

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

¹ Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Российская Федерация

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

³ ИП КФХ Лекомцева Александра Александровна, Ижевск, Российская Федерация

⁴ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

✉ semenov_vg@edu.academy21.ru

Поступила в редакцию:
07.07.2022

Одобрена после рецензирования:
29.09.2022

Принята к публикации:
26.10.2022

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

¹ Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation

² IP KFH Lekomtsev Maksim Mihailovich, Mitino village, Udmurt Republic, Russian Federation

³ IP KFH Lekomtseva Alexandra Alexandrovna, Izhevsk, Russian Federation

⁴ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

✉ semenov_vg@edu.academy21.ru

Received by the editorial office:
07.07.2022

Accepted in revised:
29.09.2022

Accepted for publication:
26.10.2022

Использование мобильных систем с разным программным обеспечением при определении параметров телосложения животных

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время бесконтактные дистанционные измерения параметров экстерьеря животных представляют значительный интерес для селекции и изучения генетики крупного рогатого скота. Они позволяют снизить риск опасной реакции животных на стресс и существенно сократить время получения промеров. Мы предлагаем способ получения информации о размерах животного в режиме реального времени путем получения изображения с применением сенсора глубины Structure Sensor 3D.

Методы. Научные экспериментальные исследования проводились в 2018–2022 гг. на коровах черно-пестрой породы в племенных предприятиях Удмуртской Республики (Российская Федерация). Объем выборочной совокупности животных составил около 2000 коров. Животные оценивались в период с 90-го по 150-й день лактации. Нами были выбраны следующие промеры: высота в холке, глубина груди, ширина груди, ширина в маклоках, прямая длина тазобедренной области, прямая длина туловища, обхват пясти, длина крестца, глубина в пояснице, ширина в седалищных буграх. Указанные параметры наиболее точно характеризуют габариты (каркас) и тазобедренную область животного.

Результаты. Анализ полученных результатов свидетельствует об обоснованности использования сенсора глубины Structure Sensor 3D, в качестве приоритетного способа получения промеров животных. Сравнительный анализ бесконтактных способов получения промеров коров показывает, что за примерно одинаковое время можно получить числовые значения до 10 параметров экстерьеря. Калибровка производится легко и быстро в течение 10–15 минут. Применение сенсора глубины Structure Sensor 3D исключает неточности построения силуэта, возникающие из-за непрерывного движения животных, и не требует создания новой методики получения промеров тела для животных, отличающихся по возрасту, размерам и живой массе. С помощью Structure Sensor 3D удалось, не вызывая стресса у животных, получить были получены промеры с точностью до 1 мм.

Ключевые слова: экстерьер животных, обработка изображений, Structure Sensor 3D, коровы

Для цитирования: Баранова И.А., Батанов С.Д., Старостина О.С., Лекомцев М.М., Дьякин С.И., Семенов В.Г. Использование мобильных систем с разным программным обеспечением при определении параметров телосложения животных. 2022; 364 (11): 128–132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-128-132>

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

Application of mobile systems with various software products to measuring animal exterior parameters

ABSTRACT

Relevance. Currently, contactless remote measurements of the parameters of the exterior of animals are of considerable interest in the field of breeding and genetics of cattle. They can reduce the risk of dangerous reactions of animals to stress and significantly reduce the time needed to get measurements. We offer a way to obtain information about the size of an animal in real time by obtaining an image using the Structure Sensor 3D depth sensor.

Methods. Scientific experimental studies were conducted in 2018–2022 on Black-and-White cows in breeding enterprises of the Udmurt Republic (Russian Federation). The volume of the sample population of animals was about 2000 cows. The animals were evaluated from the 90th to the 150th day of lactation. We have selected the following measurements: height at the withers, chest depth, chest width, hips width, straight length of the hip area, straight length of the trunk, circumference of the cannon bone, length of the rump bone, depth in the lower back, width. These parameters most accurately characterize the dimensions (frame) and hip area of the animal.

