



Научно-практическая конференция с международным участием  
«Аграрная наука на современном этапе:  
состояние, проблемы, перспективы»  
г. Вологда, 20 - 21 февраля 2022 г.



*"Формирование референтной популяции для генетической оценки малочисленных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности РФ (айрширская порода)"*

Автор: **Тулинова О.В.**, канд.с.-х.н., зав. лаборатории генетики и разведения крупного рогатого скота ВНИИГРЖ,  
Соавторы: **Сермягин А.А.**, канд.с.-х.н. - ВИЖ, **Позовникова М.В.**, канд.б.н., **Романова Е.А.**, **Петрова А.В.** - ВНИИГРЖ



**Цель исследований** состоит в создании научно-методических подходов по внедрению **геномного прогноза племенной ценности** в процесс совершенствования малочисленных популяций молочного скота на примере айрширской породы

**Научная новизна** состоит в комплексном подходе по разработке единой модели **референтной популяции** молочного скота России **для малочисленных пород** с целью сохранения биоразнообразия и дальнейшего их совершенствования.

### **Задачи исследований**

- 1. Сформировать базу данных генотипов** быков-производителей айрширской породы России, полученную на основе научного задела, а также актуализировать информацию фенотипического учета животных и их родословных для племенных стад.
- 2. Изучить селекционно-генетические параметры**, а также изменчивость генетических оценок айрширских быков-производителей, полученную на основе информации по дочерям за ряд лактаций с использованием методологии REML в зависимости от региональной популяции скота.

**Материалы и  
методы  
исследования:**

**• Объект исследований:**

- ДНК быков-производителей 7 ПП и коров 11 ПХ разных регионов РФ по разведению айрширской и родственных пород (красная датская и шведиш ред) молочного скота.

**• Методы :**

- Анализ многомерного шкалирования
- Анализ полногеномных ассоциаций с фенотипом
- Построение манхеттан-графика
- Анализ главных компонент (РСА)
- Контроль популяционного разнообразия на основе построения индивидуальных деревьев методом сети ближайшего родства
- Расчет генетической статистики по Фишеру ( $F_{st}$ )
- Поиск паттернов гомозиготности
- Расчет геномного коэффициента инбридинга

## Материалы и методы исследования:

### • **Объект исследований:**

- Проведена оценка генотипированных быков-производителей (197 гол.), в том числе 186 быков по ИПЦ<sub>РОД.</sub> и 118 голов методом «дочери-сверстницы».
- Проведена линейная экстерьерная оценка 102 коров
- Оценка 110 быков с использованием полифакторного селекционного индекса
- рассчитаны селекционно-генетические параметры генотипированных айрширских быков-производителей (n=60) на базе данных ленинградской популяции айрширского скота

### • **Методы :**

- Оценка по ИПЦ<sub>РОД.</sub> (удой, жир, белок)

$$\text{ИПЦ}_{\text{РОД.}} = 0,5 \text{ ПЦ}_{\text{О}} + 0,25 \text{ ПЦ}_{\text{ОМ}} + 0,125 \text{ ПЦ}_{\text{ОММ}}$$

- ПЦ «дочери-сверстницы» (в нашей модификации; удой, жир, белок, кг жира, кг белка, КВС1 и ИП)

$$\text{FI} = 100 - (\text{AFC} + 2 * \text{ICP})$$

- Глазомерная оценка экстерьера
- Полифакторный селекционный индекс

$$\text{I}_{\text{AYRFI}} = 3.99\text{X}_{\text{MY}} + 2.89\text{X}_{\text{FY}} + 3.44\text{X}_{\text{PY}} + 0.81\text{X}_{\text{FI}}$$

- Оценки племенной ценности EBV (Estimation Breeding Value)

# Используемые программы, методики

- Plink 1.90
- R-пакете «qqman»
- ("Neighbor-Net") SplitsTree 4.14.6
- R-пакет “StAMPP”
- TON\_ClusteringSuite
- Microsoft Office Excel
- RStudio
- Restricted Maximum Likelihood Estimation, REML
- RENUMF90
- BLUPF90
- Компьютерная программа «СГС - ВНИИГРЖ»
- «Правилами оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород»

