

С.Д. Батанов¹,
О.С. Старостина¹,
И.А. Баранова¹,
М.М. Лекомцев²,
С.И. Дьякин³,
В.Г. Семенов⁴ ✉

¹ Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Российская Федерация

² ИП КФХ Лекомцев Максим Михайлович, Удмуртская Республика, Глазовский район, д. Митино, Российская Федерация

³ ИП КФХ Лекомцева Александра Александровна, Ижевск, Российская Федерация

⁴ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ semenov_v.g@list.ru

Поступила в редакцию:
30.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
27.10.2022

Stepan D. Batanov¹,
Olga S. Starostina¹,
Irina A. Baranova¹,
Maxim M. Lecomcev²,
Sergey I. Dyakin³,
Vladimir G. Semenov⁴ ✉

¹ Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation

² IP KFH Lekomtsev Maxim Mikhailovich, Udmurt Republic, Glazovsky district, Mitino village, Russian Federation

³ IP KFH Lekomtseva Alexandra Aleksandrovna, Izhevsk, Russian Federation

⁴ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ semenov_v.g@list.ru

Received by the editorial office:
30.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
27.10.2022

Мобильные измерительные системы как инструмент для достоверного определения параметров экстерьера животных, живой массы и установления их взаимосвязи с интенсивностью роста

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Точный мониторинг живой массы животных дает важную информацию о состоянии здоровья, прогнозируемом возрасте снятия с откорма и сроках реализации скота. Однако взвешивание животных на всех этапах является процессом трудоемким, небезопасным для животноводов, и к тому же вызывает стресс у скота. Для преодоления этих проблем необходимо создание неинвазивных механизмов взвешивания. По результатам экспериментальных исследований разработан метод определения живой массы, основанный на сверхточных нейронных сетях, применяемых к глубинным изображениям животных.

Методы. Научные исследования проводились в 2021–2022 гг. в КФХ Лекомцева М.М. Глазовского района Удмуртской Республики. Объем выборочной совокупности животных составил 78 бычков, выращиваемых на мясо, и 75 телок, выращиваемых на ремонт стада. Все животные были распределены на три группы в зависимости от происхождения: 1-я группа — бычки (n = 27) и телочки (n = 25) черно-пестрой породы; 2-я группа — бычки (n = 25) и телочки (n = 25) абердин-ангусской породы; 3-я группа — помесные бычки (n = 26) и телочки (n = 25) первого поколения, полученные при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками-производителями абердин-ангусской породы. Интенсивность роста изучали по показателям живой массы и среднесуточных приростов. Животных взвешивали на электронных весах. Экстерьер оценивали по следующим промерам: высота в холке, прямая длина туловища, глубина груди, ширина груди, ширина зада в маклоках, ширина зада в седалищных буграх, прямая длина тазобедренной области, обхват пясти. Экстерьерные параметры были определены методом обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины Structure Sensor 3D.

Результаты. Выявлены биологическая закономерность формирования экстерьерно-конституциональных особенностей крупного рогатого скота в возрастной динамике и тесная взаимосвязь между параметрами телосложения и интенсивностью роста, которые дают основание полагать, что полученные расчетным путем величины индекса массы тела (у телок — 0,34–0,35, бычков — 0,28–0,29) могут быть использованы как коэффициенты прогноза живой массы молодняка, при этом исключается трудоемкий процесс взвешивания.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мобильные измерительные системы, экстерьер, живая масса, рост

Для цитирования: Батанов С.Д., Старостина О.С., Баранова И.А., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г. Мобильные измерительные системы как инструмент для достоверного определения параметров экстерьера животных, живой массы и установления их взаимосвязи с интенсивностью роста. Аграрная наука. 2022; 364 (11): 141–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-141-146>

© Батанов С.Д., Старостина О.С., Баранова И.А., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г.

Mobile measuring systems as a tool for reliable measuring of the parameters of the exterior of animals, live weight and establishing their correlation with the intensity of growth

ABSTRACT

Relevance. Accurate monitoring of the live weight of animals provides important information about the state of health, the predicted age of removal from fattening and the timing of the sale of livestock. However, weighing animals at all stages is a time-consuming process, unsafe for livestock breeders; it also causes stress to livestock. To overcome these problems, it is necessary to create non-invasive weighing mechanisms. Based on the results of experimental studies, a method for determining live weight based on ultra-precise neural networks applied to deep images of animals has been developed.

