

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Грачева Е.И. - доктор технических наук, профессор, кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий», Казанский Государственный Энергетический Университет, г. Казань, Россия, grachieva.i@bk.ru

Горлов А.Н. – кандидат технических наук, доцент, кафедра «Электроснабжение», Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия, kafedra.es@yandex.ru

Шакурова З.М. – кандидат педагогических наук, доцент, кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий», Казанский Государственный Энергетический Университет, г. Казань, Россия, shzumeyra@mail.ru

Аннотация. В статье представлено исследование эффективности эксплуатации систем электроснабжения промышленных предприятий.

Проведено технико-экономическое обоснование сравнения 2-х видов схем внутривзаводского электроснабжения: схемы с установкой одного цехового трансформатора и второго варианта с установкой двух трансформаторов меньшей мощности. В результате расчетов определен оптимальный вариант с двумя трансформаторами и вычислена величина сэкономленной электроэнергии, а также срок окупаемости капитальных вложений. Представлено сравнительное исследование двух видов схем внутривзаводского электроснабжения, выявлены их достоинства и недостатки

Ключевые слова: схема электроснабжения, трансформатор, технологические потребители, вспомогательная нагрузка, срок окупаемости.

Благодарности. Публикация выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства высшего образования и науки Российской Федерации, проект № 0851-2020-0032 «Исследование алгоритмов, моделей и методов повышения эффективности функционирования сложных технических систем».

Введение. В современных условиях в системах электроснабжения существует тенденция увеличения уровня потерь электроэнергии¹, поэтому умень-

шение потерь в электроустановках и трансформаторах даже на несколько процентов даст значительный экономический эффект².

¹ Грачева Е.И., Наумов О.В. Потери электроэнергии и эффективность функционирования оборудования цеховых сетей. - Монография. - М.: "Русайнс", 2017. - 168 с.; Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутривзаводского электроснабжения // Проблемы энергетики. - 2021. - № 1. - С.93-104.; Грачева Е.И., Шакурова З.М., Абдуллазянов Р.Э. Сравнительный анализ наиболее распространенных детерминированных методов определения потерь электроэнергии в цеховых сетях // Проблемы энергетики. - 2019. - № 5. - С.87-96.; Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Анализ и оценка экономии электроэнергии в системах внутривзаводского электроснабжения // Проблемы энергетики. - 2020. - № 2. - с.65-74.; Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Оценка потерь электроэнергии во внутривзаводских электрических сетях // Вестник ПИТТУ им. академика М. Осими. 2019. № 4 (13). С. 38-50.; Тошходжаева, М.И. Перспективы применения источников распределенной генерации в Республике Таджикистан/ М.И. Тошходжаева// Вестник

ПИТТУ им. академика М. Осими. 2019. № 2 (11). С. 43-50.

² Вохидов А.Д., Дадабаев Ш.Т., Разинов Ф.М. К вопросу о задачах повышения надежности системы электроснабжения насосной станции первого подъема. Надежность. 2016. Т. 16. № 4 (59). С. 36-39.; Kodyazhny, V.V. 2016. Possibilities of modern automatic switches. Energeticheskiye ustanovki i tekhnologii, 2(1), pp.43-49. (In Russ.); Тошходжаева, М.И. Повышение надежности системы электроснабжения как фактор устойчивого обеспечения народного хозяйства электроэнергией (на примере г. Худжанда РТ) / М.И. Тошходжаева // Вестник ТГУПБП. Серия общественных наук. – 2015. – № 3(3). – С. 71–77.; Дадабаев Ш.Т. Оптимизация пусковых режимов работы высоковольтных электроприводов оросительной насосной станции с учетом жаркого климата. Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2018. Т. 61. № 2. С. 86-91.