Results. The analysis of the obtained results indicates the validity of using the Structure Sensor 3D depth sensor as a priority method for obtaining animal measurements. A comparative analysis of contactless methods for obtaining measurements of cows shows that in approximately the same time, it is possible to obtain numerical values of up to 10 exterior parameters. Calibration is performed easily and quickly within 10–15 minutes. The use of the Structure Sensor 3D depth sensor eliminates inaccuracies of obtaining a silhouette, that arise due to the continuous movement of animals, and does not require the creation of a new technique for obtaining measurements of the body of animals that differ in age, size and live weight. Using Structure Sensor 3D, examples were obtained with an accuracy of 1 mm without causing stress in animals.

Key words: animal exterior, imaging, Structure Sensor 3D, Cows

For citation: Baranova I.A., Batanov S.D., Starostina O.S., Lecomcev M.M., Dyakin S.I., Semenov V.G. Application of mobile systems with various software products to measuring animal exterior parameters. 2022; 364 (11): 128–132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-364-11-128-132>

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

Введение / Introduction

В настоящее время бесконтактные дистанционные измерения параметров экстерьера животных представляют значительный интерес для селекции и изучения генетики крупного рогатого скота [1, 2]. Они позволяют снизить риск опасной реакции животных на стресс и существенно сократить время получения промеров. В современных исследованиях приведены разные технологии бесконтактных измерений телосложения животных [3].

Например, в статье [4] авторы применяют технологию LiDAR для построения трехмерной модели животных. В их экспериментах используются три головы крупного рогатого скота для определения пяти промеров тела — высота в холке, глубина груди, косая длина туловища, высота в пояснице, высота в крестце.

На трех животных приводят апробацию разработанного алгоритма обработки трехмерного облака точек для дальнейшей реконструкции поверхности тела.

Однако авторы в выводах по применению предложенного алгоритма расчета трехмерной модели заявляют, что из-за различий в размерах крупного рогатого скота (от телят до взрослых особей) необходимо создавать разные системы измерения их промеров [5, 6, 7].

Это высказывание позволяет утверждать, что для других пород и разных возрастных групп крупного рогатого скота, а также для более широкого спектра промеров тела, требуется разработать другой алгоритм обработки трехмерного изображения животного, который, возможно, будет аналогичен представленному способу, а возможно, и существенно отличаться [8, 9].

Указано, что для получения силуэта коровы и измерения параметров тела требуется около 5 минут времени [10]. Однако предложенный алгоритм ставит два основных вопроса: как найти общее решение для фильтрации, чтобы получить четкий и полный контур крупного рогатого скота, и как откалибровать датчик LiDAR для получения точных данных измерений.

Также для проведения эксперимента требуется наличие датчика 3D LiDAR IFM O3D303, портативного компьютера и технических средств в виде среды программирования на языке C++/C# в Visual Studio с библиотекой Point Cloud Library (PCL), что не всегда предполагает получение результата в виде промеров тела на месте проведения эксперимента.

Мы предлагаем решение данных проблем путем получения изображения с применением сенсора глубины Structure Sensor 3D, который позволяет получать информацию о размерах животного в режиме реального времени.

В некоторых работах исследователей [11, 12, 13] приведена информация о бесконтактном способе получения размеров. Применение сенсора глубины используется для реконструкции помещений, но не живых объектов и не в условиях производства.

Таким образом, применяемый способ получения изображения для неживых объектов невозможно адаптировать к исследованию промеров тела животных.

Следовательно, целью наших исследований является разработка приемов бесконтактного метода исследования экстерьерных особенностей и параметров телосложения животных в условиях производства.

Материал и методы исследования / Materials and method

Научные экспериментальные исследования проводились в 2018–2022 г. на коровах черно-пестрой породы в племенных предприятиях Удмуртской Республики (Российская Федерация). Объем выборочной совокупности животных составил около 2000 коров. Животные оценивались в период с 90-го по 150-й день лактации. Нами были выбраны следующие промеры: высота в холке, глубина груди, ширина груди, ширина в маклоках, прямая длина тазобедренной области, прямая длина туловища, обхват пясти, длина крестца, глубина в пояснице, ширина в седалищных буграх. Указанные параметры наиболее точно характеризуют габариты (каркас) и тазобедренную область животного.

