

## МНОГОФАКТОРНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ГОЛШТИНИЗИРОВАННОЙ ПОРОДЫ ПОДМОСКОВЬЯ

**Контэ Александр Федорович**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных

**Игнатьева Лариса Павловна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста»

142132, Московская область, ГО Подольск, пос. Дубровицы, д.60

Тел.: +7(964)784-28-90

E-mail: alexandrconte@yandex.ru

**Ключевые слова:** экстерьер, множественная регрессия, коровы, черно-пестрый-скот, телосложение.

Объектом исследований являлись 59765 гол. (2005...2018 гг.) коров первого отела черно-пестрой голштинизированной породы, данная численность которой является преобладающей на комплексах Подмоскovie. База данных содержит 4 параметра оценки системы «А» и 17 признаков оценки телосложения согласно системе «Б». На основании выполненных расчетов нами получены коэффициенты уравнения регрессии  $b_{0...n}$  (78.34...-0.02). Исследуемые показатели «молочный тип», «туловище» и «вымя» имеют средний уровень линейной зависимости (множественный коэффициент корреляции  $R - \leq 0,70$  и  $\geq 0,30$ ). Из регрессионной статистики мы видим, что «множественный коэффициент корреляции  $R$ » в нашем случае находится в пределах 0,67...0,57. Уравнения регрессии показывают, что на показатель «молочный тип» сильное влияние и взаимодействие имеют «высота» и «молочный тип» (по оценке «системы Б»); «туловище» зависит от «высоты» и «глубины туловища»; «конечности» также от «высоты» и «постановки задних ног сзади»; «вымя» в большей степени взаимодействует с показателями – «центральная связка» и «длина передних долей». Зависимые переменные «молочный тип», «туловище» в большей степени, чем «вымя» и «конечности» являются статистически зависимыми от показателей оценки «системы Б», прямая регрессии имеет положительный характер, т.е. с увеличением какого-либо  $x_n$  на единицу в уравнении регрессии при условии, если остальные значения  $x_{1...n}$  будут равны 0, повысится на величину  $b_n$  (при условии положительного знака «+» перед ними). Генетический тренд признаков оценки типа телосложения исследуемых животных имел тенденцию к улучшению показателей экстерьера в направлении большей выраженности молочного типа скота и в меньшей вымени и конечностей.

**Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России  
AAAA-A18-118021590134-3**

### Введение

В настоящее время страны, имеющие интенсивное развитие молочного скотоводства при создании и совершенствовании стад высокопродуктивных животных наряду с молочной продуктивностью особое внимание уделяют экстерьерным особенностям животных [1]. Экстерьерная оценка предоставляет возможность в общем плане характеризовать тип животного и направление продуктивности, а также повысить срок производственного использования животных с высокими показателями продуктивности, что служит повышению рентабельности отрасли молочного скотоводства. Методика линейного описания экстерьерных статей продолжительное время применяется при оценке быков-производителей по качеству их потомства за рубежом в странах, обладающих развитым молоч-

ным скотоводством, а также нашла широкое применение в России [2, 3]. Данная методика позволяет объективно определять характерные породные и индивидуальные особенности телосложения животных молочного типа, основываясь на оценках каждой стати, что дает возможность более точно распределять животных по типу, а также непосредственно способствует повышению селекционного прогресса [4, 5].

Сама оценка экстерьера подразделяется на 2 метода: система «А» 100-балльная – экстерьер животного оценивается по 4-м группам признаков по 100-балльной шкале; система «Б» линейная – оцениваются по отдельности наиболее важных признаки экстерьера (по 9-балльной шкале) [6]. При этом оценка каждой группы признаков в системе «А» («молочный тип», «туловище», «вымя» и «конечности») может зави-

сеть не только от бонитера как определяющего фактора, но и от оценок отдельных экстерьерных признаков системы «Б».