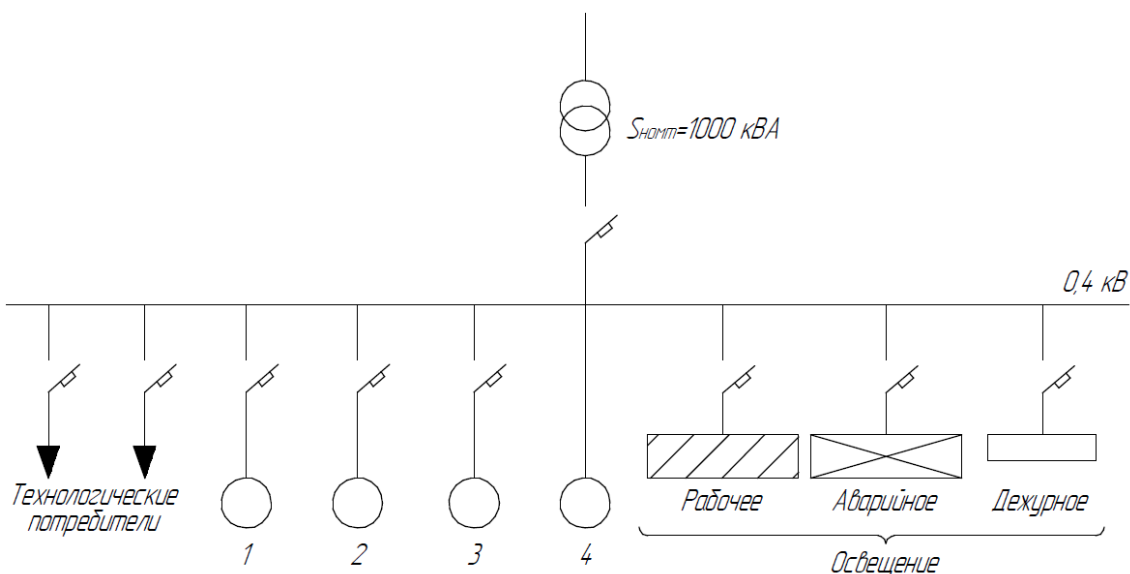


Рис.1 Схема электроснабжения при установке одного трансформатора с $S_{номТ}=1000$ кВ·А, 1 - вентиляторы, 2 - компрессоры, 3 - насосы, 4 - сварочное электрооборудование