Methods. Scientific research was carried out in 2021–2022 in the KFH Lekomtsev M.M., Glazovsky district of the Udmurt Republic. The volume of the sample set of animals was 78 bulls raised for meat and 75 heifers raised for herd repairs. All animals were divided into three groups depending on their origin: group 1 — bulls (n = 27) and heifers (n = 25) of the Black-and-White breed; group 2 — bulls (n = 25) and heifers (n = 25) of the Aberdeen-Angus breed; group 3 — crossbred bulls (n = 26) and heifers (n = 25) of the first generation, obtained by crossing Black-and-White cows with bulls-producers of the Aberdeen-Angus breed. The intensity of growth was studied by indicators of live weight and average daily gains. The animals were weighed on electronic scales. The exterior was evaluated according to the following measurements: height at the withers, straight trunk length, chest depth, chest width, width of loin at hips, width of loin at pin bones, straight hip length, circumference of cannon bone. Exterior parameters were determined by the method of processing images obtained using a depth sensor Structure Sensor 3D.

Results. The biological regularity of the formation of the exterior-constitutional features of cattle in age dynamics and the close correlation between the parameters of the physique and the intensity of growth have been revealed, which give reason to believe that the calculated values of the body mass index (in heifers — 0.34–0.35, bulls — 0.28–0.29) can be used as coefficients for predicting the live weight of young animals, excluding at the same time laborious weighing process.

Key words: cattle, mobile measuring systems, exterior, live weight, height

For citation: Batanov S.D., Starostina O.S., Baranova I.A., Lecomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G. Mobile measuring systems as a tool for reliable measuring of the parameters of the exterior of animals, live weight and establishing their correlation with the intensity of growth. Agrarian science. 2022; 364 (11): 141–146. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-141-146>

© Batanov S.D., Starostina O.S., Baranova I.A., Lecomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G.

Введение / Introduction

Оценка животных по признакам телосложения и изменение параметров экстерьеров крупного рогатого скота играют определенную роль в улучшении племенных качеств животных, повышении эффективности селекции и прогнозировании будущей продуктивности [1, 2].

Животных по внешнему виду оценивали уже более двух тысяч лет назад. Взаимосвязь между экстерьером, продуктивностью животных и живой массой выявили еще первые животноводы, создававшие местные породы скота методом народной селекции. Это обуславливалось тем, что экстерьер в известной мере связан с физиологическими функциями организма и позволяет в определенной степени оценивать продуктивные качества животных [3–6]. Размер тела (экстерьерные параметры) считается характеристикой, обусловленной наследственностью и подверженной влиянию большого количества внешних факторов [7, 8]. Плейотропные эффекты дают дополнительную информацию о корреляциях в отношении размера тела и являются результатом отбора, применяемого в целях дальнейшего совершенствования экстерьерного типа [9–13].

Эффективная технология производства говядины основана на принципе максимального использования биологического потенциала животных. Мясная продуктивность с учетом сложности и многовариантности её состава, специфики свойств анализируемых признаков определяется комплексом показателей. Одним из основных показателей являются возрастная динамика изменения интенсивности роста (среднесуточные приросты) и живой массы. Информация о массе тела и среднесуточных приростах растущих животных является ключевой не только для мониторинга эффективности откорма, но и для использования в генетических оценках с целью достижения устойчивого генетического прогресса [14].

Точный мониторинг живой массы животных также дает важную информацию о состоянии здоровья, прогнозируемом возрасте снятия с откорма и сроках реализации скота. Однако взвешивание животных на всех этапах является процессом трудоемким, небезопасным для животноводов, и к тому же вызывает стресс у скота. Для преодоления этих проблем необходимо создание неинвазивных механизмов взвешивания. По результатам экспериментальных исследований разработан метод определения живой массы, основанный на сверхточных нейронных сетях, применяемых к глубинным изображениям животных. При этом сопоставление параметров телосложения и живой массы является достаточным для прогноза веса животного [15–19].

