

**УМЕНЬШЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ЗА СЧЕТ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЧЕНИЙ
ЛИНИЙ**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15015536>

Kurbonov Nurali Abdullayevich

teacher

Xasanov Mansur Tulqin o'g'li

magistrant

Choriyev Diyorbek Mansur o'g'li

Student Karshi State Technical University

Abstract: *The article provides a multi-criteria optimization of the values and the number of applied sections of the lines of distribution electrical networks, which can significantly reduce the loss of electricity.*

Keywords. *Optimization; optimal parameter; technical and economic model; additional criteria; number of sections*

Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях различных назначений является одним из основных направлений реализации энергосберегающей политики в электроэнергетических системах страны.

В задачах оптимизации параметров электрических сетей, в частности сечений жил кабельных сетей, снижение потерь электроэнергии функционально взаимосвязано с расходом проводникового металла.

В научных методиках выбора сечений проводов и кабелей всегда рассматривается технико-экономическая соразмерность затрат на потери электроэнергии и расход проводникового металла (экономическая плотность тока, энергетическая плотность тока, экономические интервалы).

Низковольтные распределительные электрические сети (РЭС) обладают рядом специфических характеристик: массовость всех элементов РЭС; относительно малые длины каждой линии 0,38-10 кВ в отдельности; оправданность перспективного развития РЭС только на основе индустриализации всех стадий производства основных узлов и линий, а также их монтажа и эксплуатации.

Указанные особенности РЭС создают возможности разработки специфических принципов выбора сечений линий 0,38-10 кВ, а именно, использования экономически оправданного весьма ограниченного числа сечений проводов и жил кабелей. Последнее составляет сущность принципа унификации данных параметров.

Изучение рассматриваемого вопроса проводилось на основе комплектной технико-экономической (ТЭ) модели участков РЭС 0,38-10 кВ (включая

трансформаторные подстанции 10/0,38 кВ). Комплексные ТЭ модели РЭС формировались на оптовых цен на силовых кабели 0,38-10 кВ, удельных расходов на электромонтажные и строительные работы, а также с использованием топологических моделей участков РЭС и рядов стандартных сечений, построенных с построенным шагом по принципу геометрической прогрессии. При формировании ТЭ модели принимались традиционные допущения о неизменной плотности электрической нагрузки по площади жилых районов и одинаковых сечениях головных участков линий 0,38-10 кВ.

Полученная на указанной основе комплексная ТЭ модель (затраты) РЭС 0,38-10 кВ имеет следующий вид [1]:

$$Z_i = Z_{i(1)}M_i^{0,5} + Z_{i(2)}M_i^{1,06}F_{r,i} + Z_{i(3)}M_i^{-0,13}F_{r,i}N_{F,i}^{-1} + Z_{i(4)} + M_i^{-1,21}F_{r,i}^{-1}N_{F,i}^{0,3}, \quad (1)$$

где $i=n$, s – индексы РЭС низшего (до 1000 В) и среднего (10 кВ) напряжений; $Z_{i(j)}$ $j=1-4$ – обобщенные коэффициенты, включающие исходную информацию данной задачи; $N_{F,i}$ – количества применяемых сечений линий 0,38 или 10 кВ; $F_{r,i}$ – сечения головных участков линий 0,38 или 10 кВ; M_i – числа линий, отходящих от трансформаторной подстанции 10/0,38 кВ или источника питания сети 10 кВ.

Значения комплексно-оптимизируемых параметров $N_{F,i}$, $F_{r,i}$ и M_i в зависимости от поверхностной плотности электрической нагрузки σ и мощности ИП определены методом критериального программирования [2]. При этом учитывались все основные технические ограничения, налагаемых на параметры РЭС 0,38-10 кВ, а также дополнительное ограничение $N_{F,i} \geq 1$.

Результаты оптимизации параметров показали, что построение РЭС 0,38-10 кВ при $\sigma \geq 10$ МВт/км² целесообразно с единым сечением кабелей: РЭС 0,38 кВ сечение 120 мм², в РЭС 10 кВ сечение 150 мм² (алюминий); А при $\sigma < 10$ МВт/км² оптимальным является применение 2-3 сечений кабелей; сечения головных участков в данном случае составляют 150-185 мм².

