

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. № 4 (81). С. 133–138.  
Buryat Agrarian Journal. 2025;4(81):133–138.

## ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ. КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ. PROBLEMS. JUDGEMENTS. BRIEF REPORTS

Краткое сообщение  
УДК 636.082/48.03  
doi: 10.34655/bgsha.2025.81.4.016

### Потребление кормов, питательных веществ, энергии и возрастная динамика живой массы бычков калмыцкой породы и её помесей с абердин-ангусами и герефордами

Д.Ц. Гармаев<sup>1</sup>, В.И. Косилов<sup>2</sup>, В.В. Толочка<sup>3</sup>, И.А. Рахимжанова<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

<sup>2,4</sup> Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

<sup>3</sup> Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Дылгыр Цыдыпович Гармаев, dylgyr56@mail.ru

**Аннотация.** В статье приводятся результаты изучения влияния генотипа чистопородных бычков калмыцкой породы (I группа) и её помесей с абердин-ангусской (1/2 калмыцкая х 1/2 абердин-ангусская) – II группа и герефордской (1/2 калмыцкая х 1/2 герефордская) – III группа породами на потребление кормов, питательных веществ, энергии и живую массу. Установлено, что вследствие проявления эффекта скрещивания помесные бычки II и III групп превосходили чистопородных сверстников I группы по потреблению сухого вещества на 95,94 (2,69%) и 183,01 кг (5,13%), кормовых единиц – на 170,96 (4,79%) и 280,79 кг (7,86%), ЭКЕ – на 107,10 (2,89%) и 194,08 МДж (5,23%), переваримого протеина – на 17,19 (4,76%) и 28,38 кг (7,85%). При этом максимальной величиной анализируемых показателей отличались герефордские помеси III группы. Отмечалось влияние генотипа бычков на величину живой массы во все возрастные периоды. В конце наблюдений в 18-месячном возрасте чистопородные бычки I группы уступали помесям II и III групп по массе тела на 28,9 (6,11%) и 46,0 кг (9,73%). В свою очередь, помеси абердин-ангусов II группы уступали герефордским помесям III группы по живой массе в полуторогодовалом возрасте на 17,1 кг (3,41%). Это обусловлено более существенным проявлением эффекта скрещивания у помесей герефордской породы.

**Ключевые слова:** мясное скотоводство, калмыцкая порода, помеси, бычки, корма, живая масса.

Brief report

## Consumption of feed, nutrients, energy and age dynamics of live weight of Kalmyk bulls and their crossbreds with Aberdeen Angus and Herefords

Dylgyr Ts. Garmaev<sup>1</sup>, Vladimir I. Kosilov<sup>2</sup>, Vasily V. Tolochka<sup>3</sup>, Ilmira A. Rakhimzhanova<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov, Ulan-Ude, Russia

<sup>2,4</sup> Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

<sup>3</sup> Primor State Agricultural Academy, Ussuriysk, Russia

Corresponding author: Dylgyr Ts. Garmaev, dylgyr56@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of the study of the influence of the genotype of pure bred Kalmyk bulls (group I) and its crossbreds with Aberdeen Angus (1/2 Kalmyk x 1/2 Aberdeen Angus – (group II) and Hereford (1/2 Kalmyk x 1/2 Hereford – (group III) breeds on the consumption of feed, nutrients, energy and live weight. It was found that due to the display of the crossbreeding effect, the crossbred bulls of groups II and III exceeded the pure bred animals of the same age of group I in dry matter consumption by 95.94 kg (2.69%) and 183.01 kg (5.13%), fodder units – by 170.96 kg (4.79%) and 280.79 kg (7.86%), EFU – by 107.10 MJ (2.89%) and 194.08 MJ (5.23%), digestible protein - by 17.19 kg (4.76%) and 28.38 kg (7.85%). At the same time, the Hereford crossbreeds of the III group had the highest rate of the analyzed parameters. The influence of the genotype of bulls on the live weight at all age periods was pointed. At the end of the research, at the age of 18 months, pure bred bulls of the group I were inferior to crossbreeds of groups II and III in body weight by 28.9 kg (6.11%) and 46.0 kg (9.73%). At the same time, Aberdeen-Angus crossbreeds of group II were inferior to Hereford crossbreeds of group III in live weight at the age of one and a half months by 17.1 kg (3.41%). This is due to a more significant display of the crossbreeding effect in Hereford crossbreeds.