# Банк генотипов быков айрширской породы

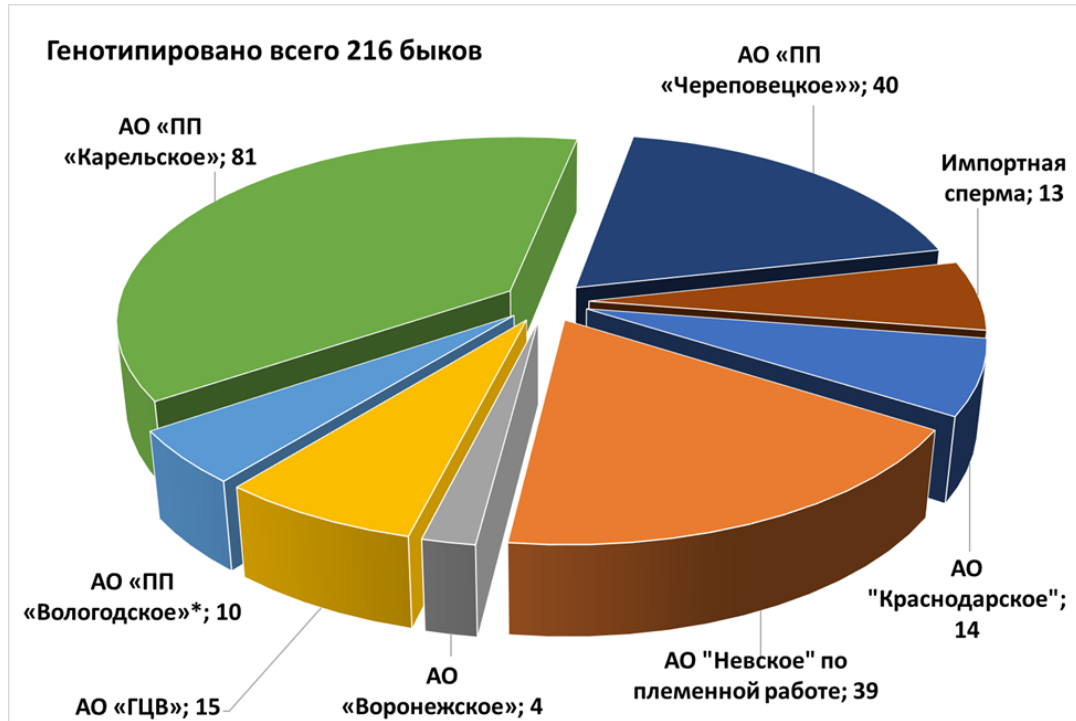


Рис. 1. Распределение генотипированных быков айрширской породы по ПП РФ

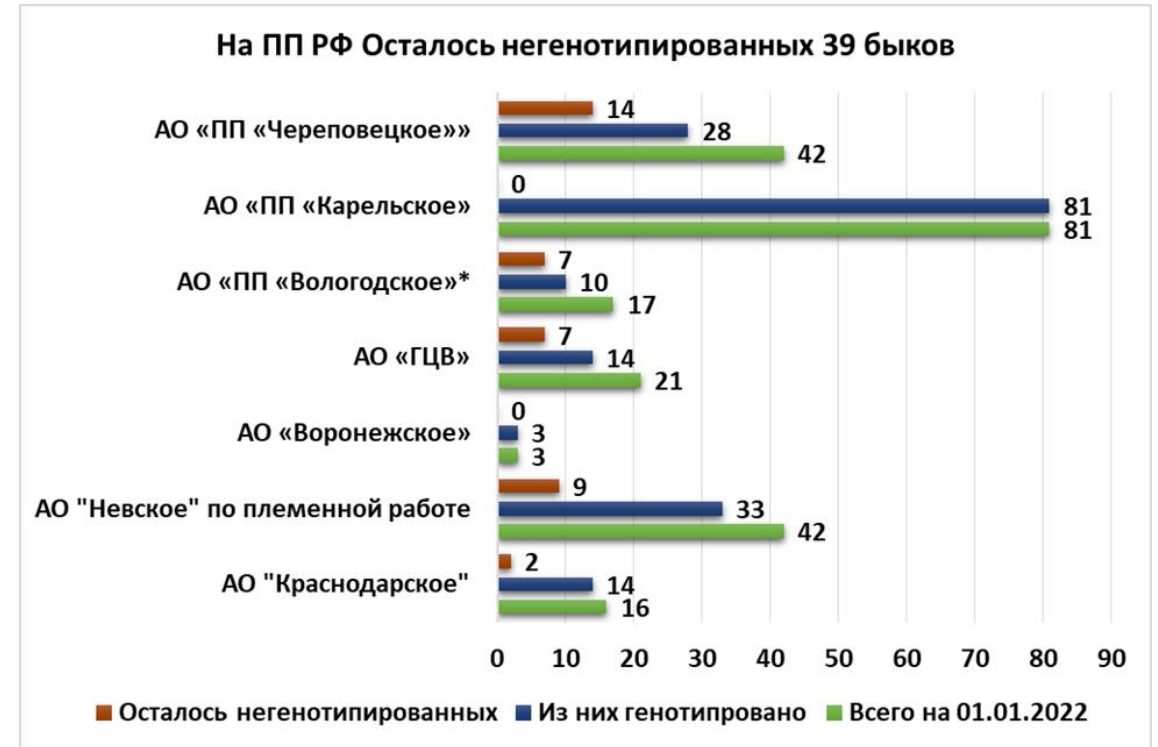


Рис. 2. Охват производителей айрширской породы ПП России процессом генотипирования

# Банк генотипов коров айрширской породы

Таблица 1. Распределение коров по племенным хозяйствам разных регионов РФ (n = 856)

Регион	Название сельхозпредприятия	Отобрано					Другие источники генотипов
		Всего	Оценка экстерье ра	Собран биоматериал	Из них генотипировано	Осталось не генотипированных	
Калужская область	ООО "Молоко Групп"*	31	15	31	15	16	
Калужская область	ООО "Молоко Групп"**	25	14	25	14	11	
Краснодарский край	ООО "Племзавод "Дружба"	31	30	31	31	0	
Ленинградская обл.	ООО ПЗ «Новоладожский»	164	164	164	33	131	178
Ленинградская обл.	СПК "Будогощь"						98
Ленинградская обл.	ПЗ "Мыслинский"						60
Ленинградская обл.	СПК "Осничевский"						159
Ленинградская обл.	АФ "Рассвет"						76
Республика Карелия	ПС «Мегрега»	39	39	39	24	15	47
Республика Карелия	ПХ «Ильинское»	66	66	66	26	40	41
Вологодская обл.	СХПК ПЗ «Майский»	135	30	135	11	124	
Московская обл.	СГЦ «Смена»	105	30	97	14	83	29
	Итого:	596	388	588	168	420	688

\* - красная датская порода; \*\* - шведиш ред

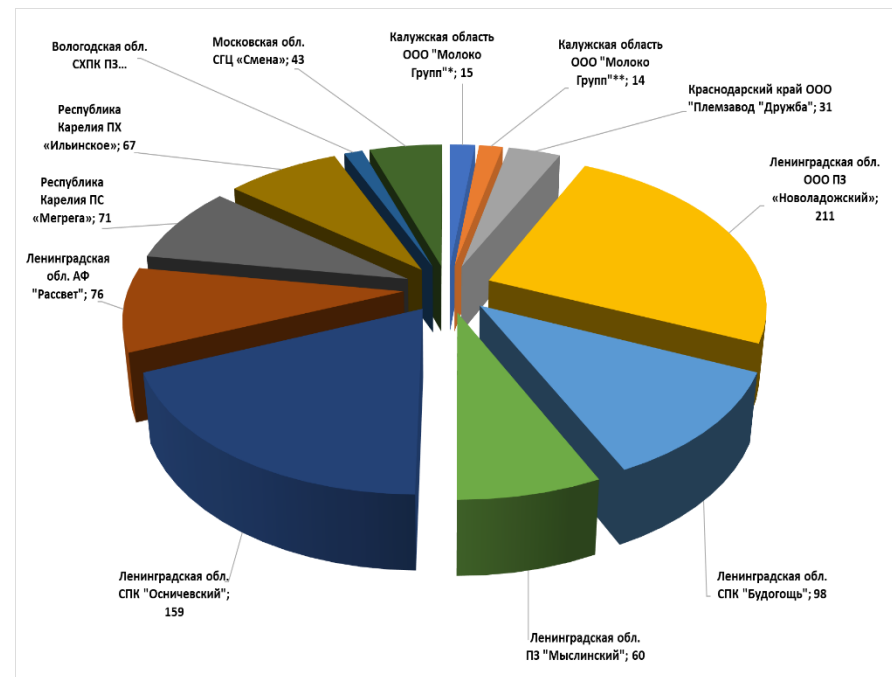


Рис. 3. Распределение генотипированных коров по племенным хозяйствам разных регионов РФ

