

Выбор состава включенного генерирующего оборудования и сечений для противоаварийного отключения от внешней сети в симуляторе Минигрид

Конференция Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири «Планирование и управление электроэнергетическими системами»

Новосибирский государственный
технический университет

nstu.ru

Институт автоматизации
энергетических систем

iaes.ru



**НГТУ
НЭТИ**

Выполнил:

Ожугас Владис Алисович

*Аспирант кафедры АЭЭС,
Инженер отдела
исследования свойств
ЭЭС и проектирования ПА*

Руководитель:

Фишов Александр
Георгиевич

д.т.н., профессор

Описание объекта симуляции

Симулятор Минигрид – компьютерная имитационная модель установившихся и переходных режимов в сети Минигрид, для демонстрации работы системной автоматики Минигрид, с целью обучения диспетчерского персонала объектов, использующих данную технологию, а также обучения студентов технических университетов.

Минигрид – локальная система электроснабжения (ЛСЭ) с источниками электрической энергии суммарной мощностью 1-25 МВт, подключенная к распределительной сети 6-110 кВ, способная работать, как автономно, так и параллельно с внешней сетью, а также устойчиво и безопасно переходить из режима автономной работы в параллельный и наоборот под управлением автоматики, независимой от внешней сети.

Системная автоматика Минигрид – взаимодействующий комплекс противоаварийной, режимной автоматик и автооператора переходов из режимов параллельной работы в автономный и наоборот, а также выбор состава работающих энергоблоков на электростанции ЛСЭ и управления их мощностью для осуществления требуемого режима.

Объект малой генерации – расположенные в непосредственной близости от потребителя одна или несколько генерирующих установок, соответствующие одновременно следующим критериям:

- установленная мощность - менее 25 МВт;
- высший класс напряжения распределительного устройства установок
- менее 110 кВ. (ГОСТ Р 58092.1-2018)

