

РАЗДЕЛ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7401325>

УДК 621.316.9:683.06

**АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
СЕЛА НЕШКАН ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

Н.В. Пикуль,

студент 4 курса, напр. «Электроэнергетика и электротехника»

Научный руководитель

Н.С. Бурянина,

проф., д.т.н.,

Чукотский филиал Северо-Восточного федерального университета

имени М. К. Аммосова,

г. Анадырь

Аннотация: Потребление энергии считается обязательным условием существования современного общества. В статье рассматривается повышение качества электрической энергии у потребителей и снижение ее потерь в электрических сетях отдаленного и труднодоступного арктического села, расположенного в Чукотском автономном округе. Для решения проблемы предлагается равномерно распределить нагрузки по фидерам и фазам, сократить длины воздушных линий, установить повышающую комплектной трансформаторной подстанции, применить самонесущие изолированные провода.

Ключевые слова: Арктика, труднодоступные поселения, электроэнергетика, энергетическая эффективность, электросети, дизельная электростанция

ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS OF THE VILLAGE NESHKAN OF THE CHUKOTKA REGION

N.V. Pikul,

4th year student, direction "Electric power and electrical engineering"
scientific adviser

N.S. Buryanina,

Professor, d.t.s.,

Chukotka branch North-Eastern Federal University
named after M.K. Ammosov,
Anadyr

Annotation: Energy consumption is considered a prerequisite for the existence of modern society. The article deals with improving the quality of electrical energy for consumers and reducing its losses in the electrical networks of a remote and hard-to-reach Arctic village located in the Chukotka region. To solve the problem, it is proposed to evenly distribute the loads across feeders and phases, shorten the length of overhead lines, install a step-up complete transformer substation, and use self-supporting insulated wires.

Keywords: Arctic, hard-to-reach settlements, electric power industry, energy efficiency, power grids, diesel power plant

Присутствие доступной для потребления энергии всегда было необходимо для удовлетворения потребностей человека, улучшения условий и повышения длительности его существования. Составляющей частью энергетики является электроэнергетика, которая занимается производством и передачей электроэнергии. Электроэнергетика – крупная отрасль российской экономики, имеющая очень важное преимущество перед энергией других видов, а именно: относительную легкость передачи на большие расстояния, распределения между потребителями, преобразования в другие виды энергии (механическую, тепловую, химическую, свет) [1].

На примере отдаленного и труднодоступного села Нешкан, расположенного в Чукотском районе Чукотского автономного округа

мы проведем анализ энергоэффективности распределительных электрических сетей. Нешкан является национальным чукотским селом, расположенном на песчано-галечной косе северо-востока Чукотского полуострова, отделяющей воды Чукотского моря от лагуны Нескыипилгыг. Численность населения села составляет 717 человек. Основной вид деятельности местного населения: оленеводство, морской зверобойный промысел, охота, рыболовство. Жилой фонд села представляет деревянные одноэтажные здания 70-х годов XX века постройки.

Децентрализованный энергетический комплекс электроснабжения (далее – ДЭКЭС) села Нешкан имеет единственный источник производства электрической энергии и представлен дизельной электростанцией (далее – ДЭС). Структурная обеспеченность ДЭКЭС состоит из шести дизель-генераторов и одного резервного на котельной. Максимальные нагрузки ДЭС приходятся на зимние месяцы (с декабря по март включительно) и составляют 380-390 кВт, минимальные нагрузки с июня по август и составляют 100-110 кВт, при этом данные по нагрузкам на отдельных потребителях села Нешкан отсутствуют (рис. 1).

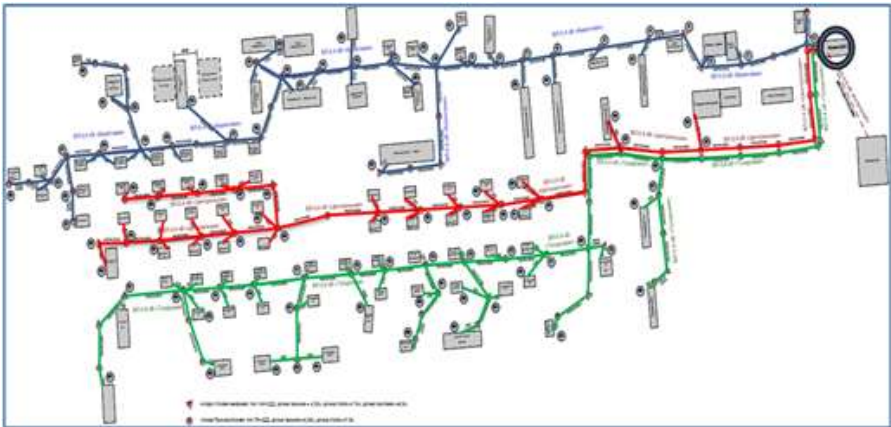


Рисунок 1 – Схема электроснабжения села Нешкан

Энергоснабжение потребителей осуществляется от ДЭС по трем линиям:

1. Длина фидера ВЛ-0,4 кВ «Береговая» составляет 1680 метров. Марка провода АС – 70 и АС – 50, количество опор 38 штук.