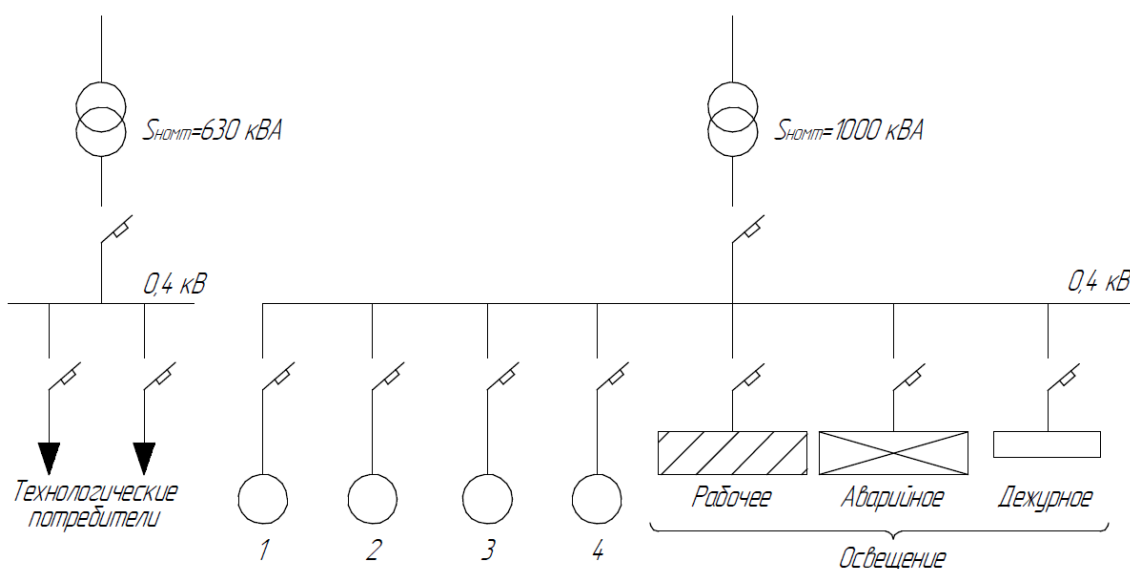


Рис.2. Схема электроснабжения при установке двух трансформаторов с $S_{номТ}=630$ кВ·А и $S_{номТ}=250$ кВ·А

Для получения рациональных режимов эксплуатации электрооборудования и трансформаторов недогруженные цеховые трансформаторы заменяют на трансформаторы, рассчитанные на меньшую номинальную мощность, пере-

ключают потребителей, питающихся от мало загруженных трансформаторов на установленные рядом с нагрузкой трансформаторы, а также отключают трансформаторы на период эксплуатации в режиме холостого хода. Вышепе-

речисленные способы повышения эффективности эксплуатации трансформаторов оптимизируют их загрузку и обеспечивают рациональные технические параметры внутривозовских электрических систем¹.

Проведем технико-экономическое обоснование сравнения 2-х видов схем внутривозовского электроснабжения (рис.1, 2) - в первой схеме установим 1 трансформатор, а во второй - 2 трансформатора меньшей мощности для определения рационального варианта.

Режим работы рассматриваемого производственного участка - в одну смену. Мощность потребителей подстанции имеющих круглосуточный режим питания составляет 20-25% от общей нагрузки участка. Номинальная мощность цеховых трансформаторов составляет: в схеме рис.2 - $S_{ном Т}=1000$ кВ·А, в схеме рис.3 - $S_{ном Т}=630$ кВ·А и $S_{ном Т}=250$ кВ·А (паспортные данные исследуемых трансформаторов представлены в табл. 1).

Для вычислений используем: расчетный период недельного цикла- 168 ч., интервал расчетного периода рабочих

суток - 9 ч., рабочий период $T_{рабоч}=45$ ч., нерабочий период $T_{нерабоч}=123$ ч., расчетная мощность нагрузки потребителей $P_p=k_3 \cdot S_{ном Т}$, потери активной мощности в распределительной сети высокого напряжения:

$$\Delta P_c = \Delta P_a + \Delta P_p = (I_a + I_p)^2 \cdot R_{лп} = (3 \div 4)\% \text{ от}$$

P_p (статистические данные²)

где I_a , ΔP_a - активные величины тока и потерь мощности трансформатора;

I_p , ΔP_p - значения реактивных величин тока и потерь мощности трансформатора.

¹ T.I. Petrov, T., A.R. Safin, "Modification of the synchronous motor model for topological optimization," (2020) E3S Web of Conferences, 178, paper № 01016.; Сафин А.Р., Хуснутдинов Р.Р., Копылов А.М., Максимов В.В., Цветков А.Н., Гибадуллин Р.Р., Петров Т.И. Разработка метода топологической оптимизации электрических машин на основе генетического алгоритма // Вестник КГЭУ, № 4(40), 2019 г., с. 77-85.; Feizifar, B., Usta, O. 2019. A new failure protection algorithm for circuit breakers using the power loss of switching arc incidents. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 27(3), pp.1982-1997. DOI: <https://doi.org/10.3906/eik-1805-84>.; Lei, C., Tian, W., Zhang, Y., Fu, R. et al. 2017. Probability-based circuit breakers modeling for power system fault analysis. IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), Tampa, FL, USA, pp. 979-984. DOI: <https://doi.org/10.1109/apec.2017.7930815>.; Конюхова Е.А. Экономико-математическая модель рабочей части системы электроснабжения объекта при среднем и низком напряжении. Электричество, 2018, № 9.

² Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутривозовского электроснабжения // Проблемы энергетики. - 2021. - № 1. - с.93-104.; Грачева Е.И., Шакурова З.М., Абдуллазянов Р.Э. Сравнительный анализ наиболее распространенных детерминированных методов определения потерь электроэнергии в цеховых сетях // Проблемы энергетики. - 2019. - № 5. - с.87-96.

Таблица 1 – Параметры трансформаторов

S _{номТ.} , кВ·А	U ₁ /U ₂ ,кВ	Потери мощности, кВт		I, %
		ΔP _х	ΔP _к	
1000	10/0,4	3,3	11,6	3
630	10/0,4	2,27	7,6	2
250	10/0,4	1,05	3,7	2,3

Вычислим потери электроэнергии в цеховых трансформаторах для 2-х вариантов схем (рис. 1 и 2).

Рассчитаем потери мощности в трансформаторах:

$$\Delta P_T = \Delta P_X + \Delta P_K \cdot k_3^2 \quad (1)$$

Суммарная величина потерь мощности определяется суммой потерь рабочего и нерабочего интервала времени:

$$\Delta P_{рабоч} = \Delta P_T + \Delta P_C \quad (2)$$

$$\Delta P_{нерабоч} = \Delta P_T' + \Delta P_C' \quad (3)$$

$$\Delta Q_{рабоч} = S_{номТ} \cdot \left(\frac{I_{XX}}{100} + \frac{U_K}{100} \cdot k_3^2 \right) \quad (4)$$

$$\Delta Q_{нерабоч} = S_{номТ} \cdot \left(\frac{I_{XX}}{100} + \frac{U_K}{100} \cdot k_{3,нерабоч}^2 \right) \quad (5)$$

где, ΔP_{рабоч}, ΔP_{нерабоч}, - потери активной мощности за рабочие и нерабочие интервалы времени;

ΔQ_{рабоч}, ΔQ_{нерабоч} - потери реактивной мощности за рабочие и нерабочие интервалы времени.

$$\Delta P_C' = 0,03 \cdot \left(\frac{S_{номТ.}}{U_2} \right)^2 \cdot R_{П.Р} \cdot \Delta P_T' = \Delta P_X' + \Delta P_K' \cdot k_{3,нерабоч}^2$$

k_{3,нерабоч} - величина коэффициента загрузки трансформатора в нерабочие интервалы времени.

$$\Delta W = \Delta P_{рабоч} \cdot T_{рабоч} + \Delta P_{нерабоч} \cdot T_{нерабоч} \quad (6)$$

$$\Delta V = \Delta Q_{рабоч} \cdot T_{рабоч} + \Delta Q_{нерабоч} \cdot T_{нерабоч} \quad (7)$$

где, ΔW – величина суммарных потерь активной электроэнергии, ΔV – суммарные реактивные потери электроэнергии.

Результаты расчетов приведены в табл. 2. Суммарные потери электроэнергии в трансформаторе для первого варианта (рис. 1) составили ΔW=1987,2кВт·ч, ΔV=6439,7кВар·ч, а для схемы на рис. 2 составили ΔW=1606,4кВт·ч, ΔV=2909,04кВар·ч.

По результатам вычислений для схемы отдельного питания потребителей от двух трансформаторов общая величина экономии электроэнергии за исследуемое рабочее время в неделю составит 380,80кВт·ч и 3530,7кВ·Ар·ч.

