

На правах рукописи



СЕВАСТЬЯНОВА Анна Вячеславовна

**АНАЛИЗ СХЕМНО-РЕЖИМНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ
СТРУКТУРНОГО ПОДХОДА**

Специальность 05.14.02 – Электрические станции и
электроэнергетические системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении Высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет".

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор
Смоловик Сергей Владимирович

Официальные оппоненты:

Будовский Валерий Павлович, доктор технических наук, ОАО «СО ЕЭС»,
Руководитель Центра тренажерной подготовки персонала

Костин Владимир Николаевич кандидат технических наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования, Национальный минерально-
сырьевой университет «Горный», доцент кафедры «Электротехника,
электроэнергетика, электромеханика»

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение дополнительного профессионального
образования «Петербургский энергетический институт повышения
квалификации»

Защита состоится «13» декабря 2012 г. в 12.00 часов

на заседании диссертационного совета Д 212.229.11 при ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет" по адресу: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29., главное здание, ауд. 118.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет".

Автореферат разослан «___» _____ 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



**Попов Максим
Георгиевич**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

В настоящее время проектирование и эксплуатация энергосистем осуществляется на основе требований, устанавливаемых Методическими указаниями по устойчивости энергосистем. Применение методики расчета допустимых режимных параметров, предложенной в Методических указаниях по устойчивости, при исследовании электрической сети 110 кВ и выше крупного города сопряжено с расчетными трудностями. Согласно Методическим указаниям, в основе обеспечения надежного функционирования энергосистемы лежит контроль величин потоков мощности, которые не должны превышать максимально допустимых перетоков (МДП) в соответствующих сечениях. Величина МДП определяется исходя из значения перетока мощности, соответствующего пределу статической аperiodической устойчивости в процессе утяжеления режима. Особенности топологии электрической сети мегаполиса, где существует большое число шунтирующих связей низкого напряжения, приводят к затруднениям при выявлении сечений, в которых должен осуществляться контроль потока мощности. Выбор траектории утяжеления, согласно Методическим указаниям, должен осуществляться с учетом технологических параметров электростанций. В энергосистему крупных городов, как правило, входят электростанции (ТЭЦ, устаревшие ГРЭС), маневренности которых недостаточно для формирования траектории утяжеления, соответствующей физически возможному электрическому режиму.

Другой особенностью подходов, изложенных в Методических указаниях по устойчивости энергосистем, является необходимость многократного применения процесса утяжеления для определения наличия запаса статической устойчивости по активной мощности, что приводит к значительным затратам времени расчетчика. В связи с этим, актуализация данных по максимально допустимым перетокам мощности в контролируемых сечениях проводится раз в несколько лет. В тоже время, энергосистема мегаполиса, в особенности электрическая сеть 110 кВ, развивается интенсивно, что требует частого исследования надежности ее функционирования с учетом влияния ввода дополнительных элементов энергосистемы. Сказанное подтверждает необходимость разработки методов анализа структуры электрических сетей мегаполисов для выявления проблемных участков энергосистемы, для которых требуется ввод в эксплуатацию дополнительных элементов электрической сети или генерирующих мощностей, а также оценки технического эффекта запланированных мероприятий по усилению электрической сети.

Практический интерес представляет разработка методик и алгоритмов анализа схемно-режимных особенностей энергосистем, не

предусматривающих применение процесса утяжеления режима, направленных на исследование электрической сети крупных городов. В частности, актуальны разработки методик оценки запаса статической устойчивости по активной мощности без многократного применения процесса утяжеления.

В настоящей работе предложено применение методик исследования режимов работы энергосистемы, используемых системными операторами континентальной Европы для анализа схемно-режимных особенностей энергосистем крупных городов.

Цели работы

Целью работы является разработка методик анализа схемно-режимных особенностей энергосистем, позволяющих выявлять проблемные участки энергосистемы на основе контроля данных о токовых нагрузках элементов электрической сети, об отклонениях уровней напряжения на подстанциях, о запасах статической апериодической устойчивости в характерных режимах потребления электроэнергии, без многократного применения процесса утяжеления режима работы.

Задачи диссертации

1. Адаптация методов расчета показателей надежности электроэнергетических систем, применяемых системными операторами континентальной Европы для анализа схемно-режимных особенностей энергосистем крупных городов. Разработка соответствующих алгоритмов, в основе которых лежит проверка выполнимости принципа N-1, являющегося основным критерием оценки надежности в европейских энергосистемах.
2. Разработка методики определения наличия запаса статической апериодической устойчивости при применении принципа N-1.
3. Проверка эффективности применения разработанных методик и алгоритмов на примере разработки вариантов включения ППТ с ВТСП КЛ в энергосистему Санкт-Петербурга.

Научная новизна диссертационной работы

1. Разработаны алгоритмы структурного анализа схемно-режимных особенностей энергосистем, направленные на исследование электрических сетей крупных городов для поиска «узких мест», а также для оценки технического эффекта от ввода в эксплуатацию новых элементов электрической сети.
2. Разработана методика использования численного значения скорости изменения определителя матрицы Якоби уравнений установившегося режима для оценки нормативного запаса статической устойчивости электроэнергетической системы по активной мощности.

Достоверность

Степень достоверности научных положений и результатов исследования, выполненного в диссертации, определяется корректным использованием теоретических положений, математических методов исследования систем, применением моделирования на ЭВМ на основе апробированных математических моделей.