Исследование устойчивости ТЭ функции затрат (1) к изменениям параметров показало ее значительную устойчивость к параметру сечений кабелей $N_{F,i}$; область равно экономичности параметра составляет $N_{F,i}^{ps} = 0,37-2,5$. Значительная устойчивость ТЭ функции, с одной стороны, создает предпосылки унификации сечений, с другой – не позволяет однозначно выбрать данный параметр.

Для внесения определенности при выборе оптимального количества рекомендуемых сечений кабелей целесообразно использовать дополнительные критерии [3]: потери электроэнергии и расход проводникового металла, которые являются конкурирующими факторами в данной задаче. Для решения задачи применяется метод векторной оптимизации [4] по дополнительным критериям потерь электроэнергии $\Delta E(N_{F,i})$ и расхода проводникового металла $G(N_{F,i})$ [1]:

$$\begin{aligned} \Delta E(N_{F,i}) &= A_{1(i)} N_{F,i}^{0,3} \\ G(N_{F,i}) &= A_{2(i)} + A_{3(i)} N_{F,i}^{-1} \end{aligned}, \quad (2)$$

где $A_{j(i)}$ $j=1-3$, - обобщенные постоянные коэффициенты, которые являются исходными данными задачи.

В соответствии с используемой в таких случаях методикой решения задачи осуществляется оптимизация вектора эффективности [4]

$$Y(N_{F,i}) = \lambda_1 \Delta \mathcal{E}(N_{F,i}) + \lambda_2 G(N_{F,i}), \quad (3)$$

где λ_1 , λ_2 - соответственно коэффициенты важности критериев потерь электроэнергии и расхода проводникового металла.

Так как дополнительные критерии $\Delta \mathcal{E}(N_{F,i})$ и $G(N_{F,i})$ имеют неодинаковую размерность, то посредством нормализации они приводятся к единой системе отсчета. Нормализованные критерии потерь электроэнергии $\Delta \bar{\mathcal{E}}(N_{F,i})$ и расхода проводникового металла $\bar{G}(N_{F,i})$ для РЭС 0,38-10 кВ имеют вид:

$$\Delta \mathcal{E}(N_{F,i}) = \frac{\Delta \mathcal{E}(N_{F,i}) - \min \Delta \mathcal{E}(N_{F,i})}{\max \Delta \mathcal{E}(N_{F,i}) - \min \Delta \mathcal{E}(N_{F,i})} = (N_{F,i}^{0,3} - 1) / (N_{F,i(\min)}^{0,3} - 1), \quad (4)$$

$$G(N_{F,i}) = (N_{F,i}^{-1} - N_{F,i(max)}^{-1}) / (1 - N_{F,i(max)}^{-1})$$

Максимальное количество сечений кабелей $N_{F,i(max)}^{-1}$, которое может быть применено в РЭС 0,38-10 кВ, определяется количеством участков в каждой 0,38-10 кВ; в свою очередь количество участков определяется числом присоединений к линиям 0,38-10 кВ.

Оптимальное решение на основе вектора эффективности (3) с учетом нормализованных критериев (4) выбирается по модели [4]

$$N_{F,i}^{Opt} = F^{-1}[\min \bar{Y}(N_{F,i})] = F^{-1}[\min(\lambda_1 \Delta \bar{\mathcal{E}}(N_{F,i}) + \lambda_2 \bar{G}(N_{F,i}))], \quad (5)$$

где F^{-1} - обратное преобразование \bar{Y} в $N_{F,i}$.

В данной задаче наиболее неопределенным и вместе с тем существенным является выбор соотношения коэффициентов λ_1 и λ_2 . Расчеты принципиально должны проводиться для трех возможных соотношений: $\lambda_1 > \lambda_2$ - потери электроэнергии более важны, чем расход проводникового металла; $\lambda_1 = \lambda_2$ - они одинаковой важности; $\lambda_1 < \lambda_2$ - расход проводникового металла более важен, чем потери электроэнергии.

