

Научная статья

УДК 620.95

DOI: 10.55196/2411-3492-2025-4-50-118-125

Использование малых горных водотоков для электроснабжения животноводов Кыргызстана

Назгул Ысмановна Темирбаева¹, Максат Сагынаалиевич Нарымбетов²,
Жанарбек Ысманович Осмонов^{✉3}, Чынаркуль Тентимишовна Уметалиева⁴,
Ширин Абдушамаевна Абдурахманова⁵, Эрик Мунайтбасович Мамбетов⁶

^{1,3,4}Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, проспект
Ч. Айтматова, 66, Бишкек, Кыргызская Республика, 720044

²Кыргызский национальный аграрный университет имени К. И. Скрябина, улица Медерова, 68,
Бишкек, Кыргызская Республика, 720005

^{5,6}Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б. Н. Ельцина, улица Киевская, 44,
Бишкек, Кыргызская Республика, 720000

¹kissia2009@mail.ru

²maks_875@mail.ru

^{✉3}janaros01026@gmail.com

⁴chynara.umetalieva@mail.ru

⁵abdushirin70@gmail.com

⁶mmerik7887@mail.ru

Аннотация. Авторы провели анализ использования энергии малых водотоков Кыргызстана для автономного электроснабжения животноводов в пастбищный период. Природно-климатические условия республики позволяют организовать передвижные микро ГЭС. В настоящее время в связи с непрерывным ростом энергозатрат и повышением стоимости топлива все большее внимание уделяется возобновляющимся источникам энергии. Территории размещения животноводов на пастбищах и малые водотоки, которые могут быть использованы для их энергоснабжения, составляют более 75% от общей площади сельхозугодий и размещены равномерно. Данный период (с июня по август) совпадает со стабильным температурным режимом, когда происходит интенсивное таяние ледников и наступает установившийся режим водотоков по расходу воды. Электроснабжение ограничивается высокими экономическими затратами, сезонным использованием сетей, рассредоточенностью потребителей на значительной территории. Для проведения исследований проведен анализ водной нагрузки в высокогорных районах для обоснования использования передвижной микро ГЭС. Как показали исследования, животноводы на пастбищах как автономные потребители электроэнергии имеют потребную мощность в работе технологического оборудования и бытовой техники в пределах 15–20 кВт. Отсюда следует, что микро ГЭС мощностью до 25 кВт с учетом максимальной потребляемой мощности и пусковых токов электродвигателей вполне может обеспечить электроснабжение среднестатистического фермерского хозяйства в Кыргызстане в пастбищный период. Использование возобновляющихся источников энергии в сельскохозяйственном производстве горной зоны Кыргызстана будет способствовать не только получению дополнительной продукции сельского хозяйства и снижению ее себестоимости, но и улучшению бытовых условий животноводов.

Ключевые слова: малые водотоки, микро ГЭС, пастбищный период, электроснабжение, автономные потребители, технологическое оборудование, бытовая техника

Для цитирования: Темирбаева Н. Ы., Нарымбетов М. С., Осмонов Ж. Ы., Уметалиева Ч. Т., Абдурахманова Ш. А., Мамбетов Э. М. Использование малых горных водотоков для электроснабжения животноводов Кыргызстана // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 4(50). С. 118–125. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-4-50-118-125

Original article

The use of small mountain streams for electricity supply to livestock farmers in Kyrgyzstan

Nazgul Y. Temirbaeva¹, Maksat S. Narymbetov², Zhanarbek Y. Osmonov^{✉3},
Chynarkul T. Umetalieva⁴, Shirin A. Abdurakhmanova⁵, Eric M. Mambetov⁶

^{1,3,4}Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, 66 Ch. Aitmatov Avenue, Bishkek, Kyrgyz Republic, 720044

²Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin, 68 Mederova Street, Bishkek, Kyrgyz Republic, 720005

^{5,6}Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, 44 Kyiv Street, Bishkek, Kyrgyz Republic, 720000