Практическое значение и внедрение

Предложенная методика может применяться при решении научно-исследовательских и проектных задач по развитию электрических сетей энергосистем.

Алгоритмы оценки структуры электрических сетей энергосистем применялись в работе ОАО «НИИПТ» «Разработка предложений ОАО «СО ЕЭС» для включения в схему и программу развития Единой энергетической системы России по операционной зоне Филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада». При этом была доказана практическая значимость разработанных алгоритмов.

Предложения по включению в Ленинградскую энергосистему ВТСП КЛ в составе ППТ могут быть использованы при разработке пилотных проектов по включению ППТ с ВТСП КЛ в электрическую сеть Санкт-Петербурга.

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы представлены на конференции «Электроэнергетика глазами молодежи», Самара, 2011 г., на Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы «Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах», Санкт-Петербург, 2011 г., а также на международной конференции «Youth Conference on Energetics (YUCE)», Leiria (Португалия), 2011 г. По теме диссертации в научно-технической литературе опубликовано 9 работ, из которых 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников. Работа изложена на 158 страницах, включая 17 таблиц, 44 рисунка, список литературы из 102 наименований и 2 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, раскрывается научная новизна и практическая значимость выполненной работы.

В первой главе работы дано краткое описание структур управления энергосистемами Европы и Единой энергетической системой (ЕЭС) России.

Указаны основные принципы и положения, на основе которых осуществляется оценка надежности энергосистем стран континентальной Европы. Приведена методология расчетов, выполняемых для оценки показателей надежности работы электрических сетей стран континентальной Европы, которая описывается в руководящих документах системных операторов.

Приведено описание технических требований, предъявляемых к параметрам режима работы ЕЭС России, на основе которых осуществляется управление режимами электроэнергетической системы. Особое внимание уделено методологии расчетов максимально допустимых потоков мощности в сечениях, которая является основой для управления режимами работы энергосистемы. Согласно российским Методическим указаниям, при отключении одного элемента из N элементов, находящихся в работе, должна сохраниться устойчивость энергосистемы. При этом перетоки в контролируемых сечениях могут превышать максимально допустимые значения, если ввод параметров в область допустимых значений возможен за счет работы противоаварийной автоматики. При этом проверка работоспособности энергосистемы в случае отключения одного из элементов сети проверяется методом утяжеления режима.

Основное отличие европейского подхода к исследованию режимов от российского заключается в том, что при исследовании энергосистем удовлетворительным считается режим, в котором отключение одного элементом из N находящихся в работе не приводит к недопустимому изменению режимных параметров, то есть режим $N-1$ может существовать длительное время. Вместе с тем, европейский системный оператор имеет право допускать отключение потребителей вследствие аварии, если он считает такой риск экономически оправданным. Подобным образом допускается каскадное развитие аварий, если оно не оказывает влияния на режимы работы смежных энергосистем. Еще одной особенностью европейского подхода к исследованию режимов работы энергосистем является отсутствие требований к нормативному запасу статической устойчивости.

В диссертационной работе предложена адаптация расчетных принципов, применяемых системными операторами стран континентальной Европы для исследования схемно-режимных особенностей энергосистем. Предлагается исследование режимов работы энергосистемы с использованием критерия $N-1$. При этом допустимым будет считаться режим, в котором отключение любого элемента электрической сети не приводит к недопустимым режимным параметрам. Для адаптации европейского подхода к оценке надежности работы энергосистем предлагается дополнить методику оценкой запаса статической аperiодической устойчивости. Требование нераспространения каскадных аварий за границы энергосистемы

предлагается заменить на условие исключения возможности каскадного развития аварий.

Условная схема расчетов по предлагаемой методике анализа схемно-режимных особенностей энергосистем представлена на рисунке 1.

