

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2023)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/ABAC7746>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/WZPH9374>

***А. Т. Балтин¹, Д. С. Ахметбаев², Г. Г. Тамкеева³,
Г. Ж. Асаинов⁴**

^{1,2,3,4}Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана

*e-mail: baltin2016@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 20 кВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН И МЕТОДЫ ИХ ПОВЫШЕНИЯ

Повышение надежности системы электроснабжения является ключевым вопросом в электроэнергетике и одной из актуальных задач. В системе электроснабжения традиционная распределительная сеть отвечает за снабжение существующих потребителей. Существует проблема растущей концентрации электрических нагрузок, особенно в мегаполисах, что требует повышения уровня напряжения для увеличения пропускной способности сети. В настоящее время в Республике Казахстан только в столице Астане имеется небольшой опыт эксплуатации распределительной сети 20 кВ. В данной статье рассматривается возможность использования кабелей в распределительной сети, обосновывается выбор напряжения 20 кВ для обеспечения проверенной пропускной способности кабелей в различных природных и климатических условиях. Для обеспечения надежности электрической сети обсуждаются факторы, которые могут привести к снижению показателей надежности. В статье представлены характеристики кабелей с бумажной изоляцией и сшитым полиэтиленом для сетей 20 кВ и показана зависимость оптимальной пропускной способности для данного напряжения от длины линии, что очень важно при коротких замыканиях в сетях среднего напряжения. Основываясь на полувековом опыте европейских стран, можно ожидать, что международная передовая практика по технологиям перевода существующих распределительных сетей 10 кВ на напряжение 20 кВ позволит снизить затраты и повысить надежность распределительных сетей.

Ключевые слова: напряжение 20 кВ, надежность электрической сети, пропускная способность, электрические кабели, электрические сети.

Введение

Для Республики Казахстан электроэнергетика имеет важное значение, поскольку ключевые отрасли страны, такие как металлургия и добыча нефти и газа, характеризуются высокой энергоемкостью. Соответственно, конкурентоспособность промышленности Казахстана и качество жизни населения во многом зависят от надежного и качественного энергоснабжения потребителей.

Надежность энергетических объектов означает свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [1].

Применение напряжения 20 кВ в распределительной электрической сети доказано и показано как осуществимое и целесообразное с учетом быстро растущей плотности нагрузки в городских районах. Уменьшение разрыва между соседними значениями напряжения в существующей последовательности 220/110/20 кВ приводит не до использований мощности устройств в полном объеме в системе электроснабжения впоследствии [2].

Распределительная сеть среднего напряжения является основой для развития городской электрической сети. С увеличением электрической нагрузки уровень напряжения 20 кВ вместо 10 кВ становится основным и направлением развития распределительной сети в перспективе. При этом прогнозирование нагрузки является важным аспектом планирования распределительной сети. Для этого важно разработка модели, позволяющая быстро рассчитать прогнозируемое значение нагрузки на ближайшее время по данным наблюдений. Прогнозирование нагрузки для распределительной сети 20 кВ является актуальной [3].

С увеличением плотности электрической нагрузки, электрическая сеть напряжением 20 кВ стала тенденцией в распределительных сетях среднего напряжения. При этом, с точки зрения планирования электросетей, путем сравнительного анализа показателей, таких как степень напряжения, мощность короткого замыкания, пропускная способность сети, расположение подстанций и т.д. [4] и выбор распределительной сети напряжением 20 кВ требует исследования.

Основываясь на данных об отключениях распределительных линий 10 кВ и 20 кВ, которые поступают из электросети Китая, было проведено большое количество статистических анализов, где предварительный анализ работы распределительной электрической сети показывает, что основными

факторами, приводящими к сбоям в электроснабжении, являются внешние силы, метеорологические условия, неправильная эксплуатация и техническое обслуживание, качество оборудования и ошибки в процессе проектирования. Внешние силы вызвали наибольшее количество неисправностей в элементах электрической сети [5].