**Keywords:** beef cattle breeding, Kalmyk breed, crossbreeds, bulls, fodders, live weight.

**Введение.** Основной задачей агропромышленного комплекса Российской Федерации является обеспечение населения страны высококачественными продуктами питания, в частности говядиной [1-7]. В связи с этим существенно возрастает роль специализированного мясного скотоводства как источника биологически полноценного мясного сырья [8-11]. Это требует разработки и широкого внедрения в практику животноводства рациональных технологий выращивания и откорма молодняка мясных пород крупного рогатого скота, а также селекционно-племенной работы [12-13]. Кроме того, необходимо расширять ареалы разведения мясного скота в регионах, где для этого имеются необходимые условия. Кроме того, перспективным направлением селекции в товарных хозяйствах региона является межпородное скрещивание.

Наличие в стране обширных площадей естественных пастбищ позволяет разводить мясной скот практически повсемес-

тно. Кроме того, мясное скотоводство позволяет получать высококачественную и биологически полноценную говядину. Поэтому **целью** данного исследования было изучение влияния генотипа чистопородных бычков мясных пород и их помесей I поколения на потребление питательных веществ корма и динамику весового роста. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы при разработке селекционных программ по мясному скотоводству.

**Условия и методы исследования.** В крестьянском (фермерском) хозяйстве «Толочка В.В.» был проведён научно-производственный эксперимент. Из новорождённого молодняка были сформированы три группы бычков из следующих генотипов: I группа – калмыцкая порода, II группа – 1/2 калмыцкая x 1/2 абердин-ангусская, III группа – 1/2 калмыцкая x 1/2 герфордская. Все бычки получены от чистопородных коров не ниже I класса и быков-производителей класса элита. Бычки всех

опытных групп размещались в равных условиях содержания и кормления. С рождения до отъема в возрасте 8 месяцев бычки опытных групп содержались по технологической системе «корова-теленки». То есть, они находились на свободном выпасе и постоянным доступом к коровам-матерям. После отъема их объединяли в группы и содержали на откормочной площадке. Потребление корма, питательных веществ и весового роста у бычков опытных групп измеряли один раз в месяц в течение двух дней подряд. При этом бычков разделили на отдельные группы в зависимости от генотипов. Расход кормов бычками опытных групп определяли на основе разницы в весе назначенного и несъеденного корма.

Возрастную динамику живой массы бычков разных генотипов оценивали путём индивидуального взвешивания молодняка ежемесячно перед утренним кормлением. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с помощью статистического пакета программ Statistica 10.0 (Statsoft Inc., США). Предел значимо-

сти показателей определяли с помощью t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследования.** Нарастивание мясных качеств у откармливаемого молодняка крупного рогатого скота происходит в результате сложного взаимодействия генетических и паратипических факторов. При этом, доминирующим фактором является полноценный, сбалансированный по питательным веществам рацион. При этом концентрация обменной энергии в кг сухого вещества и содержание переваримого протеина в кормовой единице, а также его выход с экю, должны быть на достаточном уровне. Только таким образом генетический потенциал мясной продуктивности может быть реализован полностью. Наши данные и анализ демонстрируют влияние генотипа быка на потребление кормов, питательных веществ и энергии в течение опытного периода выращивания. Более того, помесный молодняк из групп II и III продемонстрировали преимущество по анализируемому признаку (табл. 1).

**Таблица 1** – Потребление кормов, питательных веществ и энергии бычками подопытных групп за период выращивания от рождения до 18 мес.  
(в расчете на одно животное)

| Показатель                                  | Группа  |         |         |
|---|---------|---------|---------|
|   | I       | II      | III     |
| молоко, кг                                  | 1089,2  | 1181,3  | 1207,2  |
| сено разнотравное, кг                       | 1009,5  | 1021,0  | 1035,5  |
| сенаж, кг                                   | 2910,4  | 2998,4  | 3021,0  |
| зеленая масса, кг                           | 1183,1  | 1213,5  | 1292,3  |
| концентраты, кг                             | 1224    | 1224    | 1224    |
| в кормах содержится                         |         |         |         |
| сухого вещества, кг                         | 3567,20 | 3663,14 | 3750,21 |
| кормовых единиц, кг                         | 3570,44 | 3741,40 | 3851,23 |
| обменной энергии, МДЖ                       | 37098,9 | 38169,9 | 39039,7 |
| ЭКЕ   | 3709,89 | 3816,99 | 3903,97 |
| переваримого протеина, кг                   | 361,44  | 378,63  | 389,82  |
| концентрация ОЭ в 1 кг сухого вещества, МДж | 10,40   | 10,42   | 10,41   |
| приходится переваримого протеина            |         |         |         |
| в 1 корм. ед., г                            | 101,23  | 101,20  | 101,22  |
| на 1 ЭКЕ                                    | 97,43   | 99,20   | 99,85   |