Каждый признак может определяться действием не какого-либо одного фактора, а совокупностью нескольких, и даже непосредственно комплексом факторов. Совокупное действие факторов может по-разному оказывать влияние на признак. Значение признака зависит от действия совместного множества факторов. Сочетание множества причин и факторов является следствием различных результатов. Оказывая влияние на показатель в одностороннем направлении, они могут усиливать взаимно влияние друг друга. Непосредственно, если же часть факторов имеет обратно пропорциональное направление в отношении вектора действия, то совокупное их действие на признак ослабевает или возможно даже сходит на нет. В данном случае имеет место и такая ситуация, когда достаточно определенная, сильнодействующая причина или фактор не имеют явного влияния. Это может означать, что скорее всего наряду с этим фактором существует другой, нивелирующий действие первого. Поэтому необходимо изучать и исследовать действие различных факторов, т. е. исследовать зависимость одного признака от ряда других показателей, вызывающих первое. Однако очевидно, что не все причины и факторы, имеющие в какой-то мере влияние на изучаемый признак, могут быть изучены. Тогда ограничиваются рамками только существенных факторов. Признак обуславливается комплексом совокупно и одновременно действующих факторов. В зависимости от этого ставится задача изучения зависимости одного зависимого показателя от комплекса объясняющих показателей в конкретных условиях места и временных рамок. Решение данной задачи можно произвести на основе многофакторного множественного регрессионного анализа. Тогда ограничиваются непосредственно рассмотрением линейного отношения между зависимым показателем (признаком)  $y$  и объясняющими показателями  $x_n$  [7].

В нашем случае необходимо рассматривать множественную многофакторную регрессию. Основной ее целью является определение как индивидуального, так и совокупного влияния большого количества факторов на исследуемый признак оценки экстерьера «системы А».

При построении уравнения многофакторной регрессии следует решить вопрос о специфике данной модели, в соответствии с чем необ-

ходимо выбрать факторы влияния и определить вид уравнения регрессии. Добавление в модель уравнения того или иного количества факторов определяется прежде всего природой взаимосвязи моделируемого данного показателя с другими признаками. Факторы, включаемые во множественную регрессию, должны отвечать следующим требованиям:

1. Они должны иметь количественную размерность. Если существует необходимость включения в уравнение качественного фактора, не обладающего количественным измерением, то ему следует придать количественную определенность.

2. Факторы не должны иметь точной сильной функциональной связи.

Если между факторами существует высокая корреляция, то нельзя определить их изолированное влияние на результативный показатель, и параметры уравнения регрессии оказываются не интерпретируемыми [8, 9].

#### **Материалы и методы исследований**

Объектом наших исследований были голштинизированные животные первого отела черно-пестрой породы, данное поголовье которого является доминирующим на комплексах и фермах Подмосковья. В целях проведения исследования оценок экстерьера коров первого отела создана выборка животных на основе данных базы РИСЦ «Мосплемиформ», включающая данные по 59765 гол. с 2005 по 2018. База данных содержит 4 параметра оценки системы «А»: «молочный тип», «туловище», «конечности» и «вымя»; 17 признаков оценки телосложения согласно системе «Б»: высота, глубина туловища, положение зада, ширина зада, крепость, угол задних ног сбоку, высота пятки, постановка задних ног сзади, скакательный сустав сзади, высота задних долей, прикрепление передних долей, центральная связка, длина сосков, глубина вымени, длина передних долей, расположение передних сосков, молочный тип. Все 17 признаков соотнесены с 4 параметрами оценки системы «А». Оценка статей телосложения исследуемых животных осуществлена на основе методологии НП «Мосплемиформ» [6].

Так как в нашей задаче исследуются несколько независимых переменных, то принимая во внимание, что между ожиданием и каждой из переменных ( $k$ ) существует линейная зависимость, тогда модель множественной линейной регрессии имеет следующий вид (1):

$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$ , (1)  
 где:  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$  – коэффициенты регрессии,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – независимые переменные. В таком случае  $b_0$  это сдвиг, а  $b_1$  является отклонением прямой  $Y$ , зависимой от переменной  $x_1$ , если независимые переменные  $x_2, \dots, x_n$  служат константами;  $b_2$  как отклонение прямой  $Y$ , зависимой от переменной  $x_2$ , если переменные  $x_1, \dots, x_n$  – константы;  $b_n$  является отклонением прямой  $Y$ , зависимой от переменной  $x_n$ , если объясняющие переменные  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$  являются константами.