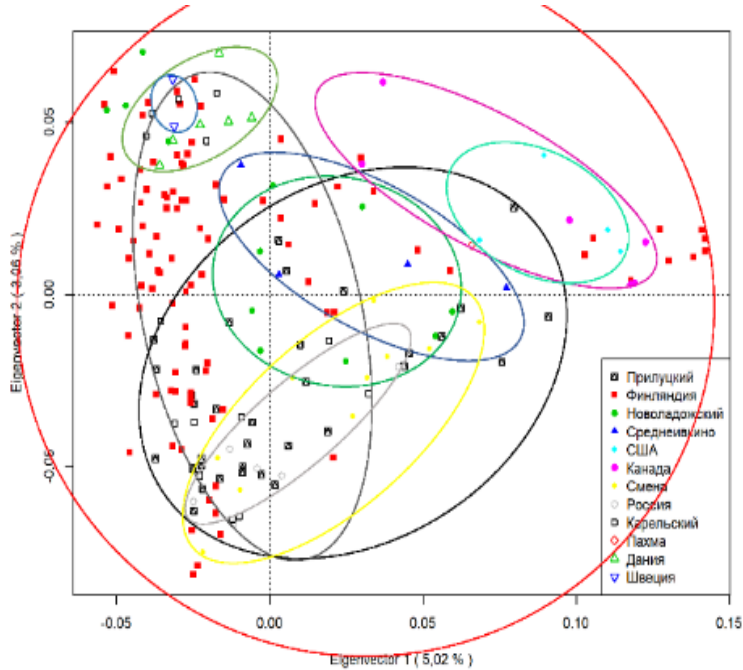
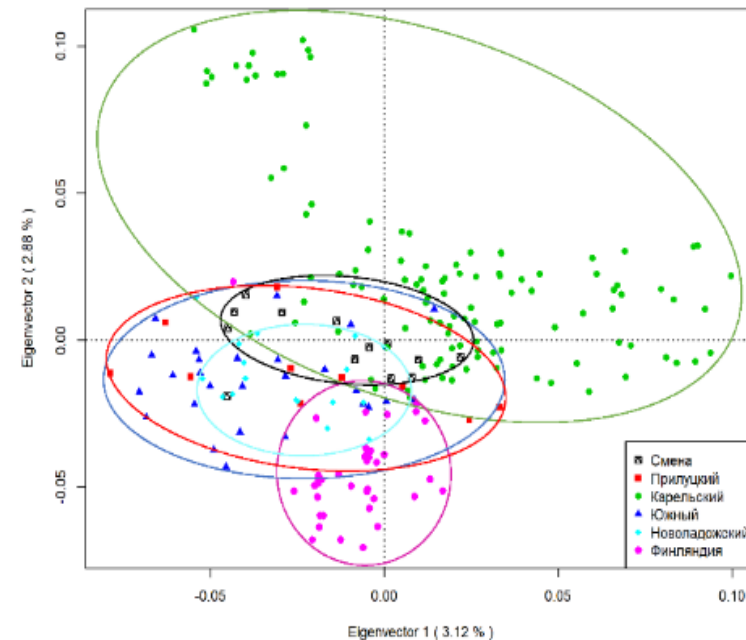


Рис.4. Графики распределения главных компонент на основе матрицы геномной взаимосвязи по группам животных разного пола и пород: А - быки, В - коровы