Материалы и методы

В отличие от изоляции воздушных линий, изоляция кабельных линий не может самовосстанавливаться. Это означает, что после возникновения повреждения оно не может быть устранено, даже если оно почти полностью компенсируется током в месте повреждения. Актуальность данного метода обусловлена проблемой интенсивного роста электрических нагрузок в густонаселенных районах, что требует увеличения мощности электросетевого оборудования за счет повышения уровня напряжения. Для распределительной сети недостаточно статистических данных, чтобы установить классифицированную связь между причинами аварий и параметрами сети. Распределительная сеть проходит через наиболее густонаселенные районы (по сравнению с передающей сетью) и поэтому подвержена воздействию множества причин.

Факторы, влияющие на снижение надежности системы электроснабжения являются отказы, вызванные износом оборудования – 35 % и влиянием климатических воздействий (атмосферные температуры окружающей среды, действие ветра, гололедные образования на проводах, вибрации и «пляска» проводов, загрязнение воздуха, влияние геомагнитных бурь) порядка 25 %. Самыми тяжелыми являются гололедно-ветровые воздействия. Посторонние воздействия – 15 %, недостатки эксплуатации и ремонтов – 10 %, на долю дефектов изготовления оборудования приходится 9 % и дефекты монтажа 6 % соответственно [6–7]. Данные представлены на рисунке 1.

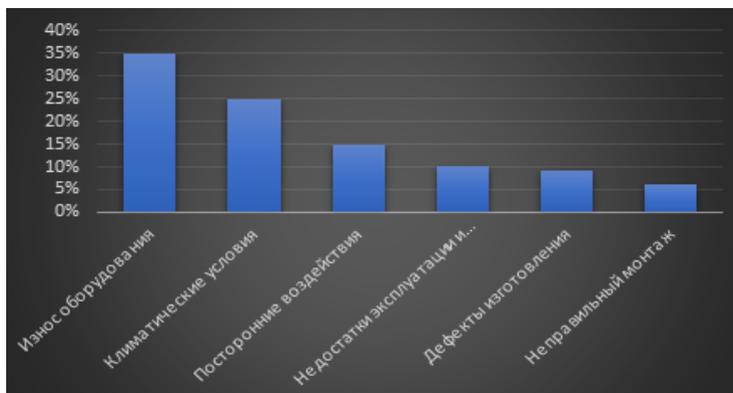


Рисунок 1 – Доля факторов, привлекший отказ оборудования

На данный момент для Республики Казахстан показатель износа оборудования вырос с 35 % до 60 %. Согласно данным Министерства Энергетики, средний уровень износа электросетей в конце 2020 года в Казахстане остается на уровне 60 %. Для решения изношенности электрических сетей требуются вложения значительных финансовых средств. Действующие на сегодня тарифы не позволяют провести масштабную реконструкцию и модернизацию. Поэтому энергопередающими организациями работа по снижению износа электрических сетей ведется планомерно с долгосрочным эффектом [8].

Одним из способов повышения надежности электроснабжения является модернизация и дооснащение существующих традиционных сетей 10 кВ до класса напряжения 20 кВ. Области, где в настоящее время используются сети 20 кВ, – это зоны насыщения нагрузки и схемы электроснабжения удаленных потребителей.

В настоящее время проводятся исследования по расширению масштабов преобразования сетей до уровня 20 кВ. Удвоение напряжения в сети означает, что кабель с определенным поперечным сечением, подходящий для 20 кВ, может распределять вдвое больше мощности [10].

Результаты и обсуждение

Используя эмпирическую формулу можно определить экономически выгодный класс номинального напряжения сети (кВ) при длине линий электропередачи L не более 250 км и передаче мощности P_{max} (МВт) не более 60 МВт можно предварительно определить по формуле Стилла [11]:

$$U_{ном} = 4,34 * \sqrt{L + 16P_{max}} \quad (1)$$

где $U_{ном}$ – экономически выгодный класс номинального напряжения сети (кВ),

L – длина линий,

P_{max} – максимальная мощность линий.

Используя эмпирические формулы принятые на основе выбора класса напряжения при проектировании сетей использовалась формула Стилла, для обоснования выбора номинального напряжения. На основе эмпирической формулы исследована допустимая нагрузка в зависимости от длины линии. На рисунке 2 представлена зависимость мощности от длины линий напряжением 20 кВ.

