

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ В СИСТЕМЕ СЕЛЬСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Шерязов С.К., доктор технических наук, профессор
sakenu@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8795-5114>

Шелубаев М.В., кандидат технических наук
sakenu@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9738-5925>

Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск, Россия

Аннотация. В работе рассматривается актуальная проблема повышения надежности и эффективности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, обусловленная значительной протяженностью и высоким уровнем износа сельских электрических сетей. Отмечается, что существующее состояние распределительных сетей приводит к увеличению продолжительности перерывов в электроснабжении, росту потерь электроэнергии и повышению эксплуатационных затрат, особенно для удаленных потребителей малой мощности.

В связи с этим обоснована необходимость развития распределенной генерации как одного из перспективных направлений совершенствования системы электроснабжения сельского хозяйства. Особое внимание уделено использованию возобновляемых источников энергии, в частности ветроэнергетических установок, которые отличаются сравнительно низкой капиталоемкостью и высокой конкурентоспособностью по сравнению с другими видами возобновляемой энергетики.

Рассмотрены особенности применения ветроэлектрических станций в составе автономных и сетевых систем электроснабжения, а также возможности совместной работы нескольких ветроэнергетических установок для обеспечения потребителей электроэнергией. Подчеркивается, что эффективное проектирование и эксплуатация ветроэлектрических станций позволяют снизить затраты на производство и передачу электроэнергии, повысить надежность электроснабжения сельскохозяйственных объектов, сократить потери электроэнергии и обеспечить устойчивое развитие энергетической инфраструктуры сельских территорий.

Ключевые слова: ветроэлектрическая станция, электроэнергия, сплошная линия связи, мощность, снижение стоимости электроэнергии.

Введение. Большая протяженность сельских электрических сетей и их износ приводит к росту перерывов в электроснабжении сельскохозяйственных потребителей (СХП), которые превышают 75 часов в год, и ухудшает качество электроэнергии, а потери электроэнергии возросли до 25% [1]. Наибольшие потери электроэнергии, и соответственно рост удельных затрат на электроснабжение наблюдается для СХП малой мощности, удаленных от энергетических узлов.

Для устойчивого развития сельского хозяйства требуется совершенствовать систему электроснабжения. Для этого необходимо развивать собственное энергетическое хозяйство, включающее в себя распределенную генерацию (РГ) – малые электростанции, которые располагаются вблизи потребителей [2].

Развитие РГ основано на генерации электроэнергии путем сжигания органического топлива, что приводит к удорожанию электроэнергии из-за роста затрат на энергоносители. Одним из перспективных направлений РГ является использование возобновляемых источников энергии, позволяющие экономить органическое топливо. При этом из числа возобновляемой электроэнергетики, ветроэнергетические установки (ВЭУ) в настоящее время являются менее капиталоемкими и конкурентоспособными [3,4].

ВЭУ в составе РГ могут работать в системе автономного электроснабжения или параллельно с централизованной сетью с целью снижения затрат на потребляемую электроэнергию. При этом в системе РГ возможно использование нескольких ВЭУ в составе ветроэлектрической станции (ВЭС).

Материалы и методы исследования. Для эффективного электроснабжения СХП от ВЭС необходимо минимизировать затраты на выработку и передачи электроэнергии

$$C_{\text{вэс}} = C_{\text{выр}} + C_{\text{пер}} \quad (1)$$

В работе [5] представлена математическая модель целевой функции для минимизации удельных затрат на выработку электроэнергии от ВЭС. Данная модель позволяет определить количество ВЭУ, а также установленную мощность ВЭС в зависимости от ветровых условий местности и характеристики потребителя:

$$C_{\text{выр}} = \frac{a_1 \cdot K_{\text{уд.вэу1}}}{W_{\text{уд.1}}^{\text{вэу}}} x_1 + \frac{a_2 \cdot K_{\text{уд.вэу2}}}{W_{\text{уд.2}}^{\text{вэу}}} x_2 + \dots + \frac{a_i \cdot K_{\text{уд.вэу}i}}{W_{\text{уд.}i}^{\text{вэу}}} x_i \Rightarrow \min, \quad (2)$$

где $C_{\text{выр}}$ – удельные затраты на выработку электроэнергии, руб./кВт·ч; x_i – количество i -ых ВЭУ в составе ВЭС; $W_{\text{уд.вэу}i}$ – удельная выработка электроэнергии от ВЭУ, кВт·ч/м²; где a – амортизационные отчисления на реновацию и затраты на текущий ремонт ВЭУ; $K_{\text{уд.вэу}i}$ – удельные капиталовложения на ВЭУ, руб/м².