← А – быки                      В – коровы →



10,000

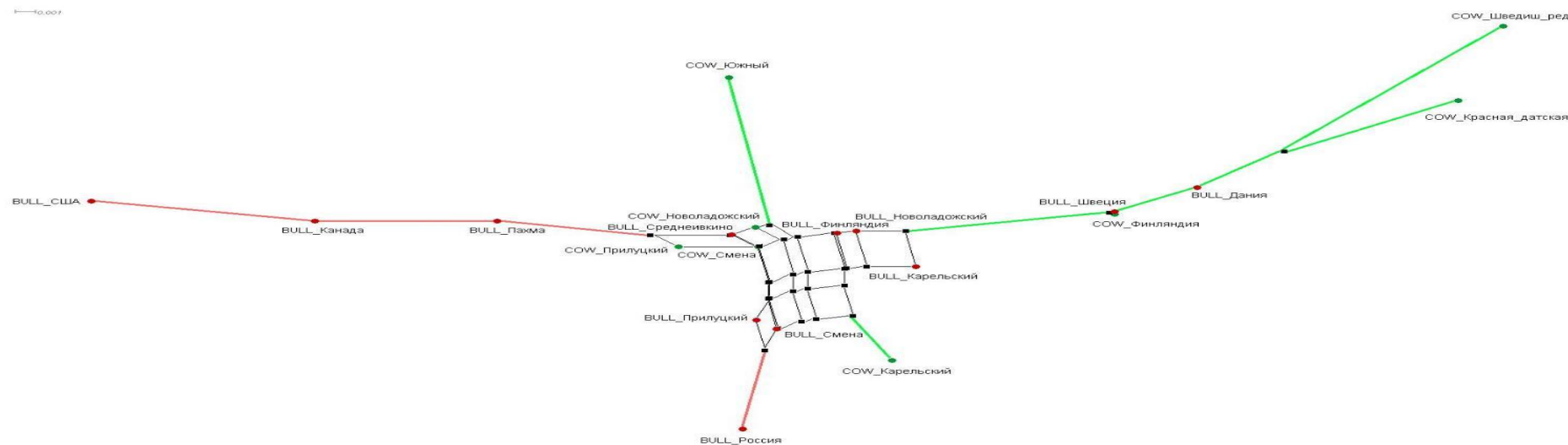


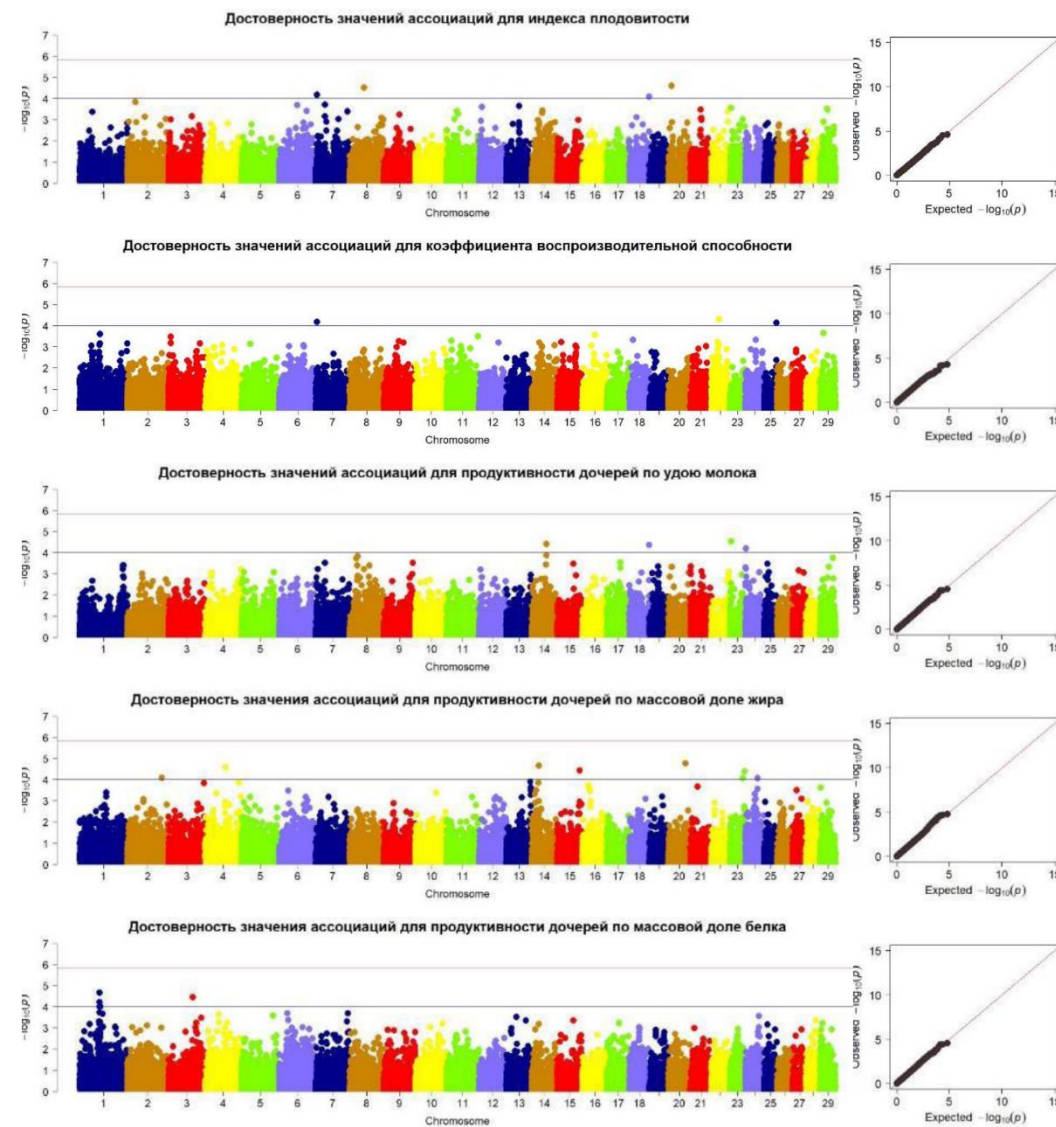
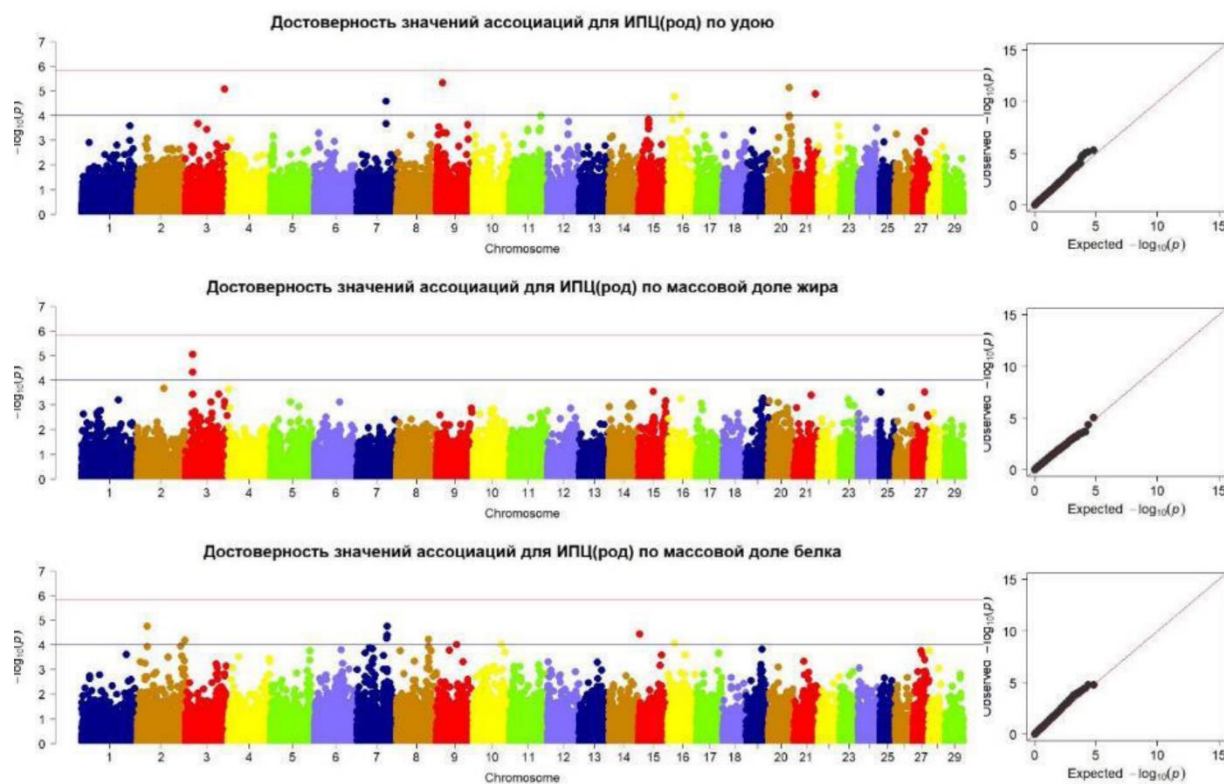
Рис. 5. Дендрограмма «сеть родства», основанная на попарном сравнении  $F_{st}$  всей суммарной выборки ГЕНОТИПОВ



