования по КНТП «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота мясных пород» в части анализа фенотипов и генотипов скота абердин-ангусской породы выполнены по доп. ГЗ №FGGN-2022-0011**