

## КОМПЛЕКСНЫЙ АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО ЦЕПИ «ИСТОЧНИК—ПОТРЕБИТЕЛЬ»

Канд. техн. наук, доц. КУЦЕНКО Г. Ф.

*Гомельский политехнический институт*

В современных условиях существенно возрастает актуальность проблемы надежности электроснабжения потребителей агропромышленного комплекса (АПК), особенно при переходе к рыночным экономическим отношениям между энергосистемой и потребителями электроэнергии.

В Республике Беларусь и других странах СНГ для электроснабжения потребителей АПК в основном применяются система напряжений 110/35/10/0,38 кВ и подсистема напряжений 110/10/0,38 кВ [1].

Согласно «Методическим указаниям...» [2] электроприемники и потребители I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания, и перерыв их электроснабжения при исчезновении напряжения от одного из источников питания может быть допущен лишь в время автоматического восстановления электроснабжения.

Для потребителей II категории устанавливаются два нормативных показателя надежности: допустимая частота отказов (от 0,1 до 2,3 в год) и продолжительность перерыва (не более десяти часов в год) в зависимости от вида потребителей.

Для потребителей III категории допустимая частота отказов в электроснабжении с длительностью перерыва не более 24-х часов установлена три отказа в год.

В «Методических указаниях...» [2] приведены нормативные уровни надежности электроснабжения потребителей, а также некоторые мероприятия по их достижению, однако отсутствует методика оценки уровня надежности существующей схемы электроснабжения потребителей. Поэтому энергосистемы Беларуси и других стран СНГ испытывают трудности, оценивая надежность электроснабжения предприятий АПК при заключении договоров на пользование электроэнергией, выдаче технических условий на присоединение новых потребителей, разработке мероприятий повышения надежности электроснабжения потребителей и т. д.

В Гомельском политехническом институте разработана программа для ПЭВМ по определению расчетного количества и продолжительности внезапных отказов потребителей АПК по элементам цепи «источник—потребитель», укрупненный алгоритм которой приведен на рис. 1, где ПНЭ — показатели надежности электроснабжения; ОВБ — оперативно-выездная бригада; ПАС — пункт автоматического секционирования; ПАВР — пункт автоматического включения резерва; ПП — подпрограмма;  $M_{10}$  — количество внезапных повреждений ВЛ 10 кВ, шт./год;  $\tau_{10}$  — продолжительность внезапного отключения ВЛ 10 кВ, ч/год;  $N_{10}$  — количество отключений ВЛ 10 кВ, шт./год;  $N$  — количество внезапных отключений потребителя, шт./год;  $\tau$  — продолжительность одного внезапного отключения потребителя, ч/год.

Расчет количества отключений каждого элемента цепи «источник—потребитель» основан на учете их удельной повреждаемости [3]. Расчет вероятной продолжительности отключения потребителя по каждому элементу цепи «источник — потребитель» выполнен на основании моделирования действий оперативного и ремонтного персонала районов и предприятий электрических сетей.

Необходимые для расчетов исходные данные представлены в информационной базе файлами «ФИДЕРЫ», «ПОДСТАНЦИИ», «ПАСПОРТА», «КОНСТАНТЫ» и «УЩЕРБ».

