

прикладами таких законів є закони Гаусса, Пуассона, Вейбулла, Ерланга, рівномірний, показниковий, арксінуса та інші, є стаціонарним випадковим процесом у вузькому сенсі.

Показано, що інформативність досліджуемого процесу визначається як характеристиками нестаціонарності перших двох моментних функцій процесу, а це математичне сподівання і дисперсія, так і характеристиками отриманої стаціонарної модифікації процесу.

Розглянутий приклад застосування методу стаціонаризації для досліджень процесу електроспоживання у штатному режимі підтвердив його ефективність особливо при статистичній обробці реальних даних вимірювань електроспоживання.

1. *Марченко Б.Г.* Лінійні періодичні процеси // Електроенергетика. – ІЕД НАНУ, 1999. – Вип.1. – С.111-119.
2. *Нечипорук В.В.* Стаціонаризація кусково-нестационарних пуассонівських процесів відмов // Технічна електродинаміка. ІЕД НАНУ, 2004. – Вип.6. – С.115-118.
3. *Щербак Т.Л.* Методологія створення статистичних моделей процесів енергоспоживання для штатного і нештатного режимів їх функціонування // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАНУ. – К., 2008. Вип. 46. – С. 31-39.

Поступила 21.01.2009р.

УДК 621.3

В.Ф.Скиба, аспірант ІПМЭ НАНУ, г. Київ

ВАРИАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ В УЗЛАХ, ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В НИЗКОВОЛЬТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Постановка задачи

Анализ существующих сегодня методик расчета режимов работы распределительных сетей выявил множество недостатков, главным из которых является их детерминированность. Детерминированные расчеты используется при проектировании электроэнергетических систем, однако после сдачи объектов в эксплуатацию, будь то подстанция или участок электросети, со временем их реальные параметры перестают соответствовать проектным. Кроме того, известно, что в сетях низкого напряжения преобладает целый ряд случайных процессов, которые не учитываются в расчетах или учитываются с помощью дополнительных расчетных коэффициентов, достоверность которых остается довольно неопределенной.

В отличие от проектных расчетов, режимы работы распределительных электросетей в условиях эксплуатации должны быть в максимальной степени адаптированы к

- случайной несимметрии токовой нагрузки фаз линий 0,38 кВ;
- износу оборудования (срок службы большей части линий 0,38 кВ превышает 30 лет);
- неполнофазным режимам работы линий, особенно в сельской местности;
- несанкционированному отбору электроэнергии (неучет, неоплата, хищения электроэнергии);
- незапланированным переключениям линий электропередачи.

Учет перечисленных выше факторов, часть которых носит случайный характер, может существенно отразиться на результатах расчета режимов работы распределительных сетей, а именно на показателях надежности, качества и экономичности передачи и распределения электроэнергии.

Например, изменения токов нагрузки отдельных фаз линии взаимно независимы и имеют случайный характер (рис. 1). Случайный характер изменения токовой нагрузки линий усугубляется постоянно растущим спросом населения на электроэнергию (насыщение квартир новым поколением бытовой электроаппаратуры, изменение характера и типа застройки городов и т.д.), хаотическим несанкционированным отбором электроэнергии отдельными абонентами (в основном мелким и средним теневым бизнесом, а также неплатежеспособным населением).

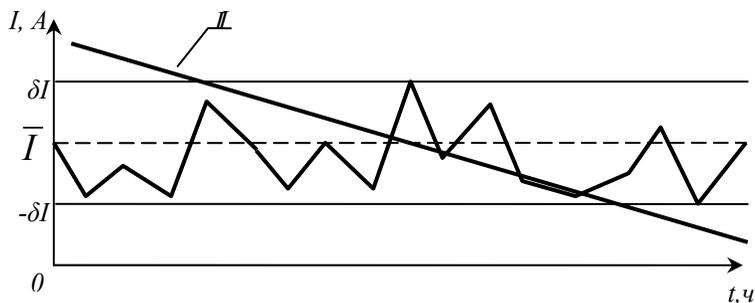


Рис. 1. График динамики фазного тока 4-х проводной линии электропередачи в расчетном периоде

Срок службы большей части линий 0,38 кВ превышает 30 лет, поэтому фактическое активное погонное сопротивление линий больше расчетного (паспортного) значения. Количественно оценить степень износа фаз линии и увязать его с ростом погонного сопротивления весьма проблематично. Определенно лишь можно утверждать, что отклонения фактического

значения активного погонного сопротивления фазного провода от паспортного носят случайный характер.

