

8. Kadieva T.A. Vliyaniye razlichnykh faktorov na prodolzhitel'nost' hozyajstvennogo ispol'zovaniya korov // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. T. 47. № 2. S. 76–77.
9. Kalashnikov V.V., Zaharov V.A., Polyanskij S.Ya., Slotina E.V. Opyt i problemy ispol'zovaniya importnogo genofonda v skotovodstve (na primere Ryazanskoj oblasti) // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2016. № 4. S. 43–49.
10. Klyuchnikova N.F. Aspekty povysheniya oplodotvoryaemosti korov. Habarovsk, 2006. 256 s.
11. Tihomirov I.A. Produktivnoye dolgoletie korov i analiz prichin ih vybytiya // Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo institute mekhanizacii zhivotnovodstva. 2016. № 1 (21). S. 64–72.
12. Tyapugin E.A. Serebrova I.S., Abramova N.I. i dr. Produktivnoye dolgoletie korov cherno-pestroj porody pri razlichnykh sposobah sodержaniya i tekhnologiyah doeniya // Vladimirskej zemledec. 2016. № 4 (78). S. 45–46.
13. Drew D. Growth targets for bulling heifers // Livestock Farmg. 1983. V. 21. № 11. P. 38–39.

Поступила в редакцию 15.05.2023

Принята к публикации 29.05.2023

УДК 636.033

DOI: 10.31857/2500-2082/2023/5/93-97, EDN: XGOZXZ

## ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МЯСНОГО СКОТА ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОЦЕНКИ ПЛЕМЕННЫХ КАЧЕСТВ ЖИВОТНЫХ

**Евгений Борисович Петров, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник**

**Федор Евгеньевич Владимиров, научный сотрудник**

**Савр Олегович Базаев, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва, Россия*

E-mail: fvladimirov21@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрены показатели реализации генетического потенциала хозяйственно полезных признаков мясного скота, позволяющие расширить полноту оценки племенных качеств животных — критерии экстерьера (высота в холке, глубина и обхват груди, ширина туловища и другое), связанные с продуктивностью. Изучали факторы ведения отбора — генетические и фенотипические признаки. Особое внимание обращали на фенотипические показатели реализации генетического потенциала мясного скота, отражающие важный вклад генотипа и факторов среды. Высокий уровень их вариабельности способствует эффективности отбора. При этом значительная доля изменчивости обусловлена действием негенетических факторов, в первую очередь, влиянием изменяемых и неизменяемых условий внешней среды. Точность оценки племенных качеств животных напрямую зависит от методов их идентификации, регистрации и контроля продуктивности. Цель исследования — изучить ряд показателей наилучшего выражения признаков реализации генетического потенциала животных для цифровизации оценки племенных качеств мясного скота. Развитие направления цифровизации признаков качественной генетики, в частности, экстерьера животного, связанных с продуктивностью и включение их в программы и планы повышения генетического потенциала животных, будет одним из эффективных методов увеличения его в стадах крупного рогатого скота. Это позволит реализовать скрытые резервы для увеличения генетического потенциала признаков мясной продуктивности и охватить область показателей, которые ранее в связи с задействованием значительных ресурсов и трудоемкостью существующих методов сбора большого объема данных о животных, не использовались. Предлагаемая оценка племенных животных дает возможность получить инструмент расширенных границ генетической изменчивости при формировании желательного типа мясного скота, дополнит зоотехнические правила и поможет при разработке автоматизированной системы управления племенной работой. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, критерии экстерьера, оценка племенных животных, генетическая изменчивость, цифровизация признаков качественной генетики

## STUDY OF THE BEEF CATTLE GENETIC POTENTIAL REALIZATION INDICATORS FOR DIGITALIZATION OF THE ANIMALS BREEDING QUALITIES ASSESSMENT

**E.B. Petrov, PhD in Agricultural Sciences, Leading Researcher**

**F.E. Vladimirov, Researcher**

**S.O. Bazaev, PhD in Agricultural Sciences, Researcher**

*Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM”, Moscow, Russia*

E-mail: fvladimirov21@gmail.com

**Abstract.** In the course of the study, the indicators of the realization of the genetic potential of economically useful traits of beef cattle were considered, allowing to expand the completeness of the assessment of the breeding qualities of animals: exterior criteria (height at the