Так, чистопородные бычки I группы уступали своим помесным сверстникам II и III групп по потреблению молока на 12,1

(8,46%) и 118,0 кг (10,83%) соответственно, сена – на 12,0 (1,19%) и 26,0 кг (2,58%), сенажа – на 88,0 (3,02%) и 116,6 кг

(3,80%), зеленой массы – на 30,4 (2,57%) и 109,2 (9,23%), сухих веществ – на 95,94 (2,69%) и 183,01 кг (5,13%), кормовых единиц – на 170,96 (4,79%) и 280,79 кг (7,86%), ЭФУ – на 107,10 (2,89%) и 194,08 МДж (5,23%), переваримого протеина – на 17,19 (4,76%) и 28,38 кг (7,85%)[6]. При этом четко выявлено, что по потреблению кормов, питательных веществ и энергии лидирующие позиции занимали помесные бычки герефордской породы III группы. Достаточно отметить, что в период выращивания они превосходили помесных животных абердин-ангусской породы II группы по потреблению сухого вещества на 87,07 кг (2,38%), кормовых единиц – на

109,83 кг (2,94%), эквивалентной энергии – на 86,98 МДж (2,28%), переваримого протеина – на 11,19 кг (2,96%)[6].

Однако межгрупповых различий по потреблению бычками концентрированных кормов, концентрации обменной энергии в 1 кг сухого вещества и содержанию переваримого протеина в 1 кормовой единице не отмечено.

Установлено, что различия в генетическом потенциале, неравномерное потребление кормов, питательных веществ и энергии обусловили разную живую массу быков опытных групп во всех возрастных группах (табл. 2).

**Таблица 2** – Возрастная динамика живой массы бычков подопытных групп, кг

| Возраст,<br>мес | Группа     |      |            |      |            |      |
|-----------------|------------|------|------------|------|------------|------|
|                 | I          |      | II         |      | III        |      |
|                 | показатель |      |            |      |            |      |
|                 | X±Sx       | Cv   | X±Sx       | Cv   | X±Sx       | Cv   |
| новорожденные   | 22,3±0,29  | 1,33 | 24,5±0,35  | 1,40 | 25,6±0,42  | 1,51 |
| 8               | 218,6±2,43 | 2,11 | 228,5±2,57 | 2,23 | 235,1±2,62 | 2,30 |
| 12              | 321,8±2,97 | 2,84 | 340,0±3,05 | 2,46 | 350,3±3,43 | 2,57 |
| 15              | 397,6±3,48 | 3,57 | 421,9±4,10 | 3,88 | 435,6±4,89 | 4,05 |
| 18              | 473,0±5,22 | 4,12 | 501,9±6,24 | 4,59 | 519,0±6,73 | 5,10 |

При этом чистопородные бычки I группы по всем периодом выращивания уступали помесным сверстникам II и III групп по весовому росту. Причём преимущество помесей II и III групп над чистопородными бычками I группы по живой массе проявлялось уже у новорождённого молодняка и составляло 2,2 (9,87%,  $P < 0,05$ ) и 3,3 кг (14,80%,  $P < 0,01$ ) соответственно.

Аналогичные межгрупповые различия наблюдались и в последующих возрастных периодах. Так, чистопородные бычки калмыцкой породы I группы при отъеме от коров в 8-месячном возрасте уступали помесным быкам абердин-ангусской и герефордской пород II и III групп по анализируемому показателю на 9,9 (4,53%,  $P < 0,01$ ) и 18,5 кг (8,46%,  $P < 0,001$ ), в годовалом возрасте – на 18,2 (5,66%,  $P < 0,001$ ) и 28,5 кг (8,86%,  $P < 0,001$ ), в 15-месячном возрасте – на 24,3 (6,11%,  $P < 0,001$ ) и 38,0 кг (9,56%,  $P < 0,001$ ), в 18-месячном возрасте – на 28,9 (6,11%,

$P < 0,001$ ) и 46,0 кг (9,73%,  $P < 0,001$ ) [1].