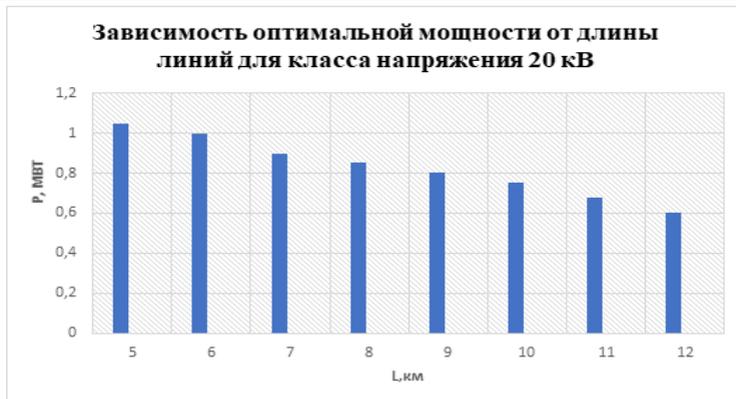


Рисунок 2– Зависимость оптимальной мощности от длины линий для класса напряжения 20 кВ

Анализ проведенных данных показывает, что передаваемая мощность по линии напряжением 20 кВ имеет допустимую длину. К примеру, что при длине линий 12 км допустимая нагрузка для передачи составляет 0,6 МВт, при длине 8 км – 0,85 МВт, а при 5 км доходит больше 1 МВт.

Концентрация нагрузок по области может быть разбросана не однородна, что дает неэффективную работу сетей 20 кВ. Предлагаемые результаты дают возможность определить выдаваемую мощность в зависимости от длины линий для эффективной работы распределительных сетей 20 кВ.

С развитием городских электросетей применение цельнокабельных распределительных сетей напряжением 20 кВ становится все более распространенным явлением. Использование кабелей обеспечивает надежность источника питания, но также приводит к тому, что ток однофазного заземляющего конденсатора легко превышает сотни ампер, что серьезно угрожает безопасной эксплуатации оборудования для распределения электроэнергии [9].

Согласно ПУЭ, силовые кабели с пластмассовой изоляцией более просты в изготовлении, удобны при монтаже и в эксплуатации. Процесс наложения пластмассовой изоляции методом экструзии (т.е. выдавливания) на токопроводящие жилы гораздо более производителен, чем изолирование методом обмотки бумажными лентами. Кроме того, отпадает необходимость в сушке и пропитке изоляции [12].

Стоит отметить, что на рынке также распространены кабели с бумажной изоляцией. Сравнительные характеристики кабелей с бумажной изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) представлены в таблице 1 [12].

Таблица 1 – Сравнительные характеристики кабелей на напряжение до 20 кВ с бумажной изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена(СПЭ)

Характеристики кабелей	Кабель с СПЭ изоляцией	Кабель с бумажной изоляцией
Длительно допустимая температура жилы, °С	90	60–80
Длительно допустимая температура при аварийном режиме, °С	130	80–105
Максимальная допустимая температура жилы при коротком замыканий, °С	250	130–250
Температура при прокладке без предварительного подогрева не ниже, °С	-20	0

Приведенный анализ показывает, что кабели из сшитого полиэтилена по сравнению с кабелями из бумажной изоляцией имеют более высокие технические характеристики, которые приведены в длительно допустимых температурах, что немаловажно при прохождении номинальных токов, при максимально допустимых температур жилы при коротком замыканий, где токи ОЗЗ в сетях 20 кВ выше по сравнению с токами ОЗЗ 10 кВ. Согласно исследованиям, которые были проведены в программе МАТЛАБ рисунок 3, были получены данные по токам ОЗЗ в сетях 20кВ и в сетях 10 кВ, которые были представлены на рисунках 4 и 5.