ВСВГО и сечения для противоаварийного отделения в симуляторе Минигрид

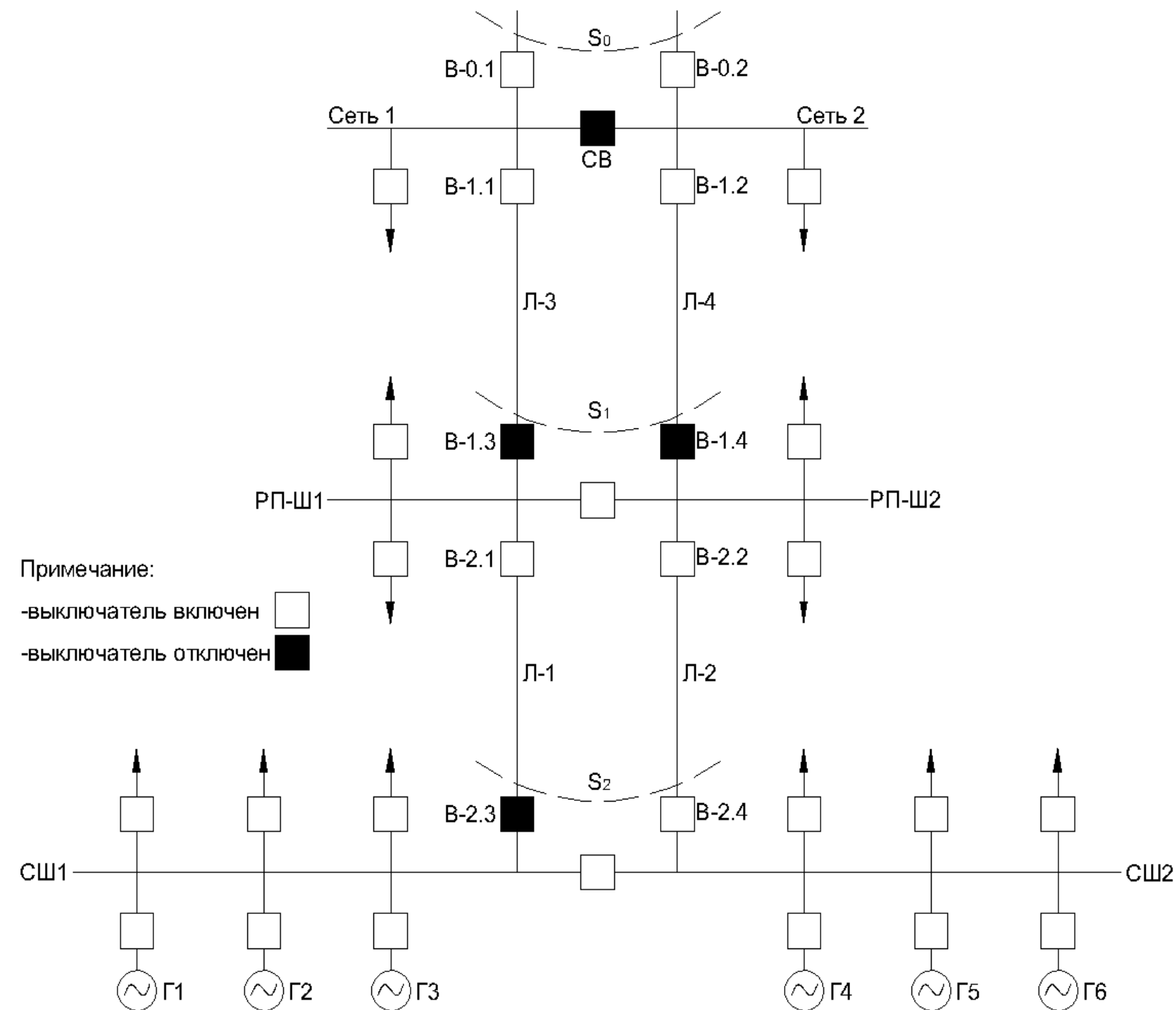


Схема выдачи мощности мини-ТЭЦ в Минигрид в режиме островной работы



Цель

Обеспечить оптимальный выбор состава включенного генерирующего оборудования (ВСВГО) и сечений для противоаварийного сбалансированного отделения от внешней электрической сети на базе симулятора Минигрид

Задачи

- Формализация задачи ВСВГО и сечения для противоаварийного отделения для цели “Выдача максимальной свободной генерирующей мощности электростанции Минигрид во внешнюю сеть”;
- Определить ограничения при оптимизации ВСВГО;
- Определить на основе сформированных ограничений, область допустимых режимов для выбора состава и сечений.
- Формализация задачи ВСВГО и сечения для смежных целей управления;
- Реализация оптимального выбора в симуляторе

Цели и задачи

Формализация задачи ВСГО и сечения

Целевая функция:

$$P_{\text{выд}} \rightarrow \max$$

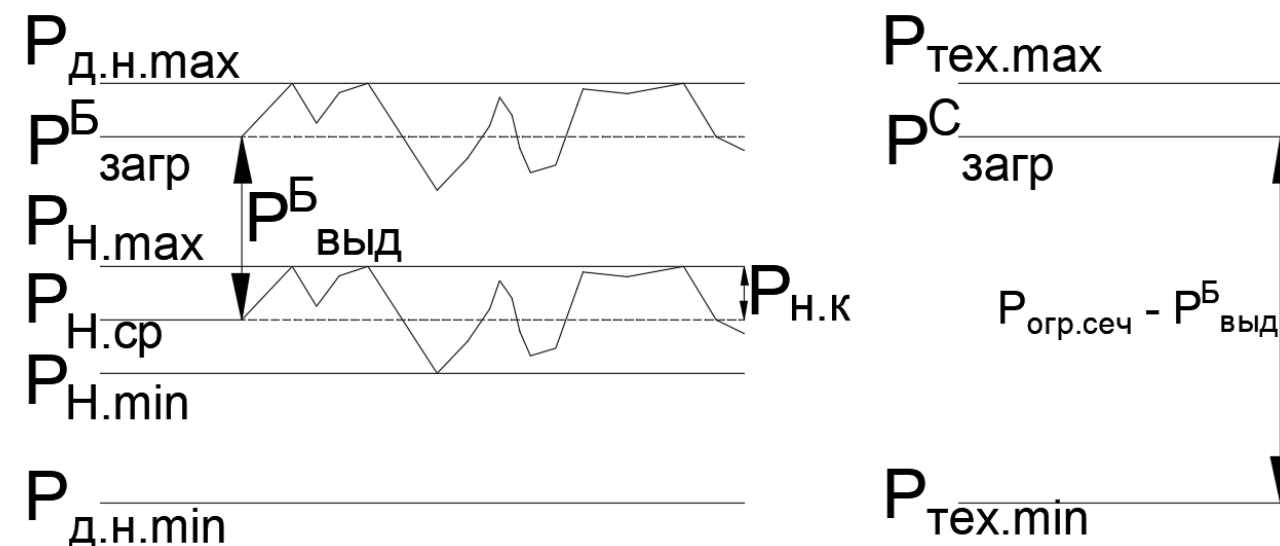
Выдачу мощности могут обеспечить только энергоблоки, находящиеся в работе и резерве:

$$n_{\text{э}} = n_{\text{Б}} + n_{\text{С}} - n_{\text{Сер}}$$

С учетом ограничений типа неравенств формализация задачи будет выглядеть следующим образом:

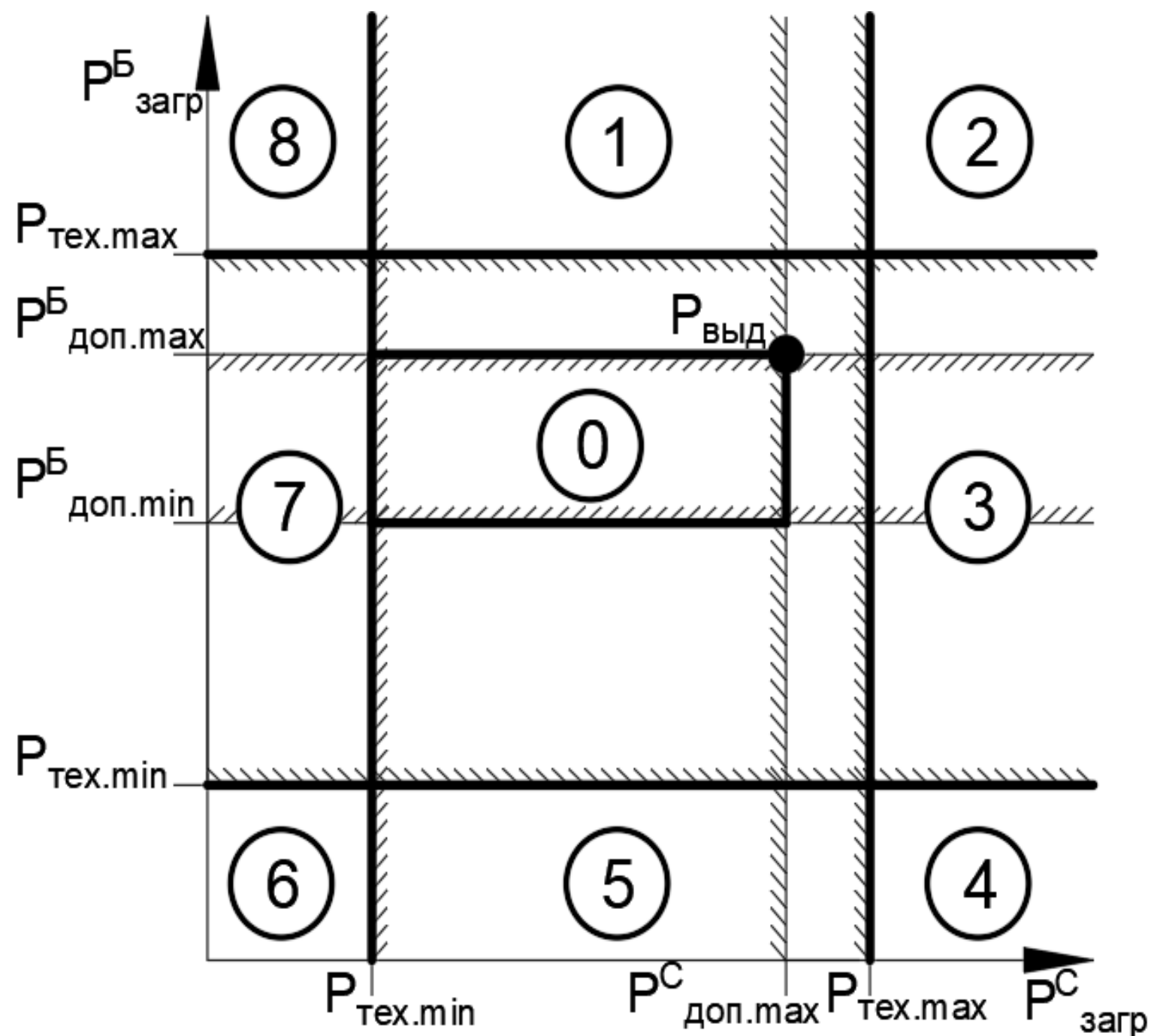
$$P_{\text{выд}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{Б}}} P_{\text{загр}i}^{\text{Б}} - \frac{P_{\text{Н.ср}}^{\text{инт}}}{n_{\text{Б}}} + \sum_{i=0}^{n_{\text{С}}} P_{\text{загр}i}^{\text{С}} \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} P_{\text{тех.мин}} \leq P_{\text{загр}i}^{\text{Б}} \leq P_{\text{тех.макс}} ; \\ P_{\text{тех.мин}} \leq P_{\text{загр}i}^{\text{С}} \leq P_{\text{тех.макс}} ; \\ P_{\text{доп.мин}i}^{\text{Б}} \leq P_{\text{загр}i}^{\text{Б}} \leq P_{\text{доп.макс}i}^{\text{Б}} ; \\ P_{\text{доп.мин}i}^{\text{С}} \leq P_{\text{загр}i}^{\text{С}} \leq P_{\text{доп.макс}i}^{\text{С}} . \end{cases}$$