Рассчитанные по (5) оптимальные количества применяемых сечений жил кабелей РЭС 0,38 и 10 кВ в зависимости от плотности нагрузки представлены на рис. 1 и 2; в расчете использовались значения параметров $F_{r,i}$ и M_i полученные по критерию затрат с учетом ограничений. Как видно из рис. 1 и 2, учет различных степеней важности рассматриваемых критериев оказывает существенное влияние на выбор оптимального количества применяемых сечений кабелей РЭС 0,38-10 кВ. Так, при $\lambda_1 > \lambda_2$ оптимально применение только одного сечения кабелей; при $\lambda_1 < \lambda_2$ - 2-4 сечения кабелей; при одинаковой важности критериев ($\lambda_1 = \lambda_2$) выполнение РЭС 0,38 кВ целесообразно с применением одного или двух стандартных сечений, а РЭС 10 кВ - двух сечений кабелей во всем диапазоне плотности нагрузки (5 МВт/км² и более).

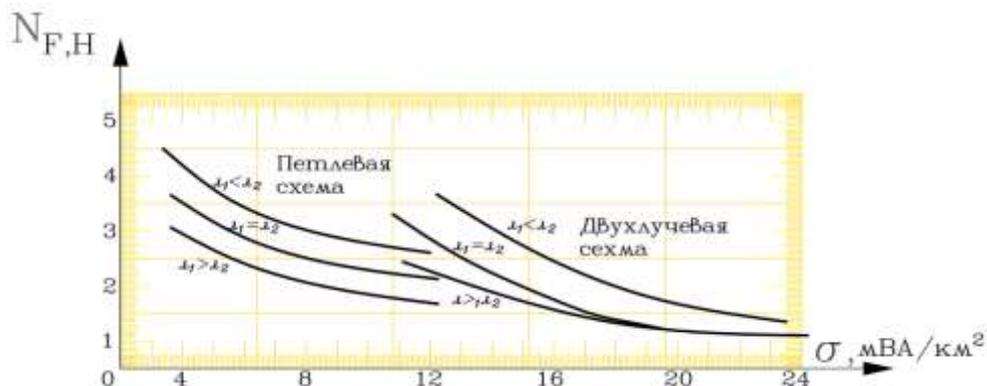


Рис.1. Количества применяемых сечений кабелей РЭС 0,38кВ

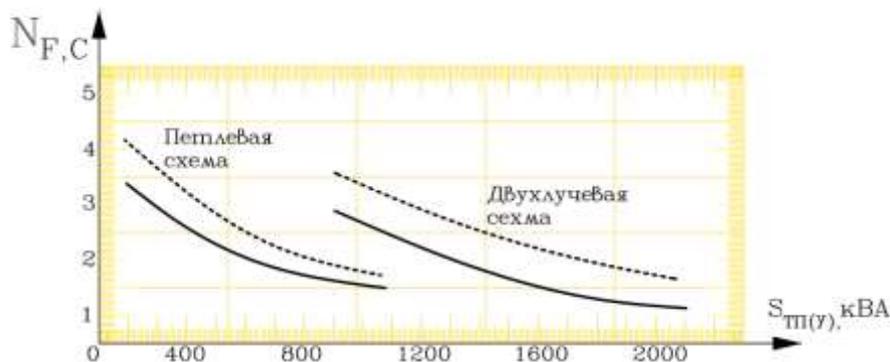


Рис. 2. Количества применяемых сечений кабелей РЭС 10кВ

Представляет принципиальной предпочтительная важность фактора экономии электроэнергии по сравнению с экономией расхода проводникового металла. Так, одним из основных положений Энергетической программы Узбекистана, характеризующей состояние нашей энергетики, является проведение активной энергосберегающей политики во всех направлениях, в частности снижение потерь электроэнергии.

Таким образом, может считаться целесообразным (обоснованным) решение рассматриваемой задачи при предпочтении критерия потерь электроэнергии ($\lambda_1 > \lambda_2$) или, крайнем случае, ее решение при $\lambda_1 = \lambda_2$. Решению при $\lambda_1 > \lambda_2$ соответствует использование одного сечения кабелей в РЭС 0,38-10 кВ. При этом рекомендуется применение в рассматриваемых РЭС сечения 150 мм².