Решение задачи

Для решения задачи оценки уровней напряжения в узлах, потерь мощности и электроэнергии в низковольтных распределительных электросетях предлагается использовать вариационный подход.

Имитация случайной несимметрии токовой нагрузки фаз может быть достигнута применением вероятностно-статистических методов расчета, а именно метода Монте-Карло. Преимущества статистической вариации фазных токов заключаются в имитации случайных отклонений токов относительно их средних значений в диапазоне $\pm \delta I$, что приводит к определенной взаимной компенсации влияния изменений токовой нагрузки на величину потерь электроэнергии, имеющей место в реальной действительности.

Вариация активных погонных сопротивлений фазных и нулевого проводов выполняется в соответствии с треугольным законом распределения в интервале $[0, 1]$ (рис. 2)

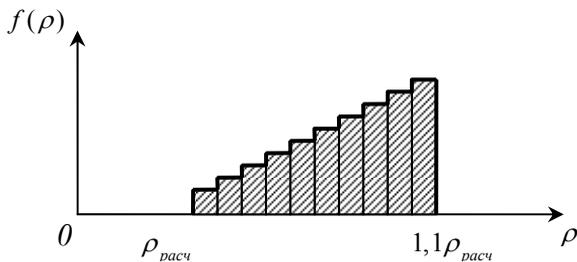


Рис. 2. Гистограмма распределения случайной величины активного сопротивления линии

Моделирование случайного характера изменения фазных токов нагрузки и активных погонных сопротивлений фаз проводов позволяет получить репрезентативное множество случайных изменений показателей режима (ток в нулевом проводе, активные потери электроэнергии в линии и др.), а также показателей качества напряжения, в частности, отклонений фазных напряжений. Каждая случайная реализация отклонения фазных напряжений сравнивается с нормально допустимым значением

$$\delta U = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} 100 \leq \pm 5\%, \quad U = U_a, U_b, U_c.$$

Контроль за качеством напряжения осуществляется с помощью гистограммы отклонений фазных напряжения (рис. 3).

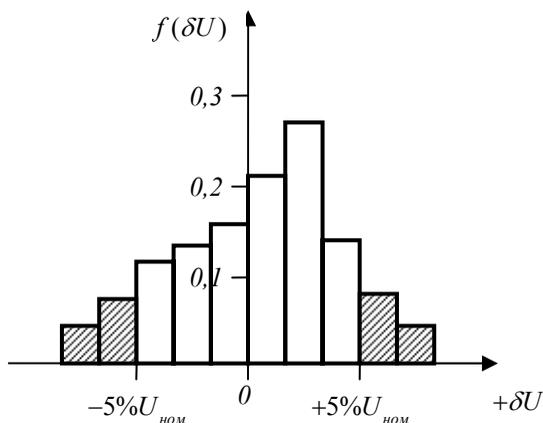


Рис. 3. Гистограмма случайной величины отклонения фазных напряжений

С помощью гистограммы можно судить о допустимости процесса изменения контролируемой величины. Согласно ГОСТ 13109-97 не менее 95% случайных значений установившихся отклонений фазных напряжения должны находиться в интервале $\pm 5\%U_{ном}$

$$F(-5\%U_{ном} \leq \delta U \leq +5\%U_{ном}) = 0,95.$$

На рис. 3 легко подсчитать для случайных отклонений фазных напряжений на зажимах потребителей вероятность выполнения требований ГОСТ 13109-97 и вероятность нарушений этих требований (выход за допустимые границы).

Для подмножества случайных значений несимметрии фазных токов и сопротивлений фазных проводов, которые обеспечили выполнение требований ГОСТ 13109-97 в отношении допустимости отклонений фазных напряжений у потребителя, производится расчет подмножества случайных значений активных технологических потерь электроэнергии. Сравнение результатов детерминированного расчета с результатами статистического моделирования несимметрии токовой нагрузки фаз дает полную и достоверную количественную оценку влияния несимметрии на величину потерь электроэнергии в линии.

