



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»

Международная научно-практическая конференция посвященная 85-летию ВНИИГРЖ

«Современные технологии в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных»

Санкт-Петербург, г. Пушкин, 10-11 июня 2025 г.

Ассоциация значимых компонент как этап разработки селекционного индекса для молочного скота на примере чернопестрой породы

Научный сотрудник лаборатории популяционной генетики и разведения животных ВНИИГРЖ

Романова Е.А.



Новизна исследования



- Проведен поиск однородных групп наблюдений (кластеров) и главных компонент признаков молочной продуктивности, воспроизводительных качеств и показателей экстерьера коров с применением методов компьютерного анализа для дальнейшего формирования селекционных индексов в породной и региональных популяциях черно-пестрой породы молочного скота.



Задачи исследования

- Верифицировать и создать информационный фонд синтетической популяции черно-пестрой пород по показателям молочной продуктивности, воспроизводительным качествам, экстерьерным признакам, а также кровности по улучшающей породе;
- Выявить значимость целевых хозяйственно полезных признаков по:
 - молочной продуктивности (удой за 305 дней, процентное содержание жира и белка, выход жира и белка);
 - показателям воспроизводства (возраст первого отела, сервис период, межотельный период, сухостойный период);
 - показателям развития (живая масса после первого отела);
 - экстерьерного типа (линейная оценка).
- Установить значимость исследуемых признаков в отдельных региональных популяциях РФ для разработки наиболее эффективной модели селекционного индекса.



Материалы и методы исследования

- Формирование, проверка, обобщение первичных результатов фенотипических данных и элиминация дублированных одних и тех же производителей с разными индивидуальными номерами проведены в программах Microsoft Office Excel (США) и RStudio (Posit Software, PBC, США).
- Используя матрицы генетического родства рассчитаны оценки племенной ценности первотелок EBV (Estimation Breeding Value) с помощью программы семейства BLUPF90 (Misztal I. et al., США).
- Описательные статистические параметры (среднее арифметическое, ошибка, стандартное отклонение) вычислялись при помощи пакета «Анализ данных» в среде MS Excel 2013 (США).
- Метод главных компонент (PCA - Principal Component Analysis), а также анализ относительной важности (VIA - variable importance analysis) проведены с помощью программного обеспечения StatSoft Statistica 12.0.



- Модель оценки признаков молочной продуктивности, показателей развития воспроизводительных качеств имела следующий вид:

$$Y_{ijk} = \mu + \mathbf{HYS}_i + \mathbf{b}_1 \mathbf{BL}_k + \mathbf{Animal}_k + e_{ijk} ,$$

где Y_{ijk} — результирующий показатель (удой, процентное содержание жира и белка, количество молочного жира и белка, живая масса после 1 отела, возраст первого отела, сервис период, межотельный период, коэффициент воспроизводительной способности, индекс плодовитости) k -й первотелки, дочери j -го быка, лактировавшей в i -ой градации «стадо—год—сезон»; μ — популяционная константа; \mathbf{HYS}_i — фиксированный фактор i -й градации «стадо-год-сезон»; b_1 — коэффициент линейной регрессии результирующего фактора на кровность по улучшающей породе; \mathbf{BL}_k — кровность по улучшающей породе k -ой коровы (мес.); \mathbf{Animal}_k — рандомизированный эффект животного; e_{ijk} — остаточный эффект модели, связанный с влиянием факторов, неучтенных в уравнении оценки.

- Точность прогноза или надежность оценки животного (reliability, REL) рассчитывали по формуле:

$$\mathbf{REL} = \mathbf{1} - \frac{\mathbf{PEV}_i}{\sigma_a^2} ,$$

где PEV (Prediction Error Variance) — прогнозируемая ошибка дисперсии или доля аддитивной генетической вариации, не учитываемая прогнозом; σ_a^2 — аддитивная генетическая вариация.



- В исследуемую выборку животных черно-пестрой породы входили 163813 голов из 6 округов РФ:
 - Северо-Западный (n=34313),
 - Центральный (n=26413),
 - Сибирский (n=24995),
 - Приволжский (n=58526),
 - Северо-Кавказский (n=9664),
 - Уральский (n=9902)
- Количество 2 129 559 записей по продуктивным, воспроизводительным качествам и показателям развития.
- В среднем удой за 305 дней (MY) составил 6091 кг молока с процентным содержанием жира (F%) 3,88 %, и белка (P%) 3,21%.
- Живая масса после первого отела (LW1C – Live weight 1 calving) составила 512 кг.
- Длительность межотельного периода (ICP – Intercalving period) в среднем имела значение 425 дней.
- Сервис период (DO – days open) 147 дней.
- Сухостойный период (DP – Dry period) 59 дней.