Значения коэффициентов регрессии будут найдены по методу наименьших квадратов системы нормальных уравнений (2):

$$\begin{cases} nb_0 + b_1 \sum x_1 + \dots + b_p \sum x_p = \sum y \\ b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + \dots + b_p \sum x_1 x_p = \sum x_1 y \\ \dots \\ b_0 \sum x_p + b_1 \sum x_1 x_p + \dots + b_p \sum x_p^2 = \sum x_p y \end{cases} \quad (2)$$

Расчеты проведены на рабочем персональном компьютере (ПК): процессор Intel(R) Core (TM) i3-6100 CPU, частота 3,70 GHz, оперативная память объемом 16 Gb с использованием программы «STATISTICA» version 10.

#### Благодарности

Выражаем признательность в предоставлении данных специалистам РИСЦ Московской области (ОАО «Московское» по племенной работе).

#### Результаты исследований

Мы соотнесли 17 признаков оценки «системы Б» 4-м параметрам оценки системы «Б», при этом все 17 признаков соотнесены «молочному типу»; «туловище» включает в себя высоту, глубину туловища, ширину зада, положение зада и крепость; «конечности» – угол задних ног сбоку, скакательный сустав сзади, высоту пятки и постановку задних ног сзади; «вымя» – прикрепление передних долей, центральную связ-

ку, высоту задних долей, глубину вымени, длину сосков, расположение передних сосков и длину передних долей.

На основании выполненных расчетов нами получены коэффициенты уравнения регрессии  $b_{0...n}$ , подставив их в уравнение (6), мы имеем следующие уравнения регрессии (табл. 1).

Коэффициент множественной регрессии  $b_0$ , представляет собой предсказанное значение показателей первой колонки таблицы 12 при нулевом значении факторов  $x_1, x_2, \dots, x_{17}$  и служит смещением отклика, равного 68.18...78.34. Для объяснения смысла значения коэффициентов регрессии  $b_1 \dots b_{17}$  необходимо обращать внимание на значение знака перед ними. Знак «+» перед коэффициентом регрессии указывает на положительное влияние фактора или его взаимодействие с исследуемой величиной, то есть увеличение показателей молочной тип, туловище, конечности и вымя, а знак «-» говорит нам об обратном, т.е. об отрицательном влиянии фактора. Уравнения регрессии показывают, что на показатель «молочный тип» сильное влияние и взаимодействие имеет «высота» и «молочный тип» (по оценке «системы Б»); «туловище» зависит от «высоты» и «глубины туловища»; «конечности» также от «высоты» и «постановки задних ног сзади»; «вымя» в большей степени взаимодействует с показателями – «центральная связка» и «длина передних долей».

Об адекватности уравнений можно судить по показателям регрессионной статистики (табл. 2).

Такие исследуемые показатели, как «молочный тип», «туловище» и «вымя» имеют средний уровень линейной зависимости (множественный коэффициент корреляции  $R - \leq 0,70$  и  $\geq 0,30$ ), из регрессионной статистики мы видим, что «множественный коэффициент кор-

Таблица 1

Уравнения множественной регрессии по показателям оценки экстерьера

Показатель	Уравнение
Молочный тип	$y = 68.18 + 0.45x_1 + 0.15x_2 - 0.09x_3 + 0.06x_4 + 0.03x_5 + 0.08x_6 + 0.01x_7 + 0.07x_8 + 0.17x_9 + 0.07x_{10} - 0.03x_{11} + 0.12x_{12} - 0.03x_{13} + 0.07x_{14} + 0.83x_{15} + 0.10x_{16} + 0.02x_{17}$
Туловище	$y = 73.53 + 0.60x_1 + 0.58x_2 - 0.04x_3 + 0.08x_4 + 0.02x_{14}$
Конечности	$y = 78.34 - 0.32x_5 + 0.22x_6 + 0.25x_7 - 0.05x_{17}$
Вымя	$y = 71.13 + 0.11x_8 + 0.24x_9 + 0.44x_{10} + 0.07x_{11} + 0.14x_{12} - 0.02x_{13} + 0.65x_{16}$