Выполнение расчетов с использованием вариационного подхода, по сравнению с детерминированным расчетом, требует выполнения огромного количества математических операций. Поэтому для практической реализации описанной модели расчета с использованием вариационного подхода нами была создана специальная компьютерная программа EnergyLocator[®], интерфейс которой представлен на рис. 4.

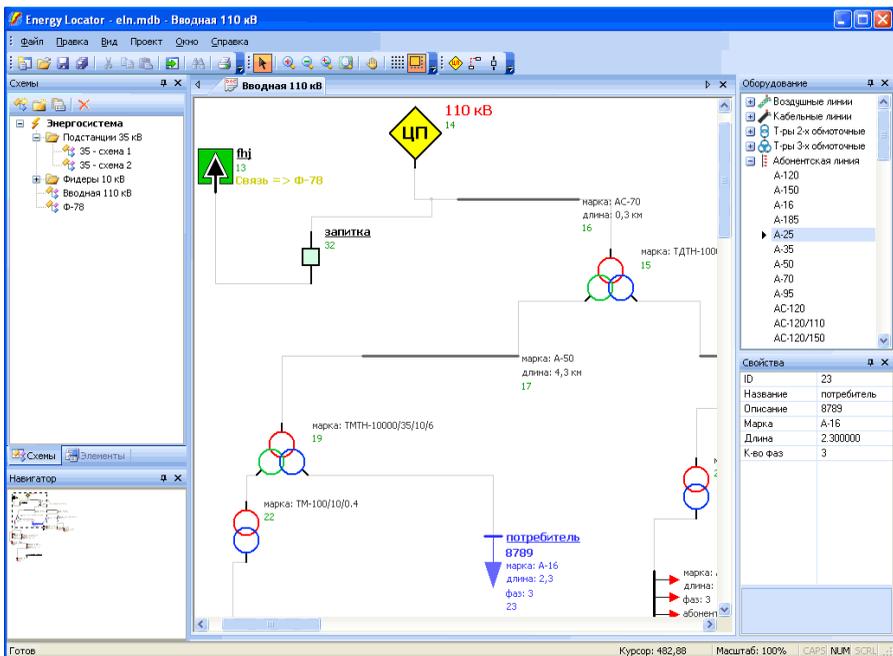


Рис. 4. Интерфейс программы EnergyLocator[®]

Среди возможностей программы:

- графическое редактирование схем электрических сетей;
- учет информации о показателях счетчиков электроэнергии;
- учет информации о переключениях в электросетях;
- справочники основного оборудования;
- расчет установившегося режима с учетом случайной несимметрии нагрузки фаз линий; износа оборудования; переключений; избыточных потоков реактивной мощности;
- расчет реальных объемов потребленной населением электроэнергии;
- проверки качества электроэнергии (по напряжению) и отсутствия нарушений электроснабжения потребителей по вине электропоставщика;
- расчет объемов несанкционированного отбора электроэнергии;
- выявления фидеров, в которых предполагается несанкционированный отбор электроэнергии, вызванный неучетом, неоплатой, хищениями электроэнергии;
- нормирование потерь электроэнергии;
- статистическая обработка результатов расчетов.

Результаты расчетов программы отображаются в виде таблицы (рис. 5) с группировкой по схемам и элементам.

