

Р.А. Омаров¹, Д.Р.Омар¹, А.Е.Байболов², Н.Б.Алибек²,
Е.С.Ержигитов², А.Е.Калкабаева²

¹Научно-производственный центр агроинженерии, г.Алматы, Казахстан,
omarovrashid@list.ru

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, asan.baibolov@kaznaru.edu.kz, alibek_78@mail.ru, ergigitov.erken@mail.ru,
Aliya281191@mail.ru*

К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДИКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МУЛЬТИЗОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация

Мультизональная система – новое направление возобновляемой энергетики, основанное на интегрировании низкопотенциальной тепловой энергии нескольких, различных по физической природе, возобновляемых источников. При этом, удается снизить фактор неравномерности интенсивности отдельных возобновляемых источников по величине и во времени, а также суммировать их энергии. В статье разработана методика оценки технико-экономических показателей системы: приведена схема системы применительно к молочно-товарной ферме, выведены зависимости себестоимости энергии и годового экономического эффекта от сопутствующих факторов, выполнены расчеты и проведен анализ полученных результатов.

Энергетическая сфера – одна из главных планетарных проблем. Она базируется на трех основных измерениях – энергетической безопасности, справедливости распределения энергии и экологической устойчивости. Эти три цели представляют собой «трилемму», влекущую за собой сложную взаимосвязь между государственными и частными структурами, правительствами и регулирующими органами, экономическими и социальными факторами, национальными ресурсами, экологическими проблемами, а также индивидуальным подходом.

Перспективный вектор развития связан с применением альтернативных технологий и широкомасштабным использованием экологически чистых возобновляемых источников энергии (ВИЭ), что засвидетельствовано международными соглашениями, Киотским протоколом, рамочными конвенциями по изменению климата (РКИК) ООН.

Ключевые слова: Животноводческая ферма, тепло- и хладоснабжение, микроклимат, тепловой насос, солнечная энергия, тепло животных

Введение

В Республике Казахстан приняты Государственные программы и ряд регламентирующих документов, актуализированы мероприятия и исследования в области энергоэффективности, энергосбережения и ВИЭ. К 2020 г. планировалось довести долю ВИЭ в общем энергобалансе до 3%, а к 2050 г. до 50% [1-6].

Мультизональные системы (МЗС) – одно из направлений тепло-насосных технологий (ТНТ). Они считаются намного более «чистыми», нежели самые современные высокоэффективные газовые котлы. Иными словами, ТНТ выбрасывает в атмосферу на 40% меньше CO₂, чем газовый котел той же мощности за одинаковый период времени. По прогнозам МИРЭС (мировой энергетический совет) к 2020 году в развитых странах доля теплоснабжения с использованием ТНТ будет доведена до 75%. [7,8]. Вместе с тем, при отмеченных достоинствах, МЗС, достаточно сложная и дорогостоящая техническая система. Практического опыта их эксплуатации в сельскохозяйственных процессах не было. Поэтому, наряду с теоретическими и экспериментальными исследованиями актуальна разработка научно обоснованной методики оценки технико-экономической эффективности системы.

Материалы и методы исследований

В статье использованы результаты исследований, полученные в процессе выполнения грантового проекта Комитета науки МОН РК: «Энерго- и ресурсосберегающая система теплоснабжения для сельского хозяйства на основе интегрированного использования энергий возобновляемых источников с микропроцессорным управлением». В качестве метода исследования использован комплексный подход. При этом, объект и предмет исследования представлены в виде единого целого. Далее проведен анализ, структурирование и представление объекта и предмета в виде простых задач. На их основе разработана методика экономико-математического анализа исследуемой системы.

На рисунке 1 показана однолинейная расчетная схема мультизональной системы, применительно к молочно-товарной ферме (МТФ).

