

На правах рукописи



ГЫРНЕЦ Евгений Анатольевич

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ

4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология  
животных

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Ставрополь, 2025

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

**Научный  
руководитель:**

доктор биологических наук, профессор,  
академик РАН  
**Коцаев Андрей Георгиевич**

**Официальные  
оппоненты:**

**Ахметов Тахир Мунавирович,**  
доктор биологических наук, профессор,  
заведующий кафедрой биологической  
химии, физики и математики ФГБОУ ВО  
«Казанская государственная академия  
ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»

**Гетоков Олег Олиевич,**  
доктор биологических наук, профессор,  
профессор кафедры «Зоотехния и ветеринарно-  
санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО  
«Кабардино-Балкарский государственный  
аграрный университет имени В.М. Кокова»

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Уральский государственный  
аграрный университет»

Защита диссертации состоится «21» марта 2025 г. в 12:00 ч. на заседании диссертационного совета 99.0.123.02 на базе ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» и ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12. ауд. 3, тел. 8 (8652) 28-61-10, факс: 28-61-10, e-mail: m-ponomareva-st@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ и на официальном сайте: <http://www.stgau.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г. и размещен на официальных сайтах: ВАК Министерства науки и высшего образования РФ <http://www.vak.minobrnauki.gov.ru> «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.; ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ <https://www.stgau.ru> «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
канд. вет. наук, доцент



**Пonomарева Мария Евгеньевна**

## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В современном быстро развивающемся мире животноводства использование геномной оценки становится все более важным. Геномная оценка относится к процессу анализа ДНК животного для прогнозирования его генетических качеств, что позволяет производителям принимать обоснованные решения относительно разведения и отбора. Этот инновационный инструмент произвел революцию в отрасли, предоставив точную и надежную информацию о генетическом потенциале продуктивности, здоровья и фертильности животного (Н. Илькив, 2022; G. R. Wiggans, 2022).

Одним из ключевых преимуществ геномной оценки в животноводстве является ее способность ускорять генетический прогресс в популяции. Традиционные методы разведения основывались на фенотипической информации, такой как экстерьер и производственные качества, что давало лишь ограниченную информацию. Однако, с помощью геномной оценки фермеры могут в раннем возрасте выявить животных с наиболее благоприятными генетическими признаками. Отбирая превосходных животных на основе их геномного потенциала, производители могут улучшить желаемые характеристики гораздо быстрее, чем с помощью традиционных методов (Y. de Haas et al., 2009; Ю. А. Столповский и др., 2020).

Еще одним важным преимуществом геномной оценки является ее потенциал в улучшении здоровья и фертильности животных. Выявляя животных, несущих гены, связанные с устойчивостью или восприимчивостью к определенным заболеваниям, производители могут принимать целенаправленные решения по разведению, чтобы снизить распространенность заболеваний в своих стадах. Этот упреждающий подход не только сводит к минимуму использование антибиотиков, но и помогает создать более здоровое и устойчивое стадо. Кроме того, геномная оценка способствует выявлению генетических аномалий, что позволяет производителям избегать разведения животных, которые могут нести вредные признаки. Это приводит к снижению ветеринарных расходов и повышению уровня благополучия животных (N. Vukasinovic et al., 2017).

Экономическое влияние геномной оценки в животноводстве невозможно переоценить. Отбирая животных с превосходным генетическим потенциалом, производители могут оптимизировать свою прибыльность за счет повышения продуктивности и эффективности. Геномная оценка облегчает принятие точных решений по разведению, гарантируя, что ценные ресурсы, такие как время, труд и корм, будут выделены животным, которые принесут максимальную прибыль. Более того, снижая заболеваемость и генетические дефекты, производители могут сэкономить значительные финансовые ресурсы, которые в противном случае были

бы потрачены на ветеринарное лечение или корректирующие меры (Y. de Haas et al., 2009).

Кроме того, геномная оценка способствует устойчивому снижению воздействия животноводства на окружающую среду. Выбирая животных, которые более эффективны в кормлении или имеют более низкие выбросы метана, производители могут смягчить влияние отрасли на изменение климата. Возможность идентифицировать животных с меньшим воздействием на окружающую среду позволяет реализовать стратегии разведения, соответствующие целям устойчивого развития и нормативным требованиям (P. M. VanRaden, 2010).

В российских программах разведения КРС данный метод селекции получил значительное развитие в последнее десятилетие. На сегодняшний день активно развиваются отечественные программы генотипирования животных с созданием собственного селекционного индекса и референтных баз генотипов и фенотипов (Л. А. Калашникова и др., 2004; Ф. Ф. Зиннатова, А. М. Алимов, Ф. Ф. Зиннатов, 2012; И. Ф. Горлов, О. В. Сычева, Л. В. Конова, 2016). Однако большая часть селекционных стратегий пока остается ориентированной на использование международных референтных баз и индексов, в частности индекс пожизненной прибыли (Lifetime net merit, LNMS\$).

Геномная оценка в России в основном сосредоточена на молочных породах, в частности голштинской и черно-пестрой. Так, с 2021 г. число генотипов российских коров и телок в международной базе CDCB (Council of Dairy Cattle Breeding) увеличилось до 45 509 гол. (Counts of Genotyped Animals..., 2023).

Использование индексов и признаков CDCB для оценки генотипированных животных в России соответствует мировым тенденциям, поскольку они получили широкое распространение в ряде стран (S. Koenig, 2006; Е. Г. Бойко, 2009; С. В. Banga, 2009; С. В. Banga, 2014; G. R. Wiggans, 2022;). Однако при высокой степени используемости, до сих пор остается актуальным вопрос соответствия прогноза показателей геномной оценки, полученных с помощью международных референтных баз, с фактическими фенотипическими показателями отечественных животных. Актуализация данной информации необходима для эффективного ведения селекционных программ как в товарных, так и в племенных хозяйствах.

**Степень разработанности темы исследования.** Теоретической предпосылкой исследования геномной селекции послужили труды Н. А. Зиновьевой с соавторами (2015), Н. С. Юдина с соавторами (2015), А. А. Сермягина с соавторами (2015, 2016), Е. Е. Мельниковой с соавторами (2016), Ю. А. Лысенко (2021).