В представленной математической модели важно ограничить мощность ВЭС. Если ее принять равной расчетной нагрузке потребителя, следует ожидать излишки вырабатываемой энергии. Для полного использования вырабатываемой электроэнергии от ВЭУ, предлагается принять мощность ВЭС, равной базовой нагрузке $P_{\text{мин}}$. (рис. 1) [6].

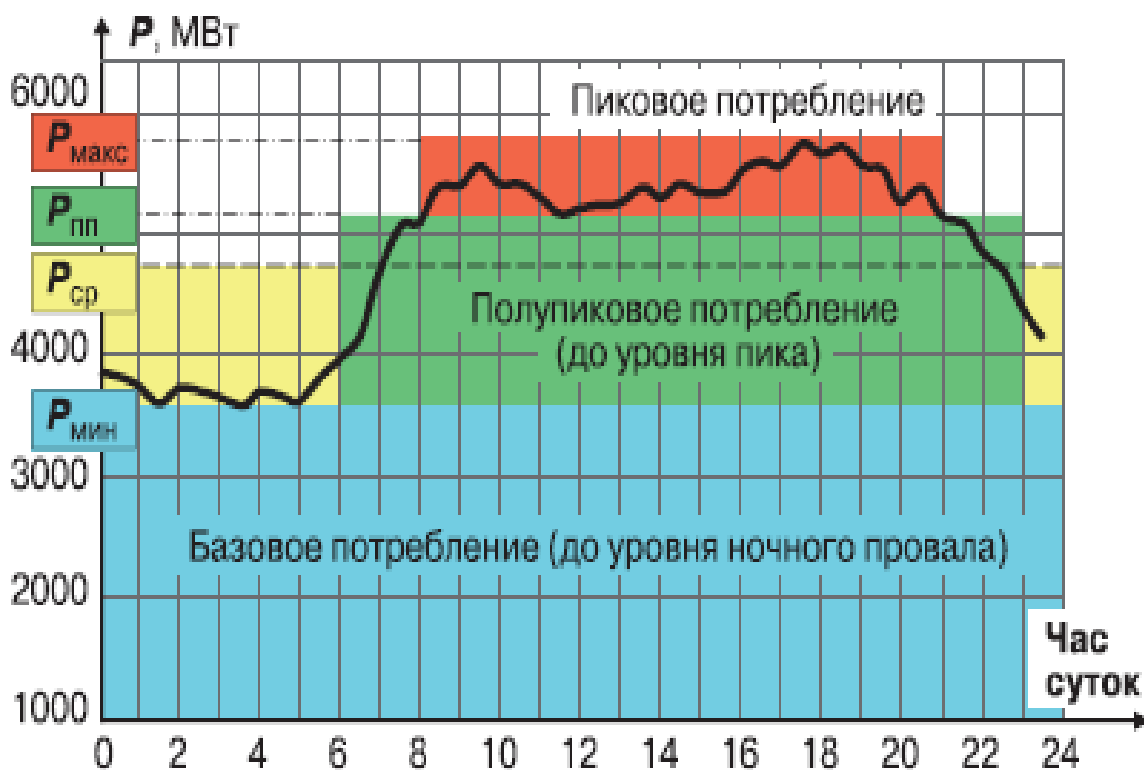


Рисунок 1 – Типовой суточный график нагрузки энергосистемы

При мощности ВЭС, равной минимальной (базовой) мощности потребителя, вся энергия будет использована. Тогда, ограничение по мощности примет вид:

$$P_1 \cdot x_1 + P_2 \cdot x_2 + \dots + P_i \cdot x_i \leq P_{\text{мин}}. \quad (3)$$