\*  $x_1$  - высота; 2 - глубина туловища; 3 - положение таза; 4 - ширина таза; 5 - постановка задних ног (вид сбоку); 6 - высота пятки; 7 - постановка задних ног (вид сзади); 8 - прикрепление передних долей вымени; 9 - высота задних долей; 10 - центральная связка; 11 - глубина вымени; 12 - расположение передних сосков; 13 - длина сосков; 14 - крепость телосложения (ширина груди); 15 - молочный тип; 16 - длина передних долей; 17 - скакательный сустав (вид сзади)

## Регрессионная статистика

	Молочный тип	Туловище	Конечности	Вымя
Множественный R	0.6741	0.6196	0.3425	0.5782
Множественный R <sup>2</sup>	0.4544	0.3839	0.1173	0.3343
Скорректированный R <sup>2</sup>	0.4542	0.3838	0.1172	0.3342
F (17,59747)	2927.52	7448.93	1986.09	4287.50
Станд. ош. оценки	1.3407	1.3861	1.7246	1.4820

реляции R» в нашем случае находится пределах 0,67...0,57. Высокая линейная зависимость (>0,70) указывала бы на то, что селекцию достаточно было бы вести по 1-2 показателям из уравнения. Низким значением множественного коэффициента корреляции обладал показатель «конечности» (0.1173), что может быть связано с трудностями объективной оценки конечностей из-за положения животного, качества подстилки, освещения.

Из диаграмм рассеивания видно, что построенные нами модели множественной регрессии довольно неплохо отражают реальные изменения оценок «системы А» (рис. 1).

Диаграммы рассеивания показывают, что зависимые переменные «молочный тип», «туловище» в большей степени, чем «вымя» и «конечности» являются статистически зависимыми от показателей оценки «системы Б», прямая регрессии имеет положительный характер, т.е. с увеличением какого-либо  $x_n$  на единицу в уравнении регрессии при условии, если остальные значения  $x_{1...n}$  будут равны 0, повысится на величину  $b_n$  (при условии положительного знака «+» перед ними).

### Обсуждение

Экстерьер коровы является характерным породным признаком. Для каждой из пород крупного рогатого скота характерны специфические экстерьерные особенности, которые сформированы, главным образом, в результате соответствующего отбора и подбора животных с учетом экстерьерных признаков, в соответствии со специализацией, а также под воздействием определенных условий внешней среды [10,11].

Однако возникают трудности в интерпретации того, какие экстерьерные признаки будут формировать факторы, поскольку один признак может быть зависим от более, чем одного фактора, а иногда зависимость имеет и другой знак (знак «-») [12,13]. Признаки линейного типа экстерьера могут обладать разным уровнем взаимодействия с различными факторами [14].

Так, в публикации зарубежных исследователей линейные признаки экстерьера подразделяются на 2 фактора: 1- характеризующие

молочный тип и вымя и 2 – относящиеся непосредственно конфигурации туловища. Учитывая особенности фактора 1 при селекции ожидается, что коровы будут иметь глубокое, широкое вымя, мягкое на ощупь, хорошо подвешенное с сильной центральной связкой, что важно для здоровья вымени и большей продуктивности, а также иметь широкую хорошо изогнутую спину и ровные конечности, способные обеспечить коровам высокую молочную продуктивность, а также долголетие. Согласно фактору 2 при отборе коровы должны быть крупнее, с широкой грудной клеткой, глубоким телом, широкими бедрами, ровной верхней линией и угловатыми с хорошей реберной дугой и пространством между ребрами так, что корова может поддерживать свой собственный вес, дыхательную и пищеварительную системы. Отбор по этим признакам должен привести к хорошо прикрепленному вымени. Регрессионный анализ позволил убрать малозначимые признаки и указал на высокую связь 1-ого фактора с долголетием и продуктивностью [15].

При этом в различных исследованиях признаки могут бы сгруппированы по-разному в силу их взаимодействия, что может иметь различный уровень и силу связи и предполагает особые подходы к использованию факторов в генетических оценках телосложения (EBV) [16, 17].

В наших же исследованиях мы сгруппировали признаки линейной оценки экстерьера по 4 группам: молочный тип, туловище, конечности, вымя. При этом в наших исследованиях [18, 19] молочный тип и туловище обладали более высокими показателями наследуемости по сравнению с конечностями и выменем, что согласуется с результатами регрессионного анализа.