Загрузка энергоблоков имеет следующие ограничения:

- Загрузка балансирующих и свободных энергоблоков не должна быть ниже или выше технологического минимума или максимума соответственно;
- Загрузка балансирующих энергоблоков должна обеспечивать собственную нагрузку с учетом ее нерегулярных колебаний;
- Загрузка балансирующих энергоблоков не должна превышать величины допустимого небаланса при сбросе/набросе мощности в результате спорадического отделения Минигрид от внешней сети;
- Загрузка свободных энергоблоков не должна приводить к нарушению ограничения на максимально разрешенную выдачу мощности по сечению .

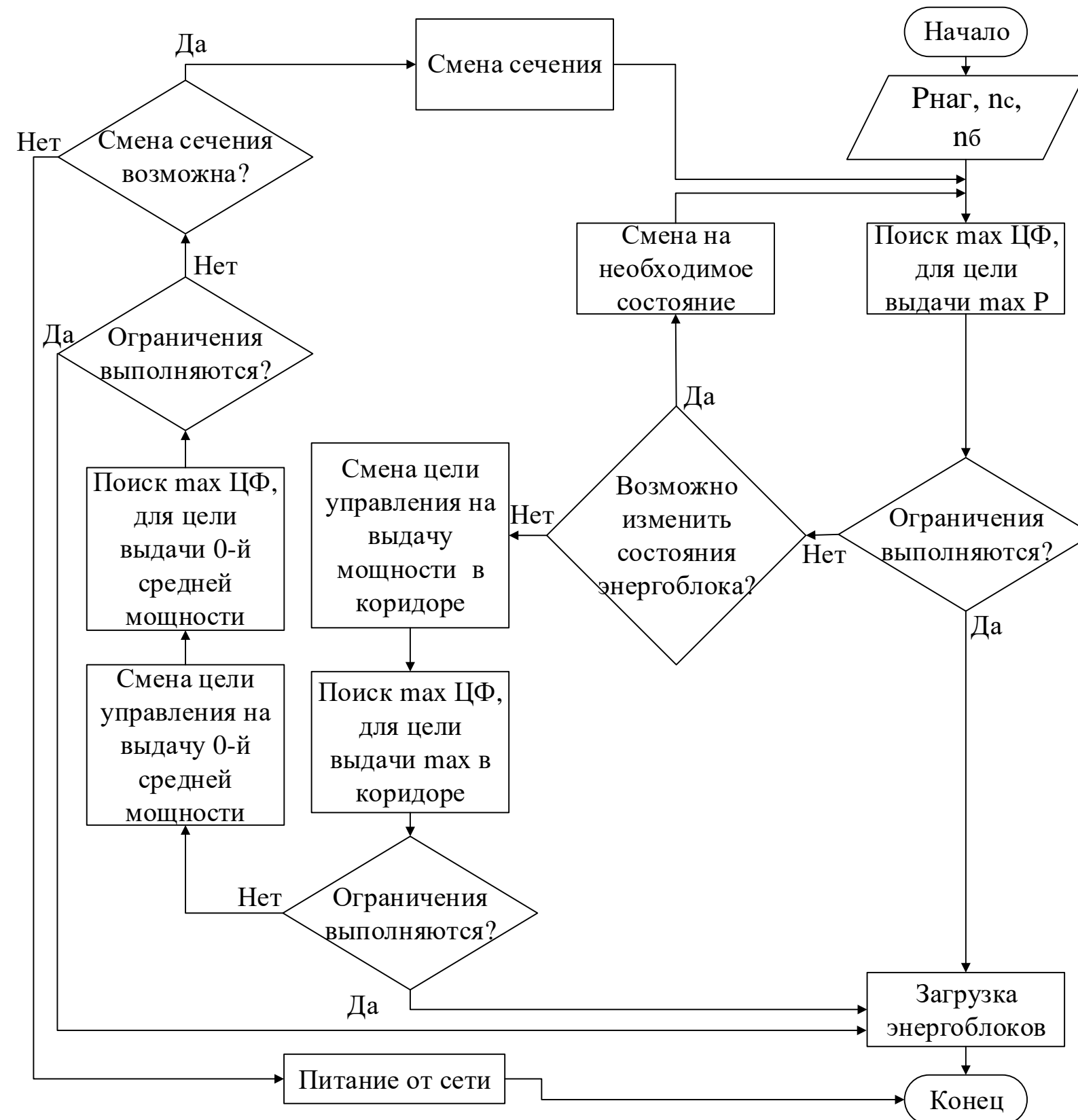


Область допустимых режимов с зонами для выбора состава генераторов и сечения

Обозначенные зоны характеризуют следующие условия и тип воздействия (увеличение \uparrow или уменьшение \downarrow - состава энергоблоков):

- 1 $P_{загр_i}^B \geq P_{тех.max} \rightarrow n_B \uparrow$;
- 2 $P_{загр_i}^B \geq P_{тех.max}$ и $P_{загр_i}^C \geq P_{тех.max} \rightarrow n_B \uparrow$ и $n_C \uparrow$;
- 3 $P_{загр_i}^C \geq P_{тех.max} \rightarrow n_C \uparrow$;
- 4 $P_{загр_i}^B \leq P_{тех.min}$ и $P_{загр_i}^C \geq P_{тех.max} \rightarrow n_B \downarrow$ и $n_C \uparrow$;
- 5 $P_{загр_i}^B \leq P_{тех.min} \rightarrow n_B \downarrow$;
- 6 $P_{загр_i}^B \leq P_{тех.min}$ и $P_{загр_i}^C \leq P_{тех.min} \rightarrow n_B \downarrow$ и $n_C \downarrow$;
- 7 $P_{загр_i}^C \leq P_{тех.min} \rightarrow n_C \downarrow$;
- 8 $P_{загр_i}^B \geq P_{тех.max}$ и $P_{загр_i}^C \leq P_{тех.min} \rightarrow n_B \uparrow$ и $n_C \downarrow$;