Цель исследований — анализ экстерьерных параметров крупного рогатого скота, выявление взаимосвязи их с живой массой и интенсивностью роста в возрастной динамике, а также разработка модели прогноза живой массы с использованием мобильных систем.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научные исследования проводились в 2021–2022 гг. в КФХ Лекомцев М.М. Глазовского района Удмуртской Республики. Объем выборочной совокупности животных составил 153 головы молодняка (в возрасте 18 месяцев) разного происхождения: 78 бычков, выращиваемых на мясо, и 75 телок, выращиваемых на ремонт стада. Все животные были распределены на три группы в зависимости от происхождения: 1-я группа — бычки (n = 27) и телочки (n = 25) черно-пестрой породы; 2-я

группа — бычки (n = 25) и телочки (n = 25) абердин-ангусской породы; 3-я группа — помесные бычки (n = 26) и телочки (n = 25) первого поколения, полученные при скрещивании коров черно-пестрой породы с быками-производителями абердин-ангусской породы.

Интенсивность роста изучали по показателям живой массы и среднесуточных приростов. Животных взвешивали на электронных весах. Экстерьер оценивали по следующим промерам: высота в холке, прямая длина туловища, глубина груди, ширина груди, ширина зада в маклоках, ширина зада в седалищных буграх, прямая длина тазобедренной области, обхват пясти.

Экстерьерные параметры были определены методом обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины Structure Sensor 3D. Сенсор глубины представляет собой камеру, которая крепится к планшетному устройству и позволяет захватывать трехмерное изображение объектов. Программное обеспечение Skanect Pro для сенсора позволяет получать информацию о расстоянии между объектами, расстоянии от камеры до объекта и определять любой линейный размер самого объекта в режиме реального времени. Основное преимущество использования сенсора глубины заключается в возможности определения размеров объекта без стрессового воздействия на животных. По полученной модели животного были определены все исследуемые экстерьерные параметры.

На основании полученных данных были разработаны формулы (1) и (2) определения комплексного экстерьерного индекса (индекс туловища, ИТ) и коэффициента прогноза живой массы по параметрам телосложения (индекс массы тела, ИМТ).

$$ИТ = \sqrt{\frac{V_{\text{туловища}}}{ОП}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{туловища}} = 1/3(ГГ \cdot ШГ + \sqrt{ГГ \cdot ШГ \cdot ДТОБ \cdot ШЗ}) + ДТОБ \cdot ШЗ$, ГГ — глубина груди, см; ШГ — ширина груди, см, ДТОБ — длина тазобедренной области, см, ШЗ — ширина зада в седалищных буграх, см, ОП — обхват пясти, см;

$$ИМТ = ИТ/m, \quad (2)$$

где m — масса в кг.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При интенсификации животноводства возрастает значение способности животных адаптироваться к внешним условиям, и в связи с этим повышается важность оценки экстерьерно-конституциональных особенностей как свойства животных индивидуально реагировать на влияние изменяющихся условий внешней среды. Продуктивность, экстерьер и живая масса взаимосвязаны между собой и отражают обмен веществ, свойственный каждому индивиду. Изучение экстерьера основано на трех основных принципах:

— направление продуктивности животного и ее уровень находят свое отражение в особенностях телосложения;

— наружные формы телосложения коррелятивно связаны между собой и с развитием внутренних органов животного;

— особенности экстерьера определяются породными особенностями животного [18].

Характеристика исследований анализируемых групп молодняка по экстерьерным показателям приведена в табл. 1.

В целом, оценивая экстерьер животных, необходимо отметить, что бычки и телки имеют крепкое и глубокое туловище, хорошие параметры развития тела в высоту, правильно поставленные передние и задние конечности. Развитие экстерьерных особенностей молодняка анализируемых групп имеет достаточно выровненный характер. При этом следует отметить, что изменчивость изучаемых признаков варьировала от 2,9% до 17,4%. Вариативность селекционно-генетических параметров телосложения и интенсивности роста молодняка черно-пестрой породы находилась в пределах 2,9–8,7%, чистопородной абердин-ангусской породы — 2,1–11,5%, а помесного молодняка — 5,3–17,4%.

Для изучения изменчивости признаков экстерьера использовали индивидуальные оценки животных, которые в совокупности характеризовали уровень развития популяции скота по исследуемым показателям. Наиболее объективным показателем вариативности признака — коэффициент изменчивости, поскольку он, выражаемый в процентах, универсален для любого признака.