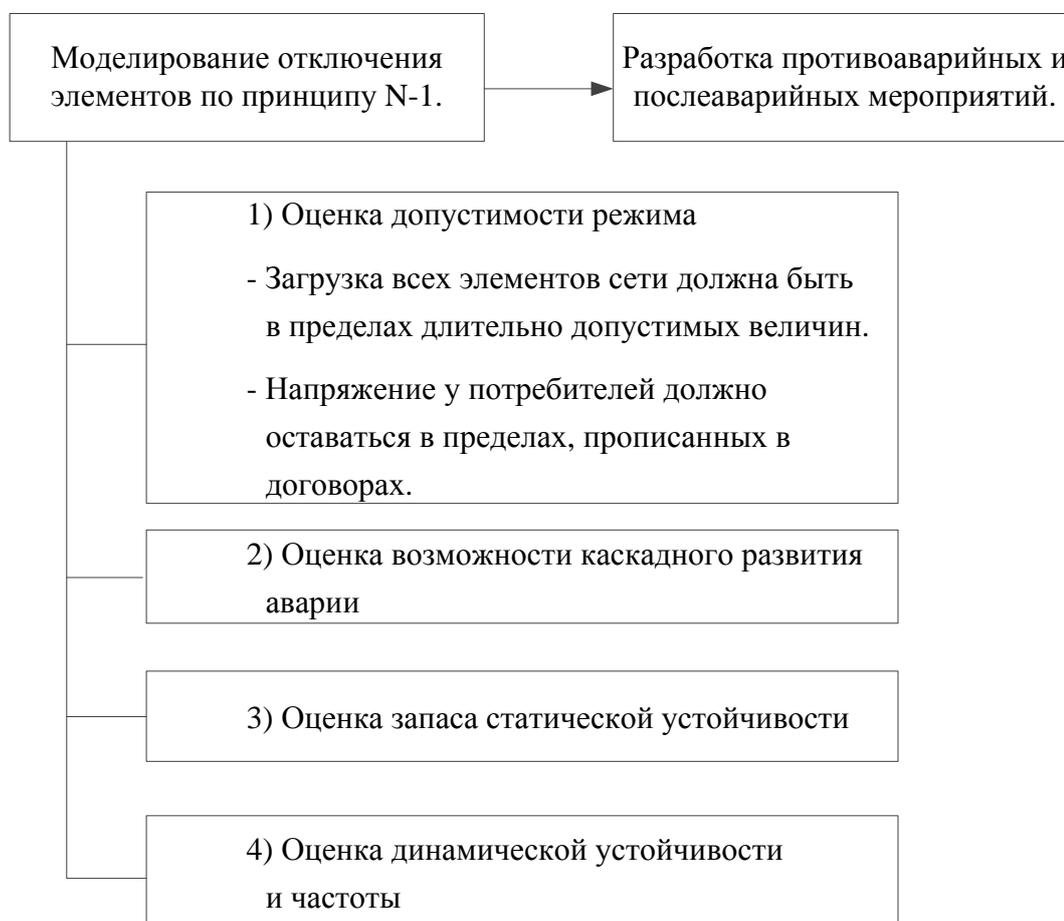


Рисунок 1 – Структурная схема расчетов для анализа схемно-режимных особенностей энергосистем

Следует отметить, что основными отличиями предлагаемого подхода от методики, изложенной в Методических указаниях по устойчивости энергосистем, являются следующие:

- 1) не применяется утяжеление режима;
- 2) режим считается удовлетворительным, если после отключения любого элемента, формируется новый установившийся режим, который может существовать длительное время. В режиме N-1 токовые загрузки всех элементов электрической сети должны оставаться в пределах длительно допустимых значений, отклонения напряжения у потребителей и на секциях шин подстанций распределительной сети должно оставаться в допустимых пределах, должен быть обеспечен нормативный запас устойчивости.

Вторая глава работы посвящена разработке алгоритмов для анализа схемно-режимных особенностей энергосистем. В первом разделе рассматривается эффективность алгоритма «Оценка допустимости режима».

Блок- схема алгоритма «Оценка допустимости режима» представлена на рисунке 2.

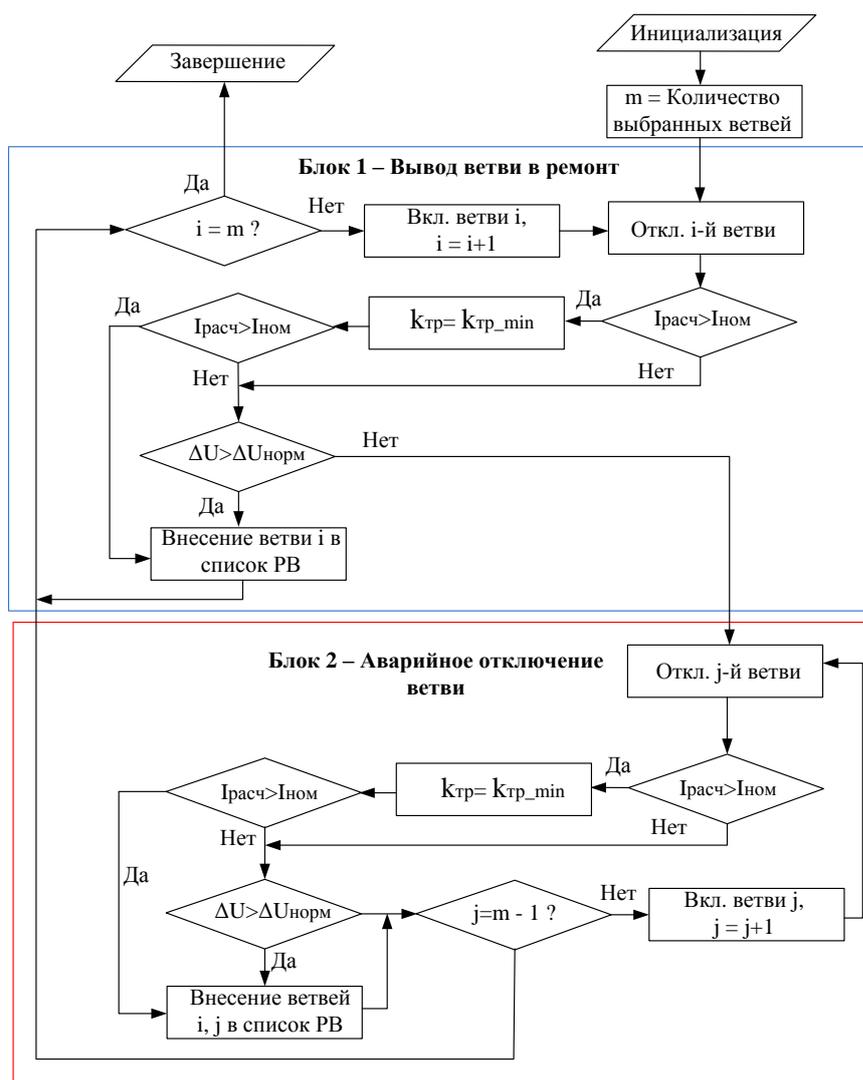


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма «Оценка допустимости режима»

Алгоритм «Оценка допустимости режима» предназначен для поиска проблемных участков энергосистемы, для которых требуется ввод дополнительных элементов электрической сети или генерирующих мощностей. Также предлагаемый алгоритм может применяться при проектировании энергосистем для выбора варианта усиления сети и для оценки технического эффекта от запланированных вводов оборудования.