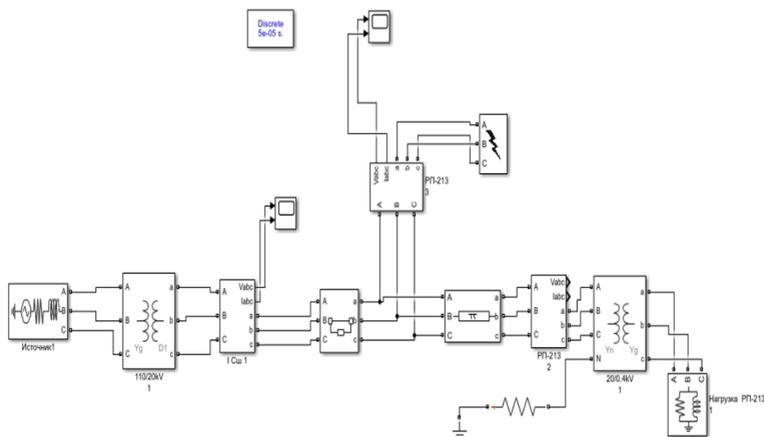


Рисунок 3 – Исходная схема сети

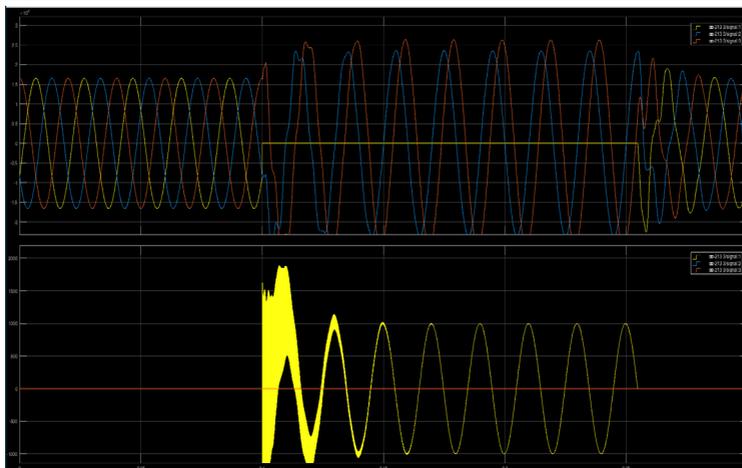


Рисунок 4 – Данные напряжений и токов при ОЗЗ в сетях 20 кВ

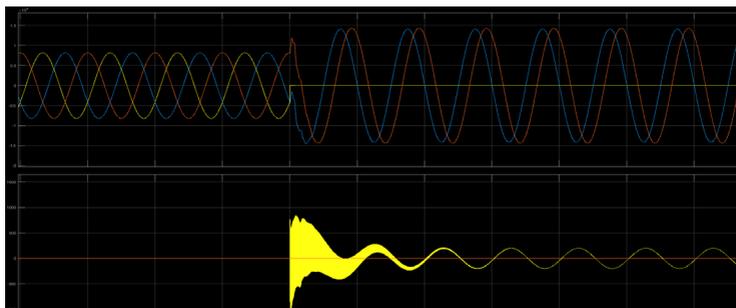


Рисунок 5 – Данные напряжений и токов при ОЗЗ в сетях 10 кВ

Согласно приведенным данным при ОЗЗ токи короткого в сетях 20 кВ в два раза больше по сравнению с токами с сетей 10 кВ, что в свою очередь требует более высокие максимальные допустимые температуры жилы при коротком замыканий, которые и обеспечивают кабели из сшитого полиэтилена.

Выводы

Инновационный мировой опыт строительства электрических сетей подтверждает, что в крупных и средних городах с высокой плотностью нагрузки распределительная сеть 20 кВ распространяется на реконструкцию старых городских районов и строительство новых городских районов. Модернизация старых распределительных сетей 20 кВ способствует экологической