2. Длина фидера ВЛ-0,4 кВ «Центральная» составляет 1120 метров. Марка провода АС – 70 и АС – 50, количество опор 27 штук.

3. Длина фидера ВЛ-0,4 кВ «Тундровая» составляет 1520 метров. Марка провода АС – 70 и АС – 50, количество опор 41 штук.

Суммарная протяженность воздушных линий 0,4 кВ составляет 4320 метров.

Большая протяженность воздушных линий, отсутствие трансформаторных подстанций, большое количество потребителей являются причиной больших потерь мощности и напряжения [2].

Расчеты сложных несимметричных режимов, к которым относятся и режимы в сетях 0,4 кВ, проводятся методом фазных координат. Метод позволяет органично представлять, как не симметрию линий электропередачи, так и не симметрию нагрузок. Симметричные нагрузки представляются в прямой и обратной последовательностях с последующим переводом в фазные координаты [3].

Для расчета нормальных режимов используются уравнения узловых напряжений в матричной форме. Токи нагрузок и напряжения в узлах связаны уравнением:

$$|I| = |Y| \cdot |U|, \quad (1)$$

где $|I|$, $|U|$ – матрицы-векторы напряжений в узлах и токов нагрузок схемы рассчитываемой сети, – квадратная матрица проводимостей схемы. В программе расчета введен трехфазный узел. В исходных данных элемент схемы замещения задается как включенный между двумя узлами m и n , например, между девятым и одиннадцатым. Фактически в программе параметры элемента вводятся между узлами с одной стороны: $3m$, $3m + 1$, $3m + 2$ и $3n$, $3n + 1$, $3n + 2$ с другой стороны [4-6].

При наличии в сети трансформатора он замещается П-образной схемой, параметры которой определяются через коэффициенты четырехполюсника [5, 6].

Данный метод реализован в программе расчета нормальных режимов сети с мощностями нагрузок, не зависящими от величин напряжений в узлах, где они подключены [4, 7].

Программой предусмотрена выдача следующих результатов расчета:

- действующие значения напряжений во всех узлах схемы;
- общие потери активной и реактивной мощностей в рассчитываемой схеме.

Схема А. Полученные расчётные данные нормального режима, показали, что на фидерах ВЛ-0,4 кВ «Береговая» и «Тундровая» имеются участки с проблемами по напряжению, при этом на фидере ВЛ-0,4 кВ «Центральная» напряжения в узлах соответствуют требованиям правила устройства электроустановок (ПУЭ). Из этого следует, нагрузки по фидерам распределены не равномерно, что приводит к дополнительным потерям в элементах электрических сетях, сокращается срок службы электроприемников и осветительной аппаратуры потребителей.

На фидере ВЛ-0,4 кВ «Береговая» во многих узлах напряжения достигают недопустимо низких значений. Особенно это заметно на наиболее удаленных участках электрической сети в узлах с 18 по 25 и с 54 по 58. Наименьшее напряжение на фидере «Береговая» составляет 151 В, а суммарные потери мощности составляют 21,05 %.

На фидере ВЛ-0,4 кВ «Центральная» напряжения на всех узлах соответствуют нормам качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения «ГОСТ 32144-2013», потери мощности составляют 7,99 %.

На фидере ВЛ-0,4 кВ «Тундровая», также, как и на первом фидере низкие значения напряжений на многих участках электрической сети. Наименьшее напряжение на фидере «Тундровая» составляет 150 В, а суммарные потери мощности составляют 23,24 %.

С целью снижения потерь мощности и приведения напряжения к нормированным показателям на всех участках линий электропередач необходимо провести реконструкцию электрических сетей села Нешкан.

Проект реконструкции электрических сетей села Нешкан, включает в себя несколько основных этапов:

- установка повышающей комплектной трансформаторной подстанции в начале линий рядом с ДЭС и понижающей комплектной трансформаторной подстанции в центре электрических нагрузок села Нешкан;

- сокращение длин воздушных линий электропередач 0,4 кВ и равномерное распределение нагрузок по фидерам и фазам;

- применение самонесущих изолированных проводов для ВЛ напряжением 0,4-6 кВ вместо сталеалюминевых проводов для предотвращения хищения электроэнергии.