Количество ВЭУ (x) с заданным диаметром ветроколеса ($d_{\text{вк}}$) зависит от наличия территории для строительства ВЭС. С учетом того, что расстояние между ВЭУ должно быть не менее ($10d_{\text{вк}}$), количество ВЭУ с соответствующим диаметром ВК ограничивается исходя из условия:

$$0,785d_1^2 x_1 W_{\text{уд.ВЭУ1}} + 0,785d_2^2 x_2 W_{\text{уд.ВЭУ2}} + \dots + 0,785d_i^2 x_i W_{\text{уд.ВЭУi}} \leq 0,01 W_{\text{уд.}} S, \quad (4)$$

если от i -ой ВЭУ ожидается выработка:

$$W_{\text{уд.ВЭУi}} = 0,785d_i^2 \cdot x_i \cdot W_{\text{уд.ВЭУi}}, \quad (5)$$

где S – имеющаяся площадь для размещения ВЭУ, $W_{\text{уд}}$ – удельная энергия ветра, ожидаемая с одного м^2 заданной территории.

Для ВЭС, представляющая собой несколько ВЭУ объединенных в единую сеть, важна передача заданной мощности с минимальными затратами. Для этого необходимо определить затраты на передачу электроэнергии от ВЭУ в составе ВЭС

$$C_{\text{пер}} = \frac{a \cdot K_{\text{пер}}}{W_{\text{выр}} - \Delta W} \rightarrow \min \quad (6)$$

где ΔW – потери электроэнергии при передаче, кВт·ч.

Для снижения затрат на передачу электрической энергии предлагается установить необходимое электрооборудование для преобразования электроэнергии в центре электрических нагрузок, к которому подключается ВЭУ. Электроснабжение потребителей предлагается осуществлять по общей линии. На рис.2, в качестве примера, приведена схема расположения девяти ВЭУ в составе ВЭС, где штриховой линией связаны ВЭУ с центром ВЭС, где находится преобразовательное электрооборудование, откуда подается питание от ВЭС (сплошная линия связи) потребителю или на магистральный участок электрической сети.

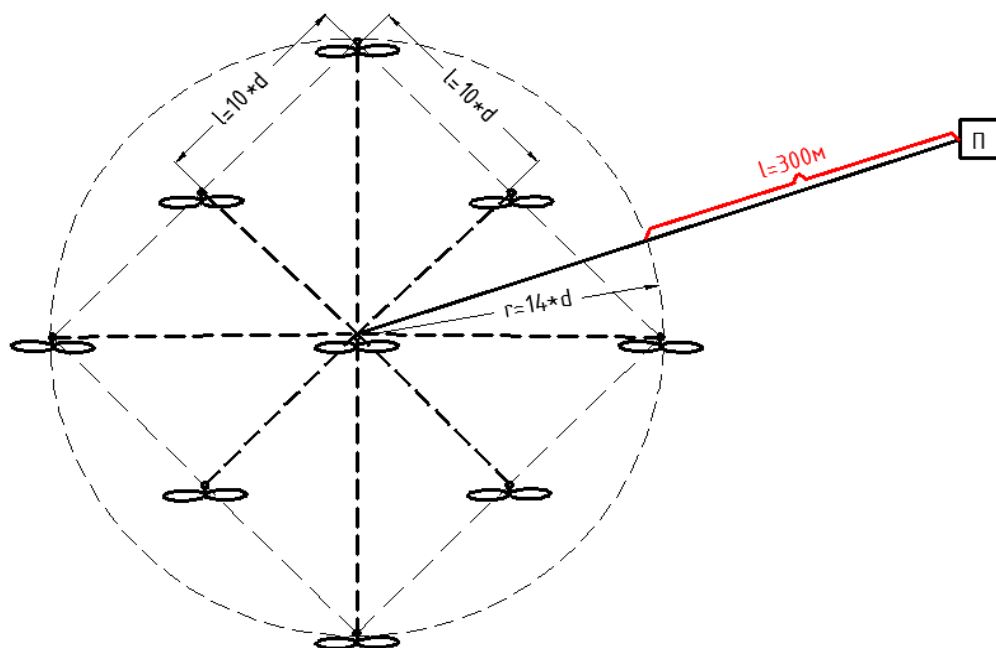


Рисунок 2 – Схема ВЭС из 9 ВЭУ

Результаты исследований, обсуждение. Необходимые капиталовложения на электроснабжение зависят от количества ВЭУ в составе ВЭС. При этом необходимо установить зависимость длины линии электропередачи от количества и параметров ВЭУ.

