
Анализ режимной надежности при планировании развития энергосистем для обоснования затрат на реконструкцию РЗА



А.Б. Осак, Д.А. Панасецкий, Е.Я. Бузина
ИСЭМ СО РАН, г. Иркутск
osakalexey@mail.ru

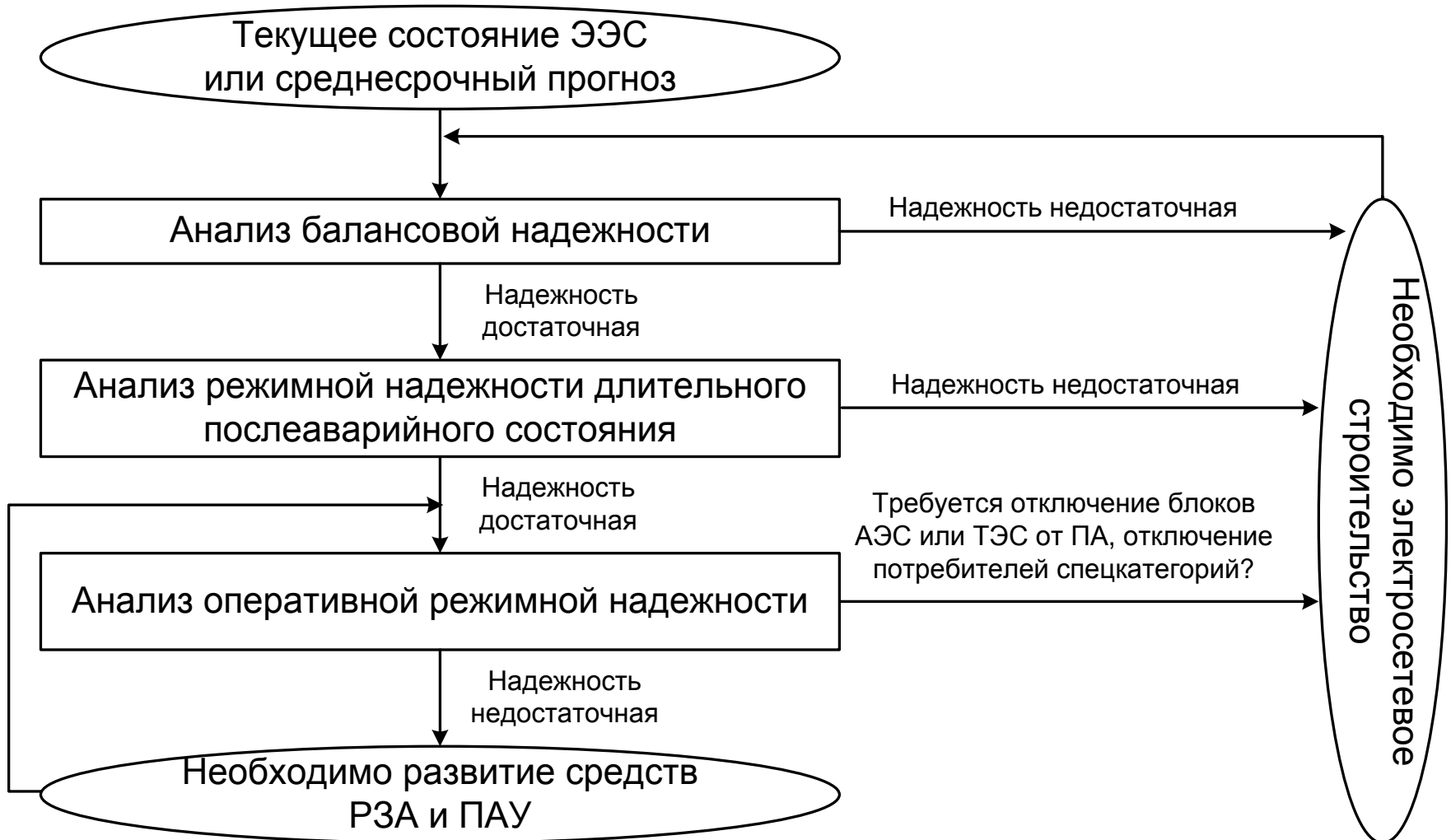
Системная надежность

- Балансовая надежность.
- Режимная надежность:
 - **Оперативная оценка режимной надежности ЭЭС в аспекте кратковременного послеаварийного состояния ЭЭС.** Оценка последствий возмущений (в т.ч. анализ статической и динамической устойчивости) с учетом работы РЗА, ПА и автоматических регуляторов генераторов (АРВ, АРС, ГРАМ/ГРАРМ в объеме первичного резерва), источников реактивной мощности и РПН трансформаторов.
 - **Режимная надежность в аспекте длительного послеаварийного состояния ЭЭС.** Оценка последствий возмущений с учетом реализации режимных мероприятий (20 минут, 40 минут). Изменение мощности генераторов рассматривается средствами первичного, вторичного и оперативного регулирования в объеме первичного и вторичного резервов.