Как следует из данных, представленных на рисунке 2, суть алгоритма «Оценка допустимости режима» заключается в моделировании аварийного отключения элементов электрической сети в нормальной и ремонтных схемах. Реализация алгоритма позволяет определить, является ли исследуемый режим допустимым по условию выполнения принципа N-1, определяя наличие в электрической сети элементов, отключение которых может привести к недопустимому изменению параметров установившегося режима.

Кроме того, в результате работы алгоритма «Оценка допустимости режима» составляется список ремонтных схем, в которых аварийное отключение одного из элементов сети приводит к недопустимому изменению режимных параметров.

Во втором разделе рассматривается эффективность алгоритмов, предназначенных для выявления возможности отключения ветвей и нагрузки средствами противоаварийного управления в случае аварийного отключения элемента электрической сети.

Первый из предложенных алгоритмов «Оценка последствий аварий 1» соответствует моделированию последовательного отключения ЛЭП, токовая нагрузка которых превышает длительно допустимое значение после аварийного возмущения, а также последовательному отключению узлов энергосистемы, отклонения напряжения на которых превышают допустимые значения. Упрощенная блок-схема алгоритма «Оценка последствий аварий 1» представлена на рисунке 3.

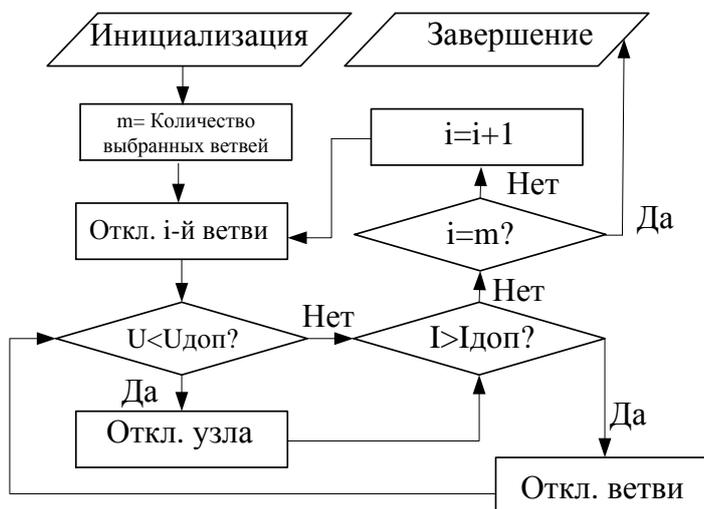


Рисунок 3 – Упрощенная блок-схема алгоритма «Оценка последствий аварий 1»

Алгоритм «Оценка последствий аварий 2» предназначен для анализа структурных изменений, обеспечивающих исключение каскадного развития аварий после аварийного возмущения. При реализации данного алгоритма производится не последовательное отключение перегруженных ЛЭП, а ступенчатое снижение нагрузки на подстанциях с целью снижения токовой нагрузки элементов электрической сети и нормализации уровней напряжения. Перегруженный элемент энергосистемы выводится из работы в случае, если ступенчатое снижение нагрузки не привело к вводу режимных параметров в область допустимых значений. Предполагается, что в качестве исходных данных для реализации алгоритма «Оценка последствий аварий 2» должен применяться список аварийных отключений элементов, потенциально опасных с точки зрения каскадного развития аварий, полученный по результатам работы алгоритма «Оценка последствий аварий

1». Упрощенная блок-схема алгоритма «Оценка последствий аварий 2» представлена на рисунке 4.