Экстерьерные параметры были получены тремя способами. Первый способ заключается в контактном измерении. В этом случае замеры проводились с помощью измерительных инструментов (мерная лента, мерная палка, мерный циркуль).

Второй способ заключается в определении промеров статей коров по их изображениям, полученным путем фотографии.

Определение промеров статей коров по фотографиям было выполнено с помощью введения в кадр персептометра, размеры которого заведомо известны. В качестве персептометра была применена метровая линейка. Изображение получено на цифровом фотоаппарате с высокой разрешающей способностью матрицы, установленном на штативе, с использованием сетки фокусировочного экрана. Указанная функция позволяет выровнять получаемое изображение относительно экрана фотоаппарата. Так были получены три проекции животного: вид сбоку, сзади и спереди [7]. При снятии первой проекции животное располагалось параллельно экрану фотоаппарата, в двух других случаях — перпендикулярно.

Рис. 1. Схема снятия промеров по изображениям животных: 1 — персептометр; 2 — обхват пясти; 3 — высота в холке; 4 — прямая длина туловища; 5 — глубина груди

Fig. 1. Diagram of taking measurements from animal images: 1 — persectrometer; 2 — the circumference of the cannon bone; 3 — the height at the withers; 4 — the straight length of the trunk; 5 — the depth of the chest

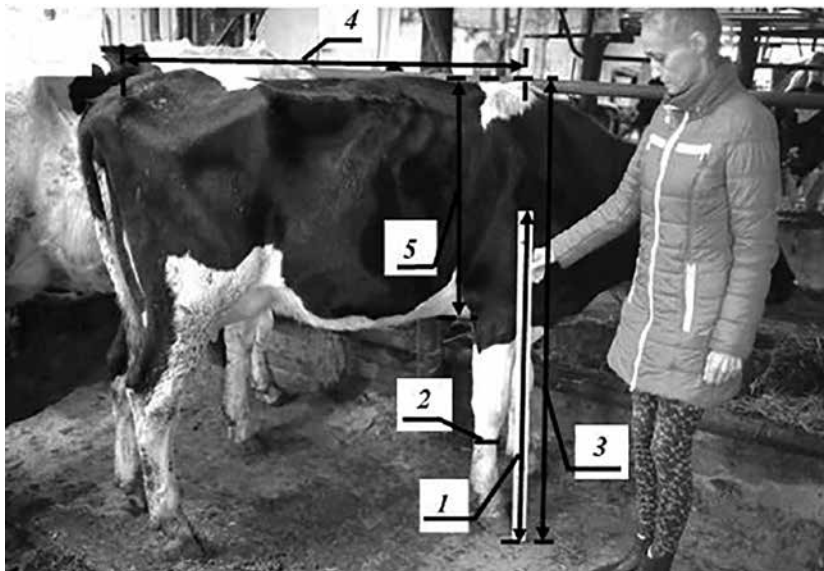


Рис. 2. Определение промера — прямая длина туловища

Fig. 2. Measurement definition — straight trunk length



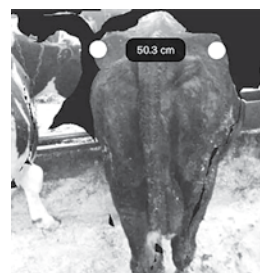
Рис. 3. Определение промера — высота в холке

Fig. 3. Measurement definition — height at the withers



Рис. 4. Определение промера — ширина в маклоках

Fig. 4. Measurement definition — hips width



Полученные изображения были обработаны в графическом редакторе следующим образом. На изображении были определены границы перспектметра и исследуемых параметров, затем между ними проведены линии (рис. 1).

Таким образом, были найдены интересующие нас размеры в пикселях. Истинные размеры экстерьерных параметров животных были вычислены по формуле:

$$L = \frac{s_2 I}{s_1}, \quad (1)$$

где I — длина перспектметра, см; s_1 — размер перспектметра в пикселях; s_2 — размер объекта в пикселях. Длина линии в пикселях вычислена как гипотенуза прямоугольного треугольника, катеты которого составляют длину и ширину выделенной области при определении того или иного промера по изображению.