*withers, chest depth, trunk width, chest girth, etc.) related to productivity (average daily weight gain, removable live weight, etc.). Factors of selection were studied – genetic and phenotypic features. Particular attention was paid to the phenotypic indicators of the realization of the genetic potential of beef cattle, reflecting the important contribution of genotype and environmental factors. The high level of their variability contributes to the efficiency of selection. At the same time, a significant proportion of variability is due to the action of non-genetic factors, primarily the influence of changeable and unchangeable environmental factors. The accuracy of the assessment of breeding qualities of animals directly depends on the methods of their identification, registration and control of their productivity. The purpose of the study is to study a number of indicators of the best expression of signs of the realization of the genetic potential of animals for the digitalization of the evaluation of breeding qualities of beef cattle. An assessment of breeding animals is proposed, which will allow obtaining an instrument of expanded boundaries of genetic variability in the formation of the desired type of beef cattle. The development of the direction of digitalization of signs of qualitative genetics, in particular, signs of the exterior of an animal related to productivity and their inclusion in programs and plans to increase the genetic potential of animals, will be one of the effective methods of increasing it in cattle herds. Digitalization of the assessment of breeding qualities of beef cattle allows you to realize hidden reserves to increase the genetic potential of signs of meat productivity and covers the use of indicators that were previously not used due to the use of significant resources and the complexity of existing methods of collecting a large amount of data on animals. The proposed assessment of breeding animals will allow us to obtain an instrument of expanded boundaries of genetic variability in the formation of the desired type of beef cattle and will serve as an addition to the zootechnical rules and in the development of an automated system for managing breeding work in beef cattle breeding.*

**Keywords:** *cattle, exterior criteria, evaluation of breeding animals, genetic variability, digitalization of signs of qualitative genetics*

Племенное дело – важный комплекс мероприятий, с помощью которых улучшают продуктивные и племенные качества животных существующих пород и создают новые породные типы.

В программах разведения животных важную роль отводят геномной селекции. Геномная оценка животных на базе BLUP AM в странах с индустриальным ведением скотоводства проводится в рамках национальных и межгосударственных программ. [8] Данное направление технологий позволяет осуществлять селекцию в лабораторных условиях и перспективные цели могут быть реализованы за небольшой период времени. В результате интервал между поколениями будет определяться сроком, который потребуется для выполнения необходимых лабораторных манипуляций. [4]

Многообразие и сложность задач племенной работы требует применения различных методов разведения. Проверенный практикой прием улучшения племенных и продуктивных качеств животных – отбор, направленный на сохранение в стаде лучших из них для воспроизводства.

Различают массовый отбор и индивидуальный. Первый применяется чаще всего в стадах мясного скота, когда сложно учитывать происхождение каждой особи, и оценка ведется по экстерьеру. Индивидуальный отбор предполагает более точное изучение животных по комплексу признаков: продуктивность, конституция (экстерьер и интерьер), способность передавать потомству хозяйственно полезные признаки. Животных отбирают по родословной, изучая четыре-пять поколений предков и фиксируют в бонитировочной ведомости. Отбор по происхождению позволяет прогнозировать показатели животного, но не всегда дает положительные результаты. Наиболее точным считается отбор по качеству потомства.

При отборе мясного крупного рогатого скота наибольшее значение придают скорости роста и величине суточных привесов. Одновременно сравнивают продуктивность, живую массу, телосложение дочерей производителя с теми же показателями их матерей. Такой метод дает возможность учитывать влияние отца и матери на качество потомства.

Точность оценки племенных качеств животных связана с методами их идентификации, регистра-

ции и контроля продуктивности. Цифровизация современных методов изучения мясного скота по племенной ценности, наряду с генетическим анализом, позволит с большой точностью определить и применить на практике эффективные пути их дальнейшего совершенствования.

Цель работы – проанализировать показатели наилучшего выражения признаков реализации генетического потенциала животных для цифровизации оценки племенных качеств мясного скота.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты изучения – скот мясных пород, методы контроля продуктивности животных, программы разведения.

В ходе исследования применяли методы сбора, изучения, систематизации и обработки научной информации, полученной из передовой практики и экспертных оценок, сделанных в соответствии с технологическими регламентами научно-технического фонда. Была использована информация, полученная из интернет-ресурсов, литературных источников, справочников, методических руководств, рекомендаций, данных специализированных выставок, патентно-лицензионных источников, инновационных разработок ведущих производителей техники и оборудования для мясного скотоводства.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрены показатели реализации генетического потенциала хозяйственно полезных признаков мясного скота: живая масса молодняка при отъеме от матерей; среднесуточный привес; среднесдаточная живая масса; общее количество прироста живой массы за период откорма и другие. Изучены факторы ведения отбора – генетические и фенотипические признаки. Особое внимание обращали на фенотипические показатели реализации генетического потенциала у мясного скота, отражающие важный вклад генотипа и факторов среды. Высокий уровень их вариабельности способствует эффективности отбора. При этом значительная доля изменчивости обусловлена действи-

ем негенетических факторов, в первую очередь, влиянием изменяемых и неизменяемых факторов внешней среды.