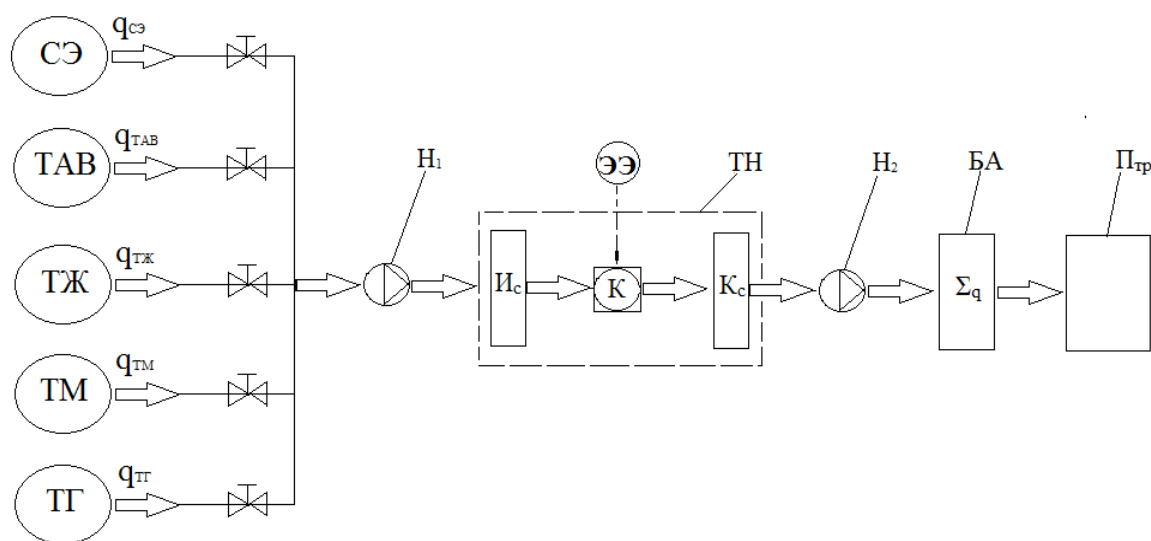


Рисунок 1 – Однолинейная расчетная тепловая схема системы тепло- и хладоснабжения МТФ

Она включает: тепловой насос (ТН), приемно-преобразующие устройства (ППУ) теплоты низкопотенциальных ВИЭ – солнечной энергии (СЭ), тепла атмосферного воздуха (ТАВ), тепла грунта (ТГ), выделяемых животными (ТЖ), охлаждаемым молоком (ТМ), а также тепловые потоки первого контура ($q_{сэ}$, $q_{тав}$, $q_{тж}$, $q_{тм}$, $q_{тг}$), образующиеся в процессе работы системы, бак-аккумулятор тепла (БА), циркуляционные насосы (H_1 и H_2), потребитель ($P_{тр}$) и тепловые потоки второго контура (стрелки после конденсатора). Переключение потоков теплоносителя от одного НТП на другой осуществляется автоматическими клапанами. На схеме показаны основные элементы ТН, расположенные внутри пунктирной рамки – компрессор (К), испаритель (I_c) и конденсатор (K_c).

Система работает следующим образом. При включении циркуляционного насоса H_1 теплоноситель, циркулирует по 1-му контуру – «ППУ-теплообменник испарителя ТН». При этом, поступившее от ВИЭ низкопотенциальное тепло из ППУ, поглощается испарителем ТН. Далее, хладоноситель, циркулирующий по контуру ТН через компрессор и конденсатор (2-ой контур) передает это тепло теплоносителю, циркулирующему по 3-му контуру – «теплообменник конденсатора-БА». В БА происходит накопление поглощенного тепла, которое далее распределяется на цели теплоснабжения.

Температура теплоносителя 1-го контура может опускаться до отрицательных значений. Теплоносителя 3-го контура достигать $40...60^{\circ}\text{C}$. В качестве теплоносителя 1-го контура используется антифриз, а 2-го – вода.

Зависимость себестоимости произведенной новой системой энергии, являющейся важнейшим технико-экономическим показателем, можно исследовать по известной формуле:

$$C^n = \frac{I_{год}^n}{q_{год}^n} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где: $I_{год}^n$ – суммарные годовые эксплуатационные затраты;

$q_{год}^n$ – годовое количество выработанной энергии.