## Таблица 2. Оценка генотипированных быков по родословной и качеству потомства

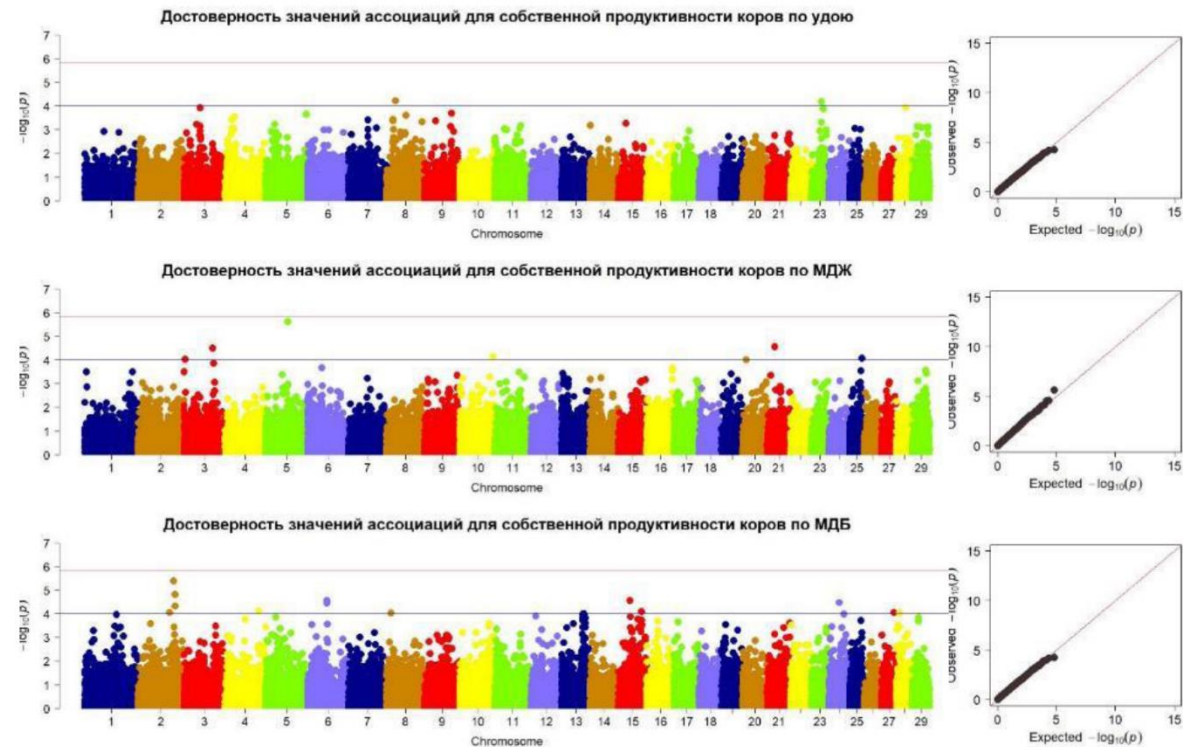
Группа по уровню		ИПЦ <sub>РОД</sub>		ПЦ методом «дочери-сверстницы»					Индексы воспроизводства	
ИПЦ <sub>РОД</sub> по удою	ПЦ по удою	Число быков	Удой, кг	Число быков / %	Дочерей на 1 быка	± удой, кг	± жир, кг	± белок, кг	КВС1	ИП
<b>Всего</b>	Всего	186	90±16	118	320±35	-63±59	-1,8±2,7	-1,2±2,2	92,6±0	47,0±0
<b>Менее -100</b>	Всего	35	-213±17	18,8						
	С ПЦ по удою	25	-233±22	71,4	523±78	-104±79	-7,4±3,9	-6,3±2,6	91,0±1	46,3±0
	Менее -100	11	-282±38	44,0	551±131	-474±76	-24,2±2,6	-18,3±3,0	91,5±1	46,1±0
	-100 - +99	5	-230±38	20,0	479±172	12±20	2,5±4,5	-0,1±1,4	89,8±2	45,4±1
	+100 и более	9	-176±20	36,0	514±112	284±51	7,6±5,4	4,9±1,9	91,2±1	47,0±0
<b>-100 - +99</b>	Всего	70	15±6	37,6						
	С ПЦ по удою	41	4±8	58,6	314±67	-42±100	-1,1±4,6	-1,4±3,7	93,7±1	47,7±0
	Менее -100	14	9±15	34,1	192±73	-681±180	-29,1±7,6	-23,7±6,2	94,9±2	47,5±1
	-100 - +99	7	15±12	17,1	305±112	9±19	4,6±3,9	3,5±2,8	92,3±2	48,5±0
	+100 и более	20	-4±10	48,8	403±117	387±54	16,5±4,0	12,4±3,0	93,3±1	47,7±0
<b>+100 и более</b>	Всего	81	286±17	43,6						
	С ПЦ по удою	45	272±21	55,6	239±43	-5±110	3,0±5,1	4,4±4,1	92,3±1	46,8±1
	Менее -100	18	269±37	40,0	271±76	-680±134	-25,4±5,9	-11,9±6,8	91,4±1	44,8±1
	-100 - +99	7	245±32	15,6	342±114	-6±22	1,3±3,2	-7,1±2,0	93,4±1	47,9±1
	+100 и более	20	285±32	44,4	174±51	603±85	29,1±5,7	23,1±3,9	92,8±1	48,2±0
	Менее -100	49		41,5	294±50	-620±78	-25,7±3,3	-18,0±3,4	92,7±1	46,2±1
	-100 - +99	19		16,1	364±76	4±12	2,8±2,2	-1,4±1,7	92,1±1	47,4±1
	+100 и более	50		42,4	329±58	457±45	20,0±3,2	15,4±2,2	92,8±1	47,7±0