Преимущество помесей II и III групп над чистопородными сверстниками I группы по живой массе обусловлено эффектом гетерозиса в результате промышленного скрещивания. Причём степень скрещивания у помесей герефордской породы III группы была выше, чем у помесей абердин-ангусской породы II группы. В результате помеси III группы превосходили помесных сверстников II группы по живой массе во все возрастные периоды. При рождении это преимущество III группы составляло 1,1 кг (4,49%,  $P < 0,05$ ), в 8 месяцев – 6,6 кг (2,89%,  $P < 0,05$ ), в 12 месяцев – 10,3 кг (3,03%,  $P < 0,01$ ), в 15 месяцев – 13,7 кг (3,25%,  $P < 0,001$ ), в 18 месяцев – 17,1 кг (3,41%,  $P < 0,001$ ) [1].

**Заключение.** Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о влиянии генотипа бычков на потребление кормов, питательных веществ, энергии и живую массу. Причём, в связи с более

выраженным проявлением эффекта гетерозиса помеси герефордской породы занимали лидирующее положение по всем показателям, тогда как чистопородные

калмыцкие бычки имели минимальный уровень, а помеси абердин-ангусской породы занимали промежуточное положение.

#### Список источников

1. Гармаев Д.Ц., Толочка В.В., Косилов В.И. Особенности весового роста бычков специализированных мясных пород в условиях Приморского края // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2021. № 3(64). С. 23-29. DOI: 10.34655/bgsha.2021.64.3.003. EDN: UNJKPX
2. Батанов С.Д., Корепанова Л.В. Формирование мясной продуктивности у черно-пестрых бычков и помесей второго поколения с герефордской породой // Зоотехния. 2013. № 8. С. 20. EDN: RCLXFL
3. Отаров А.И. Хозяйственно-биологические особенности помесей абердин-ангусского и калмыцкого скота в условиях Кабардино-Балкарии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 5 (115). С. 244-249. DOI: 10.37670/2073-0853-2025-115-5-244-248. EDN: UGQAUV
4. Продуктивные качества молодняка мандалонгской породы / С.В. Карамаев, Х.С. Матару, Х.З. Валитов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 19-22. EDN: XXIAPZ
5. Формирование мясной продуктивности бычков абердин-ангусской породы при различной длительности производственного цикла / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, Д.Р. Смакуев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 4 (40). С. 60-65. EDN: JWLPJK
6. Никулина Н.П., Гармаев Д.Ц., Косилов В.И. Эффективность выращивания бычков симментальской породы и ее помесей с красным степным и черно-пестрым скотом при стойловом содержании и нагуле // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 3 (60). С. 68-74. DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.010. EDN: VKFFNT
7. Морфологический и сортовой состав туши чистопородного и помесного молодняка, полученного при скрещивании чёрно-пёстрого скота с голштинами, симменталами и лимузинами разной доли кровности / Е.А. Никонова, М.Г. Лукина, Н.М. Губайдуллин [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1(87). С. 233-239. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-233-239. EDN: YUPASO
8. Эффективность использования адаптогенов различного происхождения на мясную продуктивность крупного рогатого скота / И.М. Хабибуллин, И.В. Миронова, Р.М. Хабибуллин [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 94-102. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102. EDN: DBMDSP
9. Испытание и отбор бычков по собственной продуктивности как метод повышения генетического потенциала продуктивности животных / Е.Г. Насамбаев, К.К. Бозымов, С.К. Аbugалиев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 1(111). С. 231-239. EDN: OYOYQG
10. Мясная продуктивность молодняка различных генотипов чистопородного мясного скота лимузинской породы, разводимого на территории Республики Башкортостан / Н.Р. Субханкулов, Т.А. Седых, Р.С. Гизатуллин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 2. С. 45-50. DOI: 10.53859/02352451\_2023\_37\_2\_45. EDN: WWCSWT
11. Салихов А.Р., Седых Т.А. Хозяйственно-биологические особенности герефордской породы австралийской селекции при чистопородном разведении в условиях Южного Урала // Фундаментальные исследования. 2013. № 4-5. С. 1161-1163. EDN: PXMLFD
12. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Anhalt E.M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012131. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012131. EDN: UEDGCH
13. Genetic aspects for meat quality of purebred and crossbred bull-calves. T.S. Kubatbekov, Y.A. Yuldashbaev, H.A. Amerhanov et al. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2020. T. 8. № S3. С. 38-42. DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42. EDN: QCWEPV