Третий способ определения экстерьерных параметров — метод 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. Кроме самой камеры, в устройстве используется инфракрасный лазер, сенсор и специальная подсветка. Инфракрасный лазер наносит невидимый для человеческого глаза точечный узор на объекты в пределах 3,5 метров, одновременно с ним инфракрасный сенсор регистрирует искажения узора. Таким образом создается карта глубин для сцены и объектов внутри нее. Узор дополняется изображением с обычной камеры, в результате чего получаются трехмерные модели предметов или окружающего пространства. Программное обеспечение 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 применения перспектметра, с привлечением минимального количества людей и минимизацией стрессового воздействия на животных. В онлайн-режиме были определены все исследуемые экстерьерные параметры (рис. 2–4).

Таблица 1. Величина экстерьерных параметров, полученных тремя различными способами

Table 1. The value of the exterior parameters obtained in three different ways

Показатель	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	Lim (min – max)	Cv, %
Контактный метод (взятие промеров)			
Высота в холке, см	138,70±0,66	131,00–148,00	3,60
Прямая длина туловища, см	147,40±0,93	132,00–172,00	4,70
Глубина груди, см	84,30±0,62	75,00–94,00	5,54
Ширина груди, см	52,40±0,31	46,00–57,00	4,60
Ширина в маклоках, см	67,60±0,59	60,00–79,00	6,74
Прямая длина тазобедренной области, см	113,20±0,61	99,00–119,00	4,23
Обхват пясти, см	20,40±0,11	19,00–22,00	3,90
Метод обработки изображений, полученных путем фотографирования			
Высота в холке, см	141,80±0,69	130,50–151,00	3,69
Прямая длина туловища, см	145,86±0,91	127,10–160,00	4,69
Глубина груди, см	82,18±0,59	72,40–92,30	5,47
Ширина груди, см	51,20±0,47	44,40–59,00	6,86
Ширина в маклоках, см	65,90±0,74	54,50–79,00	8,42
Прямая длина тазобедренной области, см	111,40±0,92	96,40–129,30	6,23
Обхват пясти, см	21,30±0,16**	16,70–24,20	5,80
Метод обработки изображений, полученных с помощью сенсора глубины			
Высота в холке, см	141,10±0,67	130,20–148,50	3,56
Прямая длина туловища, см	145,72±0,87	135,30–162,00	4,50
Глубина груди, см	81,60±0,77	71,20–89,60	7,19
Ширина груди, см	50,50±0,50	44,00–57,00	7,58
Ширина в маклоках, см	66,00±0,81	55,80–77,00	8,87
Прямая длина тазобедренной области, см	112,10±0,60	107,00–120,00	3,99
Обхват пясти, см	21,10±0,23*	17,90–24,00	8,27

Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Характеристика исследований популяции коров по экстерьерным показателям, полученным тремя вышеописанными способами, приведена в табл. 1.

В целом, оценивая экстерьер животных, необходимо отметить, что коровы имеют крепкое и глубокое туловище, хорошие параметры развития тела в высоту, правильно поставленные передние и задние конечности. Животные отличались хорошей приспособленностью к промышленной технологии. Развитие экстерьерных особенностей коров анализируемой популяции имеет достаточно выровненный характер и изменчивость изучаемых признаков варьировала от 3,56% до 8,87%. Вместе с тем следует отметить, что по всем показателям оценки экстерьера коров достоверных различий по величине признаков, полученных разными способами, не выявлено, за исключением промера «обхват пясти», разница по которому составила 4,4% ($P < 0,01$) и 3,4% ($P < 0,05$) (табл. 1). Промер «обхват пясти» характеризует степень развития костяка и в плане определения является одним из самых «неудобных» промеров и, следовательно, полученные результаты имеют достаточно высокую погрешность (4,41% и 3,43%). По остальным изучаемым признакам экстерьера погрешность по величине полученных результатов между 1-м и 2-м способами варьировала от 1,04% до 2,51%, а между 1-м и 3-м способами — от 0,97% до 3,62% (табл. 2).

Из анализа табл. 2 видно, что погрешность измерений между контактным способом и методом обработки изображений, полученных путем фотографирования, а также между контактным способом и методом получения промеров с помощью сенсора глубины не превышает 5%.