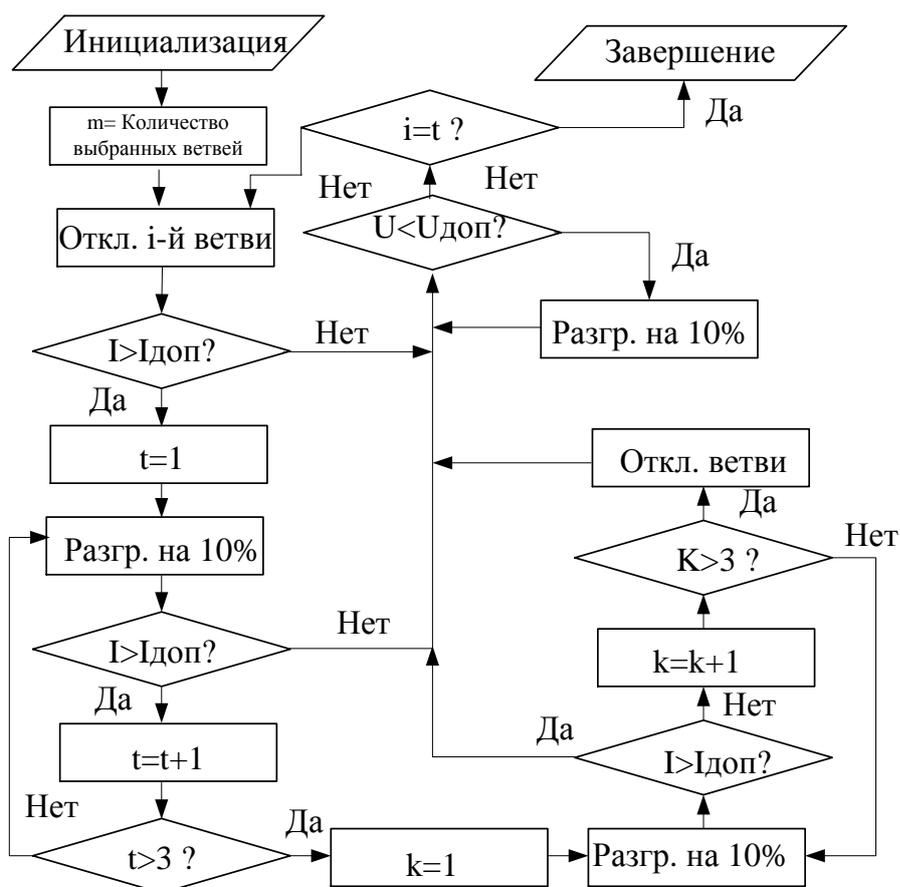


Рисунок 4– Упрощенная блок-схема алгоритма «Оценка последствий аварий 2»

В результате работы алгоритма «Оценка последствий аварий 2», для каждого аварийного отключения составляется перечень перегруженных ветвей, а также записывается объем нагрузки, отключаемой для снятия токовой перегрузки ЛЭП. Анализ полученного списка последовательных отключений перегруженных элементов электрической сети позволяет выявить элементы электрической сети, отключение которых приводит к наибольшему изменению режимных параметров, а также оценить объем нагрузки потребителей, отключаемой для ввода режимных параметров в область допустимых значений.

Третья глава работы посвящена разработке методики определения наличия нормативного запаса статической аperiodической устойчивости при применении принципа N-1. Целью настоящей разработки был отказ от многократного применения процесса утяжеления режима, и сокращение времени, затрачиваемого на анализ запаса статической аperiodической устойчивости энергосистемы в различных режимах.

В работе представлены результаты исследования возможности применения численного значения скорости изменения определителя матрицы Якоби системы уравнений установившегося режима (УУР) для оценки

наличия нормативного запаса статической устойчивости по активной мощности.

В качестве методического примера рассмотрено изменение синхронизирующей мощности в системе «машина – шины бесконечной мощности». В работе доказано, что при утяжелении режима, когда в качестве параметра утяжеления принята генерация активной мощности, для системы «машина – шины бесконечной мощности» справедливы следующие утверждения.

1. Скорость изменения синхронизирующей мощности в процессе утяжеления не зависит от электрических параметров системы «Машина – шины бесконечно мощности», а определяется значением запаса статической устойчивости в исследуемом режиме. При этом скорость изменения синхронизирующей мощности в процессе утяжеления режима по активной мощности генерации определяется следующим выражением:

$$\left(\frac{d\left(\frac{dP}{d\delta}\right)}{dP} \right)' (P_{ГЕН}) = -\frac{m}{\sqrt{1-m^2}}, \quad (1)$$

где m – соотношение между активной мощностью генерации в рассматриваемом режиме и предельной мощностью, соответствующей предельному режиму в процессе утяжеления. Величина m определяется из следующего соотношения:

$$m = \frac{P_{ГЕН}}{P_{ПРЕД}}, \quad (2)$$

где $P_{ГЕН}$ – активная мощность генерации в рассматриваемом режиме;

$P_{ПРЕД}$ – мощность генерации в предельном режиме.

2. В любом статически устойчивом режиме скорость изменения синхронизирующей мощности равна соотношению между активной мощностью генерации и синхронизирующей мощностью, взятой с противоположным знаком. При этом указанное соотношение определяется по следующей формуле:

$$\frac{P_{зан\%}}{\frac{dP}{d\delta}(P)} = \frac{m}{\sqrt{1-m^2}}. \quad (3)$$

Указанные выше положения проиллюстрированы на рисунке 5. На рисунке 5 представлено изменение синхронизирующей мощности генератора в зависимости от мощности генерации при сопротивлении ЛЭП 80 Ом, номинальном напряжении системы 500 кВ. В данном случае рассматривалась точка графика, соответствующая нормативному запасу статической устойчивости 8%. В рассматриваемой точке скорость изменения синхронизирующей мощности равна $-2,35 \text{ 1/рад}$. Соотношение между

активной мощностью генерации и синхронизирующей мощностью равно 2,35 1/рад.