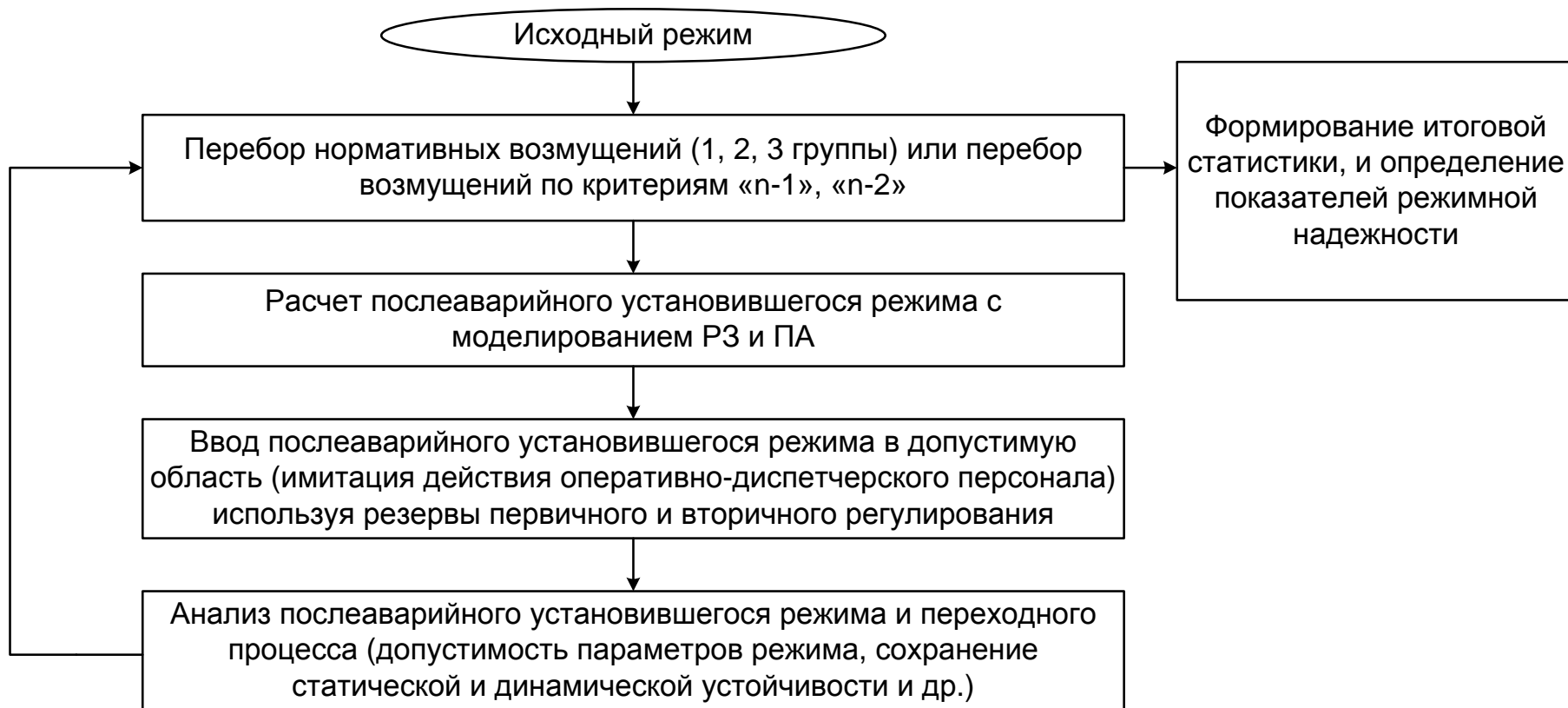
Системная надежность

Аспекты надежности	На что влияет
Долгосрочное планирование (более 10 лет)	
Балансовая надежность	Мероприятия по развитию крупной генерации и электросетевому строительству межсистемных связей
Среднесрочное планирование (1–10 лет)	
Балансовая надежность	Планирование развития генерации и магистральных сетей
Режимная надежность длительного послеаварийного состояния	Планирование электросетевого строительства (ЛЭП, ИРМ)
Оперативная режимная надежность	Мероприятия по развитию ПАУ, и в отдельных случаях по электросетевому строительству (выдача мощности АЭС, некоторых ТЭС и электроснабжение ответственных потребителей)
Краткосрочное планирование (до 1 года)	
Балансовая надежность	Планирование ремонтной компании сетей и генерации, планирование обеспечения генерации энергоресурсами
Режимная надежность длительного послеаварийного состояния	Планирование ремонтной компании сетей и генерации
Оперативная режимная надежность	Настройка уставок РЗА, ПА и РА
Оперативное планирование	
Балансовая надежность	Выбор состава и загрузки работающих энергоблоков
Режимная надежность длительного послеаварийного состояния	Разрешение (запрещение) совмещенных ремонтов, реализация режимных мероприятий
Оперативная режимная надежность	Реализация режимных мероприятий

Системная надежность



Режимная надежность



Показатели режимной надежности

Режимная надежность – аспект системной надежности, отражающий способность энергосистемы противостоять внезапным возмущениям без непредусмотренных воздействий на потребителей электроэнергии.

Основным показателем режимной надежности являются объемы (мощность) ограничения потребителей ($dP_{огр}$), длительность ограничений ($T_{рем}$) и соответственно объемы недоотпуска электроэнергии ($dW_{огр}$) при авариях различной вероятности ($w_{авар}$).

Перейти от недоотпуска электроэнергии к экономическому ущербу можно через величину энергоемкости ВВП, ВРП или отраслевой энергоемкости.

$$Y_{0,РФ} = ВВП_{РФ} / W_{РФ.год}$$

$$Y_{год.аварНеххх} = w_{аварНеххх} \cdot dW_{огр.аварНеххх} \cdot Y_{0,РФ}$$

Недостаток средств ПА и РА приводит к увеличению $dP_{огр}$ и $T_{рем}$.