Таблица 2. Относительная погрешность определения величины экстерьерных параметров, полученных контактным способом, методом обработки изображений и с помощью сенсора глубины (2000 коров)

Table 2. Relative error in determining the value of exterior parameters, obtained by contact method, image processing method and using a depth sensor (2000 cows)

Параметр	Относительная погрешность величины экстерьерных параметров, полученных контактным способом и методом обработки изображений, %	Относительная погрешность экстерьерных параметров, полученных контактным способом и с помощью сенсора глубины, %
Высота в холке	2,24	1,73
Прямая длина туловища	1,04	1,14
Глубина груди	2,51	3,20
Ширина груди	2,29	3,62
Ширина в маклоках	2,51	2,37
Прямая длина тазобедренной области	1,59	0,97
Обхват пясти	4,41	3,43

Выводы / Conclusion

Таким образом, анализ полученных результатов свидетельствует об обоснованности использования сенсора глубины Structure Sensor 3D в качестве приоритетного способа получения промеров животных. Сравнительный анализ бесконтактных способов получения промеров коров показывает, что за примерно одинаковое время можно получить числовые значения до 10 параметров экстерьера. Калибровка производится легко и быстро в течение 10–15 минут. Применение сенсора глубины Structure Sensor 3D исключает неточности построения силуэта, возникающие из-за непрерывного движения животных, и не требует создания новой методики получения промеров тела для животных, отличающихся по возрасту, размерам и живой массе. С помощью Structure Sensor 3D удалось, не вызывая стресса у животных, получить промеры с точностью до 1 мм.

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

- Halachmi I., Polak P., Roberts D.J., Klopčic M. Cow Body Shape and Automation of Condition Scoring. *J. of Dairy Science* 2008;(91):4444-4451 doi: 10.3168/jds.2007-0785
- Ruchay A.N., Dorofeev K.A., Kolkpakov V.I. Fusion of information from multiple Kinect sensors for 3d object reconstruction. *Computer Optics*. 2018;42(5):898-903 doi: 10.18287/2412-6179-2018-42-5-898-903
- Shi C., Zhang J.L., Teng G.H. Mobile measuring system based on LabVIEW for pig body components estimation in a large-scale farm. *Computers and electronics in agriculture*. 2019;(156):399-405 doi: 10.1016/j.compag.2018.11.042
- Huang L.W., Li S.Q., Zhu A.Q. et al. Non-Contact Body Measurement for Qinchuan Cattle with LiDAR Sensor. *Sensors*. 2018;18(9):3014 p. doi:10.3390/s18093014
- Kalantari M., Nechifor M. Accuracy and utility of the Structure Sensor for collecting 3D in door information. *Geo-spatial Information Sci.* 2016;19(3):202-209 doi: 10.1080/10095020.2016.1235817

REFERENCES

- Halachmi I., Polak P., Roberts D.J., Klopčic M. Cow Body Shape and Automation of Condition Scoring. *J. of Dairy Science* 2008;(91):4444-4451 doi: 10.3168/jds.2007-0785 (in English).
- Ruchay A.N., Dorofeev K.A., Kolkpakov V.I. Fusion of information from multiple Kinect sensors for 3d object reconstruction. *Computer Optics*. 2018;42(5):898-903 doi: 10.18287/2412-6179-2018-42-5-898-903 (in English).
- Shi C., Zhang J.L., Teng G.H. Mobile measuring system based on LabVIEW for pig body components estimation in a large-scale farm. *Computers and electronics in agriculture*. 2019;(156):399-405 doi: 10.1016/j.compag.2018.11.042 (in English).
- Huang L.W., Li S.Q., Zhu A.Q. et al. Non-Contact Body Measurement for Qinchuan Cattle with LiDAR Sensor. *Sensors*. 2018;18(9):3014 p. doi:10.3390/s18093014 (in English).
- Kalantari M., Nechifor M. Accuracy and utility of the Structure Sensor for collecting 3D in door information. *Geo-spatial Information Sci.* 2016;19(3):202-209 doi: 10.1080/10095020.2016.1235817 (in English).