А. С. Абдельманова с соавторами (2019) проводила расчет показателей инбридинга на основании полногеномных данных для оценки степени гетерозиготности как в целом в популяции, так и у каждой особи в отдельности.

И. Ю. Баженовой (2019) проведен сравнительный анализ сопоставимости оценки по качеству потомства и геномного прогнозирования у быков-производителей голштинской породы. Х. Абдулрахман с соавторами (2019) внедряли метод геномной оценки племенной ценности поголовья крупного рогатого скота по признакам фертильности и легкости отела. А. А. Сермягиным с соавторами (2017) проведена оценка племенной ценности для быков и коров по признакам продуктивности и здоровья на основе уравнения смешанной модели по BLUP, а геномный прогноз получен с помощью подхода GBLUP для генотипированных животных.

Из зарубежных ученых в направлении разработки системы геномной оценки и ее интеграции в селекцию крупного рогатого скота работали P. M. VanRaden с P. G. Sullivan (2010), M. S. Lund с соавторами (2014), A. M. Winkelman с соавторами (2015), I. Misztal с соавторами (2020), G. R. Wiggans с соавторами (2016), F. S. Schenkel с соавторами (2009), K. M. Olson с соавторами (2011).

Несмотря на многие научные работы в области изучения геномной селекции КРС, исследование взаимосвязи геномных оценок и фактических показателей маточного поголовья, возможности прогнозирования племенной ценности потомства и выстраивания эффективной селекционной стратегии все еще остается актуальной научной и практической задачей.

**Объект и предмет исследования.** Объект исследования – телки и первотелки крупного рогатого скота голштинской породы. Предмет исследования – комплексная система геномной селекции, включающая результаты геномной оценки КРС и показатели фактической продуктивности.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – совершенствование продуктивных качеств крупного рогатого скота с помощью методов геномной селекции.

Для осуществления поставленной цели исследований необходимо решить следующие задачи:

- оценить корреляцию данных геномной оценки племенной ценности, полученных с помощью международной референтной базы генотипов и фенотипов, и продуктивных качеств маточного поголовья;
- определить характер наследования потомством генетического потенциала племенной ценности и хозяйственно-полезных признаков по данным геномной оценки родителей;
- рассмотреть взаимосвязь полиморфизма генов молочных белков с результатами геномной оценки признаков и показателями фактической продуктивности);

- сформировать алгоритм выделения селекционных групп на основе ранжирования молодняка по прогнозируемой племенной ценности;
- разработать и внедрить научно-обоснованные приемы селекционного совершенствования продуктивных качеств молочного скота голштинской породы за счет использования результатов геномной оценки молодняка);
- рассчитать экономическую эффективность разработанной системы геномной оценки молочного скота.

**Научная новизна.** Впервые дана оценка корреляции геномных оценок удоя ( $r = 0.49$ ), содержания жира ( $r = -0.30$ ) и белка ( $r = -0.34$ ), экономии корма ( $r = 0.05$ ), продуктивного долголетия ( $r = -0.04$ ), индекса стельности ( $r = -0.07$ ) и индекса пожизненной прибыли ( $r = 0.08$ ), полученных с помощью международной референтной базы гено- и фенотипов, с фактическим показателем продуктивности первотелок субпопуляции юга России.

Установлена возможность прогнозирования средней племенной ценности потомства по геномным оценкам родителей со средней абсолютной ошибкой прогноза индекса LNM\$ 0,5 %. Определен необходимый минимальный размер выборки (357 родительских пар), при котором параметры точности прогноза сохраняются.

Установлены частоты встречаемости аллелей и генотипов генов CSN3, CSN2, LGB. Изучена взаимосвязь генотипов CSN3, CSN2, LGB с результатами геномной оценки и фактическим удоем.

Предложена система ранжирования маточного поголовья по комплексному индексу и выделения селекционных групп с помощью распределения Гауса, в частности худшим животным следует относить не менее 15,8 % животных (от  $-1\sigma$  выше).

Рассчитана экономическая эффективность селекционной стратегии ранжирования поголовья по племенной ценности и продуктивности с последующей выранжировкой худших животных с помощью племенной продажи.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Для повышения продуктивности и генетического потенциала была разработана методология ранжирования маточного поголовья по результатам геномной оценки, выделения селекционных групп и стратегия в отношении худших животных, оцененных с помощью генотипирования.

Результаты исследования, полученные в ходе выполнения данной работы, имеют как теоретическую, так и практическую значимость для отечественного молочного животноводства. Разработанные стратегии продажи худших животных и осеменения семенем быков мясных пород (абердин-ангусской) показывают значительное ускорение генетического прогресса при ранжировании поголовья по результатам геномной оценки. На основании

результатов исследований разработаны рекомендации по ведению селекционной работы, основанной на результатах геномной оценки хозяйственных признаков КРС.

**Методология и методы исследования.** Методология исследования базировалась на трудах ведущих зарубежных и отечественных ученых в области разведения КРС молочного направления продуктивности.

Исследования выполнялись на кафедре биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, выделение ДНК и ее анализ проводили в Центре молекулярно-генетических исследований университета. Опыты на животных осуществляли в ООО «Урожай XXI век» (Брюховецкий район, Краснодарский край). Объектом исследования послужили телки и первотелки голштинской породы американской селекции Genex.

Для выполнения диссертационной работы использовали различные методы исследования, включая молекулярно-генетические и статистические методы обработки данных.

Данные, полученные в ходе научных экспериментов, были подвергнуты статистической обработке с помощью программы Microsoft Excel и Statistica 12.0, были произведены расчеты средних арифметических значений, коэффициента корреляции и достоверности различия сравнимых показателей с использованием критерия однофакторного дисперсионного анализа.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

- корреляция геномной оценки признаков с фактической продуктивностью позволяет вести селекцию на основе результатов генотипирования;
- прогнозирование племенной ценности потомства по геномным показателям родителей позволяет с высокой точностью предсказать среднее значение генетического потенциала приоритетных признаков;
- взаимосвязь полиморфизмов генов молочных белков с удоем первотелок;
- геномная оценка хозяйственно-полезных признаков телок позволяет достоверно увеличить молочную продуктивность путем блокирования передачи / сохранения худших генотипов в стаде;
- экономическая и селекционная эффективность использования результатов геномной оценки.