Зависимость годового экономического эффекта – другого важного показателя можно исследовать по формуле [9]:

$$\mathcal{E} = I_{год}^{\bar{}} - I_{год}^n + \Delta \mathcal{E}_{эн} + \Delta \mathcal{E}_{доп}, \quad (2)$$

где: $I_{год}^{\bar{}}$ и $I_{год}^n$ – годовые эксплуатационные издержки базового и нового вариантов;

$\Delta \mathcal{E}_{эн}$ – прибыль от экономии энергоносителя;

$\Delta \mathcal{E}_{доп}$ – дополнительная прибыль от применения новой системы.

Прибыль от экономии энергоносителя можно определить по формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_{эн} = \Delta q_i \cdot c_{эi}, \quad (3)$$

где: Δq_i – годовая экономия i -го энергоносителя, который использовался в сравниваемом базовом варианте (газа, электроэнергии, угля); $c_{эi}$ – цена энергоносителя.

Дополнительная прибыль определяется прибылью от повышения продуктивности животных от применения новой системы, которая обеспечивается созданием комфортного микроклимата, а также экологическим эффектом от снижения выбросов в атмосферу продуктов сжигания энергоносителя. Например, благодаря использованию ВИЭ общие выбросы CO₂ в Германии были снижены до 8% [10].

Для сравнительного анализа необходимо принять, что годовые теплопроизводительности базового ($q_{год}^{\bar{}}$) и нового ($q_{год}^n$) вариантов равны и достаточны для покрытия расходов потребителя ($q_{нотр}$):

$$q_{год}^{\bar{}} = q_{год}^n \geq q_{нотр} \quad (4)$$

Годовую теплопроизводительность новой системы можно представить, как сумму энергий от источников:

$$q_{год}^n = q_{сэ} + q_{тав} + q_{тжс} + q_{тм} + q_{тг} + q_{тн}, \quad (5)$$

где: $q_{сэ}$, $q_{тав}$, $q_{тжс}$, $q_{тм}$, $q_{тг}$ – составляющие годовой теплопроизводительности, поступившей от солнечной энергии, тепла атмосферного воздуха, тепла животных, тепла охлаждаемого молока, тепла грунта и работы ТН.

Кроме выработки энергии система, обеспечивает: поддержание микроклимата, включая температуру воздуха в помещении в пределах нормативного (t_0); охлаждение молока, путем поглощения избыточно тепла за расчетное время ($\tau_{ом}$). Таким образом, обеспечивается экономия капзатрат на приобретение оборудования микроклимата, холодильника.

Для упрощения формулы (2), без существенного влияния на результат, примем, что заработные платы персонала в сравниваемых вариантах равны. Тогда они взаимно сократятся, что позволит исключить их из дальнейших расчетов и представить годовые издержки в виде отчислений на энергоносители и содержание оборудования:

$$I_{\text{зод}}^{\text{б}} = q_{\text{номр}} \cdot c_{\text{э}} + a_{\text{об}} \cdot k_{\text{об}} \quad (6)$$

$$I_{\text{зод}}^{\text{н}} = q_{\text{тн}} \cdot c_{\text{ээ}} + \sum_1^i a_{\text{тн}} \cdot k_{\text{тн}} \cdot z_i, \quad (7)$$

где: $c_{\text{э}}$ – цена энергоносителя, используемого в базовом варианте;

$a_{\text{об}}$, $k_{\text{об}}$ – коэффициент эксплуатационных издержек и капиталовложение в базовое оборудование;

$q_{\text{тн}}$ – расход электроэнергии на привод компрессора ТН, $\text{kW}\cdot\text{ч}$;

$c_{\text{ээ}}$ – цена электроэнергии;

$a_{\text{тн}}$, $k_{\text{тн}}$, – коэффициент эксплуатационных издержек и капиталовложения в оборудование новой системы;

z_i – коэффициент загрузки ТН в периоды работы с i -ым НПИ.

Из формул можно исключить строительные расходы, так как новое оборудование будет размещено в имеющемся помещении.