**Рис. 6. Распределение значений достоверности ассоциаций по хромосомам скота для ИПЦ<sub>РОД</sub> быков-производителей (генетические оценки) и продуктивности дочерей (фенотипические значения) по хозяйственно-полезным признакам**



**Таблица 3. Распределение генотипированных коров по уровню удоя, %**

Хозяйство	менее 6000	6000-6999	7000-7999	8000-8999	9000-9999	10000-10999	11000-11999	12000-12999	13000 и более	Итого:
ПЗ "Мыслинский"	5,2	11,2	11,0	8,0	4,6					59
ПЗ "Новоладожский"		9,9	28,8	46,3	43,7	2,5				183
ООО ПЗ Дружба	2,1	3,7	3,7	2,9	2,3	2,5				22
СПК "Осничевский"	83,5	42,2	13,5	1,7						174
ПЗ "Ильинское"			1,2	6,9	13,8	45,0	40,9	100,0	66,7	67
ПЗ "Мергега"	1,0	3,1	3,7	4,0	4,6	35,0	45,5		16,7	48
АФ "Рассвет"	5,2	9,3	25,2	20,6	19,5	2,5				115
СГЦ "Смена"	2,1	18,6	5,5	1,1						43
СХПК ПЗ Майский		1,2	1,8	2,3	2,3					11
Финляндия (импорт)	1,0	0,6	5,5	6,3	9,2	12,5	13,6		16,7	39
Итого:	97	161	163	175	87	40	22	10	6	761



**Рис.7. Распределение значений достоверности ассоциаций по хромосомам скота для собственной продуктивности коров (фенотипические значения) по хозяйственно-полезным признакам**

Табл. 4 Коэффициенты корреляции и наследуемости продуктивных, воспроизводительных качеств и показателей развития коров айрширской породы РФ (n=65764, 40,8 % которых являются потомками 110 генотипированных быков) \*

	Удой 305 дн., кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %	Белок, кг	Жм 10 мес.	Жм при 1 осем.	Жм после 1 от.	Возр. 1 от., мес	Сервис-период, дн..	МОП, дн..	ИП
Удой 305 дн., кг	0,40	-0,100	0,984	-0,096	0,977	0,010	0,016	0,195	-0,281	0,545	0,596	-0,093
Жир, %	0,013	0,23	0,071	0,687	0,055	0,637	0,525	0,374	0,041	0,048	0,022	-0,021
Жир, кг	0,947	0,328	0,35	0,037	0,992	0,124	0,120	0,263	-0,069	0,549	0,593	0,077
Белок, %	0,168	0,317	0,255	0,28	0,113	0,255	0,529	-0,125	-0,112	0,213	0,136	-0,136
Белок, кг	0,970	0,087	0,942	0,398	0,37	0,077	0,131	0,188	-0,022	0,584	0,619	0,025
Жм 10 мес.	0,351	0,119	0,294	0,176	0,296	0,17	0,730	0,827	-0,311	-0,081	-0,060	0,062
Жм при 1 осем.	0,211	0,121	0,234	0,172	0,237	0,441	0,20	0,493	0,103	0,056	0,040	-0,038
Жм после 1 от.	0,273	0,057	0,346	0,246	0,385	0,404	0,375	0,18	-0,032	-0,041	0,005	-0,003
Возр. 1 от., мес	-0,115	0,000	-0,110	-0,084	-0,128	-0,459	0,134	-0,096	0,08	0,014	-0,148	-0,156
Сервис-период, дн..	0,164	0,018	0,161	-0,001	0,152	-0,012	0,010	-0,011	0,023	0,09	0,993	-0,993
МОП, дн.	0,164	0,021	0,162	-0,002	0,152	-0,009	0,011	-0,009	0,021	0,991	0,09	-1,000
ИП	0,090	-0,018	0,090	-0,041	0,073	0,222	-0,072	0,053	-0,485	-0,878	-0,885	0,09

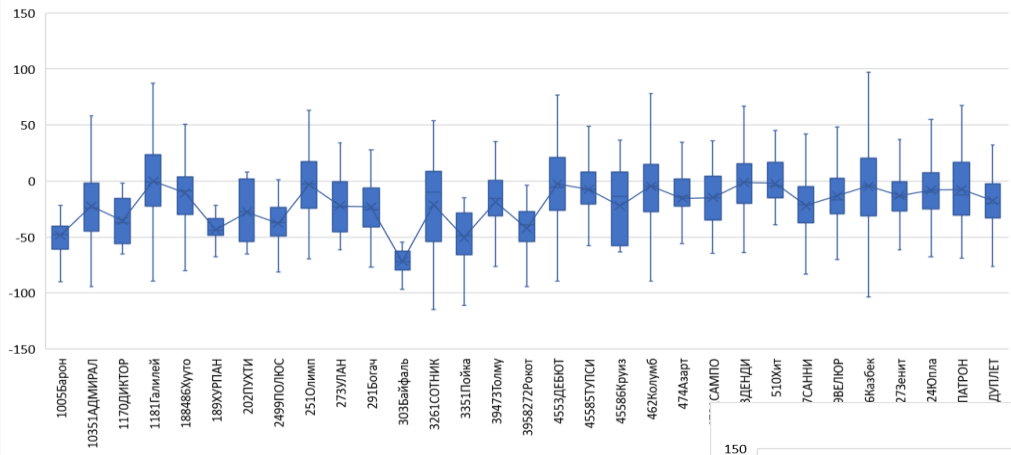
Изучение селекционно-генетических параметров генотипированных айрширских быков-производителей (n=60), полученных на основе информации по дочерям, отелившимся с 1987 по 2021 гг. в 13 ПХ Ленинградской обл. проведено в программах Microsoft Office Excel и RStudio.