Выявлена различная степень пределов (Lim x) хозяйственно полезных признаков в разных стадах и популяциях мясного скота. Высокой степенью изменчивости характеризуются: живая масса; показатели телосложения; мясные качества. Полученные результаты согласуются с исследованиями Ф.Г. Каюмова и Р.Ф. Третьяковой мясных качеств бычков разных генотипов. Ими установлена сильная корреляционная зависимость между основными хозяйственно полезными признаками и весомым ростом, указывающая на возможность улучшения продуктивных качеств животных методом селекции. [2] В других работах отмечено, что научный интерес представляют вопросы изучения взаимосвязи балльной оценки упитанности с убойными качествами мясного скота (убойная масса, масса туши, количество мякоти в туше, количество мяса высшего сорта) и технологическими свойствами мяса (белковый показатель, влагоудерживающая способность, увариваемость). [1]

В основе оптимизации технологических процессов, по мнению большинства исследователей, находятся элитные животные племенного ядра. Действие отбора на повышение уровня реализации количественного признака происходит менее интенсивно и более длительно, чем качественного (телосложение). Количественные признаки (величина среднесуточных приростов, живая масса телят при отъеме и другое) имеют непрерывный характер изменчивости. Определить племенную значимость животного по таким признакам – значит оценить средний эффект генов, которые данная особь передает потомству.

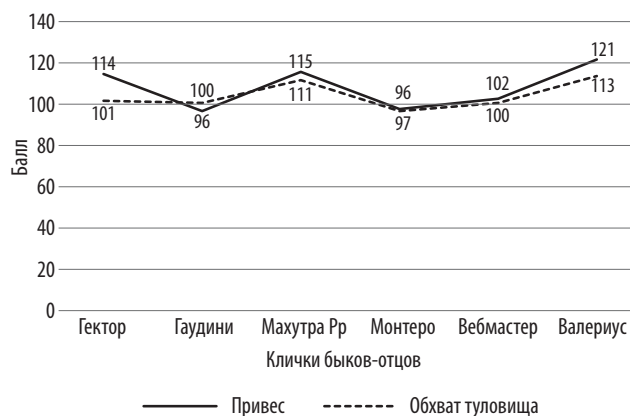
Поскольку изменения живой массы не дают полного представления о характере роста и соотношении отдельных частей тела животного, при его оценке необходимо учитывать экстерьерные особенности, отражающие развитие скелета и имеющие взаимосвязь с продуктивностью. [6] Включение таких признаков в программы и планы повышения генетического потенциала животных может стать одним из эффективных источников увеличения его реализации в стадах крупного рогатого скота с помощью новых методов, позволяющих расширить границы генетической изменчивости при формировании желательного типа скота. Необходимо учитывать показатели корреляции, так как отбор животных ведется по многим признакам.

Для выявления племенных и продуктивных качеств животных ежегодно проводят комплексную оценку согласно методическим рекомендациям по бонитировке племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности с присвоением бонитировочного класса. [5]

Как отмечают исследователи, селекционный прогресс требует использования животных с выдающимися генотипами по интересующим признакам для получения следующего поколения. [2] Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, по мнению многих

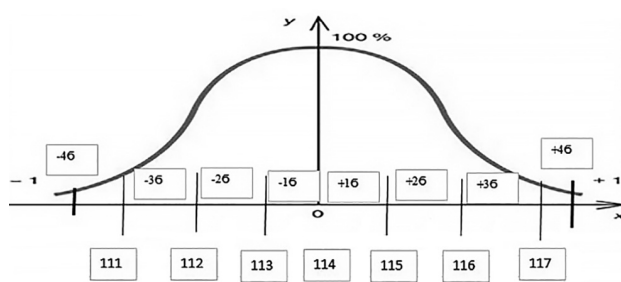
**Таблица 1.**  
**Показатели продуктивности и экстерьера у потомков быков симментальской мясо-молочной породы, данные 2021 года**

Кличка быка	Инвентарный номер	Привес, балл	Обхват туловища, балл
Гектор	199 660	114	101
Гауди	190 163	96	100
Махутра Рр	859 680	115	111
Монтеро	193 560	97	96
Вебмастер	854 316	102	100
Валериус	180 595	121	113



**Рис. 1.** Показатели экстерьера и продуктивности потомков быков.

авторов, требует значительной модернизации, так как он основан на традиционных методах селекции и не отражает прорывные открытия в генетике (расшифровка генома млекопитающих и человека). В то же время традиционные методы еще долго будут составлять основу селекционных программ, задача ученых и практиков заключается в их объединении и создании таких способов оценки, которые помогли бы ускорению селекционного процесса. [7]



**Рис. 2.** Градации отбора для получения рекордных животных на основе учета корреляции признака экстерьера по глубине туловища и среднесуточного привеса.