Анализ данных показывает, что по признакам телосложения как бычки, так и телочки имеют относительно невысокую изменчивость. Установлено, что наименее изменчивы такие признаки, как рост животного (2,9–8,7%), длина тазобедренной области (3,4–9,5%). Максимальной изменчивостью отличались среднесуточный прирост (5,9–17,4%), живая масса (5,7–16,9%) и обхват пясти (8,2–13,2%). По этим признакам возможен более успешный отбор, чем по признакам с низким коэффициентом изменчивости.

Сравнительный анализ экстерьерно-конституциональных особенностей животных разной породной принадлежности показал, что тип телосложения у анализируемого поголовья соответствует генетически обусловленному направлению продуктивности, и животные обладают отличительными особенностями. Телки и бычки черно-пестрой породы обладают более растянутым телосложением. При этом выявлено их превосходство над сверстниками абердин-ангусской породы по прямой длине туловища на 4,2% и 2,7% ($P < 0,05$); однако они значительно уступают им по высоте в холке — на 1,1% и 1,9%. Молодняк абердин-ангусской породы как мясной скот имеет более объемное ту-

Таблица 1. Селекционно-генетические показатели экстерьера и живой массы телок и бычков (возраст 18 мес.)

Table 1. Selection and genetic indicators of the exterior and live weight of heifers and bulls (age 18 months)

Показатель	Телки			Бычки		
	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	Cv, %	lim	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	Cv, %	lim
(а) 1-я группа (черно-пестрая порода)						
Живая масса, кг	375,8±4,7	8,1	361–427	478,0±4,4	5,7	457–502
Среднесуточный прирост, г	657,5±18,9	5,9	596,5–765,3	782,9±18,2	6,1	697–853
Высота в холке, см	126,9±0,5	2,9	121,2–132,7	129,9±0,8	3,5	123,4–132,7
Прямая длина туловища, см	128,7±1,4	3,7	125,2–134,8	138,9±0,9	2,4	134,8–145,1
Ширина груди, см	37,3±0,4	7,2	34,3–42,30	40,2±0,9	3,7	37,2–45,6
Глубина груди, см	67,6±0,4	3,3	62,4–69,6	71,2±0,6	5,1	63,7–75,8
Ширина в маклоках, см	45,6±0,9	3,5	40,3–51,0	47,2±0,6	7,5	39,9–53,1
Длина тазобедренной области, см	79,1±0,4	3,4	73,5–84,0	78,1±0,5	3,4	73,5–85,4
Обхват пясти, см	19,4±0,6	8,7	16,0–21,0	20,2±0,5	8,2	18,3–22,7
Ширина зада в седельных буграх, см	29,3±0,6	4,5	24,5–33,7	31,7±0,9	5,7	26,4–34,3
Индекс туловища	126,8±2,9	9,1	122,7–131,2	135,3±1,5	5,3	131,5–140,6
Индекс массы тела	0,337±0,011	11,4	0,331–0,342	0,283±0,002	8,8	0,267–0,291
(б) 2-я группа (абердин-ангусская порода)						
Живая масса, кг	388,9±8,9	9,5	362–405	515,2±2,5	6,9	459–535
Среднесуточный прирост, г	659,7±19,3	9,9	598,2–689,4	844,7±17,6	7,1	791,3–1032,5
Высота в холке, см	128,2±2,7	8,7	125,4–137,5	132,5±1,5	3,1	127,7–141,5
Прямая длина туловища, см	125,6±2,1	10,8	121,1–132,8	135,3±1,5	6,9	131,3–142,9
Ширина груди, см	39,8±0,6	9,5	35,6–43,4	43,5±0,5	2,9	37,4–47,1
Глубина груди, см	73,7±1,6	9,2	67,9–80,5	79,3±1,2	2,1	71,5–87,1
Ширина в маклоках, см	42,2±1,8	7,4	38,1–46,4	46,7±2,2	10,4	41,0–52,8
Длина тазобедренной области, см	84,3±1,9	7,9	78,2–90,6	85,0±5,5	8,6	81,4–92,1
Обхват пясти, см	21,5±0,5	8,3	19,3–23,1	22,8±0,7	9,5	18,3–24,8
Ширина зада в седельных буграх, см	39,1±0,8	9,0	34,5–43,7	43,4±1,5	6,7	37,2–46,7
Индекс туловища	134,9±3,6	11,2	134,1–146,81	145,4±3,1	3,6	138,4–152,7
Индекс массы тела	0,347±0,004	4,7	0,345–0,351	0,282±0,001	7,7	0,279–0,289
(с) 3-я группа (помесь 1-го поколения — черно-пестрая и абердин-ангусская породы)						
Живая масса, кг	393,3±4,5	16,9	357–442	502,7±6,7	12,3	475–529
Среднесуточный прирост, г	624,5±28,6	17,4	578,2–704,5	884,6±20,2	13,6	830,5–1045,7
Высота в холке, см	130,4±8,9	6,5	124,9–135,3	132,3±2,6	6,3	125,9–141,3
Прямая длина туловища, см	125,1±7,1	15,3	117,1–133,7	132,5±2,8	8,2	124,7–137,0
Ширина груди, см	38,2±0,6	7,5	35,5–41,4	41,9±1,9	11,6	36,9–44,8
Глубина груди, см	71,8±3,6	13,4	67,6–75,2	78,6±2,5	5,3	74,7–85,1
Ширина в маклоках, см	43,4±1,5	8,3	39,0–46,9	47,2±1,7	6,3	43,8–51,0
Длина тазобедренной области, см	99,8±3,8	9,5	94,1–106,5	105,1±2,7	6,2	101,3–110,7
Обхват пясти, см	21,6±1,3	13,2	18,2–23,4	23,8±0,6	9,6	21,7–24,9
Ширина зада в седельных буграх, см	37,5±1,0	6,4	34,9–41,5	41,1±0,9	3,9	37,2–43,9
Индекс туловища	136,7±6,9	14,2	132,8–146,9	145,1±3,0	3,9	139,6–154,7
Индекс массы тела	0,347±0,009	11,4	0,341–0,353	0,289±0,009	5,7	0,281–0,292