¹kissia2009@mail.ru

²maks_875@mail.ru

^{✉3}janaros01026@gmail.com

⁴chynara.umetalieva@mail.ru

⁵abdushirin70@gmail.com

⁶mmerik7887@mail.ru

Abstract. The authors conducted an analysis of the use of energy from small watercourses in Kyrgyzstan for autonomous power supply to livestock farmers during the grazing period, especially since the natural and climatic conditions of the republic are able to provide this. Currently, due to the continuous increase in energy consumption and the rising cost of fuel, more and more attention is being paid to renewable energy sources. The territories where livestock farmers are located on pastures and small watercourses that can be used for their energy supply account for more than 75% of the total area of farmland and are evenly distributed. This period from June to August coincides with a stable temperature regime, when glaciers are intensively melting and the established regime of watercourses for water consumption begins. Electricity supply is limited by high economic costs, seasonal use of networks, and the dispersion of consumers over a large area. To conduct the research, an analysis of the water load in high-altitude areas was carried out to justify the use of a mobile microelectric power station. Studies have shown that cattle breeders on pastures, as autonomous consumers of electricity, have the required power in the operation of technological equipment and household appliances in the range of 15–20 kW. It follows that a micro-hydroelectric power plant with a capacity of up to 25 kW, taking into account the maximum power consumption and starting currents of electric motors, may well provide electricity to the average Kyrgyz farm during the grazing period. The use of renewable energy sources in agricultural production in the mountainous zone of Kyrgyzstan will contribute not only to obtaining additional agricultural products and reducing their cost, but also to improving the living conditions of livestock breeders.

Keywords: small watercourses, micro hydroelectric power plants, pasture period, electricity supply, autonomous consumers, technological equipment, household appliances

For citation: Temirbaeva N.Y., Narymbetov M.S., Osmonov Zh.Y., Umetalieva Ch.T., Abdurakhmanova Sh.A., Mambetov E.M. The use of small mountain streams for electricity supply to livestock farmers in Kyrgyzstan. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;4(50):118–125. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-4-50-118-125

Введение. Кыргызстан – аграрная республика. Природно-климатические условия республики и вековые традиции народа способствуют развитию животноводства. В республике естественные горные пастбища занимают более 83% сельхозугодий, или 9,6 млн га площади. Доля животноводства в структуре

валовой продукции сельского хозяйства составляет 48%, что является весомым фактором в обеспечении продовольственной безопасности республики. Территории размещения животноводов на пастбищах и малые водотоки, которые могут быть использованы для их энергоснабжения, составляют более

75% от общей площади сельхозугодий и территориально размещены равномерно.

В условиях Кыргызстана, где более 90% территории занимают горные регионы, одним из привлекательных и перспективных является использование энергии малых горных водотоков, с которых стекают десятки сотен малых рек, с суммарным объемом около 50 км^3 в год [1, 2]. Если учесть интенсивность потребления традиционных видов топлива, приводящих к снижению их запасов и ухудшению экологической ситуации, использование энергии малых горных водотоков актуально и отвечает требованиям энергоресурсосбережения. Имеется множество автономных потребителей-животноводов, не подключенных к централизованной системе энергообеспечения ввиду ее нерентабельности [3, 4]. В труднодоступных районах, где преимущественно развито животноводство, могут быть эффективно использованы микро ГЭС упрощенной конструкции, простые в обслуживании и эксплуатации. Для использования микро ГЭС необходимо оценить запасы горных

водотоков, изучить рельеф местности, гидрологические параметры водотока и выбрать тип микро ГЭС. Для нашей республики при выборе микро ГЭС важную роль играет напор и расход малых водотоков, т. е. микро ГЭС должна работать от небольшого напора при малом расходе воды. В этом плане наиболее применимыми считаются микро ГЭС с двукратными турбинами и асинхронными генераторами с самовозбуждением [5]. Необходимая мощность зависит от наличия и видов технологического оборудования и бытовой техники у животноводов, их потребляемой мощности и режимов работы.