**Таблица 2.**  
**Взаимосвязь признака отбора «среднесуточный привес» с экстерьером**

Среднесуточный привес, г	1800	2000	2100	2500	2700	2900	3000
Глубина туловища, балл	111	112	113	114	115	116	117
Количество животных, гол.	4	5	15	20	7	6	3

Таблица 3.

Взаимосвязь (r) статей телосложения у потомков быков

Признак	Глубина туловища	Положение зада	Ширина зада	Задние ноги (сбоку)	Высота пятки	Задние ноги (сзади)	Крепость	Тип породы	Скакательный сустав
Рост	0,47	–	–	–	–	–	–	–	–
Положение зада	0,05	0,13	–	–	–	–	–	–	–
Ширина зада	0,11	–0,09	–0,16	–	–	–	–	–	–
Задние ноги (вид сбоку)	–0,11	0,12	0,14	0,03	–	–	–	–	–
Высота пятки	0,34	0,04	0,01	0,61	0,15	–	–	–	–
Задние ноги (вид сзади)	0,41	0,24	0,57	0,08	–0,54	–0,78	–	–	–
Крепость	–0,08	0,47	–0,23	0,12	0,01	0,28	0,57	–	–
Тип породы	0,06	0,33	–0,15	0,09	–0,01	0,18	0,94	0,15	–
Скакательный сустав	0,04	–0,17	–0,03	0,83	0,22	0,49	–0,12	–0,09	–0,1

С использованием цифровых технологий открываются возможности повысить эффективность и интенсивность племенной оценки скота на животноводческих предприятиях и вести их отбор на основе большого объема данных, выйти на ускоренное улучшение продуктивных показателей и закрепление их в потомстве (например, отбор особей только со среднесуточным привесом не ниже 2000 г). Расширить полноту изучения племенных качеств животных можно учитывая критерии экстерьера, связанные с продуктивностью (табл. 1).

Взаимосвязь признаков продуктивности и экстерьера оказалась равна +0,85, что говорит о ее высокой достоверности. Таким образом, отбор потомков наилучших быков для дальнейшего воспроизводства возможен по различным статьям экстерьера (рис. 1).

Отбор по признакам количественной генетики, например, «среднесуточный привес» слишком длителен и мало предсказуем, так как определяется большим числом генов и фенотипических факторов среды. Поэтому генетика качественных признаков, в частности, экстерьера, становится актуальной.

На рисунке 2 рассмотрен признак качественной генетики (экстерьер) «глубина туловища», связанный с признаком отбора «среднесуточный привес», который равен 2500 г. Интенсивность отбора зависит от количества поколений и может идти по нескольким градациям (при значении B со знаком плюс): слабый (0...+3B) – 75% материнского стада; умеренный (0...+2B) – 50%; жесткий (+2 B...+3B) – 25% (табл. 2, рис. 2).

Отбор по позиции +4B (среднесуточный привес более 2500 г) определяет дальнейший генетический прогресс.

Следует учитывать, что у животного при отборе по телосложению изменятся остальные статьи экстерьера в большей или меньшей степени (табл. 3).

Таким образом, появляются возможности введения желательного типа животного с заданными параметрами продуктивности, например, со среднесуточным привесом от 2500 г.

На основании оценки по взаимосвязи комплекса признаков (продуктивность, конституция, происхождение и качество потомства) можно выявлять животных с выдающимися генотипами по интере-

сующим признакам для получения следующего поколения, как этого требует селекционный прогресс.

Объем накапливаемой информации повышает точность племенной оценки быков. Но даже в трехлетнем возрасте бык оценивается по 100...200 потомкам, родословной, собственной продуктивности и оценке генома – точность племенной оценки животных не превышает 50%. Максимальная точность племенной оценки (96%) животного может быть получена при наличии нескольких тысяч потомков. [3]

**Выводы.** С применением цифровых технологий открываются возможности повысить эффективность и интенсивность племенной оценки крупного рогатого скота, вести отбор для дальнейшего их племенного использования на основе большого объема данных, тем самым выйти на ускоренное улучшение продуктивных показателей и закрепление их в потомстве.