**Степень достоверности и апробация результатов работы.** Результаты исследований представлены, обсуждены и одобрены на ежегодных научно-практических конференциях сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ (Краснодар, 2021–2024); Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина (Краснодар, 2021); Ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам

НИР за 2021 г. (Краснодар, 2022); Всероссийской научно-практической конференции «Зоотехническая индустрия: проблемы и решения» (Курск, 2023); Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию академика В. Г. Рядчикова «Современные проблемы в животноводстве: состояние, решение, перспективы» (Краснодар, 2024), Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы селекционно-племенной работы в животноводстве», приуроченной к 105-летию Московской ветеринарной академии (Москва, 2024); Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования» (Краснодар, 2024); Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 120-летия ФГБОУ ВО СПбГАУ «Современные достижения в генетике и селекции сельскохозяйственных животных» (Санкт-Петербург, 2024).

Материалы диссертации представляют собой часть конкурсного проекта, отмеченного золотыми медалями на выставках «Новое время – 2021»; «Новое время – 2022»; «Золотая осень – 2022», «Золотая осень – 2023», «Агрорусь – 2023», «Агрорусь – 2024».

Диссертационная работа является частью тематического плана НИОКР, утвержденного Ученым советом ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ на 2016–2020 гг. (протокол от 25.01.2016 № 1) «Разработка новых методов и способов производства высококачественной продукции животноводства в Краснодарском крае на основе современных ресурсосберегающих адаптированных систем и технологий» (№ госрегистрации АААА-А16-116022410037-1) и на 2021–2025 гг. (протокол от 20.12.2020 № 10) «Разработка инновационных природоподобных селекционно-технологических методов и способов повышения производства высококачественной продукции животноводства на основе современных ресурсосберегающих систем и технологий» (№ госрегистрации 121032300057-2).

Результаты исследований апробированы в хозяйствах Краснодарского края: ООО «Урожай XXI век» (Брюховецкий р-н), АО «Дружба» (Каневской р-н), учхоз «Кубань» (г. Краснодар), а также в селекционной деятельности предприятия ООО «Молочная Компания «Генетика-Юг», что подтверждено четырьмя актами внедрения.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебную и научно-исследовательскую деятельность шести аграрных вузов страны (СПбГАУ, Оренбургский ГАУ, ГАУ Северного Зауралья, Башкирский ГАУ, Волгоградский ГАУ, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ). Подготовлены и утверждены методические рекомендации по применению методов геномной оценки в селекционно-племенной работе животноводческих предприятий. Результаты исследования отражены в заявке на изобретение «Способ геномной селекции крупного рогатого скота».

**Личное участие автора.** Все данные, изложенные в научной работе, начиная от задач, входящих в рамки исследования, а также методик для решения поставленных задач, анализ результатов и их обсуждение, выводы и статистическая обработка, сделаны при личном участии автора. Автором лично были написаны и оформлены результаты исследований, отраженных в различных публикациях.

**Публикации.** По результатам работы опубликовано 18 научных работ, в том числе 8 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России («Ветеринария, зоотехния и биотехнология», «Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной имени Н. Э. Баумана», «Труды Кубанского государственного аграрного университета»). По результатам научных исследований получены шесть свидетельств о регистрации баз данных, изданы методические рекомендации.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 163 страницах компьютерного текста и состоит из следующих разделов: введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований, экономическая эффективность применения геномной оценки, заключение, список использованных сокращений, список использованной литературы и приложения. Работа иллюстрирована 46 таблицами и 29 рисунками. Список использованной литературы включает 170 источника, из них 127 – зарубежных авторов.

## 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнялись в период с 2020 по 2024 гг. на кафедре биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, выделение ДНК и ее анализ проводили в Центре молекулярно-генетических исследований университета. Опыты на животных осуществляли в ООО «Урожай XXI век» (Брюховецкий район, Краснодарский край). Объектом исследования послужили телки и первотелки голштинской породы американской селекции Genex. Схема представлена на рисунке 1.

Животные в период проведения исследований в рамках одного календарного года имели равные условия содержания и кормления в соответствии с рекомендуемыми нормами. Материалом для генотипирования послужили ушные выщипы и образцы крови животных, для анализа молочной продуктивности – данные, полученные с помощью программы DairyComp305 и доильного зала «GEA».

В исследованиях использованы методы молекулярной генетики и статистические методы обработки данных. Геномную оценку проводили по 83-м хозяйственно-полезным признакам на основе базы генотипов и фенотипов голштинской породы CDCB в лаборатории Neogen (Великобритания). Всего получены результаты для 3185 животных, среди которых 292 первотелки, закрывшие первую лактацию, и 757 родительских «троек» (генотипированные

телка, отец, мать). Исследования по выявлению полиморфизма гена молочного белка  $\beta$ -казеина (OMIA 0020339913: A2 milk in Bos Taurus, g.87181619A>C) и его связь с фактическими показателями продуктивности выполнены методом AS-PCR.

Биометрическая обработка данных проведена с использованием программы Microsoft Office Excel 2016 с расчетом основных селекционно-генетических параметров и коэффициентов. В частности, определяли частоту встречаемости аллелей и генотипов, среднюю абсолютную ошибку прогнозирования, минимальный размер выборки при сохраняющихся показателях вариабельности. Определение достоверности разницы между исследуемыми значениями проводились с помощью однофакторного дисперсионного анализа при 5%-м уровне значимости.



Рисунок 1 – Общая схема исследований

Проверку результатов исследования на нормальность проводили с помощью теста Колмогорова–Смирнова и с визуализацией графиков Q–Q plot.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Генетико-математический анализ связи основных количественных признаков с продуктивностью КРС

При масштабировании геномной селекции с использованием отечественных и международных референтных баз в программах разведения КРС необходимы исчерпывающие данные о характере взаимосвязи результатов геномной оценки с фактическими показателями.