Таблица 2 – Общие потери электроэнергии в трансформаторах

Вариант	S _{номТ.} , кВ·А	S _{р.} , кВ·А	k ₃ ²	I _г , А	ΔP _{рабоч} , кВт	ΔP _{нерабоч} , кВт	ΔQ _{рабоч} , кВар	ΔQ _{нерабоч} , кВар	ΔW, кВт·ч	ΔV, кВар·ч	tgφ
1	1000	700	0,5	1843	30,0	5,0	56,96	31,43	1987,20	6439,70	0,090
2	630	539	0,7	1419	24,0	-	37,88	-	1076,51	1705,07	0,070
	250	160	0,4	432	7,0	1,0	10,30	5,99	529,90	1203,98	0,070

Результаты и обсуждения. Рассчитав экономию, при известной стоимости электроэнергии и электроустановок проведем технико-экономическое сравнение и покажем целесообразность переключения питания потребителей на два трансформатора.

Рассматриваемые схемы внутриводского электроснабжения рекомендуются на односменных предприятиях, но эффективность эксплуатации модернизируемой электрической системы внутриводского электроснабжения рассчитывается с технико-экономическим обоснованием.

Для рассматриваемого варианта схемы стоимость сэкономленной электроэнергии за годовой период работы:

$$C = \Delta W \cdot N \cdot C_{0a} + \Delta V \cdot N \cdot C_{0p} =$$

$$= 380,8 \cdot 52 \cdot 3,9 + 3530,7 \cdot 52 \cdot 4,9 =$$

$$= 1053,29 \text{ тыс.руб.}$$

где, $N=52$ - число недель в году;
 $C_{0a}=3,90$ руб./кВт·ч - стоимость 1 кВт·ч электроэнергии;
 $C_{0p}= 4,9$ руб./кВ·Ар·ч - стоимость 1 кВ·Ар·ч.

Общие затраты на подключение трансформаторов к электрической сети с учетом стоимости монтажных работ составят:

$$C_{T630} + C_{T250} = 348000 + 177000 = 525$$

тыс.руб.

Возможная прибыль от реализации трансформатора:

$$S_{\text{ном.}} = 1000 \text{ кВ} \cdot A \text{ составит } 196500 \text{ руб.}$$

Капиталовложения определяются:

$$K = (C_{T630} + C_{T250}) - C_{T1000} =$$

$$= 525000 - 196500 = 328,5$$

тыс.руб.

В табл. 3 представлен сравнительный анализ схемы электроснабжения при питании технологических и круглосуточных потребителей от одного трансформатора (1 вариант) и схемы при питании силовой и вспомогательной нагрузки от разных трансформаторов меньшей мощности (2 вариант).

Таблица 3 – Сравнение схем внутриводского электроснабжения

Схемы электроснабжения промышленных предприятий	
Достоинства	Недостатки
Питание технологических и круглосуточных потребителей от одного цехового трансформатора	
1. Снижение количества трансформаторов и, следовательно, снижение общих суммарных затрат на сооружение подстанции.	1. Увеличение потерь электроэнергии в трансформаторе в нерабочий период.
2. Не требуется частое включение и отключение работающих трансформаторов.	2. Ухудшение показателей качества электроэнергии в электрической сети освещения из-за влияния технологических электропотребителей.
3. Относительная простота электрической схемы и относительно низкая стоимость при строительстве и проведении монтажа и пусконаладочных работ.	3. Снижение параметров надежности схемы вследствие питания технологических потребителей и вспомогательных приемников электроэнергии (систем освещения, вентиляции и т.д.) от одного трансформатора, выход из строя которого, может привести к нарушению электроснабжения потребителей.
Питание силовой и вспомогательной нагрузки от разных трансформаторов, имеющих меньшую номинальную мощность	

Схемы электроснабжения промышленных предприятий	
Достоинства	Недостатки
1. Отсутствуют дополнительные потери электроэнергии в системе электроснабжения в течение нерабочих интервалов времени.	1. Увеличивается количество трансформаторов, что несколько усложняет топологию схемы.
2. Улучшение качества электроэнергии в сетях освещения.	2. Увеличивается количество включения и отключения трансформаторов.
3. Увеличение надежности питания вспомогательных электропотребителей.	