Согласно приведенной схеме, один ТН работает поочередно с несколькими НПИ. Соответственно, эксплуатационные затраты в формуле (7) можно представить в виде суммы затрат на i -ое оборудование, с условием разделения их пропорционально времени работы (τ_i) ТН отдельными НПИ. При этом, значение z_i можно рассчитать по формуле:

$$z_i = \frac{\tau_i}{8640} \quad (8)$$

Опираясь на данные Американского общества инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха (ASHRAE), эксплуатационные издержки ($a_{\text{тн}}$) можно определить, исходя из пятнадцатилетнего срока полезного использования ТН, где установлено, что ТН в различных сферах служат от 15 до 20 лет.

Годовое количество электроэнергии, затраченной на привод компрессора ТН можно выразить через мощность привода компрессора ($p_{\text{тн}}$) и годовое количество часов работы системы ($\tau_{\text{тн}}$):

$$q_{\text{тн}} = p_{\text{тн}} \cdot \tau_{\text{тн}} \quad (9)$$

Капиталовложения в ТНТ и традиционное оборудование, определенные на основании сложившихся на практике цен, приведены на рисунке 2.

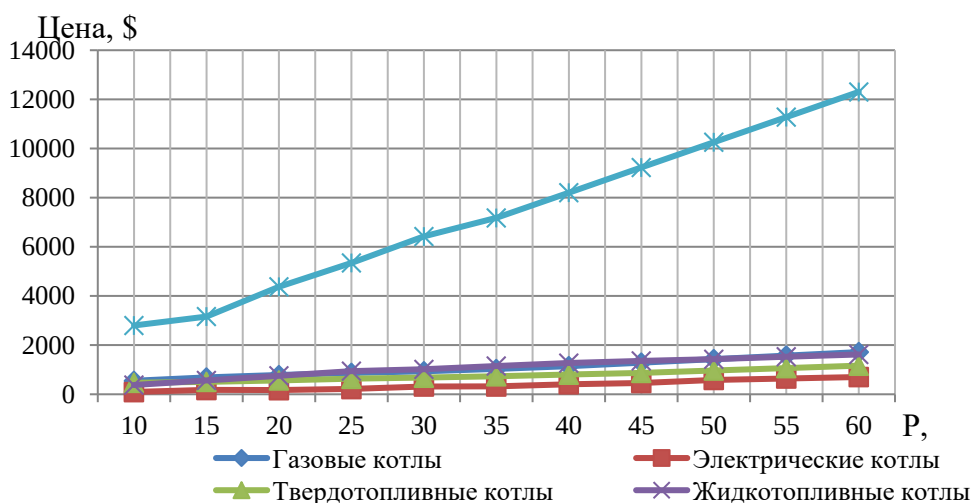


Рисунок 2 – Рыночные цены на отопительные котлы и ТН в зависимости от мощности

В таблице приведены результаты расчетов технико-экономической эффективности теплонасосной технологии мощностью 10 кВт, в сравнении с системами на электродотлах, угле и газе такой же мощности.

Параметр	Вид теплового оборудования			
	электрический котел ЭВН-К-9М	угольный котел «Курган 10МТ»	газовый котел NAVIEN ACE-13K	тепловой насос
Р, кВт (Гкал/ч)	10	10	10	10
к, \$	104,8	469,9	714,3	2799
q _{год} , МВт·ч/год (Гкал/год)	27,25(23,43)	27,25 (23,43)	27,25 (23,43)	27,25 (23,43)
Потребляемые энергоресурсы (их характеристика)	Электроэнергия бэл = 0,363 кг/(кВт·ч) условного топлива	Каменный уголь марки ДР (5200 ккал/кг) (5,2 Гкал/т)	Природный газ (ГОСТ 5542-87) 31,8 МДж/м ³ (7600 ккал/м ³)	Электроэнергия бэл = 0,363 кг/(кВт·ч) условного топлива
Цены на энергоносители в Республике Казахстан	22,1 тг/(кВт·ч)	12 000 тг/т	32,7 тг/м ³	22,1 тг/(кВт·ч)
	0,07 \$/(кВт·ч)	38,1 \$/т	0,1 \$/м ³	0,07 \$/(кВт·ч)
Среднегодовой показатель эффективности	η _{л.к} = 0,95	η _к = 0,75	η _к = 0,9	φ = 4,4
Годовой расход энергоносителя (на цели теплоснабжения), q _{тс}	28,68 МВт·ч	6,44 т	3,43 тыс. м ³	6,19 МВт·ч
Годовое расход электроэнергии на холодильник, q _{ом} , кВт·ч	3000	3000	3000	-
Годовое расход электроэнергии на микроклимат, q _{мкр} , кВт·ч	3000	3000	3000	-
Годовые затраты на энергоноситель, \$/год	2397,6	635,36	733	823,3
Годовые эксплуатационные затраты (\$/год), в том числе:	4528,65	5140,91	5288,21	3136,25
- амортизационные отчисления, I _а	14,67	65,79	100	139,95
- текущий ремонт, I _{тр}	2,2	9,87	15	21
- зарплата обслуживающего персонала, I _{зп}	1980	3802	3802	1980
- расходы на содержание инфраструктуры I _о	499,22	969,42	979,25	535,24
- прочие расходы, I _{проч}	24,96	48,47	48,96	26,76
Себестоимость, С, \$/кВт·ч	6926,25	5776,27	6021,21	3959,55