Установлена положительная корреляция ППС удоя ( $r = 0,49$ ) и отрицательная для ППС содержания белка ( $r = -0,34$ ) и жира ( $r = -0,3$ ). Для других признаков корреляция низкая: LNMS –  $r = 0,08$ ; экономия корма –  $r = 0,05$ ; индекс стельности дочерей –  $r = -0,07$ ; продуктивное долголетие –  $r = -0,04$ . Распределение по квартилям показало достоверную разницу по признакам продуктивности (таблица 1).

Таблица 1 – Корреляция фактического удоя первотелок с геномными оценками признаков

| Показатель                     | Квартиль     |              |              |              |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                | IV           | III          | II           | I            |
| LNMS                           | 11 106 ± 301 | 10 589 ± 283 | 10 971 ± 358 | 10 683 ± 286 |
| ППС удоя*                      | 9 956 ± 259  | 10 639 ± 234 | 11 217 ± 305 | 11 670 ± 315 |
| ППС белка*                     | 11 383 ± 323 | 10 957 ± 249 | 10 576 ± 262 | 10 134 ± 370 |
| ППС жира*                      | 11 300 ± 281 | 10 871 ± 329 | 10 801 ± 306 | 10 276 ± 292 |
| ППС экономии корма             | 10 766 ± 296 | 10 600 ± 296 | 11 074 ± 294 | 10 920 ± 353 |
| ППС индекса стельности дочерей | 10 941 ± 302 | 10 763 ± 318 | 10 982 ± 297 | 10 565 ± 319 |
| ППС продуктивного долголетия   | 10 855 ± 314 | 10 834 ± 339 | 11 047 ± 307 | 10 615 ± 271 |

Примечание: \* –  $P < 0,05$ .

При этом согласно направленности корреляции, с ростом квартиля значительно меняется средний удои. Так, средняя разница между квартилями ППС удоя составила плюс 453 кг молока. При этом ППС содержания белка и жира показали снижение на 416 и 314 кг соответственно. Низкие корреляции удоя с ППС экономии корма, продуктивного долголетия и индекса стельности соответствуют их низкой наследуемости, что может потребовать большей выборки для анализа. Однако отмеченные отрицательные тенденции требуют более внимательного подхода к ведению селекционной племенной работы. Слабый уровень взаимосвязи между продуктивностью и ППС экономии корма позволяет вести селекционный отбор на снижение потребления кормов без негативного влияния на показатели продуктивности.

Полученные данные позволяют сделать вывод об обоснованности использования результатов геномной оценки для совершенствования показателей продуктивности, однако следует учитывать направленность корреляции и формировать сбалансированную стратегию улучшения всех показателей.

#### 3.2 Прогнозирование племенной ценности потомства на основе данных геномной оценки матерей и быков-производителей

Геномная оценка крупного рогатого скота помимо ранжирования поголовья в зависимости от уровня племенной ценности позволяет отслеживать направленность генетического прогресса и своевременно корректировать подбор быков на стаде. Так, в случае снижения ППС удоя или индекса стельности дочерей, необходимо закрепление группы быков с высокими значениями ППС признаков продуктивности или фертильности.

В связи с тем, что ключевые признаки продуктивности, здоровья и фертильности являются количественными признаками, определяющимися множеством генов, прогноз показателей потомства сводится к расчету среднего значения показателей родителей. В ООО «Урожай XXI век» собрана информация о геномных показателях 757 родительских «троек»: отец, мать, телка. Для каждой телки из «тройки» составлен прогноз значения признака по показателям родителей, а также рассчитана разница между прогнозируемой и фактической геномной оценкой (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение прогнозируемых и фактических результатов геномной оценки потомства

| Показатель                                      | LNMS      | ППС удоя, кг | ППС жира, %   | ППС белка, % | ППС эконом. корма, кг | ППС индекса стельности дочерей, % | ППС прод. долголет., мес |
|---|-----------|--------------|---------------|--------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Прогнозируемое среднее значение                 | 612       | 360          | 0,03          | 0,09         | 88,6                  | -0,5                              | 3,24                     |
| Среднее значение по результатам геномной оценки | 615       | 351          | 0,03          | 0,1          | 85,7                  | -0,6                              | 3,21                     |
| Разница средних                                 | 3,0 ± 5,6 | 9,0 ± 10,0   | 0,004 ± 0,002 | 0,01 ± 0,04  | 2,9 ± 2,7             | 0,1 ± 0,1                         | 0,03 ± 0,10              |
| Абсолютная ошибка прогноза                      | 0,5       | 2,5          | 3,3           | 10           | 3,4                   | 16,7                              | 0,9                      |
| Стандартное отклонение                          | 78,6      | 147          | 0,02          | 0,06         | 38                    | 0,9                               | 0,79                     |

Средние прогнозируемые значения довольно близки к фактическим результатам геномной оценки, с небольшими отклонениями. Процент абсолютной ошибки прогноза показывает, что наиболее точными являются прогнозы для показателей LNM\$ (0,5 %) и ППС продуктивного долголетия (0,9 %), тогда как наибольшее отклонение наблюдается у ППС индекса стельности дочерей (16,7 %). Значительное стандартное отклонение разницы наблюдается у всех показателей, что указывает на высокое варьирование этих данных в популяции и отсутствие возможности прогнозирования племенной ценности потомства в конкретной паре отец–мать.

Расчет минимального объема выборки, при котором показатели вариативности сохраняли свои значения, показал достаточность 357 родительских пар для прогнозирования показателей потомства с существующей точностью.

Таким образом, исследование подтверждает, что геномные оценки родителей могут быть использованы для точного прогнозирования и управления генетическим потенциалом потомства.

### 3.3 Анализ полиморфизма генов молочных белков у коров голштинской породы

Молочные белки являются ключевыми компонентами молока, и их генетическая вариация может значительно влиять на молочную продуктивность. По результатам генотипирования установлены частоты встречаемости аллелей и генотипов.