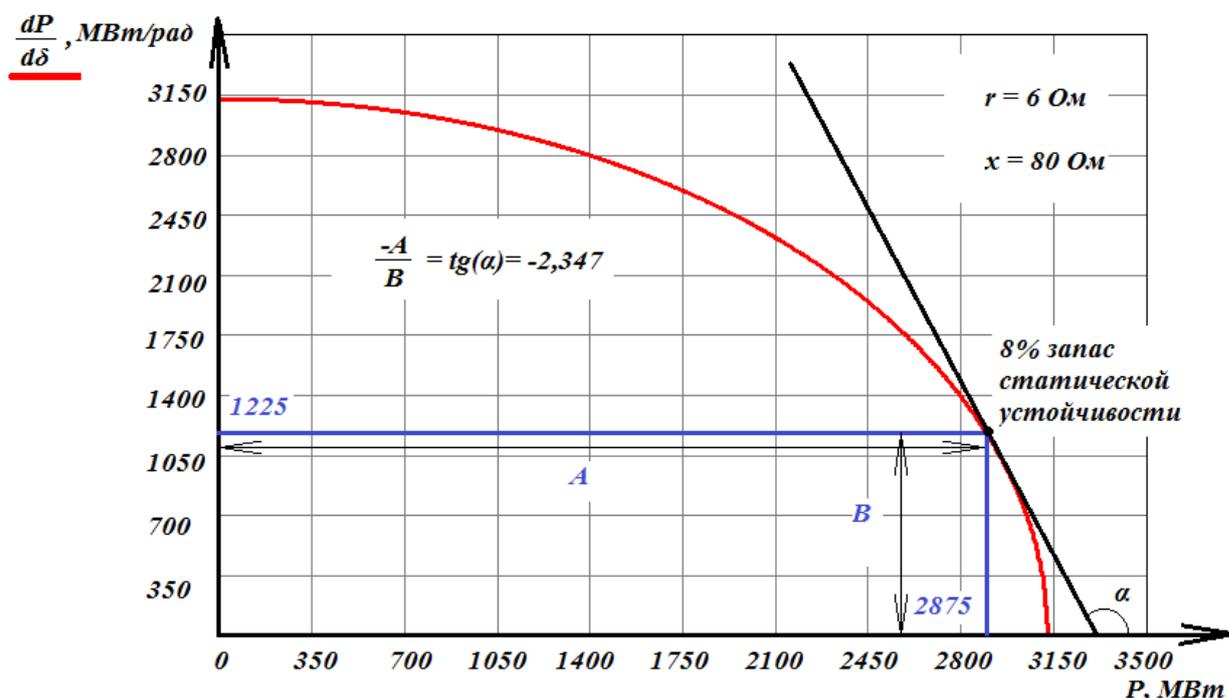


Рисунок 5 – Изменение синхронизирующей мощности в процессе утяжеления, касательная в точке $0,92 \cdot P_{\text{ПРЕД}}$

При исследовании скорости снижения синхронизирующей мощности генератора, работающего в сложной энергосистеме, были получены формулы для определения синхронизирующей мощности и скорости ее снижения в зависимости от мощности генерации. На примерах показано, что для генератора, работающего в реальной энергосистеме справедливы следующие утверждения:

1. В точке, соответствующей какому-либо значению запаса статической устойчивости по активной мощности, скорость изменения синхронизирующей мощности определяется запасом статической устойчивости.

2. Как и в случае «машина – шины бесконечной мощности», в точке, соответствующей какому-либо запасу статической устойчивости скорость изменения синхронизирующей мощности генератора определена величиной заданного запаса устойчивости.

На рисунке 6 представлена характеристика изменения синхронизирующей мощности генератора, работающего в сложной энергосистеме в зависимости от мощности генерации. В точке, соответствующей нормативному запасу статической устойчивости 8%, скорость изменения синхронизирующей мощности принимает значение порядка -4 1/рад.