ловище, сбитый тип телосложения с хорошо развитой грудной областью и задней третью туловища. Телки и бычки 2-й группы превосходят своих сверстников 1-й группы по ширине груди на 6,7% и 8,3% ($P < 0,05$), глубине груди — на 8,9% ($P < 0,05$) и 11,4% ($P < 0,01$), ширина зада в седалищных буграх — на 33,2% и 36,6% ($P < 0,001$). Животные мясной породы характеризуются более сильным развитием костной системы. Обхват пясти у молодняка абердин-ангусской породы был выше на 10,6% и 12,8% ($P < 0,05$). Помесные животные (3-я группа) занимают промежуточное положение в основном по всем анализируемым параметрам экстерьера.

Отдельно взятые промеры, рассматриваемые изолированно друг от друга, не характеризуют экстерьер животного в целостности и не дают полного представления о типе телосложения и развитии организма в комплексе. Поэтому в практике чаще всего их выражают в соотношении между собой или в процентах от какого-то основного промера, то есть высчитывают индексы телосложения. Разработанная нами формула определения индекса туловища позволила провести комплексную оценку экстерьера в числовом выражении (табл. 1).

Полученные результаты показывают, что средний экстерьерный индекс туловища в изучаемой выборке животных является величиной относительно постоянной и варьируется между группами: у телок в пределах 6,3–7,8%; у бычков — 7,2–7,8%. Следует отметить, что анализируемый комплексный экстерьерный индекс (индекс туловища) свидетельствует о генетической обусловленности формирования типа телосложения у крупного рогатого скота разного направления продуктивности.

Признаки экстерьера, живая масса и интенсивность роста скота характеризуются определенной взаимосвязью между собой. Многие признаки положительно или отрицательно связаны друг с другом. При этом взаимосвязь между признаками может быть сильной или слабой (табл. 2).