Цель исследования – разработка установки для автономного электроснабжения животноводов в пастбищный период с использованием энергии малых водотоков Кыргызстана.

Материалы, методы и объекты исследования. Данные расхода воды 49 малых водотоков Кыргызстана со средними расходами от 1,0 до $13,0 \text{ м}^3/\text{с}$ позволили составить вариационный ряд (табл. 1) и кривую распределения средних расходов воды (рис. 1).

Таблица 1. Вариационный ряд по среднему расходу воды малых водотоков Кыргызстана
Table 1. Variation series for the average water consumption of small watercourses in Kyrgyzstan

| № разряда | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | N |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|---------|----|
| Границы разряда $B_{i-1}-B_i$ | 1–2 | 2,1–4 | 4,1–6 | 6,1–8 | 8,1–10 | 10,1–12 | |
| Среднее разряда, B_{cp} | 1,5 | 3,05 | 5,05 | 7,05 | 9,05 | 11,05 | |
| Численность разряда, m_i | 20 | 19 | 4 | 2 | 1 | 3 | 49 |
| Частота $P_i = \frac{m_i}{N}$ | 0,408 | 0,383 | 0,082 | 0,041 | 0,02 | 0,061 | |
| $\bar{B} = \sum_1^6 B_{cp} \cdot P_i = 3,363 \text{ м}^3/\text{с}$ $\delta = \sqrt{D} = 2,54 \text{ м}^3/\text{с}$ | | | | | | | |

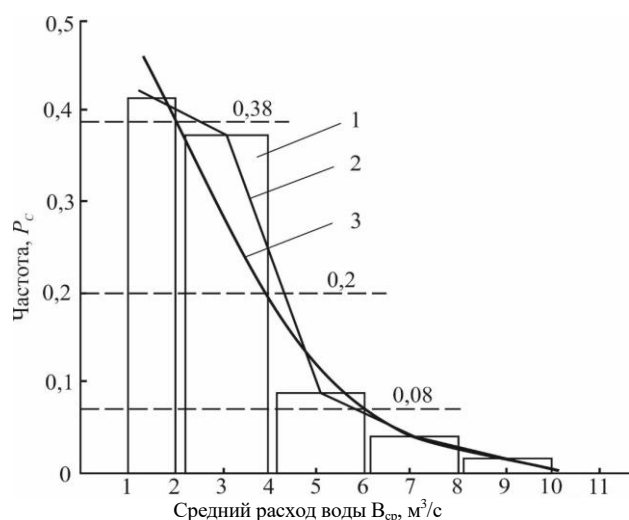


Рисунок 1. Полигон (1), гистограмма (2) и кривая распределения (3) среднего расхода воды малых водотоков
Figure 1. Polygon (1), histogram (2) and distribution curve (3) of the average water flow rate of small watercourses

С помощью формулы Лагранжа [6] и характерных точек на кривой распределения (табл. 2) определены коэффициенты аппроксимации для данных точек.

Таблица 2. Характерные точки на кривой распределения
Table 2. Characteristic points in the distribution curve

| I | 1 | 2 | 3 |
|-------|------|-----|------|
| X_i | 2 | 4 | 6 |
| Y_i | 0,38 | 0,2 | 0,08 |

Расчёт коэффициентов аппроксимации для характерных точек:

$$L_1^{(3)}(x)y_1 = \frac{(x-4)(x-6)}{(2-4)(2-6)} \cdot 0,38 =$$

$$= 0,0475 \cdot x^2 - 0,475 \cdot x + 1,14;$$

$$L_2^{(3)}(x)y_2 = \frac{(x-2)(x-6)}{(4-2)(4-6)} \cdot 0,2 =$$

$$= -0,05 \cdot x^2 + 0,4 \cdot x - 0,6;$$

$$L_3^{(3)}(x)y_3 = \frac{(x-2)(x-4)}{(6-2)(6-4)} \cdot 0,08 =$$

$$= 0,01 \cdot x^2 - 0,06 \cdot x - 0,08.$$

Результирующее уравнение:

$$Y = 0,0075 \cdot x^2 - 0,135 \cdot x + 0,62 =$$

$$= 0,62 \left(1 - \frac{0,135}{0,62} \cdot x + \dots \right) =$$

$$= 0,62(1 - 0,217 \cdot x + \dots).$$

Проверка: при $x = 4$, $Y_{cp} = 0,0075 \cdot 4^2 - 0,135 \cdot 4 + 0,62 = 0,2 = 0,2$.