Ген  $\kappa$ -казеина (CSN3): доминантный аллель А (56 %) встречается наиболее часто, аллель В – 30 %, Е – 14%. Генотип АВ является наиболее распространенным (36 %). Ген  $\beta$ -казеина (CSN2): аллель А1 преобладает (62 %), генотипы А1А1 (36 %) и А1А2 (51 %) встречаются значительно чаще, чем А2А2 (13 %). Ген  $\beta$ -лактоглобулина (LGB): наблюдается незначительное отклонение в сторону большего числа гетерозигот (54 %). Частота гомозиготных генотипов АА и ВВ составила 24 % и 22 % соответственно, аллели встречаются почти поровну: А – 51 %, В – 49 %. Достоверные различия в фактической продуктивности и показателях генетического потенциала между носителями различных генотипов CSN3 и CSN2 не обнаружены. Однако, для LGB установлены достоверные различия. Генотип АА: самый низкий ППС удоя (65 кг) и фактический удой (10784 кг), но высокий показатель фертильности (индекс стельности – 0,1 %). Генотип АВ: наивысший ППС удоя (82 кг) и фактический удой (10858 кг), но сниженный потенциал фертильности. Генотип ВВ: самый высокий ППС содержания жира (0,09 %), экономии корма (24 кг) и продуктивного долголетия (1,7 мес).

Таким образом, при селекции КРС рекомендуется учитывать генотипы LGB для улучшения хозяйственно-полезных признаков и достижения

оптимального баланса между удоем, качеством молока и другими экономически значимыми характеристиками.

### 3.4 Применение геномных данных в селекции крупного рогатого скота

Генотипирование как инструмент селекции было внедрено в работу хозяйства в 2021 г. Накопленные за четыре года данные позволили оценить тенденции в изменении генетического потенциала продуктивности, фертильности и здоровья маточного поголовья (таблица 3).

Таблица 3 – Средние значения ключевых хозяйственно-полезных признаков по годам рождения животных

| Признак                           | Год рождения |      |      |      |
|-----------------------------------|--------------|------|------|------|
|                                   | 2020         | 2021 | 2022 | 2023 |
| LNM\$                             | 234          | 335  | 470  | 626  |
| ППС удоя, кг                      | 146          | 203  | 228  | 338  |
| ППС белка, %                      | 0,01         | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| ППС жира, %                       | 0,03         | 0,05 | 0,07 | 0,11 |
| ППС экономии корма, кг            | 39           | 65   | 70   | 81   |
| ППС продуктивного долголетия, мес | 1,4          | 1,6  | 3    | 3,3  |
| ППС индекса стельности %          | -0,2         | -0,5 | -0,3 | -0,5 |
| Межквартильный размах (LNM\$)     | 198          | 199  | 282  | 174  |

По результатам геномной оценки поголовья 2020 и 2021 года рождения, была изменена стратегия подбора быков: использованы 10 % лучших по индексу LNM\$ с пороговыми значениями ППС удоя > 500 кг, ППС белка > 0,02 %, ППС жира > 0,05 %, ППС экономии корма > 0 кг, ППС долголетия > 5 мес, и ППС стельности дочерей > минус 0,0 5%. Также, было внедрено индивидуальное закрепление для генотипированных животных. Важным аспектом эффективности селекции стало отслеживание однородности стада, влияющей на менеджмент, кормление и репродукцию. Поголовье было ранжировано по индексу LNM\$, и худшими считались животные, находящиеся по распределению Гаусса левее минус 1 $\sigma$  (15,9 %). Учитывая переизбыток молодняка, в дальнейшем процент выбраковки увеличен до 30 %.

В результате поколение 2023 г. показало увеличение генетического потенциала в два и более раза по селекционному индексу, удою, жиру, экономии корма и долголетию, а также повысилась однородность потомства благодаря продаже животных с низким генетическим потенциалом и подбору быков со сходными показателями признаков.

Таким образом, геномная оценка дает возможность детально оценить племенную ценность каждого животного и, соответственно, выделить

группы для дальнейшего подбора быков, осеменения, продажи или выбраковки. В условиях нормального или близкого к нему распределения значений племенной ценности выделение селекционных групп осуществляется по принципу «6 сигм», что позволяет идентифицировать животных с экстремальными значениями и эффективно управлять их будущим использованием. На примере расчетов ООО «Урожай XXI век», применяя стратегию племенной продажи не менее 30 % худшего поголовья, возможно добиться заметного улучшения ключевых показателей, таких как удои, содержание белка и жира, а также увеличения общего индекса племенной ценности LNM\$.

### 3.5 Разработка селекционной стратегии разведения КРС с использованием данных геномной оценки

По результатам оценки селекционной работы ООО «Урожай XXI век» наименьшая динамика роста отмечена для признаков фертильности и содержания белка. Поэтому необходимо усилить внимание к этим показателям при подборе быков и индивидуальном закреплении.

Продажа нетелей с 2020 по 2023 гг. была нерегулярной, что снизило фактическое улучшение генетического потенциала стада. В ответ была разработана стратегия использования семени мясных быков для животных с низкой племенной ценностью, что позволяет блокировать передачу нежелательных генотипов. Основное преимущество стратегии – возможность работать с генотипированным поголовьем, ориентируясь на племенную ценность, вне зависимости от возраста. Недостаток – необходимость вводить в дойное стадо животных с низким генетическим потенциалом, что оптимально для хозяйств с мясной переработкой или рынком сбыта кроссбредного молодняка.

В 2024 г. под осеменение мясным семенем выделена группа из 955 животных, включающая 57 телок, 447 первотелок и 451 корову на второй лактации (рисунок 2).

Для осеменения основной селекционной группы подобрано сексированное семя быков, имеющих акцент на показателях фертильность и компонентов молока. Средние значения признаков по группе быков: LNM\$ – 1194, ППС удоя – 453 кг, ППС белка – 0,1, ППС жира – 0,27, ППС экономии корма – 123 кг, ППС долголетия – 6,6 мес, ППС стельности – 0,3. Разница между лучшим и худшим быком по индексу LNM\$ составляет всего 141\$, что повышает однородность показателей следующего поколения. Также учитывалась взаимосвязь полиморфных вариантов генов CSN2, CSN3, LGB и ППС признаков, с акцентом на исключение быков с генотипом AA по LGB из-за его отрицательного влияния на фертильность.