Результаты исследования

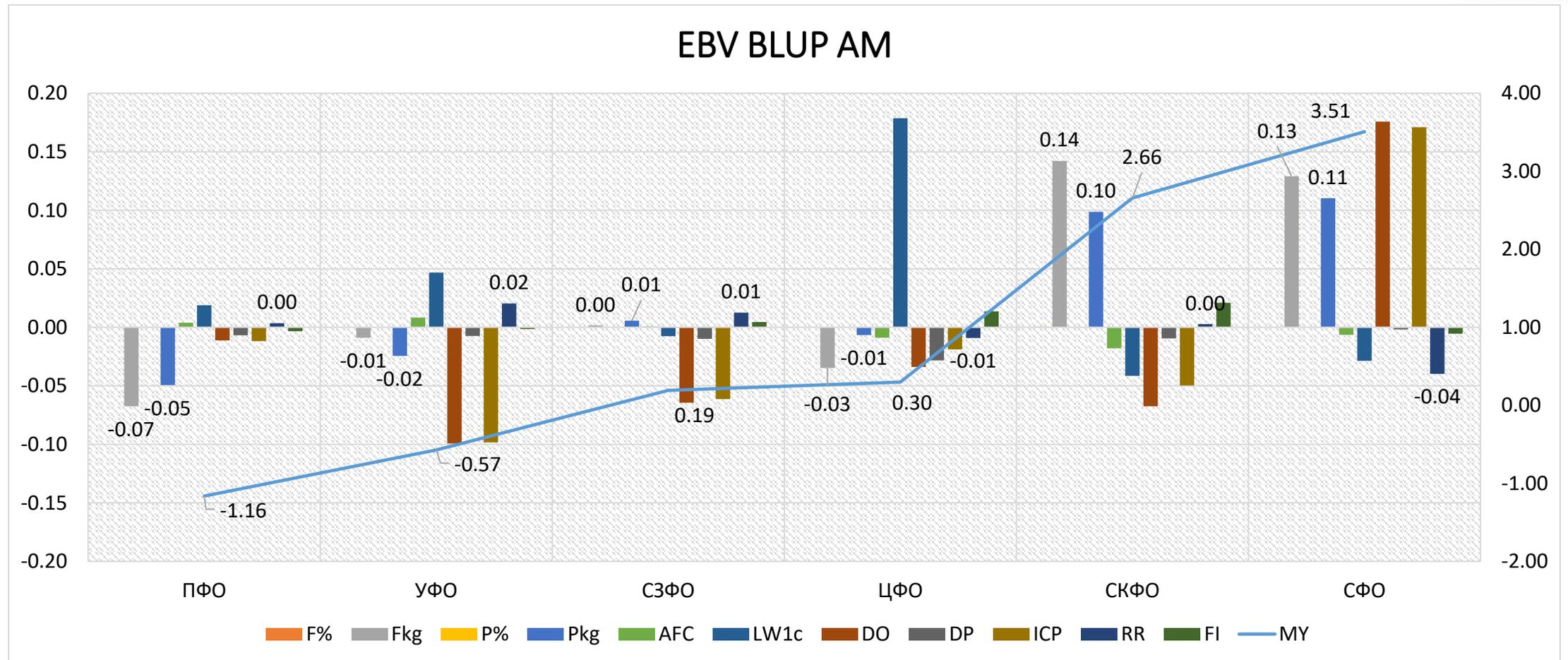
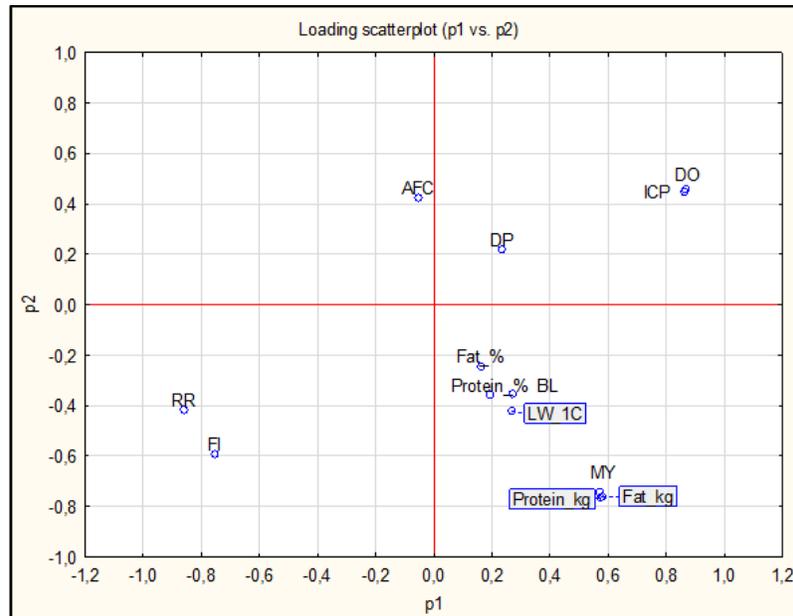
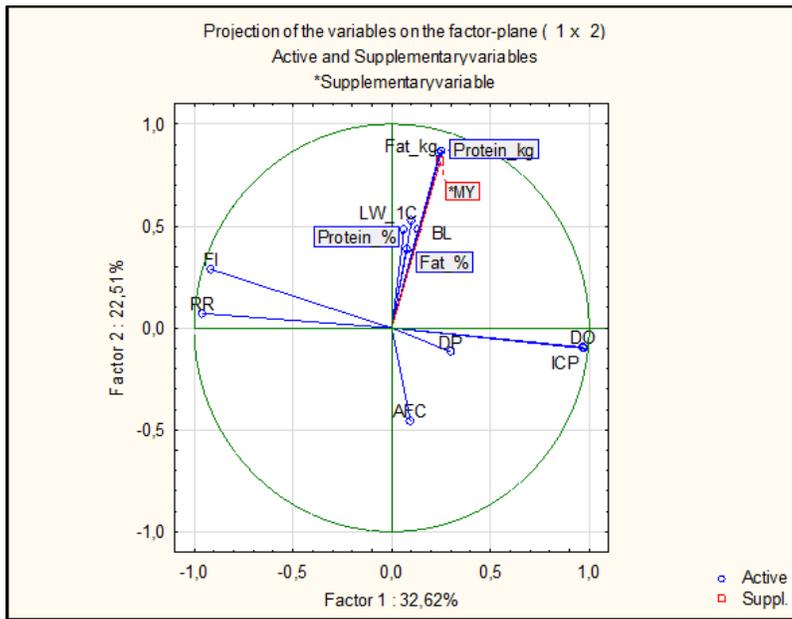


