

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Зализный Д. И. – к. т. н., доцент,  
Рудченко Ю. А. – к. т. н., доцент,  
Капанский А. А. – к. т. н., доцент,

УО Гомельский государственный технический университет им. П. О. Су-  
хого,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Аннотация:** предложены алгоритмы и программное обеспечение для определения пропускной способности низковольтных сельских электрических сетей, содержащих преимущественно воздушные линии электропередачи. Показано, что в реальных схемах электроснабжения необходимо оценивать три параметра: минимальное значение напряжения потребителя, максимальную температуру провода и максимальную температуру силового трансформатора. При этом расчеты должны выполняться для летнего и зимнего периодов по отдельности.

**Ключевые слова:** электрическая сеть, пропускная способность, линия электропередачи, потери напряжения, температура, силовой трансформатор

## AUTOMATION OF CALCULATION OF THE LOW-VOLTAGE POWER GRID CAPACITY

**Abstract:** algorithms and software for determining the low-voltage rural power grids capacity which contain mainly overhead power lines are proposed. It is shown that in real power supply circuits it is necessary to evaluate three parameters: the minimum value of the consumer voltage, the maximum temperature of the wire and the maximum temperature of the power transformer. At the same time, calculations should be performed for the summer and winter periods separately.

**Keywords:** power grid, capacity, power line, voltage losses, temperature, power transformer

В последние годы в Республике Беларусь в связи с вводом в эксплуатацию атомной электростанции для потребителей частной жилой застройки предлагаются льготные условия по использованию электроэнергии для отопления помещений, нагрева воды и других целей, предполагающие существенный рост электрических нагрузок. Таких потребителей в СТП [1] называют потребителями с комплексным использованием электроэнергии (КИЭ).

Для выдачи потребителю разрешения на КИЭ службе электрических сетей необходимо убедиться в достаточной пропускной способности сети, к которой подключен данный потребитель.

Эта задача является очень сложной, так как распределительные сети, как правило, имеют значительную разветвленность, и к одному силовому трансформатору могут быть подключены несколько десятков потребителей. СТП [1] предлагает методику упрощенного расчета нагрузок в рамках сложной сети на основе коэффициентов максимума нагрузки, коэффициентов одновременности нагрузки и других. Главные недостатки этой методики – необходимость подробных сведений о потребителях (виды нагрузок, площадь и этажность дома) и отсутствие учета влияния температуры окружающей среды в летний период.

Цель представленных исследований: разработать методику и программное обеспечение для оценки пропускной способности электрических сетей в частной жилой застройке.

На кафедре «Электроснабжение» выполняется НИР «Разработка методики оценки пропускной способности электрических сетей 0,4 кВ в условиях роста электропотребления бытовых потребителей частного жилого фонда» в сотрудничестве с РУП «Гомельэнерго».

После изучения различных источников литературы научный коллектив, выполняющий эту НИР, пришел к выводу, что наилучшим вариантом будет создание компьютерной программы, которая производит расчет установившегося режима электрической сети методами электротехники и теплотехники и позволяет комплексно оценить пропускную способность сети.

Разрабатываемый программный продукт назван *LineCapacity*. От программ-аналогов *LineCapacity* отличается тем, что выполняет расчеты трехфазных электрических цепей с учетом несимметрии нагрузки. Кроме этого, программа *LineCapacity* определяет значения температур проводов и силового трансформатора.

Для расчета напряжений в узлах схемы был принят матричный метод узловых потенциалов [2], в соответствии с которым потенциалы в узлах схемы определяются по формуле:

$$[\varphi] \cdot [A] \cdot [g] \cdot [A]^T = -[A] \cdot [g] \cdot [E], \quad (1)$$

где:  $[\varphi]$  – матрица узловых потенциалов;  $[A]$  – узловая матрица;  $[g]$  – диагональная матрица проводимостей ветвей;  $[E]$  – матрица ЭДС ветвей.