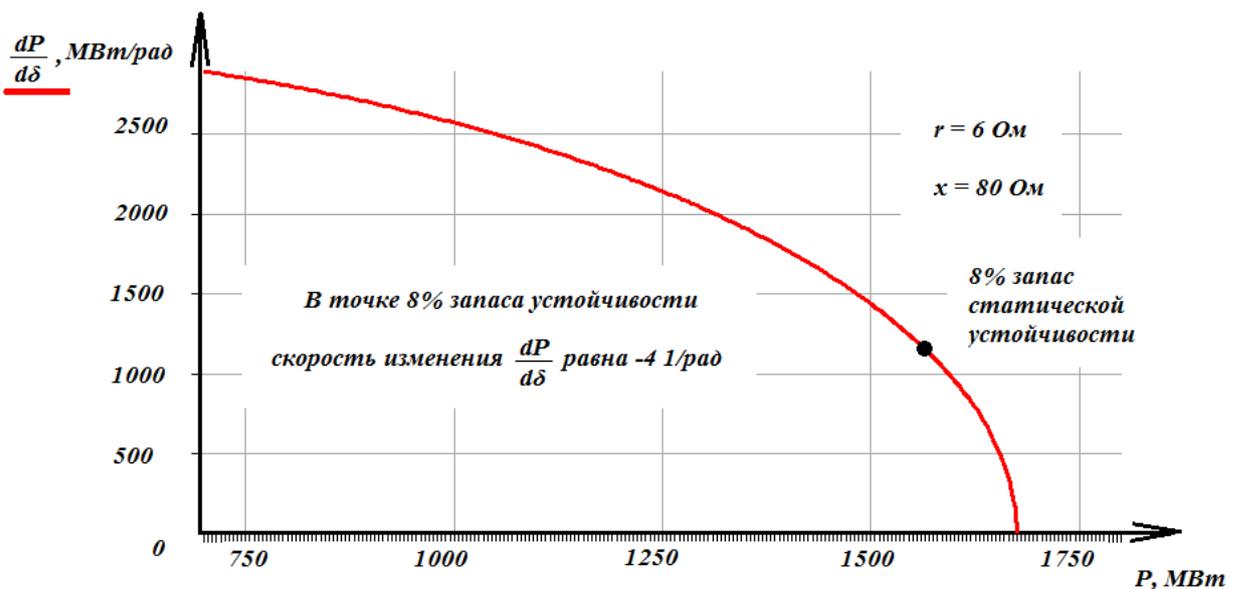


Рисунок 6 – Изменение синхронизирующей мощности в процессе утяжеления

В работе показано, что изменение синхронизирующей мощности в процессе утяжеления ведет к снижению величины определителя матрицы Якоби системы УУР. На примере утяжеления режима работы крупной энергосистемы показано, что в точке, соответствующей нормативному запасу статической устойчивости по активной мощности скорость изменения якобиана, как и скорость изменения синхронизирующей мощности, принимает определенное значение вне зависимости от траектории утяжеления. Для иллюстрации данного утверждения в крупной энергосистеме был проведен процесс утяжеления режима по трем различными траекториям. *Первая траектория* была составлена таким образом, чтобы в предельном режиме нарушение статической устойчивости было вызвано недопустимой загрузкой одной из ВЛ 750 кВ. *Вторая траектория* была составлена таким образом, чтобы в предельном режиме нарушение статической устойчивости было вызвано недопустимой загрузкой одной из ВЛ 330 кВ. *Третья траектория* была составлена таким образом, чтобы в предельном режиме нарушение статической устойчивости было вызвано недопустимой загрузкой одной из ВЛ 220 кВ. Для проверки применимости предлагаемого метода при незначительных изменениях топологии электрической сети, рассматривались также ремонтные схемы.

В работе показано, что для всех трех траекторий в точке, соответствующей нормативному запасу статической устойчивости, скорость изменения якобиана принимает определенное значение. Был сделан вывод о том, что в точке заданного запаса статической устойчивости скорость изменения якобиана принимает определенное значение, которое не зависит от траектории утяжеления. Указанное обстоятельство было использовано при разработке алгоритма «Оценка запаса статической устойчивости». На рисунке 7 представлена упрощенная блок-схема предлагаемого алгоритма.

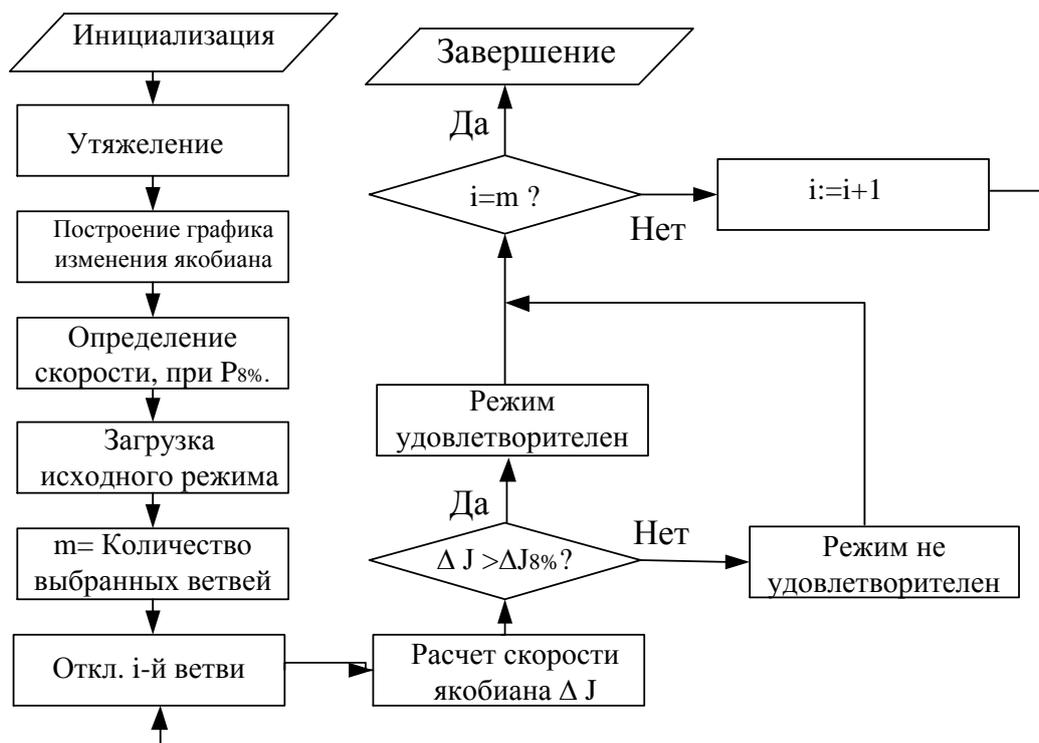


Рисунок 7 – Упрощенная блок-схема алгоритма «Оценка запаса статической устойчивости»

Первоначально в расчетной модели проводится процесс утяжеления по любой траектории. При этом необходимо, чтобы были выполнены все условия, которые гарантируют совпадение значения якобиана со свободным членом характеристического уравнения. Далее производится построение графика снижения якобиана и определение значения скорости изменения определителя матрицы Якоби, которое соответствует нормативному запасу статической устойчивости ($\Delta J_{8\%}$). Скорость изменения определителя можно оценить путем расчета якобиана в точке $\Delta J_{8\%}$ и в точке, соответствующей следующему шагу процесса утяжеления. После этого можно производить расчеты по принципу N-1. Отключается элемент электрической сети из N находящихся в работе и рассчитывается численное значение скорости изменения определителя матрицы Якоби (ΔJ). Скорость изменения определителя можно определить путем расчета якобиана в заданной точке и в точке, соответствующей незначительному изменению активной мощности на любом из генераторов. Далее производится сравнение скорости изменения якобиана, соответствующей режиму N-1, со значением скорости изменения якобиана, отвечающей 8% запасу статической устойчивости. Если после отключения элемента электрической сети, скорость изменения якобиана удовлетворяет условию $\Delta J > \Delta J_{8\%}$, то можно говорить о том, что выполняется требование к надежности в части статической устойчивости по критерию N-1. Следует отметить, что скорость изменения якобиана имеет отрицательный знак. При записи условия $\Delta J > \Delta J_{8\%}$ имеется ввиду численное значение скорости.