Вычислим значение расчетного срока окупаемости капиталовложений:

$$T_{ок} = \frac{K}{C} = \frac{328,5}{1053,29} \approx 0,31 \text{ года.}$$

Заключение. Результаты анализа и исследований показывают, что для энергоэффективного внутризаводского электроснабжения целесообразно производить замену одного трансформатора, к которому подключена цеховая технологическая и круглосуточная нагрузка потребителей, на два трансформатора меньшей суммарной номинальной мощностью с учетом их оптимальной

загрузки. Предлагаемые мероприятия позволяют снизить суммарные потери электроэнергии и уменьшить эксплуатационные издержки.

При этом срок окупаемости разработанных мероприятий по экономии электроэнергии для рассматриваемого примера составил 3,7 месяца. Также выделение технологической нагрузки и присоединение ее к отдельному трансформатору позволит улучшить показатели качества электроэнергии при эксплуатации как технологической, так и круглосуточной нагрузки потребителей внутризаводского электроснабжения.

Список использованной литературы

1. Вохидов А.Д., Дадабаев Ш.Т., Разоков Ф.М. К вопросу о задачах повышения надежности системы электроснабжения насосной станции первого подъема. *Надежность*. 2016. Т. 16. № 4 (59). С. 36-39.
2. Грачева Е.И., Наумов О.В. Потери электроэнергии и эффективность функционирования оборудования цеховых сетей. - Монография. - М.: "Русайнс", 2017. - 168 с.
3. Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Анализ и оценка экономии электроэнергии в системах внутризаводского электроснабжения // *Проблемы энергетики*. - 2020. - № 2. - С.65-74.
4. Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Оценка потерь электроэнергии во внутризаводских электрических сетях // *Вестник ПИТТУ им. академика М. Осими*. 2019. № 4 (13). С. 38-50
5. Грачева Е.И., Наумов О.В., Горлов А.Н., Шакурова З.М. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутризаводского электроснабжения // *Проблемы энергетики*. - 2021. - № 1. - С. 93-104.
6. Грачева Е.И., Шакурова З.М., Абдуллаязнов Р.Э. Сравнительный анализ наиболее распространенных детерминированных методов определения потерь электроэнергии в цеховых сетях // *Проблемы энергетики*. - 2019. - № 5. - С. 87-96.
7. Дадабаев Ш.Т. Оптимизация пусковых режимов работы высоковольтных электроприводов оросительной насосной станции с учетом жаркого климата. *Известия высших учебных заведений. Электромеханика*. 2018. Т. 61. № 2. С. 86-91.

8. Конюхова Е.А. Экономико-математическая модель рабочей части системы электроснабжения объекта при среднем и низком напряжении. *Электричество*, 2018, № 9.
9. Сафин А.Р., Хуснутдинов Р.Р., Копылов А.М., Максимов В.В., Цветков А.Н., Губадуллин Р.Р., Петров Т.И. Разработка метода топологической оптимизации электрических машин на основе генетического алгоритма // *Вестник КГЭУ*, № 4(40), 2019 г., С. 77-85.
10. Тошходжаева, М.И. Повышение надежности системы электроснабжения как фактор устойчивого обеспечения народного хозяйства электроэнергией (на примере г. Худжанда РТ) / М.И. Тошходжаева // *Вестник ТГУПБП. Серия общественных наук.* – 2015. – № 3(3). – С. 71–77.
11. Тошходжаева, М.И. Перспективы применения источников распределенной генерации в Республике Таджикистан/ М.И. Тошходжаева// *Вестник ПИТТУ им. академика М. Осими.* 2019. № 2 (11). С. 43-50.
12. Feizifar, B., Usta, O. 2019. A new failure protection algorithm for circuit breakers using the power loss of switching arc incidents. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 27(3), pp.1982-1997. DOI:<https://doi.org/10.3906/eik-1805-84>.
13. Kodyazhny, V.V. 2016. Possibilities of modern automatic switches. *Energeticheskiye ustanovki i tekhnologii*, 2(1), pp.43-49. (In Russ.)
14. Lei, C., Tian, W., Zhang, Y., Fu, R. et al. 2017. Probability-based circuit breakers modeling for power system fault analysis. *IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Tampa, FL, USA, pp. 979-984. DOI: <https://doi.org/10.1109/apec.2017.7930815>.
15. T.I. Petrov, T., A.R. Safin, "Modification of the synchronous motor model for topological optimization," (2020) *E3S Web of Conferences*, 178, paper № 01016.