Величины в матрицах системы уравнений (1), кроме матрицы  $[A]$ , являются комплексными числами, то есть учитывают все реактивные составляющие в схеме замещения электрической сети.

Решение системы (1) предлагается выполнять по методу Гаусса (методом Гауссовых исключений) как наиболее просто реализуемому на этапе программирования. Этот метод предполагает линейность сопротивлений

нагрузок потребителей, то есть отсутствие их зависимости от напряжения. Экспериментальные исследования в рамках НИР подтвердили, что для большинства мощных электроприемников в низковольтных сетях бытовых потребителей данное условие выполняется.

Внешний вид окна программы *LineCapacity* с результатами расчетов электрической сети реального населенного пункта показан на рис. 1.

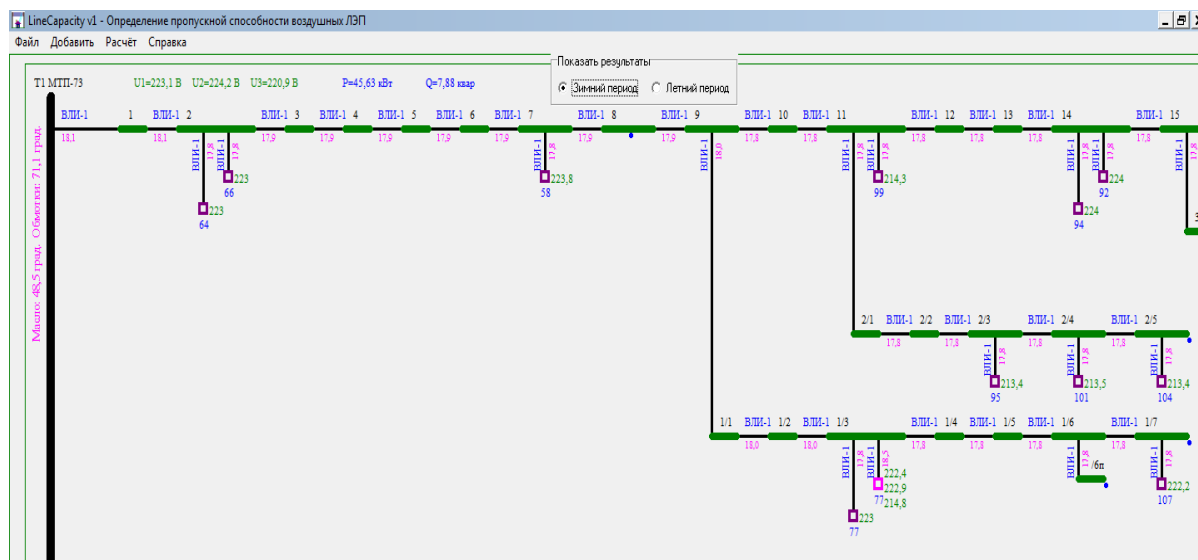


Рисунок 1 – Внешний вид главного окна программы *LineCapacity*

Программа выполняет расчеты отдельно для зимнего и летнего периодов для различных нагрузок потребителей. Пропускная способность линий определяется по минимальному напряжению потребителя, максимальной температуре провода и максимальной температуре трансформатора. Программа также рассчитывает ряд дополнительных параметров, таких как максимальные потери напряжения и мощности в линиях, суточный тепловой износ изоляции трансформатора и другие.

Внедрение программы *LineCapacity* в эксплуатацию позволит повысить эффективность и точность работы служб электрических сетей при выдаче разрешений на комплексное использование электроэнергии потребителями частного жилого фонда.

#### Список литературы

1. СТП 33240.20.178-20. Электрические сети 0,38–110 кВ сельскохозяйственного назначения. Порядок расчета электрических нагрузок. – Мн: ГПО «Белэнерго», 2021. – 96 с.
2. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники / Л. А. Бессонов. – М.: Высш. шк., 1996. – 638 с.