устойчивости экономики и общества благодаря экономии затрат. В данной статье рассматриваются факторы, которые учитываются при использовании кабелей в распределительной сети, с учетом обоснования выбора напряжения 20 кВ для обеспечения пропускной способности предлагаемого кабеля, который хорошо зарекомендовал себя в различных природных и климатических условиях. Для обеспечения надежности электрической сети рассмотрены факторы, которые могут вызвать ухудшение показателей надежности. В статье представлены характеристики кабелей с бумажной изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена для сетей 20 кВ, а также зависимость оптимальной пропускной способности для данного напряжения от длины линии. Для оптимизации и уточнения в данной работе представлены сравнительные типы кабелей, которые оказались оптимальными для предлагаемой сети 20 кВ. Определение наиболее экономичного класса номинального напряжения сети может быть сделано в зависимости от количества передаваемой мощности и расстояния длины провода или кабеля, несущего эту мощность. Разумное напряжение выбирается на основе результирующего распределения потока мощности и длины участка сети. Чем больше мощность, передаваемая по линии, и чем больше расстояние передачи, тем выше должно быть номинальное напряжение передачи в соответствии с техническими и экономическими критериями.

Список использованных источников

- 1 ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2016. – 28 р.
- 2 Huang, L., Cheng, H., Ouyang, W., Wu, Z., Dong, Z. 220/20 kV power supply scheme in high load density urban areas-Dianli Xitong Baohu yu Kongzhi/ Power System Protection and Control 37(20), P. 1– 6. – ISSN 1674-3415.
- 3 Leiqiong, Zh., Sasa, G., Liping, G., Shipeng, L. Study on the 20kV distribution network planning Based on load prediction-Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, APPEEC 6307546. – <https://doi.org/10.1109/APPEEC.2012.6307546>.
- 4 Shu, D. S., Qin R. J., Jiang, M. Y., Wang, T. H. The discussion of rising voltage to 20kV in urban distribution network – 2008 China International Conference on Electricity Distribution, CIGRE 2008 5211674. – <https://doi.org/10.1109/CIGRE.2008.5211674>.
- 5 Lu, Y., Tao, F., Zhou, Zh., Gao, S., Chen, J. Analysis of Trip Faults and Protection Measures on 10kV and 20kV Distribution Lines // Applied Mechanics and Materials. – Vols. 672–674. – 2014. – P. 762–768. Submitted: 2014-08-03 Trans Tech Publications, Switzerland. Accepted. – <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.672-674.762>.

6 **Sults, V., Kalcevs, G.** Concepts and Practical Neutral Earthing Modes in Latvia's 20 kV Rural Networks // Proceedings of PQ2008 6th International Conference : 2008 Electric Power Quality and Supply Reliability (August 27–29, 2008 Parnu, Estonia). – P. 187–192.

7 **Абдурахманов, А. М., Мисриханов, М. Ш., Неклепаев, Б. Н., Шунтов, А. В.** О компонентах модели отказов выключателя // Электрические станции. – 2015. – № 4. – С. 41–48.

8 Средний уровень износа электросетей в конце 2020 года в Казахстане о Новости отрасли /Пресс-центр/ АО «КОРЭМ» (Казахстанский оператор рынка электрической энергии и мощности) [Электронный ресурс]. – Korem.kz

9 **Yuan, Zh.** Research on Neutral Voltage Offset and Its Influencing Factors of 20kV Small Resistance Grounding System–7th IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application, ICHVE 2020 – Proceedings 9279425. <https://doi.org/10.1109/ICHVE49031.2020.9279425>.

10 **Kers, B., Vergnes, H., Coster, E.** Grid planning in the midst of several existing voltage levels // IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems 4059283. – P. 5382–5387.

11 **Ананичева, С. С., Котова, Е. Н.** Проектирование электрических сетей : учеб. пособие / С. С. Ананичева, Е. Н. Котова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 164 с. – ISBN 978-5-7996-2040-0.

12 Правила устройства электроустановок (ПУЭ) Республики Казахстан (утверждены приказом Министра энергетики Республики Казахстан №230 от 20 марта 2015 года) [Электронный ресурс]. – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010851>.

REFERENCE

1 GOST 27.002-2015 Nadezhnost' v tekhnike. Terminy i opredeleniya [Reliability in technology. Terms and definitions]. – Moscow : Standartinform, 2016. – 28 p.