6. Popescu C.R., Lungu A. Real-Time 3D Reconstruction Using a Kinect Sensor. *Computer Sci. and Information Technology*. 2014;2(2):95-99 doi: 10.13189/csiti.2014.020206
7. Batanov S.D., Baranova I.A., Starostina O.S. Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019;(315) doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006
8. Gorton M., White J., Dries D. et al. Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS *Eurasian geography and economics* 2007;48(6):733-747
9. Najm, Nour-Addeen et al. Associations between motion activity, ketosis risk and estrus behavior in dairy cattle *Preventive veterinary medicine*. 2020; (175):1048-57. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104857
10. Романенко Л.В. Современные методы контроля полезности кормления высокопродуктивных коров *Кормление сельскохозяйственных животных и производство кормов* 2010;(5):12-15.
11. Semenov V.G. Adaptogenesis and biological potential of cattle on commercial dairy farm *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020;6(388):85-92 <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.186>
12. Чеченихина О.С. Влияние темпов роста молодняка коров на дальнейшую молочную продуктивность и экстерьерные показатели *Зоотехния*. 2012;(9):17-18.
13. Abugaliyev S.K. Efficient methods in breeding dairy cattle of the Republic of Kazakhstan *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2019;4(380):65-82. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.94>.

ОБ АВТОРАХ:

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

Степан Дмитриевич Батанов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, 426069, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>.

Ольга Степановна Старостина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, 426069, Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru

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

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

Владимир Григорьевич Семенов, доктор биологических наук, профессор
Чувашский государственный аграрный университета, 29, ул. К. Маркса, Чебоксары, 428003, Российская Федерация
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

6. Popescu C.R., Lungu A. Real-Time 3D Reconstruction Using a Kinect Sensor. *Computer Sci. and Information Technology*. 2014;2(2):95-99 doi: 10.13189/csiti.2014.020206 (in English).
7. Batanov S.D., Baranova I.A., Starostina O.S. Non-contact methods of cattle conformation assessment using mobile measuring systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019;(315) doi: 10.1088/1755-1315/315/3/032006 (in English).
8. Gorton M., White J., Dries D. et al. Dairy farming and milk marketing relationships in the CIS *Eurasian geography and economics* 2007;48(6):733-747 (in English).
9. Najm, Nour-Addeen et al. Associations between motion activity, ketosis risk and estrus behavior in dairy cattle *Preventive veterinary medicine*. 2020;(175):1048-57. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104857 (in English).
10. Romanenko L.V. Modern methods of controlling the usefulness of feeding highly productive cows *Feeding farm animals and feed production* 2010;(5):12-15 (in Russian).
11. Semenov V.G. Adaptogenesis and biological potential of cattle on commercial dairy farm *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020;6(388):85-92 <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.186> (in English).
12. Chchenikhina O.S. Influence of the growth rate of young cows on further milk productivity and exterior indicators *Zootchnia*. 2012;(9):17-18 (in Russian).
13. Abugaliyev S.K. Efficient methods in breeding dairy cattle of the Republic of Kazakhstan *Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2019;4(380):65-82. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1467.94> (in English).

ABOUT THE AUTHORS:

Irina Andreevna Baranova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy, str. Studencheskaya, 11, Izhevsk, 426069, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9730-2889>.

Stepan Dmitrievich Batanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor, Izhevsk State Agricultural Academy
str. Studencheskaya, 11, Izhevsk, 426069, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>.

Olga Stepanovna Starostina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Agricultural Academy
str. Studencheskaya, 11, Izhevsk, 426069, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Maxim Mikhailovich Lekomtsev, head of the farm, Lekomtsev FARM IP Maxim Mikhailovich
5a, str. Severnaya, Mitino village, Udmurt Republic, 427612 Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Sergey Igorevich Dyakin, cattle technologist, Farm IP Lekomtseva Alexandra Alexandrovna
128a, Votkinskoe shosse, Izhevsk, 426025, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru

Vladimir Grigorievich Semenov, doctor of biological sciences, professor
Chuvash State Agrarian University, 29 str. K. Marx, Cheboksary, 428003, Russian Federation
E-mail: semenov_v.g@list.ru
<http://orcid.org/0000-0002-0349-5825>