Где: I_а = k_аK – амортизационные отчисления от капитальных вложений; I_{тр} = k_{тр}I_а – отчисления на текущий ремонт; I_{зп} = 12zΦ(1 + β) – годовые отчисления на зарплату обслуживающего персонала; I_о = k_о · (I_а + I_{тр} + I_{зп}) – расходы на содержание инфраструктуры; I_{проч} = k_{проч} · I_о – прочие непредвиденные расходы [11].

Годовые затраты электроэнергии на привод компрессора ТН рассчитаны по формуле (2.8). Также они могут быть определены по формуле:

$$q_{тн} \cdot c_{э} = q_{э} \cdot c_{э} / \varphi \quad (10)$$

где: q_э · c_э – годовые затраты на электроэнергию при отоплении электродотлом.

Годовое потребление электроэнергии холодильником и оборудованием микроклимата приняты равными, исходя из 10 часовой работы компрессора холодильника мощностью 1 кВт.

Выводы

Анализ литературных источников показывает, что экономия ресурсов, в том числе: трудовых, материальных, энергетических, становится все более важной задачей, а учет многогранных последствий от их сохранения, в том числе экологического фактора, несомненно, будет давать более объективную оценку эффективности использования ВИЭ.

Предлагаемая ТНТ имеет принципиальное преимущество перед другим традиционным оборудованием, создавая возможность системной экономии ископаемых видов топлива за счет полезного использования низкопотенциального вторичного технологического тепла и тепла ВИЭ. Важным показателем является коэффициент сезонной загрузки, которая обеспечивается интегрированием системы с технологическими процессами на животноводческой ферме.

В результате проведенного теоретического анализа разработана методика оценки технико-экономической эффективности, где выявлены и учитываются ранее не исследованные внутрисистемные связи. Выведены формулы и произведены соответствующие расчеты. Установлено, что общая эффективность предлагаемой ТНТ складывается за счет экономии расхода энергоносителей, эксплуатационных и экологических затрат, а также получения дополнительной прибыли от прибавки продуктивности животных. На себестоимость произведенной энергии также влияют годовой объем выработанной энергии, который в свою очередь зависит от вклада каждого отдельного источника энергии и эксплуатационной надежности системы в целом.

Анализ результатов показывает, что при существующих ценах на энергоносители в Казахстане использование ТНТ на животноводческой ферме, по предлагаемой схеме, эффективно по сравнению с традиционным оборудованием тепло- и хладоснабжения.