Расстояния от ВЭУ до центра ВЭС (ΣL_1), и от центра до потребителя (ΣL_2) с учетом охранной зоны в 300 м можно определить выражениями [7].

$$\Sigma L_1 = k_1 \cdot x \cdot d_{\text{БК}} \quad (7)$$

$$\Sigma L_2 = k_2 \cdot x \cdot d_{\text{БК}} + 300 \quad (8)$$

где k_1, k_2 – поправочные коэффициенты, учитывающие длину линии электропередач в зависимости от количества ВЭУ в составе ВЭС.

Установлена зависимость поправочных коэффициентов от количества ВЭУ (x) в составе ВЭС:

$$\Sigma L_1 = 3,3x^{1,5} d_{\text{БК}} ; \quad (9)$$

$$\Sigma L_2 = 2,86x^{0,7} d_{\text{БК}} + 300 . \quad (10)$$

В целом решение задачи по определению оптимального количества ВЭУ в составе ВЭС может иметь два подхода:

- определение оптимального количества ВЭУ в составе ВЭС при минимальных затратах на выработку, согласно выражению (2);
- определение оптимального количества ВЭУ, обеспечивающие минимум затрат как на выработку, так и на передачу электроэнергии, согласно [6-8].

Во втором случае необходимое количество ВЭУ для минимизации затрат на выработку и на передачу электрической энергии могут отличаться. При этом на передачу электроэнергии, возможно, потребуется меньшее количество ВЭУ в составе ВЭС, чем для выработки электрической энергии от ВЭС.

В случае отличия необходимого количества ВЭУ для минимизации затрат на выработку и передачи электроэнергии можно предложить иную схему объединения ВЭУ в составе ВЭС. Так для минимизации затрат на передачу электроэнергии выбранное количество ВЭУ можно объединить в составе ветропарка (ВП). Тогда для минимизации затрат на выработку электрической энергии объединить несколько ВП в состав ВЭС.

Таким образом, для эффективного электроснабжения ветроэнергетические установки могут быть объединены сначала в составе ВП, которые в свою очередь объединяются в составе ВЭС. Предлагаемые ветропарки в составе ВЭС могут располагаться на одной территории, вблизи друг от друга или на определенном расстоянии в зависимости от местных условий. При этом каждый ВП имеет возможность самостоятельно передавать электроэнергию потребителю или в магистральный участок электрической сети.

Минимальная себестоимость передачи электроэнергии от ветропарка, зависит от количества и мощности единичной ВЭУ, величины напряжения электрической сети. Рекомендуемые мощности ВП при передаче электроэнергии в зависимости от напряжения сети приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Рекомендуемая мощность ВП в зависимости от мощности ВЭУ при передаче электроэнергии по сети напряжением 6-10 кВ

$P_{\text{вэу}}, \text{ кВт}$	5	10	15	20	30	50
$P_{\text{вп}}, \text{ кВт}$	100-150	160-250	150-400	180-500	180-450	300-500

Таблица 2 – Рекомендуемая мощность ВП и длина питающей линии в зависимости от мощности ВЭУ при передаче электроэнергии по сети напряжением 0,4 кВ

Р _{ВЭУ} , кВт	0,3	0,5	1	2	3	5	10	20	50
Р _{ВП} , кВт	5-8	8-12	12-18	18-32	32-45	45-80	80-100	100-180	150-250
L ₂ , м	300-420	330-370	340-370	340-370	360-400	380-430	380-460	380-460	410-460

Результаты исследования в условиях Челябинской области показывают (табл.3), что экономически целесообразно в первом ветроэнергетическом районе ВЭУ мощностью 50 кВт, во втором - ВЭУ мощностью 30 кВт, в третьем – ВЭУ мощностью 20 кВт. При потребной мощности 5 кВт использование двух ВЭУ мощностью 3 кВт экономически выгоднее по сравнению с ВЭУ, мощностью 5 кВт.