2 **Huang, L., Cheng, H., Ouyang, W., Wu, Z., Dong, Z.** Skhema elektrosnabzheniya 220/20 kV v gorodskih rajonah s vysokoj plotnost'yu nagruzki [220/20 kV power supply scheme in urban areas with high load density] // Dianli Sitong Baohu yu Congzhi/Protection and management of power systems. – 37(20). – P. 1–6. – ISSN 1674-3415.

3 **Leiqiong, Zh., Sasa, G., Liping, G., Shipeng, L.** Issledovanie po planirovaniyu raspredelitel'noj seti 20 kV na osnove prognozirovaniya nagruzki [Study on planning a 20 kV distribution network based on load forecasting]. – Asia-Pacific Conference on Energy and Engineering, APPEEC 6307546. – <https://doi.org/10.1109/APPEEC.2012.6307546>.

4 **Shu, D. S., Qin R. J., Jiang, M. Y., Wang, T. H.** Obsuzhdenie povysheniya napryazheniya do 20 kV v gorodskoj raspredelitel'noj seti [Discussion of voltage

increase up to 20 kV in the urban distribution network]. // China International Conference on Electricity Distribution, CIGRE. – 2008. – 5211674. – <https://doi.org/10.1109/CIGRE.2008.5211674>.

5 **Lu, Y., Tao, F., Zhou, Zh., Gao, S., Chen, J.** Analiz neispravnostej otklyuchenij i mer zashchity na raspredelitel'nyh liniyah 10 kV i 20 kV [Analysis of Trip Faults and Protection Measures on 10kV and 20kV Distribution Lines] // Applied Mechanics and Materials, Volumes 672–674. –2014. – P. 762–768. Sent: 2014-08-03. Trans Tech Publications, Switzerland. Accepted. – <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.672-674.762>.

6 **Sults, V., Kalcevs, G.** Konceptii i prakticheskie rezhimy zazemleniya nejtrali v sel'skih setyah Latvii napryazheniem 20 kV [Concepts and practical modes of neutral grounding in rural networks of Latvia with a voltage of 20 kV] // Proceedings of the 6th International Conference PQ2008: Electricity quality 2008 and reliability of power supply (August 27-29, 2008, Pärnu, Estonia). – P. 187–192.

7 **Abdurakhmanov, A. M., Misrikanov, M. Sh., Neklepaev, B. N., Shuntov, A. V.** O komponentah modeli otkaza avtomaticheskogo vyklyuchatelya [Once again about the components of the circuit breaker failure model] // Electric stations. – 2015. – No. 4. – P. 41–48.

8 Srednij uroven' iznosa elektrosetej v konce 2020 goda v Kazahstane o Novosti otrasli [Average level of wear of power grids at the end of 2020 in Kazakhstan about Industry news] / Press Center JSC «KOREM» (Kazakhstan operator of the electric energy and capacity market) [Electronic resource]. – Korem.kz.

9 **Yuan, Zh.** Issledovanie smeshcheniya napryazheniya nejtrali i vliyayushchih na nego faktorov sistemy zazemleniya s nizkim soprotivleniem 20 kV [Study of the neutral voltage bias and the factors affecting it of a grounding system with a low resistance of 20 kV] // 7th IEEE International Conference on the Development and Application of High Voltage, ICHVE 2020 – Materials 9279425. – <https://doi.org/10.1109/ICHVE49031.2020.927942510>.

10 **Kers, B., Vergnes, H., Coster, E.** Planirovanie seti v usloviyah neskol'kih sushchestvuyushchih urovnej napryazheniya [Network planning under conditions of several existing voltage levels] // IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems. – 4059283. – P. 5382–5387.

11 **Ananicheva, S. S., Kotova, E. N.** Proektirovanie elektricheskikh setej [Design of electrical networks] : textbook / Ananicheva, S. S., Kotova, E. N.. – Yekaterinburg : Ural un-ta, Publishing House. 2017. – 164 p. – ISBN 978-5-7996-2040-0.

12 Pravila ustrojstva elektroustanovok (PUE) Respubliki Kazahstan [Rules of electrical installations (PUE) of the Republic of Kazakhstan] (approved by Order of the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan No. 230 dated March 20, 2015) [Electronic resource] – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010851>

Материал поступил в редакцию 20.06.23.