Выявлена определенная взаимосвязь между экстерьером, живой массой и среднесуточными приростами, которая варьировала в пределах от $-0,09$ до $+0,76$. Высокая положительная корреляционная связь (коэффициент) выявлена в показателях «прямая длина туловища — живая масса» ($0,65-0,76$), «прямая длина туло-

Таблица 2. Взаимосвязь показателей экстерьера, живой массы и среднесуточных приростов (коэффициент корреляции)

Table 2. The relationship between the indicators of the exterior, body weight and average daily gains

	Бычки		Телки	
	живая масса, кг	среднесуточный прирост, г	живая масса, кг	среднесуточный прирост, г
Высота в холке, см	0,54	0,34	0,32	0,43
Прямая длина туловища, см	0,65	0,47	0,76	0,51
Ширина груди, см	0,32	0,25	0,47	0,25
Глубина груди, см	0,68	0,38	0,62	0,43
Ширина в маклоках, см	0,68	0,54	0,66	0,33
Длина тазобедренной области, см	0,33	0,31	0,24	0,39
Ширина зада в седалищных буграх, см	0,73	0,64	0,61	0,55
Обхват пясти, см	$-0,13$	$-0,09$	$-0,11$	$-0,14$
Индекс туловища	0,77	0,59	0,65	0,68

вища — среднесуточный прирост» ($0,47-0,51$), «глубина груди — живая масса» ($0,62-0,68$), «ширина зада в седалищных буграх — живая масса» ($0,61-0,73$), «ширина зада в седалищных буграх — среднесуточный прирост» ($0,55-0,64$).

Слабая (близкая к нулю) отрицательная корреляционная связь отмечена между обхватом пясти с живой массой ($0,11-0,13$) и среднесуточными приростами ($0,09-0,14$). Выявлена высокая положительная связь «комплексный индекс туловища — живая масса» ($0,61-0,73$) и «комплексный индекс туловища — среднесуточный прирост» ($0,55-0,64$). На основании выявленных биологических закономерностей взаимосвязи телосложения животных с их живой массой установлен коэффициент прогноза живой массы (индекс массы тела), который составил у телок $0,34-0,35$, а у бычков — $0,28-0,29$.

Выводы / Conclusion

Выявленная биологическая закономерность формирования экстерьерно-конституциональных особенностей крупного рогатого скота в возрастной динамике и тесная взаимосвязь между параметрами телосложения и интенсивностью роста дают основание полагать, что полученные расчетным путем величины индекса массы тела (у телок — $0,34-0,35$, бычков — $0,28-0,29$) могут быть использованы как коэффициент прогноза живой массы молодняка, при этом исключается трудоемкий процесс взвешивания.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батанов С.Д., Баранова И.А., Старостина О.С. Разработка модели комплексной оценки экстерьера и продуктивности молочного скота с использованием цифровых технологий. Зоотехния. 2019; 7: п. 2-8 doi: 10.25708/ZT.2019.28.41.001

REFERENCES

1. Batanov SD, Baranova IA and Starostina OS Development of a model of complex assessment of dairy cattle exterior and productivity using digital technologies. J. Zootechniya. 2019; 7: p. 2-8 doi: 10.25708/ZT.2019.28.41.001 (In Russian)

2. Aytekin I, Eydurán E, Karadas K, Aksahat R and Keskin I Prediction of Fattening Final Live Weight from some Body Measurements and Fattening Period in Young Bulls of Crossbred and Exotic Breeds using MARS Data Mining Algorithm. *Pakistan J. of zoology*. 2018; 50(1): p.189-195 doi: 10.17582/journal.pjz/2018.50.1.189.195
3. Vedmedenko OV The Effect of Genotypes and Paratype Factors on Cow Productivity. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*. 2019. doi: 10.37406/2706-9052-2019-1-4
4. Milostiviy R and Chernenko O Correlations between Environmental Factors and Milk Production of Holstein Cows. *Data*. 2019; 4(104). doi:10.3390/data4030103
5. Karamfilov S Study on the exterior traits of cows of montbeliard Breed 1. Exterior measurements. *J. of Mountain Agriculture on the Balkans*. 2014; 17(5): p. 1104-1115.
6. Ляшенко В.В., Ситникова И.В. Оценка типа телосложения высокопродуктивных коров голштинской породы Нива Поволжья. 2013; 3(28): p. 118-123.
7. Karamaev S, Karamaeva A and Bakaeva L Features of the formation of the immune status in calves with different methods of feeding with colostrum. *E3S Web of Conferences*. (Voronezh: EDP Sciences). 2021: 02052. doi: 10.1051/e3sconf/202124402052
8. Iwanowska A and Pospiech E Comparison of slaughter value and muscle properties of selected cattle breeds in Poland – Review. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2010; 9(1): pp. 7-22.
9. Батанов С.Д., Корепанова Л.В. Формирование мясной продуктивности у черно-пестрых бычков и помесей второго поколения с герефордской породой. *Зоотехния*. 2013; 8: p. 20.
10. Donetskih AG, Griksas SA, Korenevskaya PA and Gurin AV Beef productivity of steers of different types of productivity. *J. Glavnyi Zootechnik*. 2022; 1(222): p. 10-18. doi: 10.33920/sel-03-2201-02
11. Иванов В.Н., Мазуров В.Н. Биологические особенности роста, развития и формирования мясной продуктивности у бычков разных генотипов *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2009; 3: p. 76-83.
12. Киселева М.В. Влияние антистрессовых препаратов и стимуляторов роста на мясную продуктивность бычков герефордской породы *Зоотехния*. 2008; 2: p. 21-22.
13. Tutkun M Estimation of live weight of holstein-friesian bulls by using body linear measurements. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2019; 17(2): p.2257-2265. doi: 10.15666/aeer/1702_22572265
14. MacNeil MD, Berry DP, Clark SA, Crowley JJ and Scholtz MM Evaluation of partial body weight for predicting body weight and average daily gain in growing beef cattle. *Translational Animal Science*. 2021; 5(3). doi: 10.1093/tas/txab126
15. Meckbach C Tiesmeyer Vand Traulsen I A promising approach to wards precise animal weight monitoring using convolutional neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021; 183. doi: 10.1016/j.compag.2021.106056
16. Batanov SD, Baranova IA and Starostina OS Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315: 032006 doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006
17. Суллет И.Л. Методы селекции сельскохозяйственных животных. Санкт-Петербург: Проспект Науки. 2017: p. 136.
18. Konstandoglo A, Foksha V, Stratan G and Stratan D Evaluation of the exterior of Holstein and Simmental primiparous cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2017; 60: p. 35-39.
19. Brade W Body size of Holstein cows – A critical analysis from the point of view of breeding and animal welfare. *Berichte über Landwirtschaft*. 2017; 95: 3.
2. Aytekin I, Eydurán E, Karadas K, Aksahat R and Keskin I Prediction of Fattening Final Live Weight from some Body Measurements and Fattening Period in Young Bulls of Crossbred and Exotic Breeds using MARS Data Mining Algorithm. *Pakistan J. of zoology*. 2018; 50(1): p.189-195 doi: 10.17582/journal.pjz/2018.50.1.189.195
3. Vedmedenko OV The Effect of Genotypes and Paratype Factors on Cow Productivity. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*. 2019. doi: 10.37406/2706-9052-2019-1-4
4. Milostiviy R and Chernenko O Correlations between Environmental Factors and Milk Production of Holstein Cows. *Data*. 2019; 4(104). doi:10.3390/data4030103
5. Karamfilov S Study on the exterior traits of cows of montbeliard Breed 1. Exterior measurements. *J. of Mountain Agriculture on the Balkans*. 2014; 17(5): p. 1104-1115.
6. Lyashenko VV and Sitnikova IV Assessment of body conformation type of highly-productive holstein cows. *J. Niva Povolgiya*. 2013; 3(28): p. 118-123 (In Russian)
7. Karamaev S, Karamaeva A and Bakaeva L Features of the formation of the immune status in calves with different methods of feeding with colostrum. *E3S Web of Conferences*. (Voronezh: EDP Sciences). 2021: 02052. doi: 10.1051/e3sconf/202124402052
8. Iwanowska A and Pospiech E Comparison of slaughter value and muscle properties of selected cattle breeds in Poland – Revue. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2010; 9(1): pp. 7-22.
9. Batanov SD and Korepanova LV Formation of meat productivity at black-and-white bull-calves and crossbreeds of the second generation with hereford. *J. Zootechniya*. 2013; 8: p. 20. (In Russian)
10. Donetskih AG, Griksas SA, Korenevskaya PA and Gurin AV Beef productivity of steers of different types of productivity. *J. Glavnyi Zootechnik*. 2022; 1(222): p. 10-18. doi: 10.33920/sel-03-2201-02
11. Ivanov VN and Mazurov VN Biological characteristics of growth, development and formation of meat productivity in bulls of various genotypes. *Problems of biology of productive animals*. 2009; 3: p. 76-83. (In Russian)
12. Kiseleva MV Influence of antistress preparations and stimulants on meat production of hereford bullocks. *J. Zootechniya*. 2008; 2: p. 21-22. (In Russian)
13. Tutkun M Estimation of live weight of holstein-friesian bulls by using body linear measurements. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2019; 17(2): p.2257-2265. doi: 10.15666/aeer/1702_22572265
14. MacNeil MD, Berry DP, Clark SA, Crowley JJ and Scholtz MM Evaluation of partial body weight for predicting body weight and average daily gain in growing beef cattle. *Translational Animal Science*. 2021; 5(3). doi: 10.1093/tas/txab126
15. Meckbach C Tiesmeyer Vand Traulsen I A promising approach to wards precise animal weight monitoring using convolutional neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021; 183. doi: 10.1016/j.compag.2021.106056
16. Batanov SD, Baranova IA and Starostina OS Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 315: 032006 doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006
17. Suller IL Breeding dairy cattle. *Saint Petersburg: Prospect Nauki*. 2017: p. 136. (In Russian)
18. Konstandoglo A, Foksha V, Stratan G and Stratan D Evaluation of the exterior of Holstein and Simmental primiparous cows. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2017; 60: p. 35-39.
19. Brade W Body size of Holstein cows – A critical analysis from the point of view of breeding and animal welfare. *Berichte über Landwirtschaft*. 2017; 95: 3.