Оперативная режимная надежность

Приоритетными мероприятиями по обеспечению оперативной режимной надежности ЭЭС являются:

- решения по РЗА (в т.ч. по вторым комплектам основных защит, по ОАПВ в сети 220 кВ и выше),
- ПА всех видов (в т.ч. реализация в АПНУ ускорения УРОВ от ПА),
- режимной автоматике (в т.ч. управление имеющимися источниками реактивной мощности в сети 110 кВ и ниже).

Требуется такой объем средств РЗА, ПА и РА, чтобы они не допускали нарушения статической или динамической устойчивости ЭЭС при возникновении нормативных возмущений, не допускали недопустимых по величине и длительности перегрузок оборудования, отклонений напряжения и частоты.

Оперативная режимная надежность

Аварии приносят ущерб потребителям, при этом альтернативой развитию средств РЗА, ПА и РА является электросетевое строительство.

Соответственно, если затраты на РЗА, ПА и РА меньше стоимости новой ЛЭП, нового трансформатора или ПС, то имеет место экономическая выгода при развитии средств РЗА, ПА и РА.

Ввод в допустимую область методом расчета сбалансированных режимов

1. Позволяет **определить потенциальную возможность ввода послеаварийного режима в допустимую область** (по ограничениям параметров режима P) за счет всех имеющихся средств управления (Y).
2. Позволяет **определять оптимальные УВ**, путем задания приоритетов (процентных ставок параметров V и G) УВ, не связанных с отключением нагрузки и генерации.
3. Позволяет **определять целесообразность установки дополнительных управляемых элементов** (новых ИРМ, новой генерации, новых продольных гибких элементов электрической сети) и их основных характеристик.

Ввод в допустимую область методом расчета сбалансированных режимов

4. Позволяет при осуществлении перебора аварийных возмущений **ранжировать сами аварии на категории:**

- не требующие управления (ни средствами оперативного управления, ни автоматического режимного или противоаварийного управления),
- требующие управления существующими системами автоматического режимного или противоаварийного управления,
- по причине отсутствия необходимых алгоритмов автоматического режимного или противоаварийного управления, требующие оперативного управления (по команде диспетчера).