Структура Выбора оптимального состава генераторов и контролируемого сечения



Блок-диаграмма ВСВГО и контролируемого сечения

Представленный подход к формализации и решению задачи оптимального ВСВГО и сечения для противоаварийного отделения Минигрид применим и к другим целям управления, таким как:

- Самобалансирование нагрузки при автономной работе Минигрид;
- Самобалансирование нагрузки при выдаче нулевой средней мощности в режиме параллельной работы;
- Удержание мощности в коридоре с выдачей максимальной мощности свободными генераторами (регулирование небаланса нагрузки производится сечением);
- Выдача мощности по графику;
- Потребление заданной мощности.

Основой будет служить та же целевая функция, за исключением диапазона разрешенной загрузки энергоблоков, при этом общий вид останется неизменным

Заключение

Выбор состава включенного генерирующего оборудования и сечений для противоаварийного отселения от внешней сети в симуляторе Минигрид



www.iaes.ru

Контактная информация:
Новосибирская область, г. Новосибирск,
ул. Железнодорожная, д. 12/1, 6 этаж
Телефон: +7(383) 363-02-65
Email: iaes@iaes.ru

Конференция Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири «Планирование и управление электроэнергетическими системами»

Новосибирский государственный
технический университет

nstu.ru



НГТУ
НЭТИ

Выполнил:

Ожупас Владис Алисович
*Аспирант кафедры АЭЭС,
Инженер отдела
исследования свойств
ЭЭС и проектирования ПА*

Руководитель:

Фишов Александр
Георгиевич
д.т.н., профессор