Таким образом, для описания кривой распределения среднего расхода воды малых водотоков Кыргызстана выбрано эмпирическое уравнение вида:

$$f(Q_{cp}) = 0,62 \cdot e^{-0,217 Q_{cp}}. \quad (1)$$

Уравнение (1) показывает, что интервалы среднего расхода воды между малыми водотоками Кыргызстана подчиняются показательному закону распределения с математическим ожиданием $3,363 \text{ м}^3/\text{с}$ и среднеквадратическим отклонением $2,54 \text{ м}^3/\text{с}$.

Расчетная электрическая мощность микро ГЭС на максимальный средний расход воды ($Q_{cp}^{\max} = 3,363 + 2,54 \text{ м}^3/\text{с}$) составляет:

$$P^{\max} = Q_{cp}^{\max} \cdot H \cdot g \cdot \mu = 5903 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 0,7 = 81071,8 (\text{Вт}) = 81,07 (\text{кВт}). \quad (2)$$

Расчетная электрическая мощность микро ГЭС на минимальный средний расход воды ($Q_{cp}^{\min} = 3,363 - 2,54 \text{ м}^3/\text{с}$) составляет:

$$P^{\min} = 823 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 0,7 = 11,3 (\text{кВт}),$$

где

P^{\max} , P^{\min} – максимальная и минимальная электрическая мощность вырабатываемая микро ГЭС, соответственно, кВт;

H – напор, м;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

μ – КПД микро ГЭС.

Результаты исследования. Хронометражный анализ потребления электрической энергии фермерскими хозяйствами в Кыргызстане (в количестве 140) в пастбищный период позволил определить среднестатистические показатели потребления электрической энергии технологическим оборудованием и бытовой техникой (табл. 3).

Суточный график электрической нагрузки фермерского хозяйства показан на рисунке 2.

Потребляемая мощность P_n электродвигателей определена по формуле:

$$P_n = \frac{P_y \cdot k_3}{i \cdot \cos \varphi}, \quad (3)$$

где

P_y – установленная мощность электродвигателя, кВт;

k_3 – коэффициент загрузки рабочей машины;

i – КПД электродвигателя;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Потребляемая мощность электроприборов (бытовые потребители) при их полной нагрузке равна установленной мощности.

Анализ суточного графика электрической нагрузки осуществлен по методу коэффициента одновременности K_0 . При этом расчетная нагрузка однородных потребителей определена по следующей зависимости.

$$P = K_0 \cdot \sum_{i=1}^n P_i, \quad (4)$$

где $\sum_{i=1}^n P_i$ – суммарная мощность однородных потребителей, кВт.

Для исследуемого фермерского хозяйства $P = 0,85 \cdot 18 = 15,3 \text{ кВт}$ (где $K_0 = 0,85$ [7]).

Таким образом, максимальная потребность фермерского хозяйства в электроэнергии в пастбищный период составляет $P_{\max} = P + P_{\text{доб}} = 15,3 + 3 = 18,3 \text{ кВт}$ (где $P_{\text{доб}}$ – добавка к меньшей слагаемой нагрузке, $P_{\text{доб}} = 3 \text{ кВт}$ [7]).