ОБ АВТОРАХ:

Степан Дмитриевич Батанов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии переработки продукции животноводства
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Удмуртская Республика, 426069, Российская Федерация
E-mail: stepanbatanov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>.

Ольга Степановна Старостина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Удмуртская Республика, 426069, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS:

Stepan Dmitrievich Batanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology for Processing Livestock Products
Izhevsk State Agricultural Academy, 11, Student str., Izhevsk, Udmurt Republic, 426069, Russian Federation
E-mail: stepanbatanov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>.

Olga Stepanovna Starostina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology for Processing Livestock Products
Izhevsk State Agricultural Academy, 11 Studentskaya Str., Izhevsk, Udmurt Republic, 426069, Russian Federation

ОБ АВТОРАХ:

Ирина Андреевна Баранова, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод», Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Удмуртская Республика, 426069, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9730-2889>.

Максим Михайлович Лекомцев, глава КФХ, ИП КФХ Лекомцев Максим Михайлович, ул. Северная, д. 5а, д. Митино, Глазовский район, Удмуртская Республика, 427612, Российская Федерация E-mail: semenov_v.g@list.ru

Сергей Игоревич Дьякин, технолог цеха откорма КРС, ИП КФХ Лекомцева Александра Александровна, ул. Воткинское шоссе, д. 128а, кв. 78, Ижевск, Удмуртская Республика, 426025, Российская Федерация E-mail: semenov_v.g@list.ru

Владимир Григорьевич Семенов, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии Чувашский государственный аграрный университет», ул. К. Маркса, д. 29, Чебоксары, Чувашская Республика, 428003, Российская Федерация E-mail: semenov_v.g@list.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>.

ABOUT THE AUTHORS:

Irina Andreevna Baranova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department "Automated Electric Drive", Izhevsk State Agricultural Academy, Studentskaya str., 11, Izhevsk, Udmurt Republic, 426069, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9730-2889>.

Maxim Mikhailovich Lekomtsev, Head of KFH, IP KFH Lekomtsev Maxim Mikhailovich, Severnaya str., 5a, Mitino village, Glazovsky district, Udmurt Republic, 427612, Russian Federation E-mail: semenov_v.g@list.ru

Sergey Igorevich Dyakin, technologist of the cattle fattening shop, IP KFH Lekomtseva Alexandra Alexandrovna, Votkinskoe shosse str., 128a, sq. 78, Izhevsk, Udmurt Republic, 426025, Russian Federation E-mail: semenov_v.g@list.ru

Vladimir Grigorievich Semenov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Morphology, Medicine and Therapy, Chuvash State Agrarian University, 29, K. Marx str., Cheboksary, Chuvash Republic, 428003, Russian Federation E-mail: semenov_v.g@list.ru

<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>.