Оценка генетических параметров типовых признаков телосложения коров позволяет актуализировать процедуры генетической оценки экстерьерных характеристик голштинского скота [20].

### Заключение

На основании вышеизложенного мы пришли к следующим выводам:

- полученные уравнения множественной

регрессии между признаками экстерьера свидетельствуют о необходимости линейной оценки экстерьера коров популяции черно-пестрого скота;

- генетический тренд признаков оценки типа телосложения исследуемых животных имел тенденцию к улучшению показателей экстерьера в направлении большей выраженности молочного типа скота и в меньшей вымени и конечностей.

#### Библиографический список

1. Трухачев, В. И. Селекция молочного скота стран Северной Европы: стратегия, методы, результаты (2 часть) / В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, М. И. Селионова // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – № 5. – С.3-7.

2. Костин, А. А. Экстерьер коров сывчевской породы ООО «Балутуино» / А. А. Костин, О. В. Татуева, Д. Н. Кольцов // Сельскохозяйственный журнал. – 2014. – № 7. – С.226-229.

3. Туников, Г. М. Разведение животных с основами частной зоотехнии : учебник / Г. М. Туников, А. А. Коровушкин. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 744 с.

4. Громова, Т. В. Линейная оценка экстерьера коров-первотелок приобского типа черно-пестрой породы и ее связь с молочной продуктивностью / Т. В. Громова, П. В. Конорев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – №. 2(160). – С.96-102.

5. Контэ, А. Ф. Оценка динамики генетической изменчивости для показателей типа телосложения коров-первотелок голштинизированной черно-пестрой породы Подмосковья / А. Ф. Контэ, А. Н. Ермилов, А. А. Сермягин // Вестник КрасГАУ. – 2020. – №. 8. – С.69-78.

6. Селекционер Подмосковья / Н. А. Савенко [и др.]. – Москва : МСХиП МО, 2006. – 84с.

7. Ферстер, Э. Методы корреляционного и регрессионного анализа: руководство для экономистов / Э. Ферстер, Б. Ренц ; перевод с немецкого. – Москва : Финансы и статистика, 1983. – 304 с.

8. Гомидова, В. С. Множественная регрессия и корреляция / В. С. Гомидова // Студенческий научный форум : материалы VII Международной студенческой научной конференции. – URL : <http://scienceforum.ru/2015/article/2015008364> (дата обращения: 20.10.2020 ).

9. Максимова, Т. Г. Эконометрика : учебно-методическое пособие / Т. Г. Максимова, И. Н.

Попова. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2018. – 70 с.

10. Мартынова, Е. Н. Экстерьерные особенности и молочная продуктивность голштинизированных коров холмогорской породы разных генераций / Е. Н. Мартынова, Ю. В. Исупова // Пермский аграрный вестник. – 2018. - №1(21). — С.125-131.

11. Evaluation of slaughter cattle grades and standards of cull cows / A. P. Paliy, N. G. Admina, S. A. Mihalchenko, I. M. Lukyanov, S. A. Denicenko, P. V. Gurskyi, A. P. Paliy, Y. O. Kovalchuk, V. A. Kovalchuk, O. L. Kuznietsov, A. S. Gembaruk, A. V. Solodchuk // Ukrainian Journal of Ecology. – 2020. – Vol. 10, № 1. – P.162-167.

12. Vukasinovic, N. Factor analysis for evaluating relationships between herd life and type traits in Swiss Brown cattle / N. Vukasinovic, J. Moll, N. Kunzi // Livest. Prod Sci. – 1997. – № 49. – P.227-234.

13. Genetic parameters for linear type traits in the Rendena dual-purpose breed / S. Mazza, N. Guzzo, C. Sartori, D. P. Berry, R. Mantovani // Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2014. – 131. – С. 27–35.

14. Chu, M. X. Phenotypic factor analysis for linear type traits in Beijing Holstein cows/ M. X. Chu, S. K. Shi // Asian Australas J Anim Sci. – 2002. – 15. – С.1527–1530.

15. Kern, E. L. Factor analysis of linear type traits and their relation with longevity in brazilian holstein cattle / E. L. Kern, J. A. Cobuci, C. N. Costa, C. M. Pimentel // Asian-Australas J Anim Sci. – 2014. - 27 (6). – С. 784-790.