Таблица 3. Потребление электрической энергии в среднестатистическом фермерском хозяйстве
Кыргыстана в пастбищный период

Table 3. Electric energy consumption in the average Kyrgyz farm during the grazing period

| Наименование работ | Тип электрооборудования | Мощность электродвигателей и других электроприборов, кВт | Потребляемая мощность, $P_{\text{п}}$, кВт | Длительность работы | |
|--------------------------------------|-------------------------|--|---|---------------------|---------------------------|
| | | | | за сутки, час | за пастбищный период, дни |
| Доеение коров | АДМ-8 | 9,1 | 11,74 | 2,1–2,5 | 85 |
| Стрижка овец | МСУ-200, Патент КГ №168 | 0,5-6 | 7,31 | 3,3–3,5 | 7 |
| Прессования шерсти | ПГШ-1Б | 7,5 | 10,84 | 2,1–2,2 | 7 |
| Доеение кобыл | ДАС-2Б | 3,0 | 4,76 | 3,3–3,4 | 85 |
| Приготовление кумыса | Патент КГ №166 | 1,0 | 1,25 | 4,3–4,5 | 85 |
| Освещение животноводческих помещений | | 3,2 (суммарная мощность) | 3,2 | 3,7–4,3 | 85 |
| Бытовое потребление электроэнергии | Электрочайник | 1,2–2,2 | 2,2 | 1,7–1,9 | 85 |
| | Электроплита | 2,0–3,0 | 3,0 | 1,5–1,7 | |
| | Стиральная машина | 0,85–1,05 | 1,05 | 1,3–1,4 | |
| | Холодильник | 0,7–0,9 | 0,9 | 5,0–5,1 | |
| | Утюг | 1,0–1,5 | 1,5 | 0,3–0,4 | |
| | Пылесос | 1,1–2,3 | 2,3 | 0,2–0,25 | |
| | Телевизор | 0,2–0,25 | 0,25 | 4,0–5,0 | |
| | Лампы накаливания | 0,06-3 | 0,18 | 5,9–7,0 | |
| | и светодиодные лампы | 0,01-11 | 0,11 | 8,1–9,2 | |

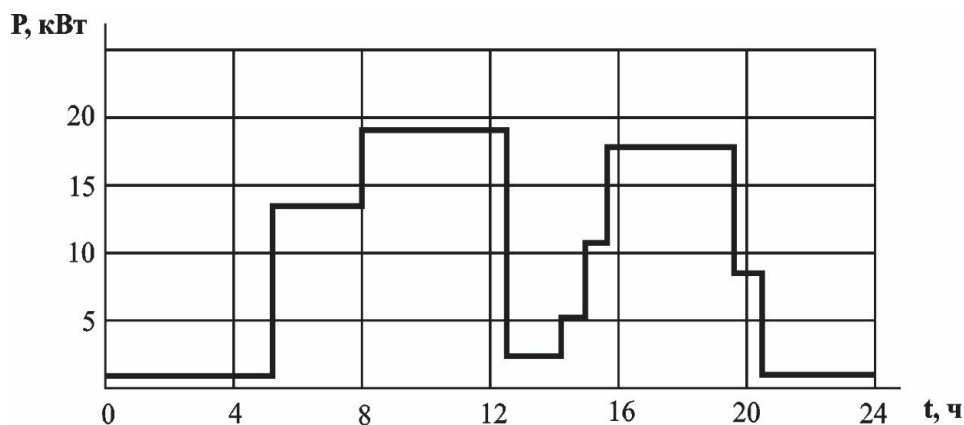


Рисунок 2. Суточный график электрической нагрузки в фермерском хозяйстве
(пастбищный период)

Figure 2. Daily schedule of electrical load in a farm
(pasture period)

В электроснабжении фермерских хозяйств с помощью микро ГЭС важное значение имеют меры по снижению потерь электроэнергии

и ее рациональное использование. Расположение микро ГЭС поближе к потребителю уменьшает протяженность линии электропе-

редач, затраты на монтаж, обслуживание и потери электроэнергии. Кроме организационных мероприятий, необходимы технические мероприятия – установка в сетях статических конденсаторов и батарей с автоматическим регулированием мощности. Мощность конденсаторных батарей должна быть выбрана таким образом, чтобы в течение часа, когда реактивная нагрузка максимальная, коэффициент мощности $\cos \varphi$ потребителей составлял не менее 0,95, а коэффициент реактивной мощности $\tan \varphi$ не превышал 0,33 [8].