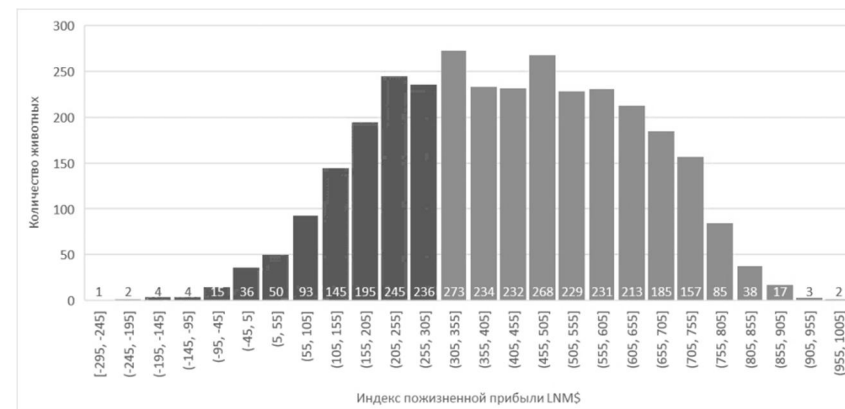


Рисунок 2 – Гистограмма распределения поголовья по селекционному индексу (LNM\$). Основная группа – серые столбцы, худшая группа (30 %) – черные столбцы

Прогнозирование племенной ценности по данным геномной оценки родителей с высокой точностью позволяет рассчитать показатели будущего молодняка, как при использовании семени мясных быков, так и без него (таблица 4).

Таблица 4 – Изменение генетического потенциала поголовья при осеменении 30 % худших семенем быков мясных пород

| Показатель                        | Потомство          |                    | Прогресс |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------|
|                                   | от всего поголовья | от основной группы |          |
| LNM\$                             | 807                | 847                | +40      |
| ППС удоя, кг                      | 341                | 369                | +28      |
| ППС белка, %                      | 0,06               | 0,06               | 0        |
| ППС жира, %                       | 0,17               | 0,17               | +0,01    |
| ППС экономии корма, кг            | 94                 | 99                 | +6       |
| ППС продуктивного долголетия, мес | 4,5                | 4,6                | +0,1     |
| ППС индекса стельности %          | -0,1               | -0,1               | 0        |
| Межквартильный размах             | 327                | 239                | -88      |

Темпы генетического прогресса ниже, чем при выбраковке или продаже худших животных, однако стратегия контролируема, и при эффективном менеджменте фактический прогресс совпадет с прогнозируемым.



Высокая корреляция между ППС удою и фактическим удоём первотелок подтверждает ожидаемый рост продуктивности. Так, на рисунке 3 представлен фактический средний удоёй 292 первотелок, имеющих ППС удою в диапазоне [<0 кг]; [0–250 кг]; [251–500 кг]; [>500 кг]. Средний ППС удою матерей основной селекционной группы входит в диапазон [0–250 кг], что соответствует 10 457 кг. Для потомства прогнозируется ППС удою 369 кг, что даёт возможность ожидать в сходных условиях фактический удоёй около 11458 кг за 305 дней первой лактации. Предполагаемый прогресс продуктивности составляет 1001 кг.

Таким образом, по результатам оценки племенной работы в ООО «Урожай XXI век» при формировании стратегии геномной селекции предлагается сосредоточить усилия на улучшении признаков с наименьшей динамикой роста, уделяя особое внимание ранжированию животных по генетическому потенциалу, подбору быков и их индивидуальному закреплению. Для повышения генетического потенциала стада была разработана стратегия осеменения худших животных семенем мясных пород.

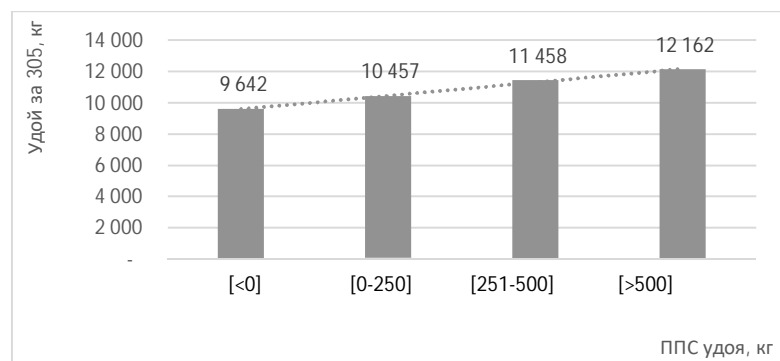


Рисунок 3 – Средний удоёй первотелок в зависимости от ППС удою

В целом, предложенные меры позволяют рассчитывать на стабильное улучшение генетического потенциала стада и повышение фактической продуктивности. Прогнозируемое увеличение среднего удою первотелок до 11458 кг за 305 дней лактации подтверждает эффективность выбранной селекционной стратегии. Таким образом, при условии выполнения селекционных мероприятий в 2024 г., можно ожидать существенное повышение генетического и производственного потенциала стада ООО «Урожай XXI век».

### 3.6 Экономическая эффективность применения геномной оценки

В исследовании экономической эффективности использованы показатели 292 генотипированных первотелки с закрытой первой лактацией,

среди которых 263 первотелки 2020 года рождения и 29 первотелок 2021 года рождения. Оценить прямую прибыль от использования геномной оценки возможно по результатам ранжирования поголовья и отсека животных с худшими показателями. Полученные данные о фактической продуктивности за 305 дней лактации позволили оценить эффект ранжирования поголовья по селекционному индексу LNMS\$ и ППС удою на среднюю продуктивность и генетический потенциал поголовья (таблица 5).