Таблица 5. Корреляционная матрица

EBV	MY, kg	FY, kg	PY, kg
MY, kg	0,25	0,9807	0,9266
FY, kg	0,9571	0,23	0,9218
PY, kg	0,8407	0,8164	0,21

\*  $r_g$  - выше диагонали,  $r_p$  - ниже диагонали,  $h^2$  - диагональ

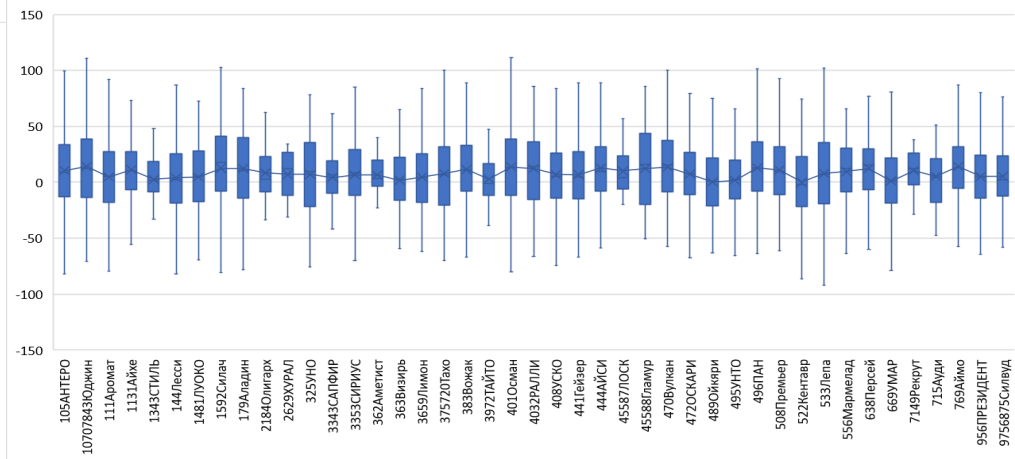
IAYRrus (negative)



$I_{AYRRUS} < 0, n=31$

$$AYR_{RUS} = 8,59 * EBV_{MY} + 7,19 * EBV_{FAT} + 21,28 * EBV_{PROT} + 0,10 * EBV_{W10} + 0,10 * EBV_{FI}$$

IAYRrus (middle)