Как видно, в фермерском хозяйстве в пастбищный период максимальная потребность электроэнергии при одновременном использовании технологического оборудования и бытовых приборов не превышает 20 кВт. В этом случае можно выбрать микро ГЭС мощностью до 30 кВт с учетом пускового тока.

С учетом указанных факторов для фермеров Кыргызстана рекомендуем низконапорный микро ГЭС ($H \leq 2$ м) мощностью до 25 кВт на основе двукратной турбины с асин-

хронным генератором с самовозбуждением с использованием инвертора напряжения сети [9]. Использование инвертора напряжения сети (ИНС) вместо балластной нагрузки снижает стоимость и обслуживание микро ГЭС, обеспечивает стабилизацию выходных параметров электроэнергии, что является важным фактором для автономных однофазных потребителей.

Выводы. Интервалы среднего расхода воды между малыми водотоками Кыргызстана подчиняются показательному закону распределения с математическим ожиданием $3,363 \text{ м}^3/\text{с}$ и среднеквадратическим отклонением $2,54 \text{ м}^3/\text{с}$.

Максимальная потребность среднестатистического фермерского хозяйства Кыргызстана в электроэнергии в пастбищный период не превышает 20 кВт. Рекомендуется низконапорный микро ГЭС ($H \leq 2$ м) мощностью 25 кВт на основе двукратной турбины с асинхронным генератором с самовозбуждением с использованием инвертора напряжения сети.

Список литературы

1. Жабудаев Т. Ж. Оценка энергоресурсов мелких горных водотоков для строительства микро ГЭС // Вестник Алматинского института энергетики и связи. 2009. № 2. С. 29–35.
2. Темирбаева Н. Ы. Использование микро ГЭС для энергоснабжения фермерских хозяйств // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. 2012. № 1(28). С. 309–317.
3. Фиашев А. Г., Хамоков М. М., Кильчукова О. Х. Проблемы энергообеспечения предприятий КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 63–68. EDN: OMGCKJ
4. Передвижные энергетические установки в отгонном животноводстве / Б. А. Фиашев, А. Г. Фиашев, О. Х. Кильчукова, А. Б. Барагунов, Т. Х. Пазова, В. Б. Дзуганов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2025. Т. 72. № 1. С. 117–124. DOI: 10.22314/2658-4859-2025-72-1-117-124. EDN: REJKWX
5. Жабудаев Т. Ж. Анализ и обоснование выбора типа гидротурбины для микро ГЭС // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. 2013. № 1. С. 29–32. EDN: WZSKBN
6. Бахвалов Н. С., Панасенко Г. В. Осреднение процессов в периодических средах: математические задачи механики композиционных материалов. Москва: Наука, 1984. 352 с.
7. Наумов И. В. Снижение потерь и повышение качества электрической энергии в сельских распределительных сетях 0,38 кВ с помощью симметрирующих устройств: дис. ... докт. техн. наук. Иркутск, 2002. 387 с.
8. Железко Ю. С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. Москва: Энергоатомиздат, 1989. 176 с.
9. Патент №187 Кыргызская Республика, МКП НО2У/26. Устройство для автоматического переключения однофазных потребителей / Х. Т. Касмамбетов, Б. И. Сариев, М. А. Суеркулов, З. Э. Абдиева; № 2014004.2; заявл. 27.06.2014; опубл. 31.07.2015, Бюл. № 7(196). 15 с.

References

1. Zhabudaev T.Zh. Ocenka e`nergoresursov melkix gorny`x vodotokov dlya stroitel`stva mikro GE`S. Vestnik Almatinskogo instituta e`nergetiki i svyazi. 2009;(2):29–35.