References

1. Vohidov A.D., Dadabaev Sh.T., Razokov F.M. On the problem of increasing the reliability of the power supply system of the pumping station of the first lift. *Reliability*. 2016. Vol. 16.No. 4 (59). S. 36-39.
2. Gracheva E.I., Naumov O.V. Loss of electricity and the effectiveness of the operation of equipment workshop networks. - Monograph - M.: RUSAINS, 2017.—168.
3. Gracheva E.I., Gorlov A.N., Shakurova Z.M. Analysis and assessment of energy savings in the systems of in-plant power supply // *Problems of energetics.* - 2020. - No. 2. - p. 65-74.
4. Gracheva E.I., Gorlov A.N., Shakurova Z.M. Estimation of electricity losses in intra-plant electrical networks. *Vestnik PITTU im. Academician M. Osi-mi.* 2019. No. 4 (13). S. 38-50
5. Gracheva E.I., Naumov O.V., Gorlov A.N., Shakurova Z.M. Algorithms and probabilistic models of the parameters of the functioning of the in-plant power supply // *Problems of energy.* - 2021. - No. 1. - p. 93-104.
6. Gracheva E.I., Shakurova Z.M., Abdullazyanov R.E. Comparative analysis of the most common deterministic methods for determining electricity losses in shop networks // *Problems of energy.* - 2019. - No. 5. - p. 87-96.
7. Dadabaev Sh.T. Optimization of starting modes of operation of high-voltage electric drives of an irrigation pumping station taking into account a hot climate. *Proceedings of higher educational institutions. Electromechanics.* 2018. Vol. 61.No. 2.P. 86-91.
8. Konyukhova E.A. Economic-mathematical model of the working part of the power supply system of an object at medium and low voltage. *Electricity*, 2018, No. 9.
9. Safin A.R., Khusnutdinov R.R., Kopylov A.M., Maksimov V.V., Tsvetkov A.N.,

Gibadullin R.R., Petrov T.I. Development of a method for topological optimization of electrical machines based on a genetic algorithm // *Bulletin of KSPEU*, no. 4 (40), 2019, p. 77-85.9.

10. Toshkhodzhaeva M.I. Prospects for the use of distributed generation sources in the Republic of Tajikistan / M.I. Toshkhodzhaeva // *Bulletin of PITTU im. Academician M. Osimi*. 2019. No. 2 (11). S. 43-50.

11. Toshkhodzhaeva, M.I. Increasing the reliability of the power supply system as a factor of sustainable provision of the national economy with electricity (on the example of the city of Khujand RT) / M.I. Toshkhodzhaeva // *Bulletin of TSUPBP. Social Science Series*. - 2015. - No. 3 (3). - S. 71–77.

12. Feizifar, B., Usta, O. 2019. A new failure protection algorithm for circuit breakers using the power loss of switching arc incidents. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 27(3), pp.1982-1997. DOI: <https://doi.org/10.3906/eik-1805-84>.

13. Kodyazhny, V.V. 2016. Possibilities of modern automatic switches. *Energeticheskiye ustanovki i tekhnologii*, 2(1), pp.43-49. (In Russ.)

14. Lei, C., Tian, W., Zhang, Y., Fu, R. et al. 2017. Probability-based circuit breakers modeling for power system fault analysis. *IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Tampa, FL, USA, pp. 979-984. DOI: <https://doi.org/10.1109/apec.2017.7930815>.