16. Mantovani, R. Factor analysis for genetic evaluation of linear type traits in dual purpose breeds / R. Mantovani, I. Cerchiaro, B. Contiero // Ital J Anim Sci. – 2005. – 4. – С. 31–33.

17. Mazza, S. Genetic parameters of type traits in two strains of dual purpose autochthonous Valdostana cattle / S. Mazza, C. Sartori, R. Mantovani // Livestock Science. – 2015. – 178. – С. 35–42.

18. Изменчивость селекционно-генетических параметров линейной оценки типа телосложения дочерей быков популяции голштинизированного черно-пестрого скота / А. Ф. Контэ, С. Н. Харитонов, А. А. Сермягин [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 8. – С.3-9.

19. Оценка племенной ценности быков-производителей популяции черно-пестрого скота Московской области по типу телосложения дочерей / А. Ф. Контэ, А. Н. Ермилов, Н. Г. Бычкова, А. А. Сермягин // Известия НВ АУК. – 2019.

– №3 (55). – C.275-283.

20. Němcová, E. Genetic parameters for

linear type traits in Holstein cattle / E. Němcová, M. Štípková, L. Zavadilová // Czech Journal of Animal Science. – 2011. – 56. – C. 157–162.

## MULTIFACTORIAL REGRESSION ANALYSIS OF COW BODY TYPE INDICATORS OF FIRST CALF OF THE BLACK-AND-WHITE HOLSTINIZED BREED OF THE MOSCOW REGION

Konte A.F., Ignatieva L.P.

FSBEI «Federal research centre of cattle breeding – VIJ named after the academician L.K. Ernst»

142132, the Moscow region, UD Podolsk, Dubrovitsy country, 60

Tel.: +7(964)784-28-90

E-mail: alexandrconte@yandex.ru

*Key words:* exterior, multiple regression, cows, black-and-white-cattle, body type.

The object of research was 59765 heads (2005...2018) of cows of the first calving of black-and-white Holstein breed, this number is predominant in the complexes of the Moscow region. The database contains 4 parameters of the "A" system assessment and 17 features of the "B" system body type assessment. Based on shown calculations, we have obtained the coefficients of the regression equation  $b_{0..n}$  (78.34...-0.02). The studied indicators "milk type", "body" and "udder" have an average level of linear dependence (multiple correlation coefficient  $R - \leq 0,70$  and  $\geq 0,30$ ), from the regression statistics, we can see that the "multiple correlation coefficient R" in our case is in the range of 0.67...0.57. The regression equations show that the indicator "milk type" is strongly influenced and interacted with by "height" and "milk type" (according to "system B"); "corpus" depends on "height" and "depth of the corpus"; "limbs" also depends on "height" and "setting of the hind legs from behind"; "udder" cooperates mostly with the indicators - "central ligament" and "length of the anterior lobes". The dependent variables "milk type", "body" greater than "udder" and "limb" are statistically dependent indicators of the "system b" score the regression line is positive, i.e. when any  $x_n$  increases by one in the regression equation, if all other values of  $x_1...x_n$  are 0, the value of  $b_n$  increases (assuming a positive) + " sign in front of them). The genetic trend of traits for evaluating the physique of the studied animals tended to improve the indicators of the exterior in the direction of greater severity of the dairy type of cattle and in the direction of smaller udders and limbs.