Таблица 5 – Расчет дополнительной прибыли на голову за счёт увеличения продуктивности после ранжирования поголовья

| Показатель   | Ранжирование по LNMS\$ | Ранжирование по ППС удою |
|--|------------------------|--------------------------|
| <b>Генетический прогресс</b>                                   |                        |                          |
| LNMS\$   | +65                    | +27                      |
| ППС удою, кг   | +31                    | +90                      |
| ППС белка, %   | 0                      | -0,01                    |
| ППС жира, %  | +0,02                  | -0,01                    |
| ППС экономии корма, кг   | +12                    | +5                       |
| ППС продуктивного долголетия, мес                              | +0,3                   | 0                        |
| ППС индекса стельности %                                       | -0,2                   | -0,4                     |
| Фактический удоёй за 305 дней, кг                              | +61                    | +352                     |
| <b>Экономические показатели</b>                                |                        |                          |
| Прибавка продуктивности за 305 дней лактации на первотелку, кг | 61                     | 352                      |
| Количество первотелок после ранжирования и отсека хвоста, гол. | 204                    | 204                      |
| Валовая прибавка за три лактации кг                            | 41 688                 | 240 556                  |
| Средняя стоимость 1 л молока в 2023 г., руб.                   | 35                     | 35                       |
| Дополнительная выручка за три лактации, руб.                   | 1 459 080              | 8 419 460                |
| Затраты на геномную оценку, руб.                               | 1 122 000              | 1 122 000                |
| Дополнительная прибыль, руб.                                   | 337 080                | 7 297 460                |
| Дополнительная прибыль на голову, руб.                         | 1 652                  | 35 771                   |

Учитывая корреляцию между селекционным индексом LNMS\$ и фактическим удоём ( $r=0,08$ ), дополнительная прибыль составила 1 652 руб. на голову за три лактации. При ранжировании по ППС удою дополнительная прибыль составила 35 771 руб. за аналогичный срок продуктивной жизни. Однако, несмотря на значительный экономический эффект в рамках одного поколения, наблюдаемый регресс остальных показателей при ранжировании

только по показателям продуктивности может негативно сказаться на увеличении сервис-периода, среднего дня в доении и показателей выбраковки.

Таким образом, расчеты подтвердили, что ее применение геномной оценки для предотвращения сохранения и передачи генотипов худших животных способствует повышению как генетического потенциала поголовья, так и показателей экономической эффективности предприятий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований разработана и внедрена комплексная система совершенствования продуктивных качеств молочного скота голштинской породы на основе методов геномной и маркерной селекции. На основании проведенных исследований, сделаны следующие выводы:

1. Установлена корреляция основных геномных признаков с фактическими показателями продуктивности. Для ППС удоя она составляет  $r = 0,49$ ; для ППС содержания белка  $-r =$  минус  $0,34$ ; для ППС содержания жира  $-r =$  минус  $0,30$ ; для ППС экономии корма  $-r = 0,05$ ; для ППС индекса стельности дочерей  $-r =$  минус  $0,07$ ; для ППС продуктивного долголетия  $-r =$  минус  $0,04$ , для индекса LNM  $-r = 0,08$ .

2. Выявлен уровень корреляции между прогнозируемыми по родителям и оцененными по геному значениями признаков: LNM\$  $-r = 0,83$ ; ППС удоя  $-r = 0,66$ ; ППС содержания белка  $-r = 0,64$ ; ППС содержания жира  $-r = 0,67$ ; ППС экономии корма  $-r = 0,75$ ; ППС индекса стельности дочерей  $-r = 0,63$ , ППС продуктивного долголетия  $-r = 0,68$ . Отклонения прогнозируемых значений от фактических данных для LNM\$ – минус  $3 \pm 5,6$ \$. Расчеты отклонений прогнозируемых значений от фактических демонстрируют высокую надежность прогнозов средней племенной ценности по поколению. Установлено минимальное количество родительских пар, сохраняющих показатели вариабельности при составлении прогноза – 357 пар.

3. Установлены частоты встречаемости аллелей и генотипов генов CSN3, CSN2, LGB. Генотип EE по гену CSN3 показывает наибольшие значения в ППС содержание белка (0,03 %) и жира (0,08 %), ППС экономии корма (плюс 26 кг) и ППС продуктивного долголетия (плюс 2 мес). Генотипом АВ ассоциирован с наибольшей продуктивностью – 10 928 кг за 305 дней лактации.

4. Для гена CSN2 не выявлено достоверных различий в показателях признаков между генотипами. Для генотипа АВ по гену LGB выявлена наибольшая продуктивность – 10 858 кг за 305 дней лактации. Генотип АА при более низкой продуктивности ассоциирован с высокими показателями фертильности (ППС индекса стельности дочерей – плюс 0,1 %).

5. Определена необходимость использования распределения Гаусса и его оценка на нормальность для выделения селекционных групп. Минимальным порогом для определения худших животных определена граница минус одного стандартного отклонения. К лучшим животным следует относить особей, находящихся в распределении за двумя стандартными отклонениями. Установлено, что продажа / выранных групп худших животных в рамках одного поколения дает наибольший генетический прогресс – 67\$ – 99\$ (по индексу LNM\$). Генетический прогресс при использовании семени быков мясных пород на группе худших животных в пределах всего маточного поголовья составляет 40\$ (по индексу LNM\$).

6. Разработана и внедрена стратегия геномной селекции, включающая оценку генетического потенциала маточного поголовья; выявление показателей, требующих особого внимания; выделение селекционных групп по результатам ранжирования, подбор быков и выбор стратегии, препятствующей сохранению/передаче худших генотипов. Сформированная стратегия позволила улучшить показатели потомства (2023 г.р.) по сравнению с показателями матерей (2020–2021 г.р.): LNM\$, ППС удоя, содержания белка, продуктивного долголетия – в 2 раза, ППС жира – в 3 раза, ППС экономии корма – в 1,5 раза. Увеличена однородность стада по селекционному индексу: межквартильный размах снижен на 25\$.

7. Расчет экономической эффективности показал, что при ранжировании поголовья по индексу LNM\$ и дальнейшей продажи худших животных дополнительная прибыль составила 1 652 руб. на голову. В случае ранжирования по результатам геномной оценки потенциала удоя (ППС) дополнительная прибыль составила 35 770 руб. на голову, однако отмечено значительное снижение генетического потенциала поголовья по другим показателям: ППС содержания белка (минус 0,01 %) и жира (минус 0,03 %), ППС экономии корма (минус 7 кг), ППС индекса стельности дочерей (минус 0,02).