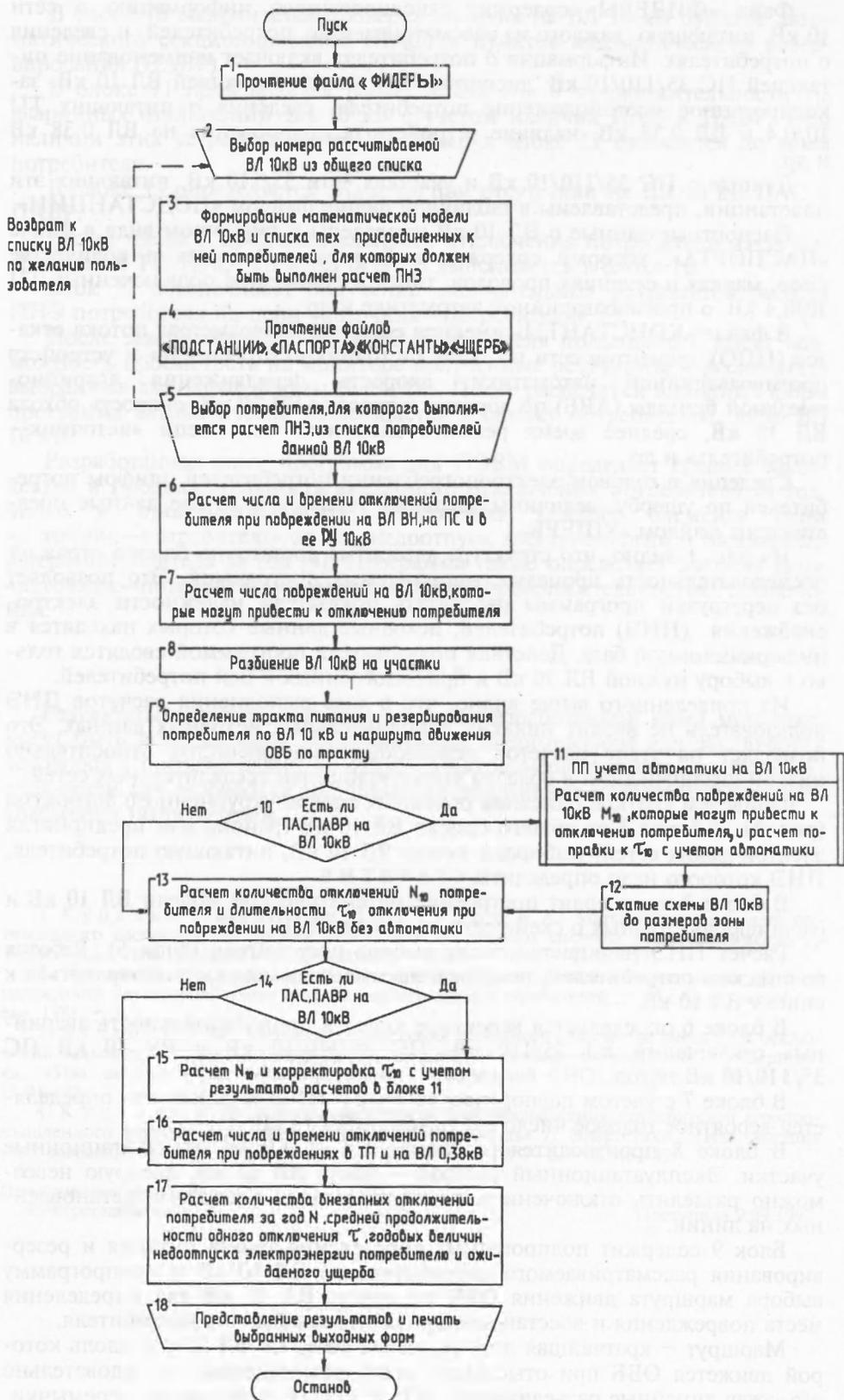


Рис. 1

Файл «ФИДЕРЫ» содержит закодированную информацию о сети 10 кВ, питающую каждого из рассматриваемых потребителей, и сведения о потребителях. Информация о потребителях включает наименование питающей ПС 35/110/10 кВ, диспетчерский номер питающей ВЛ 10 кВ, закодированное местоположение потребителя, сведения о питающих ТП 10/0,4 и ВЛ 0,38 кВ, наличие устройств резервирования на ВЛ 0,38 кВ и др.

Данные о ПС 35/110/10 кВ и участках сети 35/110 кВ, питающих эти подстанции, представлены в табличной форме файлом «ПОДСТАНЦИИ».

Паспортные данные о ВЛ 10 кВ приведены в табличном виде в файле «ПАСПОРТА», который содержит информацию о типах и количестве опор, марках и сечениях проводов, типах и количестве подключенных ТП 10/0,4 кВ, о противоаварийной автоматике и др.

В файле «КОНСТАНТЫ» имеются сведения о параметрах потока отказов (ППО) элементов сети по цепи «источник—потребитель» и устройств противоаварийной автоматики, скорость передвижения аварийно-выездной бригады (АВБ) по дорогам и трассам ВЛ 10 кВ, скорость обхода ВЛ 10 кВ, среднее время ремонта элементов сети цепи «источник—потребитель» и др.

Сведения о годовом электропотреблении потребителей, шифры потребителей по ущербу, величины удельных ущербов и другие данные представлены файлом «УЩЕРБ».

Из рис. 1 видно, что структура алгоритма достаточно близко отражает последовательность процедур, выполняемых программой. Это позволяет без перегрузки программы рассчитать показатели надежности электропитания (ПНЭ) потребителей, исходные данные которых находятся в информационной базе. Действия пользователя программой сводятся только к выбору нужной ВЛ 10 кВ и присоединенных к ней потребителей.

Из приведенного выше видно, что в ходе выполнения расчетов ПНЭ пользователь не вводит никаких дополнительных исходных данных. Это позволяет на этапе расчетов использовать специалистов относительно низкой квалификации в области эксплуатации распределительных сетей.