Таблица 3 – Основные показатели ВП в условиях Челябинской области

Ветроэнергетический район	1	2	3
Рабочая скорость, м/с	12	8,5	7
Диаметр ветроколеса, м	13	18	18
Мощность генератора, кВт	50	30	20
Оптимальное кол-во ВЭУ в составе одного ВП при передаче электроэнергии напряжением 0,4 кВ	4	5	6
Оптимальное кол-во ВЭУ в составе одного ВП при передаче электроэнергии напряжением 6-10 кВ	8	9	11

В условиях Челябинской области, на основе технико-экономических показателей ВЭУ и электрической сети в составе ВП, определены удельные затраты на потребляемую электрическую энергию:

- в I ветроэнергетическом районе ($v_{cp}=8-9$ м/с) – $C_{ВП} = 0,82$ руб./кВтч;
- во II ветроэнергетическом районе ($v_{cp}= 5-6$ м/с) – $C_{ВП} = 2,2$ руб./кВтч;
- в III ветроэнергетическом районе ($v_{cp}= 3-4$ м/с) – $C_{ВП} = 3,96$ руб./кВтч.

ВЭС по приведенным затратам замещает только часть потребляемой электрической энергии. Для полного обеспечения потребной энергии ВЭС должна работать совместно с традиционным источником электроэнергии.

Тогда стоимость электроэнергии для потребителя при использовании ВЭС совместно с традиционным источником электроснабжения можно определить по выражению [9-16]:

$$C_{совм} = C_{ВЭС} f + C_{трад} (1-f), \quad (11)$$

где: $C_{совм}$ – стоимость электроэнергии для потребителя, руб./кВтч; f – доля замещаемой электроэнергии; $C_{вэс}$ – стоимость электроэнергии от ВЭС, руб./кВтч; $C_{трад}$ – стоимость электроэнергии от традиционного источника электроснабжения, руб./кВтч.

Заключение и выводы. Согласно рис. 1 мощность ВЭС рекомендуется принять равной 30% от расчетной нагрузки потребителя. Тогда, например, при средней цене электроэнергии для потребителей 8 руб. за 1 кВтч, во II-м ветроэнергетическом районе Челябинской области стоимость электроэнергии для потребителя от комбинированной системы может составить

$$C_{совм} = 2,2 \cdot 0,3 + 8 \cdot (1-0,3) = 6,26 \text{ руб./кВтч.}$$

Полученный результат показывает снижение затрат на потребляемую электрическую энергию на 1,74 руб. или на 22%.

Проведенные исследования в условиях Челябинской области показывают, что использование ВЭУ малой мощности могут быть эффективными. При этом можно ожидать снижение стоимости электроэнергии до 22%, в зависимости от ветроэнергетического района Челябинской области.

Литературы:

- [1] **Чиндяскин, В.И.,** Шахов В.А., Шерьязов С.К. Теоретические исследования бесперебойности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с применением альтернативных источников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2019. – №6 (80). – С. 179-181.
- [2] **Моисеев, Л.Л.** Распределенная генерация энергии – фактор повышения энергетической безопасности региона / Л.Л. Моисеев, В.Н. Сливной // Ползуновский вестник, 2004. – №1. – С.226-229.
- [3] **Sheryazov, S.K.,** Shelubaev M.V., Obukhov S.G. Renewable Sources in System Distributed Generation. В сборнике: 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017. С. 8076247.
- [4] **Шерьязов, С.К.,** Шелубаев М.В. Выбор ветроэнергетической установки // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2010. – №2. – С. 7.
- [5] **Шерьязов, С.К.** Разработка метода определения параметров ветропарка / С.К. Шерьязов, М.В. Шелубаев // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2014. – Вып. 10. – С. 182-187.
- [6] **Гуртовец, А.,** Забелло Е. Электрическая нагрузка в энергосистеме. Новости электротехники, 2008. – № 5 (53). – С. 15-19.
- [7] **Шерьязов С.К., Шелубаев М.В.** Ветроэлектрические установки в системе электроснабжения сельскохозяйственных потребителей: монография. – Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. – 184 с.
- [8] **Шерьязов, С.К.** Методические основы определения мощности гелио- и ветро энергетических установок. Техника в сельском хозяйстве, 2000. – №3. – С. 36-39.
- [9] **Шерьязов С.К.** Возобновляемые источники в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей: монография. – Челябинск: ЧГАУ, 2008. – 300 с.
- [10] **Обухов, С.Г.,** Плотников И.А. Оценка эффективности применения ветроэнергетических установок в системах распределенной генерации // Электричество, 2016. – №9. – С. 24–31.
- [11] **Кудрин, Б.И.** Электроснабжение промышленных предприятий: учебник. – М.: Академия, 2013. – 352 с.
- [12] **Тергемес, К.Т.,** Шерьязов С.К., Казанина И.В. Электроснабжение: учебник. Алматы. АУЭС, 2024. – 184 с.
- [13] **Ackermann, T. (Ed.).** *Wind Power in Power Systems*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012. 1132 p.
- [14] **Burton, T.,** Jenkins N., Sharpe D., Bossanyi E. *Wind Energy Handbook*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. 780 p.
- [15] **Masters, G.M.** *Renewable and Efficient Electric Power Systems*. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. 704 p.
- [16] **Bollen, M.H.J.,** Hassan F. *Integration of Distributed Generation in the Power System*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. 528 p.

References:

- [1] **Chindjaskin, V.I.,** Shahov V.A., Sher'jazov S.K. Teoreticheskie issledovaniya bespere-bojnosti jelektrosnabzhenija sel'skohozejajstvennyh potrebitelej s primeneniem al'ternativnyh istochnikov. Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2019. – №6 (80). – S. 179-181. [in Russian]
- [2] **Moiseev, L.L.** Raspredeleennaja generacija jenerгии – faktor povyshenija jenergeticheskoy bezopasnosti regiona / L.L. Moiseev, V.N. Slivnoj // Polzunovskij vestnik. – 2004. - №1. – S.226-229. [in Russian]

- [3] **Sher'yazov, S.K.**, Shelubaev M.V., Obukhov S.G. Renewable Sources in System Distributed Generation. V sbornike: 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017. C. 8076247 [in Russian]
- [4] **Sher'jazov, S.K.**, Shelubaev M.V. Vybor vetrojenergeticheskoy ustanovki. Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2010. № 2. S. 7. [in Russian]
- [5] **Sher'jazov, S.K.** Razrabotka metoda opredelenija parametrov vetroparka / S.K. Sher'jazov, M.V. Shelubaev // Vestnik KrasGAU. – Krasnojarsk, 2014. – Vyp. 10. – S. 182-187. [in Russian]
- [6] **Gurtovec, A.**, Zabello, E. Jelektricheskaja nagruzka v jenergosisteme. Novosti jelectrotehniki №5 (53) 2008 g. S. 15-19. [in Russian]
- [7] **Sher'jazov, S.K.**, Shelubaev M.V. Vetrojelektricheskie ustanovki v sisteme jelectrosnabzhenija sel'skohozjajstvennyh potrebitelej: monografija. – Cheljabinsk: FGBOU VO Juzhno-Ural'skij GAU, 2018. – 184 s. [in Russian]
- [8] **Sher'jazov, S.K.** Metodicheskie osnovy opredelenija moshhnosti gelio- i vetro jenergeticheskikh ustanovok. Tehnika v sel'skom hozjajstve. 2000. №3. S. 36-39. [in Russian]
- [9] **Sher'jazov S.K.** Vozobnovljaemye istochniki v sisteme jenergosnabzhenija sel'skohozjajstvennyh potrebitelej: monografija. – Cheljabinsk: ChGAU, 2008. – 300 s. [in Russian]
- [10] **Obuhov, S.G.**, Plotnikov I.A. Ocenka jeffektivnosti primenenija vetrojenergeticheskikh ustanovok v sistemah raspredelennoj generacii // Jelektrichestvo. 2016. №9. S. 24–31. [in Russian]
- [11] **Kudrin, B.I.** Jelectrosnabzhenie promyshlennyh predpriyatij: uchebnik. M.: Akademija, 2013. 352 s. [in Russian]
- [12] **Tergemes, K.T.**, Sher'jazov S.K., Kazanina I.V. Jelectrosnabzhenie: uchebnik. Almaty. AUJeS. - 2024. 184 s. [in Russian]
- [13] **Ackermann, T.** (Ed.). *Wind Power in Power Systems*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012. 1132 p.
- [14] **Burton, T.**, Jenkins N., Sharpe D., Bossanyi E. *Wind Energy Handbook*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. 780 p.
- [15] **Masters, G.M.** *Renewable and Efficient Electric Power Systems*. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. 704 p.
- [16] **Bollen, M.H.J.**, Hassan F. *Integration of Distributed Generation in the Power System*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. 528 p.

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІНДЕ ЖЕЛ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ТАҢДАУ

Шер'язов С.К., техника ғылымдарының докторы, профессор
Шелубаев М.В., техника ғылымдарының кандидаты

Оңтүстік-Орал мемлекеттік аграрлық университеті, Челябинск қ., Ресей

Аннотация. Жұмыста Ауыл шаруашылығы тұтынушыларын электрмен жабдықтаудың сенімділігі мен тиімділігін арттырудың өзекті мәселесі қарастырылады, бұл ауылдық электр желілерінің едәуір ұзақтығы мен тозуының жоғары деңгейіне байланысты. Тарату желілерінің қазіргі жағдайы электрмен жабдықтаудағы үзілістердің ұзақтығының ұлғаюына, электр энергиясының ысыраптарының өсуіне және пайдалану шығындарының артуына, әсіресе қуаты аз қашықтықтағы тұтынушылар үшін әкелетіні атап өтілді.

Осыған байланысты ауыл шаруашылығын электрмен жабдықтау жүйесін жетілдірудің перспективалы бағыттарының бірі ретінде бөлінген генерацияны дамыту қажеттілігі негізделген. Жаңартылатын энергияның басқа түрлерімен салыстырғанда салыстырмалы түрде төмен капитал сыйымдылығымен және жоғары бәсекеге қабілеттілігімен ерекшеленетін жаңартылатын энергия көздерін, атап айтқанда жел энергетикасы қондырғыларын пайдалануға ерекше назар аударылады.

Автономды және желілік электрмен жабдықтау жүйелерінің құрамында жел электр станцияларын қолдану ерекшеліктері, сондай-ақ тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін бірнеше жел электр қондырғыларының бірлескен жұмыс істеу мүмкіндіктері қарастырылған. Жел электр станцияларын тиімді жобалау және пайдалану электр энергиясын өндіру және беру шығындарын азайтуға, ауыл шаруашылығы объектілерін электрмен жабдықтау сенімділігін арттыруға, электр энергиясының ысырабын азайтуға және ауылдық аумақтардың энергетикалық инфрақұрылымының тұрақты дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретіні атап өтілді.

Тірек сөздер: жел электр станциясы, электр энергиясы, үздіксіз байланыс желісі, қуат, электр энергиясының құнын төмендету.

SELECTION OF WIND FARM PARAMETERS IN THE RURAL ELECTRICITY SUPPLY SYSTEM

Sheryazov S.K., Professor, Doctor of Technical Sciences

Shelubaev M.V., Candidate of Technical Sciences

South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

Annotation. The paper considers the urgent problem of increasing the reliability and efficiency of power supply to agricultural consumers, due to the significant length and high level of wear of rural electric networks. It is noted that the current state of distribution networks leads to an increase in the duration of power supply interruptions, an increase in electricity losses and an increase in operating costs, especially for remote low-power consumers.

In this regard, the necessity of developing distributed generation as one of the promising areas for improving the agricultural power supply system is substantiated. Special attention is paid to the use of renewable energy sources, in particular wind power plants, which are characterized by relatively low capital intensity and high competitiveness compared to other types of renewable energy.

The features of the use of wind power plants as part of autonomous and grid-based power supply systems, as well as the possibilities of joint operation of several wind power plants to provide consumers with electricity, are considered. It is emphasized that effective design and operation of wind power plants can reduce the cost of electricity generation and transmission, increase the reliability of electricity supply to agricultural facilities, reduce electricity losses and ensure the sustainable development of rural energy infrastructure.

Keywords: wind farm, electric power, continuous communication line, capacity, reduction of electricity cost.