В четвертой главе представлены примеры применения разработанных алгоритмов для исследования структуры электрической сети Ленинградской энергосистемы. С помощью предлагаемых алгоритмов были найдены проблемные участки электрической сети Санкт-Петербурга, а также разрабатывались варианты усиления сети. В работе показана практическая ценность и эффективность разработанных алгоритмов.

В качестве одного из вариантов рассматривался ввод в эксплуатацию ППТ с ВТСП КЛ с целью сравнения технического эффекта от ввода традиционных ЛЭП переменного тока и ВТСП КЛ в составе управляемой ППТ.

На примере электрической сети 110 кВ Санкт-Петербурга показано, что ППТ с ВТСП КЛ могут применяться в схемах выдачи мощности электростанций, а также для исключения возможности каскадного развития аварии в энергосистемах.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

Разработанные в диссертации алгоритмы анализа структуры электрической сети энергосистемы позволяют в соответствии с критерием N-1 исследовать электрические режимы по условиям допустимости токовых нагрузок элементов электрической сети, отклонения уровней напряжения и наличия запаса статической аperiodической устойчивости. Предлагаемый алгоритм «Оценка допустимости режима» позволяет анализировать структуру электрической сети с проверкой выполнимости критерия N-1 в нормальной и ремонтных схемах. Разработаны два алгоритма «Оценка последствий аварий» для выявления элементов электрической сети, аварийное отключение которых потенциально опасно с точки зрения отключения нагрузки и смежных элементов электрической сети средствами противоаварийного управления. Совместное применение предлагаемых алгоритмов «Оценка последствий аварий» позволяет не только определить элементы электрической сети, отключение которых может приводить к отключению смежных ЛЭП, но также оценить объем нагрузки, отключаемой с целью предотвращения каскадных аварий, разработать послеаварийные мероприятия, а также выбрать вариант усиления электрической сети. Один из предлагаемых алгоритмов разработан для оценки запаса статической аperiodической устойчивости. В основе разработанного алгоритма лежат результаты исследования изменения синхронизирующей мощности генераторов, а также определителя матрицы Якоби в процессе утяжеления электрического режима. Преимуществом данного алгоритма является то, что для его применения необходимо лишь один раз произвести процесс утяжеления в исследуемой модели энергосистемы. В настоящей работе на примере исследования электрической сети 110 кВ Ленинградской энергосистемы показана практическая эффективность предлагаемых алгоритмов как для поиска участков электрической сети, где необходимо ее

усиление, так и для проектирования развития энергосистемы. Проведенные расчеты позволили дать рекомендации по местам внедрения ППТ с ВТСП КЛ.

Предлагаемые алгоритмы могут быть использованы на стадии проектирования электроэнергетических систем для поиска «узких мест» и выбора варианта усиления сети.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах.

1. Севастьянова А.В. Исследование возможности применения числового значения определителя матрицы Якоби для анализа статической устойчивости энергосистем / Гук О.М., Одинцов М.В., Севастьянова А.В., Смоловик С.В. //Проблемы энергетики: сборник трудов. – Казань: ФГБОУ ВПО «КГЭУ», –2012. –№3-4.–С. 55-59.

2. Севастьянова А.В. Разработка алгоритма выявления возможности каскадного развития аварийных процессов энергосистемы и мероприятий его предотвращения / Севастьянова А.В., Смоловик С.В. //Научно-технические ведомости СПбГПУ: сборник трудов. – Спб.: ФГБОУ ВПО «СПбГПУ», – 2011. – № 3. –С. 80-84.

3. Севастьянова А.В. Разработка алгоритма для анализа схемно-режимных особенностей энергосистем./ Севастьянова А.В. //Научно-технические ведомости СПбГПУ: сборник трудов. – Спб.: ФГБОУ ВПО «СПбГПУ», – 2012. – № 3. –С. 77-80.

4. Sevastianova, A. Application of high-temperature superconductive cable lines as components of DC transmission systems for enhancing the reliability of megalopolis electric power supply/ Brilinskiy, A. Gook, O. Sevastianova, A. Sorokin, D. Smolovik, S. // Proceedings of the 2011 3rd International Youth Conference on Energetics (IYCE). Leiria, 2011. P. 1-4.

5. Севастьянова А.В. применение высокотемпературных сверхпроводящих кабельных линий постоянного тока в сетях мегаполисов/ Севастьянова А.В. //Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы XV Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы.: ФГБОУ ВПО «СПбГПУ», – 2011. С. 55-56.

6. Севастьянова А.В. Разработка алгоритма для выявления возможности каскадного развития аварии. / Севастьянова А.В. //Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы XV Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы.– Спб.: ФГБОУ ВПО «СПбГПУ», – 2011. С. 58-58.

7. Севастьянова А. В. Разработка алгоритмов для оценки надежности распределительных сетей крупных городов / Севастьянова А.В., Смоловик С.В. // Электроэнергетика глазами молодежи: труды международной научно-технической конференции: сборник статей. В 3 т. Самара: ФГБОУ ВПО "СамГТУ", 2011. Т2. С. 210-214.