Рис. 1 Оценки племенной ценности EBV коров черно-пестрой породы в разрезе округов РФ, (n=163813) 7



| Variable | Variable importance (Лист1 in BV) | | |
|------------|-----------------------------------|----------|------------|
| | Variable number | Power | Importance |
| MY | 1 | 0.980527 | 1 |
| FI | 12 | 0.978149 | 2 |
| ICP | 10 | 0.977097 | 3 |
| Protein_kg | 5 | 0.975788 | 4 |
| DO | 8 | 0.962299 | 5 |
| Fat_kg | 3 | 0.953719 | 6 |
| RR | 11 | 0.932755 | 7 |
| AFC | 7 | 0.792182 | 8 |
| Fat_% | 2 | 0.729749 | 9 |
| Protein_% | 4 | 0.535682 | 10 |
| BL | 13 | 0.352640 | 11 |
| LW_1C | 6 | 0.285843 | 12 |
| DP | 9 | 0.152219 | 13 |



Рис.3 Анализ относительной важности изучаемых компонент исследуемых коров черно-пестрой породы

Рис.2 Проекция изучаемых переменных на факторной плоскости

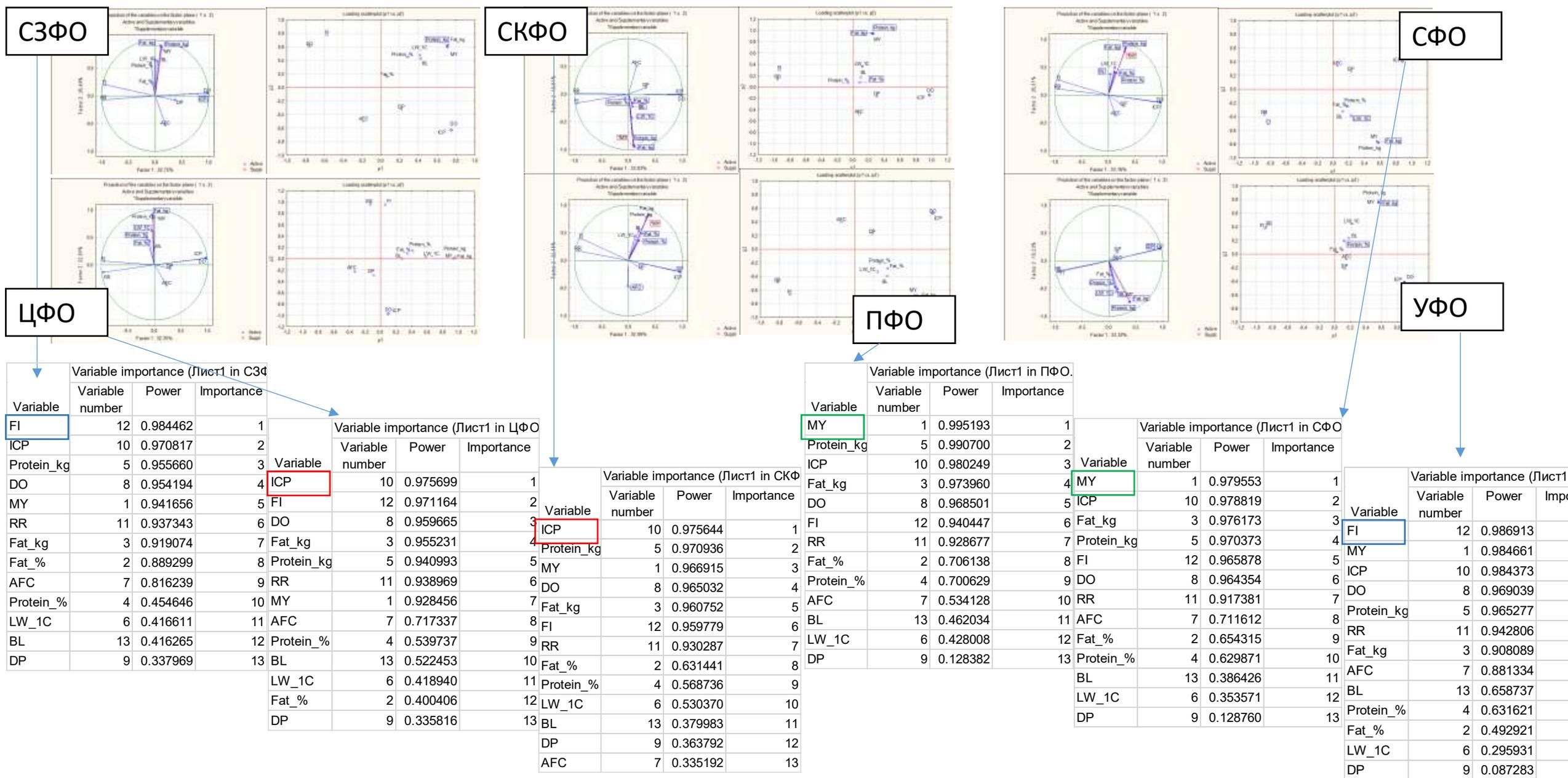


Рис. 4 Проекция изучаемых переменных в УФО на факторной плоскости и VIA изучаемых компонент исследуемых коров черно-пестрой породы

Выводы

- установлены векторы нагрузок главных компонент на удои за 305 дней, где в наибольшей степени он сцеплен со следующими переменными: это содержание жира и белка, выраженные в килограммах, а также их процентное содержание, живая масса после первого отела, и кровность по улучшающей породе BL.