15. T.I. Petrov, T., A.R. Safin, "Modification of the synchronous motor model for topological optimization," (2020) *E3S Web of Conferences*, 178, paper № 01016.

БАЛАНД КАРДАНИ САМАРАНОКИИ ИСТИФОДАИ СИСТЕМАҲОИ ТАЪМИНОТИ БАҶР Қ ДАР ҚОРХОНАҲОИ САНОАТӢ

Грачева Е.И. – доктори илмҳои техникӣ, профессор, кафедраи таъминоти баҷри қорхонаҳои саноатӣ, Донишгоҳи давлатии энергетикӣ Қазон, Қазон, Русия, grachieva.i@bk.ru

Горлов А.Н. – номзади илмҳои техникӣ, дотсент, кафедраи таъминоти баҷри, Донишгоҳи давлатии ҷанубу ғарбии Курск, Русия, kafedra.es@yandex.ru

Шакурова З.М. – номзади илмҳои педагогӣ, дотсент, кафедраи таъминоти баҷри қорхонаҳои саноатӣ, Донишгоҳи давлатии энергетикӣ Қазон, Қазон, Русия, shzumeyra@mail.ru

Чакида. Дар мақола омӯзиши самаранокӣ кори системаҳои таъминоти баҷри қорхонаҳои саноатӣ оварда шудааст.

Барои муқоисаи 2 намуди схемаҳои таъминоти баҷри дар дохили қорхона: техникӣ-иқтисодӣ гузаронида шуд: схемаҳо бо насби як трансформатори қоргоҳ ва варианти дурум бо насби ду трансформатор бо иқтидори камтар. Дар натиҷаи ҳисобҳо варианти оптималии дорои ду трансформатор муайян карда шуда, миқдори энергияи сарфаишуда, инчунин давраи баргарадонидани маблағгузори асосӣ ҳисоб карда шуд. Омӯзиши муқоисавии ду намуди схемаҳои таъминоти баҷри дар дохили қорхона пешниҳод карда шуда, афзалият ва нуқсонҳои онҳо ошкор карда мешаванд.

Калидвожаҳо: занҷираи таъминоти баҷри, трансформатор, истеъмолкунандагони технологӣ, бори ёрирасон, давраи пардохт.

Эътирофҳо: Наирия бо дастгирии молиявии супориши давлатии Вазорати таҳсилоти олии ва илми Федератсияи Русия, лоиҳаи № 0851-2020-0032 "Таҳқиқоти алгоритмиҳо, моделҳо ва усулҳои баланди бардоштани самаранокӣ системаҳои мураккаби техникӣ".

IMPROVING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF POWER SUPPLY SYSTEMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Gracheva E.I. – *doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Power Supply of Industrial Enterprises, Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia,*
grachieva.i@bk.ru

Gorlov A.N. – *candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Power Supply, South-West State University, Kursk, Russia,*
kafedra.es@yandex.ru

Shakurova Z.M. – *candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises, Kazan State Power Engineering University Kazan, Russia,*
shzumevra@mail.ru

Annotation. *The article presents a study of the efficiency of operation of power supply systems of industrial enterprises. A feasibility study was carried out comparing 2 types of intra-factory power supply schemes: the scheme with the installation of one shop transformer and the second option with the installation of two transformers of lower capacity. As a result of the calculations, the optimal option with two transformers was determined and the amount of saved energy was calculated, as well as the payback period of capital investments. A comparative study of two types of intrafactory power supply schemes is presented, their advantages and disadvantages are revealed.*

Keywords: *power supply circuit, transformer, process consumers, auxiliary load, payback period.*

Acknowledgements: *The publication was carried out with the financial support of the state task of the Ministry of Higher Education and Science of the Russian Federation, project No. 0851-2020-0032 "Research of algorithms, models and methods for improving the efficiency of complex technical systems".*