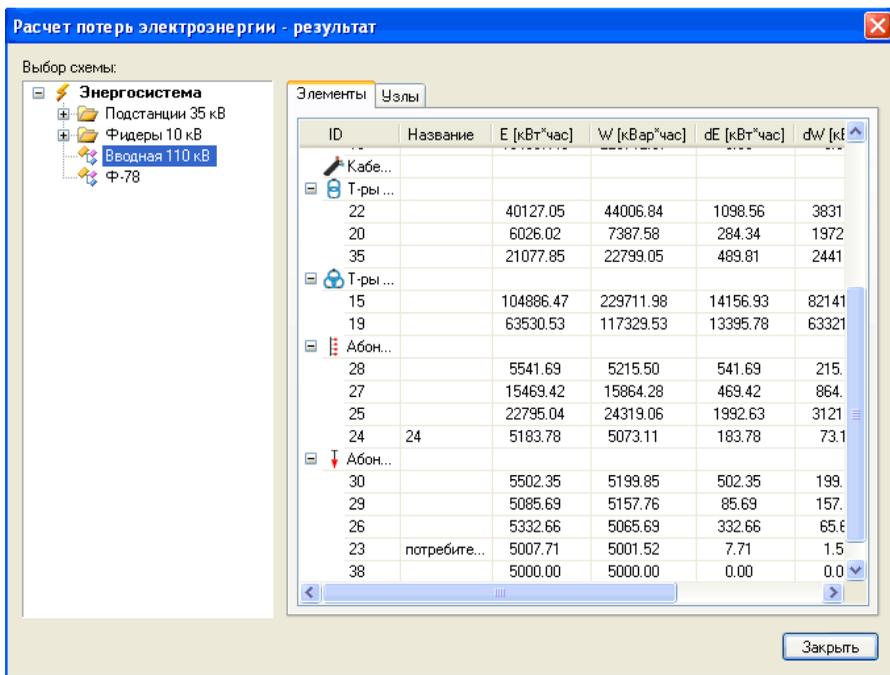


Рис. 5. Таблица с результатами расчета EnergyLocator[®]

Программа обладает удобным пользовательским интерфейсом и с успехом может быть использована на любом электроэнергетическом предприятии в качестве инструментария для пофидерного анализа, оценки состояния электросети, и в конце концов для принятия организационно-технических решений по повышению энергоэффективности работы электросети.

Выводы

1. Использование вариационного подхода позволяет рассматривать модель электрической сети как реальную систему, которой свойственны случайные процессы.
2. Использование программы EnergyLocator[®] на энергоснабжающем предприятии позволяет повысить его энергоэффективность.

1. Держкий В.Г., Скиба В.Ф. Моделирование несимметрии нагрузки фаз линий 0,38 кВ в расчетах потерь электроэнергии при ее передаче в условиях неопределенности // „Энергосбережение Энергетика Энергоаудит” – Харків, 2007. – №6.
2. Держкий В.Г., Скиба В.Ф. Влияние переключений в сетях 10(6) кВ на величину технологических потерь электроэнергии // „Энергетика и электрификация” – Киев, 2008. – №5. – С. 43-47.

3. *Дерзкий В.Г., Скиба В.Ф.* Математическая модель расчета реального потребления электроэнергии населением // Сборник трудов конференции „Моделирование-2008” – Киев, 2008. – С. 220-226.
4. *Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В.* Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. М.:”Изд-во НЦ ЭНАС”-2002.

Поступила 16.01.2009г.

УДК 621.039.7.001.2

А.Ф.Бугаёв, А.В.Яцишин

ЗАДАЧИ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

Актуальность

Э. Геккель в 1866 году определил экологию как науку о взаимоотношениях организма с окружающей средой. Т.е., экология рассматривалась как ветвь биологии. И большинство ученых до сих пор ее рассматривает именно так. Но с конца 20-го века ее содержание расширилось до включения в «организм» человечества в целом. Начала вырисовываться глобальная экология или мегэкология как особое направление экологии, объектом исследований которой должна являться экосистема «планета-человечество» в среде Космоса. По нашему мнению, именно экосистема «планета-человечество» в среде Космоса (ближнего и дальнего), а не экосистема «биосфера-человечество» в среде планеты, как считают некоторые, является объектом исследования глобальной экологии.

Однако в момент появления глобальную экологию как науку в научном сообществе узких специалистов приняли в штыки. Как пишет известный эколог Н.Ф. Реймерс, «связано это прежде всего с корпоративностью научных дисциплин, их оторванностью друг от друга, инерционностью отраслевого мышления. Цикл дисциплин о выживании человечества (что может быть актуальнее?), как ни странно, не получил абсолютного права на гражданство в здании науки» [1, с. 12]. Это не удивительно, учитывая консерватизм науки в целом, ее нацеленность на Вещественный структурный уровень организации материи (СУОМ), и игнорирование других уровней (полевого и информационного) Бытия и проявления Иномерности. Если глобальная экология будет учитывать эти уровни, то «такая экология уже совсем не биология и никакая иная наука, она сама по себе, новый раздел знания, равный, а может быть и более широкий, чем математика, физика, химия и так далее, но отнюдь не философия, что следует из самого определения науки о выживании» [1, с. 12].

Нужна ли глобальная экология? Человек и человечество в целом с