2. Temirbaeva N.Y'. Ispol'zovanie mikro GE'S dlya ènergosnabzheniya fermerskix xozyajstv. *Vestnik Kyrgyzskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skryabina*. 2012;1(28):309–317.
3. Fiapshev A.G., Xamokov M.M., Kilchukova O.Kh. Problems of energy support of the enterprises of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):63–68. (In Russ.). EDN: OMGCKJ
4. Fiapshev B.A., Fiapshev A.G., Kil'chukova O.X., Baragunov A.B., Pazova T.X., Dzuganov V.B. Mobile power plants in animal husbandry. *Electrical technology and equipment in the agro-industrial complex*. 2025;72(1):117–124. (In Russ.). DOI: 10.22314/2658-4859-2025-72-1-117-124. EDN: REJKWX
5. Zhabudaev T.Zh. Analiz i obosnovanie vy'bora tipa gidroturbiny dlya mikro GE'S. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Kyrgyzskoj Respubliki*. 2013;(1):29–32. (In Russ.). EDN: WZSKBN
6. Bakhvalov N.S., Panasenkov G.V. *Osrednenie processov v periodicheskikh sredah: matematicheskie zadachi mekhaniki kompozitsionnykh materialov* [Averaging of processes in periodic media: mathematical problems of the mechanics of composite materials]. Moscow: Nauka, 1984. 352 p. (In Russ.)
7. Naumov I.V. *Snizhenie poter' i povyshenie kachestva elektricheskoy energii v sel'skikh raspredelitel'nykh setyakh 0,38 kV s pomoshch'yu simmetriziruyushchih ustroystv: dis. ... dokt. tekhn. nauk* [Reducing losses and improving the quality of electrical energy in rural 0.38 kV distribution networks using baluns: diss. ... Doctor of Engineering Sciences]. Irkutsk. 2002. 387 p. (In Russ.).
8. Zhelezko Yu.S. *Vybor meropriyatij po snizheniyu poter' elektroenergii v elektricheskikh setyakh: Rukovodstvo dlya prakticheskikh raschetov* [Selection of measures to reduce electricity losses in electrical networks: Guide for practical calculations]. Moscow: Energoatomizdat, 1989. 176 p. (In Russ.)
9. Patent № 187 Kyrgyzskaya Respublika, MKP NO2U/26. Ustroystvo dlya avtomaticheskogo pereklyucheniya odnofaznykh potrebitel'ey. Kh.T. Kasmambetov, B.I. Sariev, M.A. Suerkulov, Z.E. Abdiev; № 2014004.2; zayavl. 27.06.2014; opubl. 31.07.2015, Byul. № 7(196). 15 p.

Сведения об авторах

Темирбаева Назгуль Ысмановна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Нарымбетов Максат Сагынаалиевич – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», Кыргызский национальный аграрный университет им. К. И. Скрябина

Осмонов Жанарбек Ысманович – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Информационные системы в экономике», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Уметалиева Чынаркуль Тентимишовна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

Абдурахманова Ширин Абдушамаевна – аспирант кафедры «Экология и защита в чрезвычайных ситуациях», Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б. И. Ельцина

Мамбетов Эрик Мунайтбасович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Экология и защита в чрезвычайных ситуациях», Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б. И. Ельцина.

Information about the authors

Nazgul Y. Temirbaeva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of "Information systems in economics", Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

Maksat S. Narymbetov – Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor, Department of "Electrification and Automation of Agriculture", Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin Bishkek

Zhanarbek Y. Osmonov – Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor, Department of Information systems in economics, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

Chynarkul T. Umetalieva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Department of "Information systems in economics", Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov

Shirin A. Abdurakhmanova – Postgraduate student at the Department of "Ecology and Protection in Emergency Situations", Kyrgyz–Russian Slavic University named after B.I. Yeltsin

Eric M. Mambetov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of "Ecology and Protection in Emergency Situations", Kyrgyz–Russian Slavic University named after B.I. Yeltsin

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 21.11.2025;
одобрена после рецензирования 05.12.2025;
принята к публикации 12.12.2025.*

*The article was submitted 21.11.2025;
approved after reviewing 05.12.2025;
accepted for publication 12.12.2025.*