Развитие направления цифровизации признаков качественной генетики, в частности, признаков экстерьера животного, связанных с продуктивностью, и включение их в программы и планы повышения генетического потенциала животных, будет одним из эффективных методов увеличения его в стадах крупного рогатого скота.

Цифровизация оценки племенных качеств мясного скота поможет реализовать скрытые резервы для увеличения генетического потенциала признаков мясной продуктивности. Появляется возможность охватить область использования показателей, которые в связи с задействованием значительных ресурсов и трудоемкостью существующих методов сбора большого объема данных о животных, не используются для определения их племенной ценности.

Предлагаемая оценка животных позволит получить инструмент расширенных границ генетической изменчивости при формировании желательного типа мясного скота и послужит дополнением в зоотехнические правила и при разработке автоматизированной системы управления племенной работой в мясном скотоводстве.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Акимов А.Л. Взаимосвязь балльной оценки упитанности с хозяйственно-полезными признаками мясного скота. Автореф. ... дис. канд. наук, специальность ВАК РФ 06.02.07. 2020. 118 с.

2. Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф. Продуктивность и селекционно-генетические параметры мясного скота разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. 5 (85). С. 208–210. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-208-210.
3. Коновалова Е.Н., Гладырь Е.А., Костюнина О.В., Зиновьева Н.А. Генетические дефекты мясных пород крупного рогатого скота и стратегии их контроля // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 7. С. 42–52.
4. Кузнецов В.М. Племенная оценка животных: прошлое, настоящее, будущее (обзор) / Зональный НИИ ИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Киров, Россия. Проблемы биологии продуктивных животных, 2012. № 4. С. 18–57.
5. Методические рекомендации по Порядку и условиям проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. 2021. 36 с.
6. Петрушко И.С., Петрушко С.А., Сидунов С.В. и др. Оценка племенных качеств быков мясных пород на основе комплексного индекса // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2013. № 16 (2). С. 96–105.
7. Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д., Канатпаев С.М., Литовченко В.Г. Эффективность кроссов мясных симменталов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4 (100). С. 76–81.
8. Федоренко В.Ф., Мишуrow Н.П., Кузьмина Т.Н., Тихомиров А.И. Анализ состояния и перспективы улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота специализированных мясных пород отечественной селекции: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.

## REFERENCES

1. Akimov A.L. Vzaimosvyaz' ball'noj ocenki upitannosti s hozyajstvenno-poleznymi priznakami myasnogo skota. Avtoref. ... dis. kand. nauk, special'nost' VAK RF 06.02.07. 2020. 118 s.
2. Kayumov F.G., Tret'yakova R.F. Produktivnost' i selekcionno-geneticheskie parametry myasnogo skota raznyh genotipov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. 5 (85). S. 208–210. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-208-210.
3. Konovalova E.N., Gladyr' E.A., Kostyunina O.V., Zinov'eva N.A. Geneticheskie defekty myasnyh porod krupnogo rogatogo skota i strategii ih kontrolya // Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya. 2017. № 7. S. 42–52.
4. Kuznecov V.M. Plemennaya ocenka zhivotnyh: proshloe, nastoyashchee, budushchee (obzor)/Zonal'nyj NIISKH Severo-Vostoka im. N.V. Rudnickogo, Kirov, Rossiya. Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh, 2012. № 4. S. 18–57.
5. Metodicheskoe rekomendacii po Poryadku i usloviyam provedeniya bonitirovki plemennogo krupnogo rogatogo skota myasnogo napravleniya produktivnosti. 2021. 36 s.
6. Petrushko I.S., Petrushko S.A., Sidunov S.V. i dr. Ocenka plemennyh kachestv bykov myasnyh porod na osnove kompleksnogo indeksa // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. 2013. № 16 (2). S. 96–105.
7. Tyulebaev S.D., Kadysheva M.D., Kanatpaev S.M., Litovchenko V.G. Effektivnost' krossov myasnyh simmentalov // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2017. № 4 (100). S. 76–81.
8. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Kuz'mina T.N., Tihomirov A.I. Analiz sostoyaniya i perspektivy uluchsheniya geneticheskogo potenciala krupnogo rogatogo skota specializirovannyh myasnyh porod otechestvennoj selekcii: nauch. analit. obzor. M.: FGBNU «Rosinformaagrotekh», 2019. 80 s.

*Поступила в редакцию 21.06.2023*

*Принята к публикации 05.06.2023*