### Bibliography

1. Trukhachev, V. I. Breeding of dairy cattle in the Northern Europe: strategy, methods, results (part 2) / V. I. Trukhachev, N. Z. Zlydnev, M. I. Selionova // Dairy and meat cattle breeding. – 2016. – № 5. – P.3-7.
2. Kostin, A. A. Exterior of cows of sychevskaya breed of LLC «Baltutino» / A. A. Kostin, O. V. Tatueva, D. N. Koltsov // Agricultural journal. – 2014. – № 7. – P.226-229.
3. Tunikov, G. M. Animal breeding with the basics of private zootechnics: textbook / G. M. Tunikov, A. A. Korovushkin. – Saint-Petersburg : Lan, 2016. – 744 p.
4. Gromova, T. V. Linear assessment of the exterior of first-calf cows of the Ob region type of black-and-white breed and its relation to milk productivity / T. V. Gromova, P. V. Konorev // Vestnik of Altai state agrarian university. – 2018. – № 2(160). – P.96-102.
5. Konte, A. F. Assessment of the dynamics of genetic variability for indicators of the body type of first-calf cows of the Holstein black-and-white breed of the Moscow region / A. F. Konte, A. N. Ermilov, A. A. Sermyagin // Vestnik of KrasSAU. – 2020. – № 8. – P.69-78.
6. The Moscoe region breeder / N. A. Savenko [et al.]. – Moscow : MAFR MR, 2006. – 84p.
7. Ferster, E. Methods of correlation and regression analysis: guide for economists / E. Ferster, B. Rents ; translation from German. – Moscow : Finance and statistics, 1983. – 304 p.
8. Gomidova, V. S. Multiple regression and correlation / V. S. Gomidova // Student scientific forum: materials of the VII International student scientific conference.–URL: <ahref="http://scienceforum.ru/2015/article/2015008364">http://scienceforum.ru/2015/article/2015008364</a> (reference data: 20.10.2020 ).
9. Maksimova, T. G. Econometrica: educational and methodological guide / T. G. Maksimova, I. N. Popova. – Saint-Petersburg : University ITMO, 2018. – 70 p.
10. Martynova, E. N. Exterior characteristics and milk production of Holstein cows of Kholmogorskaya breed of different generations / E. N. Martynova, Yu. V. Isupova // Perm agrarian vestnik. – 2018. – №1(21). — P.125-131.
11. Evaluation of slaughter cattle grades and standards of cull cows / A. P. Paliy, N. G. Admina, S. A. Mihalchenko, I. M. Lukyanov, S. A. Denicenko, P. V. Gurskiy, A. P. Paliy, Y. O. Kovalchuk, V. A. Kovalchuk, O. L. Kuznietsov, A. S. Gembaruk, A. V. Solodchuk // Ukrainian Journal of Ecology. – 2020. – Vol. 10, № 1. – P.162-167.
12. Vukasinovic, N. Factor analysis for evaluating relationships between herd life and type traits in Swiss Brown cattle / N. Vukasinovic, J. Moll, N. Kunzi // Livest. Prod Sci. – 1997. – № 49. – P.227-234.
13. Genetic parameters for linear type traits in the Rendena dual-purpose breed / S. Mazza, N. Guzzo, C. Sartori, D. P. Berry, R. Mantovani // Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2014. – 131. – P. 27–35.
14. Chu, M. X. Phenotypic factor analysis for linear type traits in Beijing Holstein cows/ M. X. Chu, S. K. Shi // Asian Australas J Anim Sci. – 2002. – 15. – P.1527–1530.
15. Kern, E. L. Factor analysis of linear type traits and their relation with longevity in brazilian holstein cattle / E. L. Kern, J. A. Cobuci, C. N. Costa, C. M. Pimentel // Asian-Australas J Anim Sci. – 2014. – 27 (6). – P. 784-790.
16. Mantovani, R. Factor analysis for genetic evaluation of linear type traits in dual purpose breeds / R. Mantovani, I. Cerchiaro, B. Contiero // Ital J Anim Sci. – 2005. – 4. – P. 31–33.
17. Mazza, S. Genetic parameters of type traits in two strains of dual purpose autochthonous Valdostana cattle / S. Mazza, C. Sartori, R. Mantovani // Livestock Science. – 2015. – 178. – P. 35–42.
18. Variability of selection and genetic parameters of linear estimation of the body type of daughters of bulls in the population of Holstein black-and-white cattle / A. F. Konte, S. N. Kharitonov, A. A. Sermyagin [et al.] // Dairy and milk cattle breeding. – 2017. – № 8. – P.3-9.
19. Assessment of the breeding value of bulls-producers of the population of black-and-white cattle of the Moscow region by the body type of their daughters / A. F. Konte, A. N. Ermilov, N. G. Bychkunova, A. A. Sermyagin // Izvestiya NT AUK. – 2019. – №3 (55). – P.275-283.
20. Němcová, E. Genetic parameters for linear type traits in Holstein cattle / E. Němcová, M. Štípková, L. Zavadilová // Czech Journal of Animal Science. – 2011. – 56. – P. 157–162.