*А. Т. Балтин¹, Д. С. Ахметбаев², Г. Г. Таткеева³, Г. Ж. Асаинов⁴
^{1,2,3,4}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.
Материал 20.06.23 баспаға түсті.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА 20 кВ ТАРАТУ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН ТӨМЕНДЕТУДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ

Электрмен жабдықтау жүйесінің сенімділігін арттыру Электр энергетикасындағы басты мәселе және өзекті міндеттердің бірі болып табылады. Электрмен жабдықтау жүйесінде дәстүрлі тарату желісі қолданыстағы тұтынушыларды қамтамасыз етуге жауап береді. Электр жүктемелерінің шоғырлануының жоғарылау проблемасы бар, әсіресе мегаполистерде, бұл желінің өткізу қабілетін арттыру үшін кернеу деңгейін жоғарылатуды қажет етеді. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында тек Астанада ғана 20 кВ тарату желісін пайдаланудың шағын тәжірибесі бар. Бұл мақалада тарату желісінде кабельдерді пайдалану мүмкіндігі қарастырылады, әртүрлі табиғи және климаттық жағдайларда кабельдердің дәлелденген өткізу қабілетін қамтамасыз ету үшін 20 кВ кернеуді таңдау негізделді. Электр желісінің сенімділігін қамтамасыз ету үшін сенімділік көрсеткіштерінің төмендеуіне әкелетін факторлар талқыланады. Мақалада 20 кВ желілері үшін қағаз оқшауланған және тігілген полиэтилен кабельдерінің сипаттамалары келтірілген және берілген кернеу үшін оңтайлы өткізу қабілеттілігінің желі ұзындығына тәуелділігі көрсетілген, бұл орташа кернеу желілеріндегі қысқа тұйықталу кезінде өте маңызды. Еуропа елдерінің жарты гасырлық тәжірибесіне сүйене отырып, қолданыстағы 10 кВ тарату желілерін 20 кВ кернеуге ауыстыру технологиялары бойынша халықаралық озық тәжірибе шығындарды азайтуға және тарату желілерінің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді деп күтуге болады.

Кілтті сөздер: кернеуі 20 кВ, электр желісінің сенімділігі, өткізу қабілеті, электр кабельдері, электр желілері.

*A. T. Baltin¹, D. S. Akhmetbayev², G. G. Tatkeeva³, G. Zh. Asainov⁴

^{1,2,3,4}S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University,

Republic of Kazakhstan, Astana.

Material received on 20.06.23.

STUDY OF RELIABILITY REDUCTION OF 20 kV DISTRIBUTION NETWORKS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND METHODS OF THEIR IMPROVEMENT

Improving the reliability of the power supply system is a key issue in the electric power industry and one of the urgent tasks. In the power supply system, the traditional distribution network is responsible for supplying existing consumers. There is a problem of increasing concentration of electrical loads, especially in megacities, which requires increasing the voltage level to increase the network capacity. Currently, in the Republic of Kazakhstan, only in the capital Astana, there is little experience in operating a 20 kV distribution network. This article discusses the possibility of using cables in the distribution network, justifies the choice of a voltage of 20 kV to ensure the proven capacity of cables in various natural and climatic conditions. To ensure the reliability of the electrical network, the factors that can lead to a decrease in reliability indicators are discussed. The article presents the characteristics of paper-insulated and cross-linked polyethylene cables for 20 kV networks and shows the dependence of the optimal throughput for a given voltage on the length of the line, which is very important for short circuits in medium voltage networks. Based on the half-century experience of European countries, it can be expected that international best practices on technologies for converting existing 10 kV distribution networks to 20 kV voltage will reduce costs and increase the reliability of distribution networks.

Keywords: voltage 20 kV, reliability of the electrical network, capacity, electrical cables, electrical networks.

Теруге 20.06.2023 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2023 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

17,5 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,67. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4103

Сдано в набор 20.06 2023 г. Подписано в печать 30.06 2023 г.

Электронное издание

17,5 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,67. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 4103

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz