
ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНА ГАШ БАРКА

А.М. Берхане

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Расчеты по выбору технико-экономических параметров систем электроснабжения сельских районов 10—110 кВ можно осуществить только с помощью ЭВМ. Это вызвано большим объемом потребителей электрической энергии, приходящихся на одно предприятие электрических сетей (ПЭС), и малым штатом сотрудников; большой протяженностью отдельных линии систем электроснабжения сельских районов, значительной их разветвленностью и недостатком информации о них; необходимостью проведения повторных периодических расчетов из-за изменения электрических нагрузок; целесообразностью уточнения модели центральной системы электроснабжения Эритреи путем учета большего числа важных связей для увеличения эффекта от оптимального выбора параметров сетей 10—110 кВ.

Ключевые слова: ПРОКСИМА, КОСТРОМА, программный комплекс, система электроснабжения Rural.

Программный комплекс сетевого имитационного моделирования и анализа ПРОКСИМА состоит из двух версий, каждая из которых представляет собой законченный программный комплекс. Первая версия называется КОСТРОМА или оценка и выбор вариантов развития систем электроснабжения сельских районов. Вторая версия — ПРОСИМА — предназначена для решения технико-экономических задач и позволяет в процессе расчета показателей систем электроснабжения сельских районов изменять параметры элементов схемы, конфигурацию сетей и другие параметры.

Комплекс КОСТРОМА может быть использован для снижения потерь электроэнергии и стойкости ее передачи, повышения надежности, выбора варианта систем электроснабжения сельских районов линиями 10—110 кВ и т.д. Программный комплекс ПРОКСИМА помогает выбрать оптимальные технико-экономические показатели работы систем электроснабжения сельских районов.

Эффект от оптимизации параметров модели центральной системы электроснабжения Эритреи (СЭСРЭ) линиями 15—132 кВ значителен. Так как протяженность сетей 15—132 кВ в Эритрее составляет около 3000 км, в масштабах страны это приведет к значительному народнохозяйственному эффекту. Анализ параметров электрических сетей (ПЭС) Эритреи показал, что схемы сетей не всегда оптимальны. Так, ПЭС в Мсабе, ПЭС в Асмаре и районные трансформаторные подстанции (РТП) не обеспечивают нормы качества электроэнергии по напряжению. При этом потери напряжения в ЛЭП 15 кВ составляют от 5 до 40%. Были рассмотрены варианты развития этих сетей с целью рационализации их параметров. Оказалось, что для 2 РТП в Массаве и 4 РТП в Асамаре необходимо изменить

надбавки напряжения на трансформаторах и сменить сечения проводов на ряде участков ЛЭП 15 кВ и 66 кВ. Для 6 РТП требовалась коренная реконструкция, при этом эффект только от снижения потерь электроэнергии в сетях составляла более 25 000 накфа в год на одну РТП. Для повышения экономического эффекта от рационализации этих параметров, кроме уточнения модели исследуемого объекта, необходимо уточнить методику выбора лучшего варианта развития. Это достигается за счет перехода к многокритериальному выбору вариантов систем электроснабжения района Гаш Барка (СЭСРГБ) 15—66 кВ. В качестве критериев оценки и выбора оптимального варианта развития СЭСРГБ целесообразно принимать главные показатели функционирования СЭСРГБ, такие как надежность, качество и удельные затраты на передачу энергии. При решении частных задач (например, выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии) одним из критериев может быть количество потерянной энергии, для других задача количества потерь напряжения и т.д. Все перечисленные показатели могут быть определены с помощью симплекса ПРОКСИМА.

Многокритериальный выбор технико-экономических показателей систем электроснабжения района Гаш Барка (СЭСРГБ) будет осуществляться в условиях неопределенности среды. Неопределенной в первую очередь является величина электрической нагрузки на перспективу, которая неизвестна и может быть задана интервалом от S_{MIN} до S_{MAX} . Следовательно, выбирать лучшие параметры СЭСРГБ 15—66 кВ в условиях неопределенности приходится для множества значений электрической нагрузки внутри указанного интервала, что вызывает необходимость имитационного моделирования СЭСРГБ 15—66 кВ. Комплекс ПРОКСИМА позволяет выполнить необходимые для этого расчеты. Таким образом, используя комплекс ПРОКСИМА, можно перейти к многокритериальному выбору технико-экономических показателей СЭСРГБ 15—66 кВ в условиях неопределенности [2; 4].

Программный комплекс сетевого имитационного моделирования и анализ позволяют рассчитать все основные технико-экономические показатели систем электроснабжения напряжением 15—66 кВ. Комплекс ПРОКСИМА имеет собственную базу данных, содержащую технические экономические показатели питающих линий трансформаторных подстанций 132, 66, 15 кВ, 132/66 кВ, 66/35 кВ, 35/15 кВ, 15/0,4 кВ.

Перечень рассчитываемых параметров и тех задач, для решения которых можно использовать эти параметры при выборе оптимального варианта СЭСРГБ, представлен ниже.

1. Определение по времени расчетного периода электрической нагрузки элементов системы электроснабжения на ТП и РТП и участков ЛЭП 15—132 кВ и величины электрической нагрузки. Определение параметров оборудования элементов схемы для оценки технико-экономических показатели системы, таких как потери электрической энергии, отклонение напряжения, количество недоотпущенной энергии, потери напряжения, электрически нагрузок на участках ЛЭП 15 кВ, 35—15 кВ/0,4 в процессе эксплуатации. Зная величины электрических нагрузок, можно оценить загрузку установленного оборудования и проанализировать необходимость его замены в будущем.

2. Определение потерь реактивной и активной мощностей в элементах системы по времени расчетного периода. Эти величины необходимы при составлении баланса мощности и решении задачи рациональной компенсации реактивной мощности.

3. Выбор трансформаторов на станциях и подстанциях и сечений проводов воздушной линий на заданное время (в нашем случае 10 лет), в которое необходима их замена из-за перегрузки.

При строительстве крупных РТП, повышении напряжений на ряде участков линии и на новой РТП приходится выбирать оборудованные. При перегрузках и необходимости замены оборудования также возникает потребность его выбора в соответствии с ожидаемой нагрузкой. Устанавливаемое оборудование выбирается по нагрузке расчетного периода в 10 лет нахождения в эксплуатации и проверяется на существующую нагрузку.

4. Определение потерь напряжения в элементах системы электроснабжения сельских районов Гаш Барка 15—66 кВ по годам расчетного периода. Знание потерь напряжения дает возможность проанализировать соответствие качества электроэнергии требованиям эксплуатации и оценить необходимость реконструкции СЭСРГБ. Кроме того, можно сделать вывод о том, в течение какого периода элементы схемы могут работать без замены при составлении планов текущих и капитальных ремонтов системы электроснабжения сельских районов СЭСРГБ. Знание потерь напряжения помогает в выборе очередности проведения работ по реконструкции и замене оборудования.

5. Определение потерь электрической энергии в элементах схемы по годам расчетного периода. Знание потерь электроэнергии дает возможность выявить очаги потерь и выбрать с помощью комплекса ПРОКСИМА мероприятия по снижению потерь электрической энергии.

6. Расчет количества недоотпущенной электроэнергии из-за вероятных повреждений элементов системы во время расчетного периода и в целом за расчетный срок. Этот показатель надежности используется при формировании скалярного критерия эффективности СЭСРГ, при выборе средств надежности, таких как секционирующие выключатели в пунктах автоматического включения резерва.

7. Выбор секционирующих выключателей и пунктов автоматического включения резерва в сетях 15 кВ по годам расчетного периода.

8. Определение ущерба от недоотпуска электроэнергии из-за вероятных повреждений элементов системы электроснабжения сельских районов Гаш Барка по годам расчетного периода и за срок суммирования всех затрат. Может быть использовано при решении задач распределенных энергосистем (РЭС) или ПЭС, при выборе мероприятий по повышению надежности с системы электроснабжения район Гаш Барка. В комплексе предусмотрена возможность учета типов потребителей, для которых величины удельных ущербов различны.

9. Проверка сечений ЛЭП и трансформаторов подстанции на нагрузку текущего года. Позволяет определить такие технико-экономические параметры, как потери напряжения, потери электроэнергии, недоотпуск электроэнергии из-за вероятных повреждений и др., с тем чтобы осуществить проверку по всем показателям существующей схемы и сделать вывод о необходимости ее развития и

улучшения технико-экономических показателей в связи с ростом электрических нагрузок.

10. Выбор проводов и трансформаторов по нагрузке заданного конкретного года и проверка его на нагрузку расчетного года. Данный показатель дает возможность определить оптимальный срок, на который следует выбирать оборудование в системы электроснабжения района Гаш Барка с учетом ограничений по нагрузке оборудования и роста нагрузок.

11. Определение издержек на эксплуатацию, амортизацию и потери электрической энергии для элементов системы электроснабжения сельских районов Гаш Барка по годам расчетного периода и за срок суммирования затрат. Знание этих величин необходимо при оценке и выборе варианта развития СЭСР.

12. Определение приведенных затрат по времени расчетного периода и суммарных приведенных затрат за расчетный срок для сети 15—132 кВ. Приведенные затраты на систем электроснабжения сельских районов 15—132 кВ один из основных критериев оценки варианта развития системы электроснабжения сельских районов Гаш Барка.

13. Суммирование объема работы по строительству сетей и реконструкции сетей 15—132 кВ, капиталовложений на строительство и реконструкцию и величины предвиденных затрат в каждый год расчетного периода и за срок суммирования прироста нагрузок позволяет определить количество необходимого оборудования при реконструкции системы электроснабжения сельских районов Гаш Барка.

14. Расчет технико-экономических показателей при изменении конфигурации СЭСР. В процессе развития сети приходится изменять схему, уменьшать длину линий электропередачи, разукрупнять отходящие линии, строить новые районные трансформаторные подстанции и производить другие изменения [1; 3]. Технико-экономические показатели новой схемы могут быть основанием для выбора оптимального варианта развития СЭСР 15—132 кВ.

15. Оценка различных вариантов реконструкции СЭСРГБ 15—66 кВ при росте нагрузок. С помощью комплекса ПРОКСМА можно оценить технико-экономические показатели следующих реконструкций.

15.1. Замена сечений проводов и мощностей трансформаторов на большую производительность.

15.2. Увеличение пропускной способности отходящих линий.

15.3. Разукрупнение потребительской и районной станции и подстанции или строительство новых станций и подстанций.

15.4. Перевод электрических сетей на более высокое напряжение. Варианты реконструкции составляет инженер. В комплексе ПРОКСИМА предусмотрена возможность изменения направления питания в схеме и других меры по упрощению вариантов. Данные справочной базы позволяют выполнить расчет для нового строительства участка линий станций и подстанций, а также для существующих сетей.

16. Выбор варианта развития системы электроснабжения сельских районов 15—132 кВ при росте нагрузок. Эта задача последовательно включает все перечисленные выше. В результате расчетов альтернативных показателей вариантов

можно получить технико-экономические показатели каждого варианта, что позволяет решить основную задачу электроснабжения района.

17. Выбор мощности и количества агрегатов резервных дизельных электростанции ДЭС для ТП по годам расчетного периода. Требуемый уровень надежности потребителей часто не может быть обеспечен схемными решениями, так как они оказываются неэкономичными из-за высокой стоимости воздушной линии, установки СВ И АВР, недостаточных для обеспечения нужной надежности. В этих случаях возможным техническим решением является установка резервной дизельной электростанции (ДЭС). Расчет уравнения надежности и экономического эффекта от применения ДЭС дает информацию о целесообразности ее применения. ДЭС устанавливается у ТП и обеспечивает потребителей ТП электроэнергией при повреждениях в распределительной линии или в самой ТП. Подготовка исходных данных производится не по сложным правилам, а после проведения расчетов. Получают необходимые технико-экономические показатели по элементам системы и системе в целом по годам расчетного периода и в целом за расчетный срок. По результатам расчетов можно получить достаточную информации о состоянии СЭСРГБ 15—66 кВ и обоснованно выбрать мероприятия по улучшению ее технико-экономических показателей.

Элементами схемы, для которых производятся расчеты технико-экономических показателей, являются: питающие воздушные линии ВЛ 15; 66; 132 кВ; районные трансформаторные подстанции (РТП напряжением 66/35/15 кВ; 35/15, 15/0,4 кВ; распределительные воздушные линии 66, 35, 15, 0,4 кВ; потребительские трансформаторные подстанции (ТП) напряжением 15/0,4.

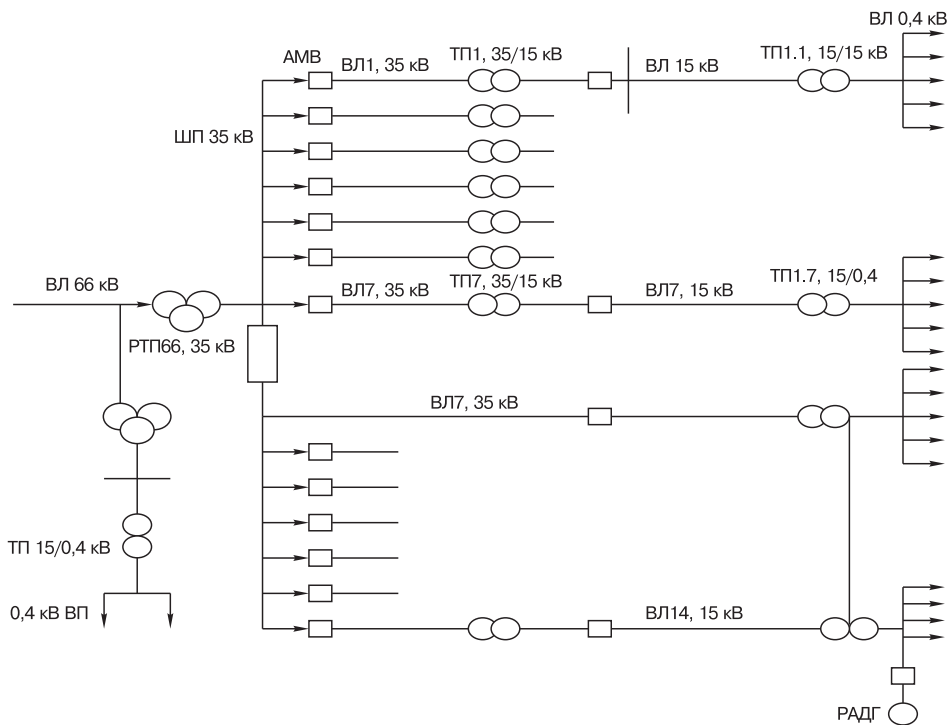


Рис. Схема электроснабжения Гаш Барка

Одновременно может рассчитываться схема включающая до 14 участков линий 35 кВ; около 75 участков линий 15 кВ; и много участков линий 0,4 кВ, районные трансформаторные подстанции (РТП) напряжением 66/35/15, потребительские трансформаторные подстанции (ТП) напряжением 15/0,4, резервный дизель генератор (РДГ) и т.д. показаны на рисунке.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Будзко И.А., Левин М.С., Лещинская Т.Б. Выбор сечений проводов распределительных линии с учетом роста нагрузок // *Электричество*. 1976. — № 5. — С. 71–74. [*Budzko I.A., Levin M.S., Leshinskaya T.B. Vyibor sechenii provodov raspredelitelnix linii s uchetom rosta nagruzok // Elektrichestvo*. 1976. — № 5. — S. 71–74.]
- [2] Ефентьев С.Н. Развитие методики технико-экономического анализа при выборе основных параметров электрических сетей с учетом неопределенности исходной информации: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — М.: МЭИ, 2004. [*Efentev S.I. Razvitie metodiki. tehniko-ekonomicheskogo analiza pri vibore osnovnykh parametrov elektricheskikh setei s uchetom neopredelennosti iskhodnoi informatsii: Avtoref. diss. kand. ... tehn. nauk.* — М.: МЕИ, 2004.]
- [3] Левин М.С., Лещинская Т.Б. Методы теории решений и в задачах оптимизации систем электроснабжения. — М.: ВИПКЭнерго, 1989. — 130 с. [*Levin M.S., Leshinskaya T.B. Metody teorii reshenij v zadachax optimizatsii sistem electrosnabgenija.* — М.: ВИПКЭнерго. 1989. — 130 s.]
- [4] Лещинская Т.Б. Оптимизация систем электроснабжения (В примерах и иллюстрациях). — М.: Изд-во МЭИ, 2002. [*Leshinskaya T.B. Optimizatsii sistem elektrosanabjenija v primerax i illustrasiah.* — М.: Izd-vo MEI, 2002.]

SOFTWARE-COMPUTER SYSTEM FOR THE SIMULATION OF POWER SUPPLY SYSTEM OF GASH BARCA REGION

A.M. Berhane

Engineering faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Ordgonikidze str., 3, Moscow, Russia, 117198

Calculations based on the choice of technical and economic parameters of power supply systems in rural areas 10–110 kV are carried out only with the aid of a computer. This is due to a large amount of electrical networks, per enterprise of electric networks (ES), and a small staff; a very long overhead transmission lines of power supply systems in rural areas, a large branched and prosperity of information about them; electrical loads are always growing changing due to several reasons among them may be new industries have been built, new residences have been built, cities grow fast, agricultural area develops fast all this are switched on to the power supply system and consumes electrical energy as a result of that it is necessary to make repeated calculation of the electrical loads periodical and such a bulk tasks are hardly can be done by man. as a result of that it is done by computer; it is expedient to clarify the systemm of electrical power supply of the agricultural regions (SESr) model by taking into account a number of important ovaries to increase the effect of the optimal choice of circuit parameters 10–110 kV.

Key words: Proximal, Kostroma, Software package, power supply systems, Rural.