## Предложения производству

С целью дальнейшего совершенствования продуктивных качеств молочного скота голштинской породы, повышения эффективности отрасли, ускорения генетического прогресса рекомендуется использовать:

– результаты геномной оценки при определении селекционных групп и типа семени на основе генотипирования телочного поголовья до возраста первого осеменения;

– ранжирование поголовья по комплексным селекционным индексам;  
– выборку не менее 357 гол. маточного поголовья для достижения точности прогноза племенной ценности следующего поколения при закреплении быков производителей;

– к категории худших животных относить особей, чьи значения племенной ценности при распределении ниже минус  $1\sigma$ , при переизбытке молодняка – увеличивать их количество за счет животных с племенной ценностью в диапазоне от минус  $1\sigma$  до плюс  $1\sigma$ .

### **Перспективы дальнейших исследований**

В дальнейшем планируется изучение корреляции результатов генотипирования с фактическим уровнем оплодотворяемости, сервис-периодом, выбытием, заболеваемости маститом, содержанием жира и белка в молоке. Также запланированы аналогичные исследования на животных более низкой кровностью голштинской породы (менее 94 %).

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### *Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК России*

1. Кощаев, А. Г. Корреляция геномной оценки признаков с продуктивностью первотелок голштинской породы / А. Г. Кощаев, Е. А. Гырнец // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2024. – № 8. – С. 132–138
2. Кощаев, А. Г. Прогноз племенной ценности потомства в популяции крупного рогатого скота по результатам геномной оценки родителей / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2024. – Т. 259. – С. 100–104.
3. Гырнец, Е. А. Взаимосвязь результатов геномной оценки с фактическими показателями продуктивности популяции черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота / **Е. А. Гырнец** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 108. – С. 148–155.
4. Изменение генетического потенциала удоя в популяции черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота при различном уровне прогнозируемой передающей способности быков-производителей / **Е. А. Гырнец**, А. Э. Будько, Т. С. Святенко, А. Г. Кощаев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 101. – С. 204–209.
5. Наследование племенной ценности быков-производителей в популяции черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец**, Т. С. Святенко, А. Э. Будько // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 100. – С. 270–275.
6. Эффективность разведения современного голштинизированного черно-пестрого скота / А. С. Горелик, О. В. Горелик, М. Б. Ребезов,

О. П. Неверова, С. Ю. Харлап, **Е. А. Гырнец** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 100. – С. 205–213.

7. Оценка быков-производителей голштинской породы в условиях крупного молочного комплекса / А. А. Бахарев, О. М. Шевелёва, В. О. Цыганок, А. М. Бекшенева, А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец** // Труды Кубанского государственного университета. – 2022. – № 100. – С. 199–204.

8. Кощаев, А. Г. Частота встречаемости генотипов гена бета-казеина в популяции черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 93. – С. 310-314.

#### *Свидетельства о регистрации баз данных*

9. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2023622625. Индекс здоровья маточного поголовья крупного рогатого скота голштинской породы / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец**, Х. А. Амерханов, А. Э. Будько, Т. С. Святенко, Н. А. Балакирев, Е. Ю. Гырнец, В. В. Редько. – Дата регистрации: 31.07.2023.

10. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2023622622. Общий производственный индекс крупного рогатого скота голштинской породы / **Е. А. Гырнец**, А. Г. Кощаев, И. М. Дунин, А. Э. Будько, Т. С. Святенко, А. Г. Исаева, Е. Ю. Гырнец, А. В. Лихоман. – Дата регистрации: 31.07.2023.

11. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2023621266. Индекс прибыли по молоку телок черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец**, А. В. Милованов, Д. С. Савенкова, Е. Ю. Гырнец, Н. А. Балакирев, А. И. Клименко. – Дата регистрации: 19.04.2023.

12. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2023620176. Индекс пожизненной прибыли телок черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец**, А. В. Милованов, Д. С. Савенкова, Е. Ю. Гырнец, А. Э. Рьль, И. М. Дунин. – Дата регистрации: 12.01.2023.

13. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2022623611. Индекс прибыли по сыру телок черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец**, А. В. Милованов, Д. С. Савенкова, Е. Ю. Гырнец, Т. С. Святенко, Е. А. Тяпугин. – Дата регистрации: 22.12.2022.

14. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2022623609. Пастбищный индекс прибыли телок черно-пестрой голштинизированной породы крупного рогатого скота / А. Г. Кощаев, **Е. А. Гырнец**, А. В. Милованов, Д. С. Савенкова, Е. Ю. Гырнец, Х. А. Амерханов, В. А. Солощенко. – Дата регистрации: 22.12.2022.

*Публикации в сборниках конференций*

15. Гырнец, Е. А. Изучение наследования племенной ценности у крупного рогатого скота голштинской породы в зависимости от показателей геномной оценки / **Е. А. Гырнец**, А. Г. Кошаев // Современные достижения в генетике и селекции сельскохозяйственных животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 120-летия ФГБОУ ВО СПбГАУ. – Санкт-Петербург, 2024. – С. 29–31.

16. Кошаев, А. Г. Оптимизация идентификации аллелей гена CSN2 крупного рогатого скота / А. Г. Кошаев, **Е. А. Гырнец** // Инновационные подходы к повышению продуктивности сельскохозяйственных животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина. – Краснодар, 2021. – С. 130–134.

17. Гырнец, Е. А. Прогнозирование племенной ценности молодняка крупного рогатого скота голштинской породы по данным геномной оценки матерей и быков-производителей / **Е. А. Гырнец**, А. Г. Кошаев // Современное состояние и перспективы селекционно-племенной работы в животноводстве : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Москва, 2024. – С. 63–66.

*Методические рекомендации*

18. Применение геномной оценки в селекционно-племенной работе животноводческих предприятий : метод. рекомендации / сост. **Е. А. Гырнец** [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2024. – 31 с.

**ГЫРНЕЦ Евгений Анатольевич**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ  
КАЧЕСТВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Подписано в печать 16.01.2025. П. л. – 1,0.  
Тираж 100 экз. Заказ № 6.

Типография Кубанского государственного аграрного университета.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13