Приведем краткое описание основных блоков укрупненного алгоритма (рис. 1). В блоке 2 из общего списка ВЛ 10 кВ (района или предприятия электрических сетей) выбираем номер ВЛ 10 кВ, питающую потребителя, ПНЭ которого надо определить.

В блоке 3 происходит построение математической модели ВЛ 10 кВ и расшифровка данных о схеме сети из файла «ФИДЕРЫ».

Расчет ПНЭ начинается после выбора потребителя (блок 5). Работая со списком потребителей, пользователь имеет возможность возвратиться к списку ВЛ 10 кВ.

В блоке 6 определяется вероятное число и продолжительность аварийных отключений ВЛ 35/110 кВ, ПС 35/110/10 кВ и РУ 10 кВ ПС 35/110/10 кВ за год.

В блоке 7 с учетом паспортных данных и ППО ее элементов определяется вероятное годовое число отключений ВЛ 10 кВ.

В блоке 8 производится разбиение ВЛ 10 кВ на эксплуатационные участки. Эксплуатационный участок — часть ВЛ 10 кВ, которую невозможно разделить отключением коммутационных аппаратов, установленных на линии.

Блок 9 содержит подпрограмму определения тракта питания и резервирования рассматриваемого потребителя по ВЛ 10 кВ и подпрограмму выбора маршрута движения ОВБ по трассе ВЛ 10 кВ для определения места повреждения и восстановления электроснабжения потребителя.

Маршрут — кратчайшая электрическая связь по ВЛ 10 кВ, вдоль которой движется ОВБ при отыскании места повреждения, последовательно объезжая линейные разъединители, ТП 10/0,4 кВ и резервные переключки.

Тракт — часть ВЛ 10 кВ, содержащая маршрут и присоединенные к ней «глухие» (без линейных разъединителей) отпайки.

В блоке 10 выполняется проверка наличия на ВЛ 10 кВ пунктов автоматического секционирования (ПАС) и пунктов автоматического резервирования (ПАВР).

В блоке 11 производится расчет числа  $N_{10}$  и продолжительности  $\tau_{10}$  аварийных отключений ВЛ 10 кВ с учетом наличия ПАС и ПАВР. При наличии этих устройств схема ВЛ 10 кВ в блоке 12 сжимается до зоны потребителя.

В блоке 13 определяется  $N_{10}$  и  $\tau_{10}$  при отсутствии на ВЛ 10 кВ ПАС и ПАВР.

Расчет числа и продолжительности отключения потребителя из-за повреждений ТП 10/0,4 кВ и ВЛ 0,38 кВ выполняется в блоке 16.

Блок 17 обеспечивает получение окончательных результатов расчета ПНЭ потребителя по цепи «источник—потребитель».

После завершения расчета ПНЭ потребителя пользователь имеет возможность просмотреть на мониторе полученные результаты и распечатать выбранные выходные формы (блок 18). После распечатки выходных форм программа автоматически возвращается к списку потребителей, либо ВЛ 10 кВ.

Разработанная нами программа для ПЭВМ определяет среднее количество и продолжительность внезапного отключения потребителя за год, число и продолжительность отключения каждого элемента цепи «источник—потребитель» за год, недоотпуск электроэнергии и ожидаемый ущерб потребителя за год [4]. Программа также определяет элемент цепи «источник—потребитель» с максимальной продолжительностью отключения.

## В В О Д

Результаты расчетов, выполненные по разработанной нами методике, могут быть использованы предприятиями энергонадзора для заключения договоров с потребителями на отпуск электроэнергии, а также электрических сетей для разработки мероприятий повышения надежности электрообеспечения потребителей.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Куценко Г. Ф., Русан В. И., Гулюк В. А. Математическая модель оптимального распределения уровня надежности по звеньям системы электроснабжения // Энергетика... (Изв. высших учеб. заведений). — 1988. — № 4. — С. 23—27.

2. Методические указания по обеспечению при проектировании нормативных уровней надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. — М.: Сельэнергопроект, 1988. — 32 с.

3. Куценко Г. Ф. Методика определения расчетного количества внезапных отключений сельскохозяйственного потребителя по цепи «источник—потребитель» // Энергетика... (Изв. высших учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). — 1994. — № 3—4. — С. 21—25.

4. Куценко Г. Ф. Оценка надежности электроснабжения потребителей агропромышленного комплекса по цепи «источник—потребитель» // Энергетика... (Изв. высших учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). — 1996. — № 7—8. — С. 46—49.