Список литературы

- [1] Закон Республики Казахстан. О поддержке использования возобновляемых источников энергии: утв. 4 июля 2009 года, № 16-IV.
- [2] Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». <http://www.eco.gov.kz/files/koncepciya.htm>.
- [3] Послание Президента Республики Казахстан народу Казахстана: («Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность», от 31 января 2017 г.)
- [4] Кораблев А.Д. Экономия энергоресурсов в сельском хозяйстве.-М.: Агропромиздат, 1988. - 208с
- [5] Закон Республики Казахстан. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности: утв. 13 января 2012 года, № 541-IV]
- [6] Jacobson M.Z., Delucchi M.A. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Energy Policy. Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. Volume 39, Issue 3, March 2011, Pages 1154–1169. <https://web.stanford.edu.pdf>.
- [7] Demesova S. Experimental studies of a heat pump with microcompressor control on an animal farm / Rashit O., Stoyanov I., Kunelbayev M. //International Journal of Applied Engineering Research 2017.-V.12.-Iss.24.-P.14259-14267.
- [8] ОмарД.Р., ОмаровР.А., ДаскаловП., БайболовА.Е., Демесова С.Т.Результатыиспытаниймультизональнойсистемыиспользованияэнергийвозобновляемыхисточников // Ізденістер нәтижелер/ Исследования результаты /Научный журнал КазНАУ.№1 (81). -2019г. С.256-264. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-81-2019>
- [9] Frondel M., Ritter N, Schmidt C., Vance C. Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. Energy Policy Volume 38, Issue 8, August 2010, Pages 4048–4056. <http://www.sciencedirect.com>
- [10] Беккер Н.А. Оценка экономической эффективности использования возобновляемых источников энергии: на примере ветроэнергетики Германии: диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.14 Москва, 2007 127 с./ <http://www.dslib.net>.
- [11] Buła, D.; Grabowski, D.; Lange, A.; Maciążek, M.; Pasko, M. Long- and Short-Term Comparative Analysis of Renewable Energy Sources. *Energies* **2020**, *13*, 3610. <https://doi.org/10.3390/en13143610>

References

- [1] Zakon Respubliki Kazakhstan. O podderzhke ispol'zovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov ehnergii: utv. 4 iyulya 2009 goda, № 16-IV.
- [2] Kontseptsiya po perekhodu Respubliki Kazakhstan k «zelenoj ehkonomie». <http://www.eco.gov.kz/files/koncepciya.htm>.
- [3] Poslanie Prezidenta Respubliki Kazakhstan narodu Kazakhstana: («Tret'ya modernizatsiya Kazakhstana: global'naya konkurentosposobnost'», ot 31 yanvarya 2017 g.)
- [4] Korablev A.D. EHkonomiya ehnergoresursov v sel'skom khozyajstve.-M.: Agropromizdat, 1988. - 208s
- [5] Zakon Respubliki Kazakhstan. Ob ehnergosberezhenii i povyshenii ehnergoehffektivnosti: utv. 13 yanvarya 2012 goda, № 541-IV
- [6] Jacobson M.Z., Delucchi M.A. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Energy Policy. Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. Volume 39, Issue 3, March 2011, Pages 1154–1169. <https://web.stanford.edu.pdf>.
- [7] Demesova S. Experimental studies of a heat pump with microcompressor control on an animal farm / Rashit O., Stoyanov I., Kunelbayev M. //International Journal of Applied Engineering Research 2017.-V.12.-Iss.24.-P.14259-14267.
- [8] Omar D.R., Omarov R.A., Daskalov P., Bajbolov A.E., Demesova S.T. Rezul'taty ispytaniy mul'tizonal'noj sistemy ispol'zovaniya ehnergij vozobnovlyaemykh istochnikov // Izdenister natizheler/ Issledovaniya rezul'taty /Nauchnyj zhurnal KazNAU.№1 (81). -2019g. S.256-264. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-81-2019>
- [9] Frondel M., Ritter N., Schmidt C., Vance C. Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. Energy Policy Volume 38, Issue 8, August 2010, Pages 4048–4056. <http://www.sciencedirect.com>
- [10] Bekker N.A. Otsenka ehkonomicheskoy ehffektivnosti ispol'zovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov ehnergii: na primere vetroehnergetiki Germanii: dissertatsiya ... kandidata ehkonomicheskikh nauk : 08.00.14 Moskva, 2007 127 s./ <http://www.dslib.net>.
- [11] Buła, D.; Grabowski, D.; Lange, A.; Maciążek, M.; Pasko, M. Long- and Short-Term Comparative Analysis of Renewable Energy Sources. *Energies* **2020**, *13*, 3610. <https://doi.org/10.3390/en13143610>