#### Reference

1. Garmaev D.Ts., Tolochka V.V., Kosilov V.I. Peculiarities of weight growth of steers of specialized meat breeds in Primorsky Krai. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov*. 2021;3(64):23-29 (In Russ.). DOI: 10.34655/bgsha.2021.64.3.003
2. Batanov S.D., Korepanova L.V. Formation of meat productivity in black-and-white bulls-calves and crossbreeds of the second generation with Hereford. *Zootechniya*. 2013;8:20 (In Russ.)
3. Otarov A.I. Economic and biological characteristics of crossbreeds of Aberdeen-Angus and Kalmyk cattle in the conditions of Kabardino-Balkaria. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2025;5(115):244-249 (In Russ.). DOI: 10.37670/2073-0853-2025-115-5-244-248

4. Karamaev S.V., Mataru H.S., Valitov H.Z. et al. Productive qualities of young animals of the Mandalong breed. *Dairy and beef cattle breeding*. 2017;1:19-22 (In Russ.)
5. Shevkhezhev A.F., Pogodaev V.A., Smakuev D.R. [et al.]. Formation of meat productivity in bull-calves of Aberdin-Anguss breed at different duration of the production cycle. *Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva*. 2018;4(40):60-65 (In Russ.)
6. Nikulina N.P., Garmaev D.Ts., Kosilov V.I. Efficiency of growing Simmental bulls and their crosses with Red Steppe and Black-and-White cattle under stall housing and fattening. *Vestnik of the Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov*. 2020;3(60):68-74 (In Russ.). DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.010.
7. Nikonova E.A., Lukina M.G., Gubaydullin N.M. et al. Morphological and varietal composition of the carcass of purebred and crossbred young animals obtained by crossing Black-and-White cattle with Holsteins, Simmentals, and Limousins of different bloodlines *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;1(87):233-239 (In Russ.). DOI: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-233-239
8. Khabibullin I.M., Mironova I.V., Khabibullin R.M. et al. Efficiency of use of adaptogens of different origins on meat productivity of cattle. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2022;4:94-102 (In Russ.). DOI: 10.26897/0021-342X-2022-4-94-102
9. Nasambaev E.G., Bozymov K.K., Abugaliev S. K. et al. Testing and selection of bulls for their own productivity as a method for increasing the genetic potential of animal productivity. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2025; 1(111):231-239 (In Russ.)
10. Subkhankulov N.R., Sedykh T.A., Gizatullin R.S. et al. Meat productivity of young animals of different genotypes of purebred Limousin beef cattle bred in the Republic of Bashkortostan. *Achievements of science and technology in the agro-industrial complex*. 2023; Vol.37, No2:45-50 (In Russ.). DOI: 10.53859/02352451\_2023\_37\_2\_45.
11. Salikhov A.R., Sedykh T.A. Economic and biological characteristics of the Hereford breed of Australian selection during purebred breeding in the conditions of the Southern Urals. *Fundamental research*. 2013;4-5:1161-1163 (In Russ.)
12. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Anhalt E.M. The influence of the genotype of gobies on the quality of meat products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Omsk City, Western Siberia, July 04–05, 2020. Omsk City, Western Siberia, 2021. P. 012131. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012131
13. Kubatbekov T.S., Yuldashbaev Y.A., Amerhanov H.A. et al. Genetic aspects for meat quality of purebred and crossbred bull-calves. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2020;Vol.8.NoS3:38-42. DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.s3.38.42

#### **Информация об авторах**

**Дылгыр Цыдыпович Гармаев** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии и технологии производства продукции животноводства, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, dylgyr56@mail.ru;

**Владимир Иванович Косилов** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Оренбургский государственный аграрный университет, kosilov\_vi@mail.ru;

**Василий Васильевич Толочка** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Приморский государственный аграрно-технологический университет, zolotodol@mail.ru;

**Ильмира Агзамовна Рахимжанова** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой «Электротехнологии и электрооборудование», Оренбургский государственный аграрный университет, kaf36@orensau.ru.

#### **Information about the authors**

**Dylgyr Ts.Garmayev** – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Technology of Production, Processing and Standardization of Agricultural Products, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, dylgyr56@mail.ru;

**Vladimir I. Kosilov** – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Technology of Production and Processing of Livestock Products, Orenburg State Agrarian University, kosilov\_vi@mail.ru;

**Vasily V. Tolochka** – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Primorsky State Agrarian and Technological University, zolotodol@mail.ru;

**Ilmira A. Rakhimzhanova** – Doctor of Science (Agriculture), Associate Professor, Head of the Chair of Electrical Technology and Equipment, Orenburg State Agrarian University, kaf36@orensau.ru.

Статья поступила в редакцию 08.07.2025; одобрена после рецензирования 04.09.2025; принята к публикации 09.09.2025.

The article was submitted 08.07.2025; approved after reviewing 04.09.2025; accepted for publication 09.09.2025.