Схема Б. Полученные результаты расчета нормального режима электрических сетей села Нешкан после реконструкции:

- напряжения во всех узлах фидера ВЛ-0,4 кВ «Береговая» соответствуют требованиям ГОСТ 32144-2013, при этом потери мощности сократились более чем в четыре раза с 21,05 % до 3,39 % [5-8];

- напряжения во всех узлах фидера ВЛ-0,4 кВ «Центральная» соответствуют требованиям ГОСТ 32144-2013, при этом потери мощности сократились в два раза с 7,99 % до 3,73 % [5-8];

- напряжения во всех узлах фидера ВЛ-0,4 кВ «Тундровая» соответствуют требованиям ГОСТ 32144-2013, при этом потери мощности сократились более чем в четыре раза с 23,24 % до 5,77 % [8].

На основании проведенных технико-экономических расчетов [9] срок окупаемости данного проекта составит 1,5 года. Полученные данные базируются на основании себестоимости выработки одного кВт·ч электрической энергии. За счет сокращения потерь электрической энергии после реконструкции, экономия составит 2 443 020 рублей в год.

Таким образом, после проведения мероприятий по реконструкции исключены проблемы с низким напряжением на участках электрической сети села Нешкан Чукотского автономного округа и обеспечена экономия средств.

Список литературы

[1] Харитонов В.В. Энергетика. Техничко-экономические основы. / В.В. Харитонов – Москва: МИФИ, 2007. 336 с.

[2] Коган Ф.Л. Пособие для изучения правил технической эксплуатации электрических станций и сетей (электрическое оборудование). / Ф.Л. Коган – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. 356 с.

[3] Бурянина Н.С. Метод расчета нормальных режимов при несимметричном задании параметров сети и нагрузок / Н.С. Бурянина, Ю.Ф. Королюк, Е.В. Лесных // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Электротехника и электроэнергетика. – 2006. Т. 3. № 1. 54-57 с.

[4] Королюк Ю.Ф. Создание универсальных программ расчета режимов электрических сетей в системе МАТНСАD / Ю.Ф. Королюк // Вести высших учебных заведений черноземья. – 2008. № 1(11). 31-34 с.

[5] Электротехнический справочник: В 4 т. Т.2. Электротехнические материалы / Под общ. ред. В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 1995. 440 с.

[6] Шерстнев С.Н. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов). / С.Н. Шерстнев, Э.А. Киреева – М.: КРОНУС, 2013. 864 с.

[7] Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник. / Л.А. Бессонов – М.: Гардарики, 2002. 638 с.

[8] Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. ГОСТ 32144-2013. – М.: Стандартиформ, 2014.

[9] Денисов В.И. Техничко-экономические расчеты в энергетике. / В.И. Денисов – М.: Энергоатомиздат, 1985. 216 с.

Bibliography (Transliterated)

[1] Kharitonov V.V. Energy. Technical and economic bases. / V.V. Kharitonov – Moscow: MEPhI, 2007. 336 p.

[2] Kogan F.L. A manual for studying the rules for the technical operation of power plants and networks (electrical equipment). / F.L. Kogan – M.: Publishing House of NC ENAS, 2000. 356 p.

[3] Buryanina N.S. Calculation method of normal regimes with asymmetric assignment of network and load parameters / N.S. Buryanina, Yu.F. Korolyuk, E.V. Lesnykh // Bulletin of the North-Eastern Federal University. M.K. Ammosov. Electrical engineering and power industry. – 2006. V. 3. No. 1. 54-57 p.

[4] Korolyuk Yu.F. Creation of universal programs for calculating the modes of electrical networks in the MATHCAD system / Yu.F. Korolyuk // News of higher educational institutions of the Chernozem region. – 2008. No. 1(11). 31-34 p.

[5] Electrotechnical reference book: In 4 volumes. T.2. Electrical materials / Under the general. ed. V.G. Gerasimova and others – М.: MEI Publishing House, 1995. 440 p.

[6] Sherstnev S.N. A complete guide to electrical equipment and electrical engineering (with examples of calculations). / S.N. Sherstnev, E.A. Kireeva – М.: KRONUS, 2013. 864 p.

[7] Bessonov L.A. Theoretical foundations of electrical engineering. Electric circuits: Textbook. / L.A. Bessonov – М.: Gardariki, 2002. 638 p.

[8] Standards for the quality of electrical energy in general-purpose power supply systems. GOST 32144-2013. – М.: Standartinform, 2014.

[9] Denisov V.I. Technical and economic calculations in the energy sector. / IN AND. Denisov – М.: Energoatomizdat, 1985. 216 p.

© Н.В. Пикуль, 2022

Поступила в редакцию 05.11.2022

Принята к публикации 24.11.2022

Для цитирования:

Пикуль Н.В., Анализ энергоэффективности распределительных электрических сетей села Нешкан Чукотского автономного округа // Инновационные научные исследования. 2022. № 11-5(23). С. 24-31. URL: <https://ip-journal.ru/>