Предварительные ТЭ расчеты, проведенные для реальной застройки жилых районов города с трансформаторными подстанциями 10/0,38 кВ 1х630 кВ·А (20 шт.) и 2х630 кВ·А (22 шт.), показали, что применение в РЭС 0,38-10 кВ одного сечения 150 мм² вместо 6-8 стандартных сечений, выбранных в соответствии с действующими нормами, приводит к снижению потерь электроэнергии примерно на 16% в год. При этом экономия удельных потерь электроэнергии составляет 30 кВт·ч/год на 1 кВт нагрузки на шинах трансформаторной подстанции 10/0,38 кВ.

Таким образом, целесообразность оптимизации сечений кабелей РЭС подтверждается результатами технико-экономического анализа, и обусловлена упрощением производства кабелей, сооружения и эксплуатации указанных РЭС 0,38-

10 кВ. При практическом внедрении ограниченного количества сечений кабелей достигается значительное снижение потерь электроэнергии в РЭС (до 15-20%).

LIST OF USED LITERATURE;

1. Shouket, H. A., Ameen, I., Tursunov, O., Kholikova, K., Pirimov, O., Kurbonov, N., ... & Mukimov, B. (2020, December). Study on industrial applications of papain: A succinct review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 614, No. 1, p. 012171). IOP Publishing.

2. Turdiboyev, A., Aytbaev, N., Mamutov, M., Tursunov, A., Toshev, T., & Kurbonov, N. (2023, March). Study on application of electrohydraulic effect for disinfection and increase of water nutrient content for plants. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1142, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.

3. Abdullayevich, Q. N. (2023). EFFICIENCY OF USE OF FREQUENCY CONVERTER WITH SMOOTH CONTROL OF ASYNCHRONOUS MOTOR SPEED. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 11(5), 448-449.

4. Abdullayevich, Q. N. (2023). Ways to Reduce Losses in Power Transformers. *Texas Journal of Engineering and Technology*, 20, 36-37.

5. Abdullayevich, Q. N., & Elmurodovich, B. O. (2023). ПРОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СХЕМАМ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(7), 1006-1010.

6. Abdullayevich, Q. N. (2023). REDUCING ELECTRICITY LOSSES IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORKS DUE TO MULTICRITERIA OPTIMIZATION OF LINE SECTIONS. *MODELS AND METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF INNOVATIVE RESEARCH*, 3(28), 275-279.

7. Mahmutxonov, S. J., Qurbonov, N., & Babayev, O. (2022). ELEKTR TARMOQLARIDA SIFAT KO 'RSATKICHLARI VA ISROFLAR. *Innovatsion texnologiyalar*, 47, 14-15.

8. Abdullayevich, Q. N. Muzaffar o'g'li, NT (2023). ASSESSMENT OF THE INFLUENCED FACTORS ON THE INDICATORS OF SPECIFIC ELECTRICITY CONSUMPTION AT INDUSTRIAL ENTERPRISES. *FORMATION OF PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES*, 2(20), 8-10.

9. Abdullayevich, K. N., & Olimjon o'g'li, E. J. (2024). USING CONSUMER-REGULATORS TO EQUALIZATION OF ELECTRICAL ENERGY SYSTEM LOAD SCHEDULE. *JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN*, 7(4), 25-29.

10 Abdullayevich, Q. N. Almardon o'g'li, NA, & Bahodir o'g, QOA (2024). INFLUENCE OF ELECTRICAL ENERGY QUALITY ON ELECTRICAL ENERGY WASTE. *Научный Фокус*, 1(9), 786-789.

11. Abdullayevich, Q. N. (2023). REACTIVE POWER COMPENSATION. *IMRAS*, 6(6), 506-508.

12. Abdullayevich, K. N., & Olimjon o'g'li, E. J. (2024). FUNCTIONS OF FACTS DEVICES WITH INNOVATION TECHNOLOGY IN THE ELECTRICAL ENERGY SYSTEM. *JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES*, 7(5), 12-16.

13. Abdullayevich, K. N., & Olimjon o'g'li, E. J. (2024). МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ АРВ. *SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM*, 3(25), 374-379.

14. Abdullayevich, K. N., & Olimjon o'g'li, E. J. (2024). АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(21), 45-48.

15. Abdullayevich, K. N. (2024). НОРМАТИВНЫЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10, 6 и 0, 4 кВ. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(21), 55-60.

16. Abdullayevich, Q. N., Almardon o'g'li, N. A., & Bahodir o'g, Q. O. A. (2024). INFLUENCE OF ELECTRICAL ENERGY QUALITY ON ELECTRICAL ENERGY WASTE. *Научный Фокус*, 1(9), 786-789.

17. Abdullayevich, Q. N., Almardon o'g'li, N. A., & Bahodir o'g, Q. O. A. (2024). ENSURING ELECTRICAL ENERGY QUALITY IN TEXTILE ENTERPRISES. *Научный Фокус*, 1(9), 794-797.

18. Курбонов, Н. А., Халикова, Х. А., & Неъматов, Б. А. О. (2024). ВОПРОСЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ АФГАНИСТАНА, УЗБЕКИСТАНА И ТАДЖИКИСТАНА С УЧЕТОМ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. *Eurasian Journal of Academic Research*, 4(6-1), 37-41.

19. Usmanov, E., Rajabboeva, A., Kurbonov, N., & Kurbanova, K. (2024, June). Operational logic scheme of the sketch base for an educational simulator in the fundamentals of power supply. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3152, No. 1). AIP Publishing.

20. Abdullayevich, K. N. (2024). ЭНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ ВА ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИ СОҲАСИДА ИННОВАЦИОН ФАОЛИЯТНИ БОШҚАРИШДА ЛОЙИҲА ЁНДАШУВИДАН ФОЙДАЛАНИШ. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(25), 363-367.

21. Abdullayevich, Q. N., & Muzaffar o'g'li, N. T. (2024). NORMALIZATION MODES OF HYDROGENERATORS. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(25), 368-371.

22. Abdullayevich, Q. N., & Muzaffar o'g'li, N. T. (2024). FACTORS AFFECTING SPECIFIC ELECTRICITY CONSUMPTION IN INDUSTRIAL ENTERPRISES. *THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY*, 2(25), 372-376.

23. Abdullayevich, K. N. (2024). ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ СИФАТИНИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСРОФИГА ТАЪСИРИ. *PEDAGOG*, 7(9), 183-188.

24. Abdullayevich, K. N. (2024). ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 3(26), 203-208.
25. Abdullayevich, K. N. (2024). ОЦЕНКА ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИИ. *PROSPECTS AND MAIN TRENDS IN MODERN SCIENCE*, 2(13), 531-536.
26. Abdullayevich, K. N. (2024). ANALYSIS AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ENERGY SAVING IN INDUSTRIAL ENTERPRISES. *SCIENTIFIC APPROACH TO THE MODERN EDUCATION SYSTEM*, 3(28), 75-81.
27. Abdullayevich, Q. N., & Abduzairovna, N. M. (2024). ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ТИЗИМИДА РАҚАМЛИ ПОДСТАНЦИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ МАСАЛАЛАРИ. *Eurasian Journal of Academic Research*, 4(9), 71-75.
28. Ixtiyorovich, D. S. (2023). CONDUCTING LABORATORY CLASSES ON ELECTRICAL CIRCUITS. *Научный Фокус*, 1(1), 84-88.
29. Джураев, Ш. И., & Махмудов, Н. Ш. (2023). ДОСТИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ С ПОМОЩЬЮ ФОТОРЕЛЕ. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 15, 55-57.
30. Джураев, Ш. И. (2023). СМЕШАННОЕ СОЕДИНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ. БАЛАНСИРОВКА МОСТА. *Scientific Impulse*, 1(7), 859-861.
31. Mamarasulova, F., Bobojonov, Y., Djurayev, S., & Karimova, N. (2023). Stimulating environmental protection activities in the energy sector. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 461, p. 01099). EDP Sciences.
32. Ixtiyorovich S. D. et al. АСИНХРОННАЯ МАШИНА С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПОЛЮСОВ //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2024. – Т. 2. – №. 20. – С. 768-772.
33. Makhmutkhanov, S., Akhrom, J., Djurayev, S., & Vozorov, I. (2024, June). Stimulating environmental protection activities in the energy sector. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3152, No. 1). AIP Publishing.
34. Файзиев, М. М., Ибрагимов, И. И., Джураев, Ш. И., & Мухаммадиев, А. В. У. (2023). ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ MATLAB SIMULINK. *Наука, техника и образование*, (2 (90)), 23-27.
35. Ixtiyorovich, D. S., & Abdullayevna, X. X. (2023). ANALYSIS AND EVALUATION OF ENERGY SAVING EFFICIENCY IN COCONOMOTAL INDUSTRIAL ENTERPRISES. *Scientific Impulse*, 1(10), 2144-2149.
36. Ixtiyorovich, D. S. (2023). СТАТИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С УЧЕТОМ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 2(15), 1183-1189.
37. Ixtiyorovich, D. S., & Abdullayevna, X. X. (2023). STABILIZATION OF SINGLE-PHASE LOAD CURRENT IN THREE-PHASE CIRCUITS. *Scientific Impulse*, 1(10), 1811-1813.

38. Beitullaeva, R., Tukhtaev, B., Norboev, A., Nimatov, K., & Djuraev, S. (2023). Analysis of pump operation in common pressure pipelines using the example of the "Chirchik" pumping station. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 460, p. 08015). EDP Sciences.
39. Mamarasulova, F., Bobojonov, Y., Djurayev, S., & Karimova, N. (2023). Stimulating environmental protection activities in the energy sector. In *E3S Web of Conferences* (Vol.461, p. 01099). EDP Sciences.
40. Abdullayevich, K. N., O'G'Li, M. F. A., O'G'Li, E. J. O., & O'G'Li, P. A. B. (2024). MARKOV ZANJIRI USULI VA O 'LCHANGAN SHAMOL TEZLIKLARIDAN FOYDALANGAN HOLDA YANGI SHAMOL TEZLIKLARINI BASHORAT QILISH. *Eurasian Journal of Academic Research*, 4(11-2), 7-12.
41. Abdullayevich, K. N., & Abdullayevna, X. X. (2024). EFFECTIVENESS OF USING A FREQUENCY CONVERTER WITH SMOOTH SPEED CONTROL OF AN INDUCTION MOTOR. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 3(27), 151-154.
42. Abdullayevich, K. N., Shuhrat o'g'li, O. S., & Olimjon o'g'li, E. J. (2024). STRUCTURE OF LOW VOLTAGE ELECTRICAL NETWORKS. *AMERICAN JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN*, 2(5), 112-119.
43. Markaev, N., Abdiraxmonov, I., Davletov, I., & Tukhtaev, B. (2023). Energy characteristics of electrotechnological processing of grape cuttings. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 434, p. 01031). EDP Sciences.
44. Yunusov, R. F., Parmanov, A. E., Karimov, I. N., Rajabov, M. N., Tuxtayev, B. B., & Raxmonov, S. S. (2023, August). Methodology for calculating the characteristics of linear induction motors for low-speed process equipment. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1231, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
45. Ixtiyorovich, D. S., & Bekmurod o'g'li, P. A. (2024). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА. *Научный Фокус*, 2(20), 830-836.
46. Ixtiyorovich, D. S., & Bekmurod o'g'li, P. A. (2025). USING WIND ENERGY. *ZAMONAVIY TA'LIM TIZIMINI RIVOJLANTIRISH VA UNGA QARATILGAN KREATIV G'OYALAR, TAKLIFLAR VA YECHIMLAR*, 7(75), 91-97.
47. Abdullayevich K. N., Shuhrat o'g'li O. S., Olimjon o'g'li E. J. STRUCTURE OF LOW VOLTAGE ELECTRICAL NETWORKS //AMERICAN JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN. – 2024. – Т. 2. – №. 5. – С. 112-119.
48. Abdullayevich Q. N., Muzaffar o'g'li N. T. NORMALIZATION MODES OF HYDROGENERATORS //THE THEORY OF RECENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF PEDAGOGY. – 2024. – Т. 2. – №. 25. – С. 368-371.
49. Abdullayevich, K. N., Abdullayevna, X. X., & Ne'Matov Buxor Akrom, O. G. (2024). ВОПРОСЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ АФГАНИСТАНА, УЗБЕКИСТАНА И ТАДЖИКИСТАНА С УЧЕТОМ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. *Eurasian Journal of Academic Research*, 4(6-2), 19-23.

50. Abdullayevich, K. N., & Mansur o'g'li, S. D. (2025). МЕТОДЫ И МЕРЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДА. *INNOVATIVE DEVELOPMENTS AND RESEARCH IN EDUCATION*, 3(35), 388-394.