**Р.А.Омаров¹, Д.Р.Омар¹, А.Е.Байболов², Н.Б.Алибек²,
Е.С.Ержигитов², А.Е.Калкабаева²**

¹ *Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы, Алматы қ., Қазақстан,*
omarovrashid@list.ru

² *Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,*
asan.baibolov@kaznaru.edu.kz, alibek_78@mail.ru, ergigitov.erken@mail.ru,
Aliya281191@mail.ru*

КУН ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ КӨП АЙМАҚТЫҚ ЖҮЙЕСІН ТЕХНИКАЛЫҚ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІН НЕГІЗДЕУ **Аңдатпа**

Көп аймақтық жүйе-бірнеше, физикалық табиғаты әртүрлі, Жаңартылатын көздердің төмен потенциалды жылу энергиясын біріктіруге негізделген жаңартылатын энергияның жаңа бағыты. Сонымен қатар, жеке Жаңартылатын көздердің қарқындылығының біркелкі факстігі факторын шамасы мен уақыты бойынша азайтуға, сондай-ақ олардың энергиясын қорытындылауға болады. Мақалада жүйенің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін бағалау әдістемесі әзірленді: Сүт-тауар фермасына қатысты жүйенің схемасы келтірілген, энергия құны мен жылдық экономикалық әсердің ілеспе факторларға тәуелділігі, есептеулер жүргізіліп, алынған нәтижелерге талдау жасалды.

Энергетикалық сала-планетарлық проблемалардың бірі. Ол үш негізгі өлшемге негізделген – энергетикалық қауіпсіздік, энергияны бөлу әділдігі және экологиялық тұрақтылық. Бұл үш мақсат мемлекеттік және жеке құрылымдар, үкіметтер мен реттеушілер,

экономикалық және әлеуметтік факторлар, ұлттық ресурстар, экологиялық мәселелер және жеке көзқарас арасындағы күрделі байланысты қамтитын "трилемма" болып табылады.

Дамудың перспективалық векторы баламалы технологияларды қолданумен және БҰҰ-ның халықаралық келісімдерімен, Киото хаттамасымен, климаттың өзгеруі жөніндегі негіздемелік конвенцияларымен (РКИК) куәландырылған экологиялық таза жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) кеңінен пайдаланумен байланысты.

Кілт сөздер: Мал шаруашылығы, жылу және салқындату, микроклимат, жылу сорғысы, күн энергиясы, жануарлардың жылуы

**R.A.Omarov¹, D.R.Omar¹, A.Ye.Baibolov², N.B.Alibek²,
E.S.Erzhibitov², A.E.Kalkabayeva²**

¹Scientific and production center of agroengineering, Almaty, Kazakhstan,
omarovrashid@list.ru

² Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
asan.baibolov@kaznaru.edu.kz, alibek_78@mail.ru, ergigitov.erken@mail.ru,
Aliya281191@mail.ru*

SUBSTANTIATE THE METHODOLOGY OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF A MULTIZONAL SOLAR ENERGY USE SYSTEM

Abstract

The multizonal system is a new direction of renewable energy based on the integration of low-potential thermal energy from several renewable sources of different physical nature. At the same time, it is possible to reduce the factor of uneven intensity of individual renewable sources in magnitude and time, as well as to summarize their energy. The article develops a methodology for assessing the technical and economic indicators of the system: the scheme of the system is presented in relation to a dairy farm, the dependencies of the cost of energy and the annual economic effect on related factors are derived, calculations are performed and the results are analyzed.

The energy sector is one of the main planetary problems. It is based on three main dimensions – energy security, energy distribution equity, and environmental sustainability. These three goals represent a "trilemma" involving a complex relationship between public and private entities, governments and regulators, economic and social factors, national resources, environmental issues, and individual approach.

A promising development vector is associated with the use of alternative technologies and the widespread use of environmentally friendly renewable energy sources (RES), as evidenced by international agreements, the Kyoto Protocol, and the United Nations Framework Conventions on Climate Change (UNFCCC).

Keywords: Livestock farm, heat and cold supply, microclimate, heat pump, solar energy, animal heat