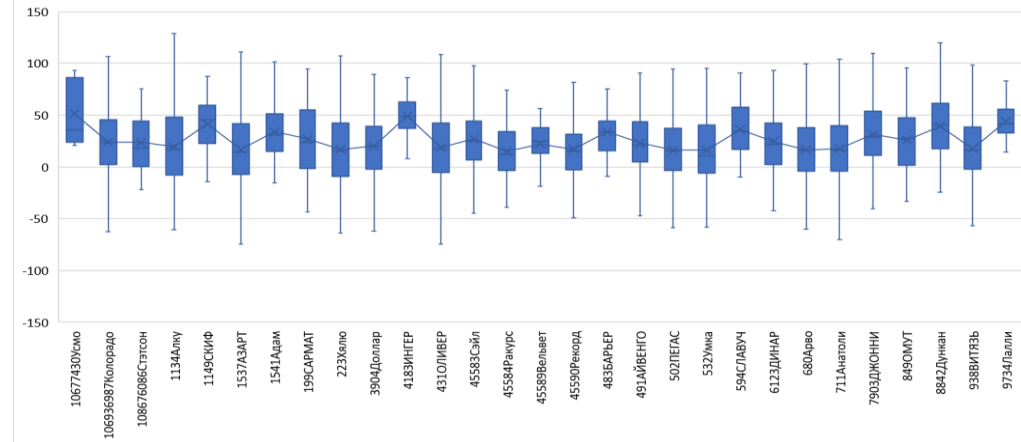


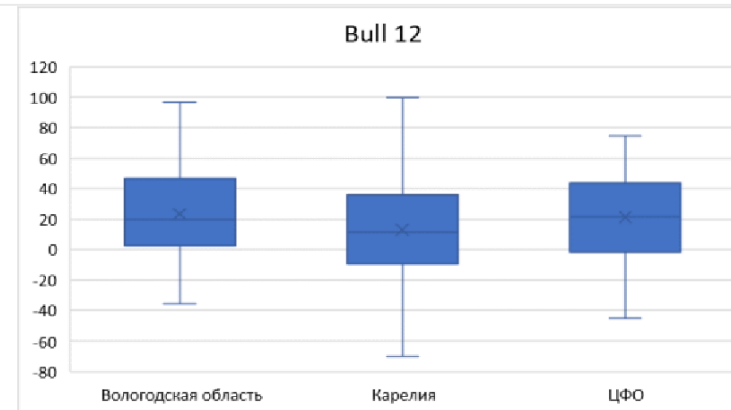
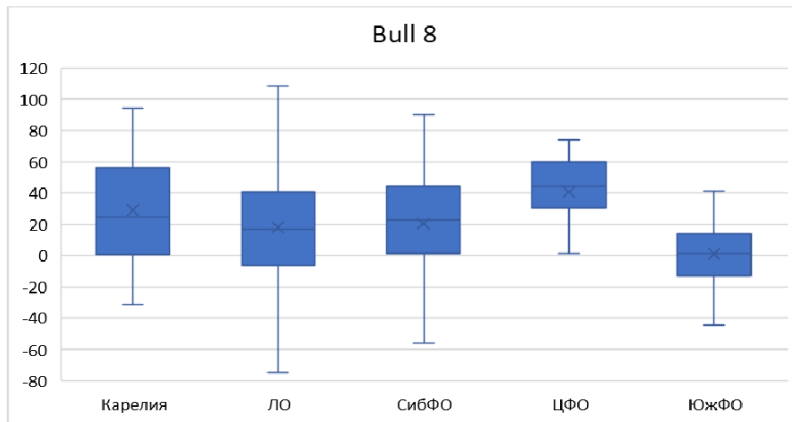
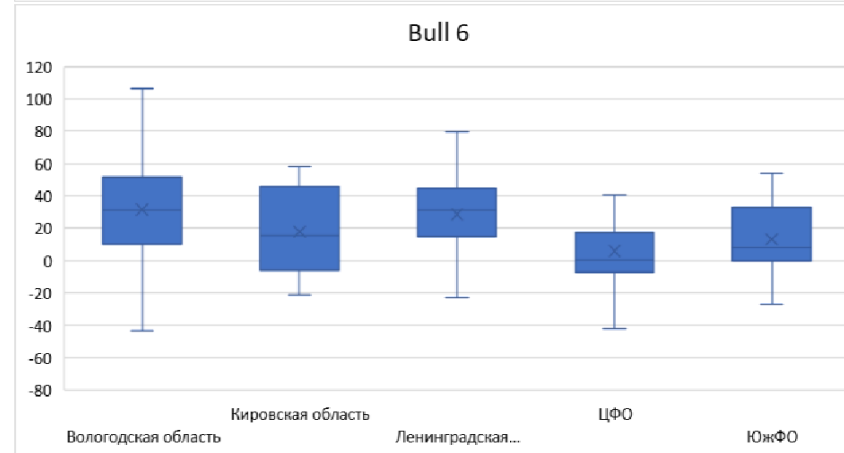
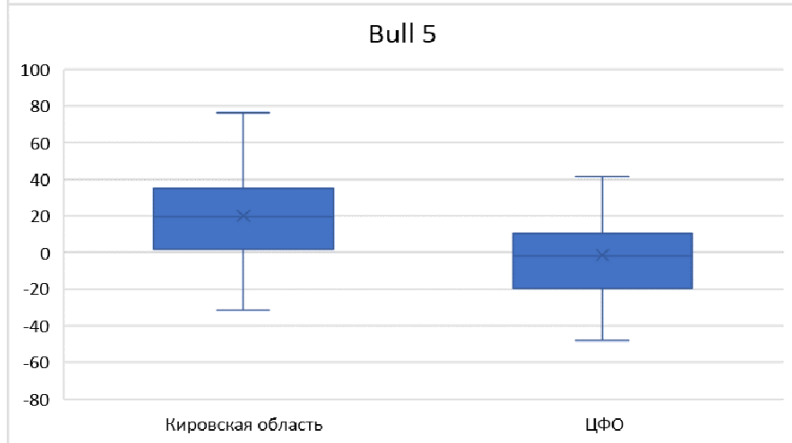
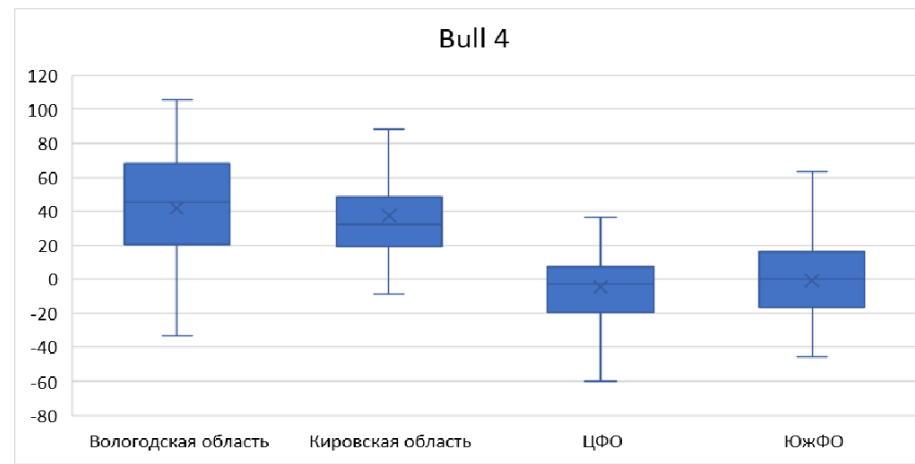
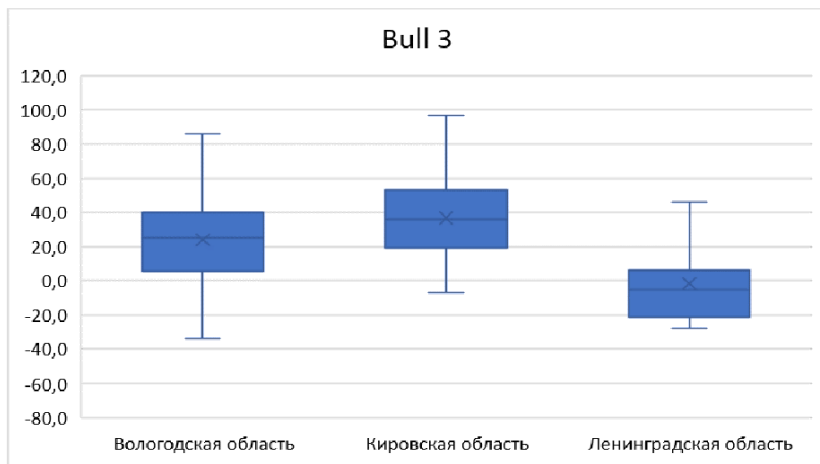
$0 \leq I_{AYRRUS} < 15, n=43$

**Рис.8. Оценки  
генотипированных  
быков-производителей  
со средним значением  
индекса**

$I_{AYRRUS} \geq 15, n=29$

IAYRrus (positive)





$$AYR_{RUS} = 8,59 * EBV_{MY} + 7,19 * EBV_{FAT} + 21,28 * EBV_{PROT} + 0,10 * EBV_{W10} + 0,10 * EBV_{FI}$$

Рис. 9. Приоритетные оценки быков в регионах РФ

## Дружба

а)

-1,5 -0,5 0,5 1,5



## Карельский

б)

-1,5 -1 -0,5 0 0,5 1 1,5



## Майский

в)

-1,5 -0,5 0,5 1,5



## Смена

д)

-1,5 -0,5 0,5 1,5



Рис.10 Линейный экстерьерный профиль выборок разных ПХ

# Заключение

Таким образом, можно констатировать, что сформирован банк ДНК животных айрширской породы в количестве 1059 голов, в том числе 203 быков и 1059 коров.

В текущем году планируется увеличить объем банка ДНК на 500 за счет генотипирования образцов спермы молодых бычков ПП и крови коров ПХ РФ.



**Спасибо за внимание!**

**Работа выполнена по теме ГЗ: FGGN-2022-0003 «Интеграция методов геномной селекции в процесс улучшения молочного скота для повышения генетического потенциала продуктивности животных, результативности отбора и подбора особей по комплексу селекционных признаков»**