- выявлены два кластера показателей воспроизводительных качеств, в одном из которых расположились межотельный ICP, сервис DO и сухостойный периоды DP, а также возраст первого отела AFC. В противоположной плоскости находились коэффициент воспроизводительной способности RR и индекс плодовитости FI, что объясняется отрицательными корреляциями с абсолютными значениями воспроизводства.
- общепопуляционная идентификация главных факторов методом VIA установила значимость первого главного фактора MY удои за 305 дней ($\eta=0,981$), далее FI индекса плодовитости ($\eta=0,978$), ICP межотельного периода ($\eta=0,977$) и выхода молочного белка ($\eta=0,976$).
- выявлены различия информативных компонент исследуемых признаков в разрезе регионов РФ, которые варьировали между признаками молочной продуктивности в ПФО СФО, где удои за 305 дней, объяснял 99 % и 98 % общей изменчивости признаков, так и воспроизводительными способностями в УФО и СЗФО, где первой главной компонентой явился FI индекс плодовитости, и ЦФО и СКФО с первой главной компонентой ICP межотельный период.
- установленные взаимосвязи и значимость главных компонент будут вовлечены в интегральные показатели, позволяющие оперировать комплексом этих признаков, как единым целым, путем формирования комплексного индекса в черно-пестрой популяции молочного скота.



Благодарю за внимание!



**Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 124020200029-4*