

Проблемная рабочая группа D2/C6

Заседание 2



Шубин Н. Г.

Задачи встречи

Обсуждение

1. Предметная область исследований ПРГ
2. Структура целевого отчета
3. Общий план работы ПРГ на 2016 – 2017
4. Состав экспертов

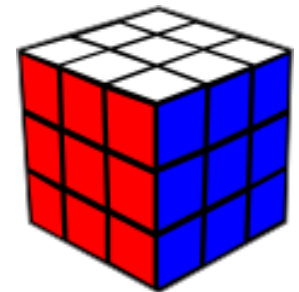
Предметная область

Объект исследования – распределенные энергосистемы (РЭ)

Цель исследования - формирование **требований** к информационным технологиям распределенных энергосистем (или ИТРЭ)

Предметная область - многомерное пространство с координатами:

1. Тип управляемой РЭ и сложность сети
2. Прикладные информационные системы ИТРЭ, темпы процессов управления и обмена данными
3. Уровень требований к надежности и бесперебойности работы
4. Информационная безопасность



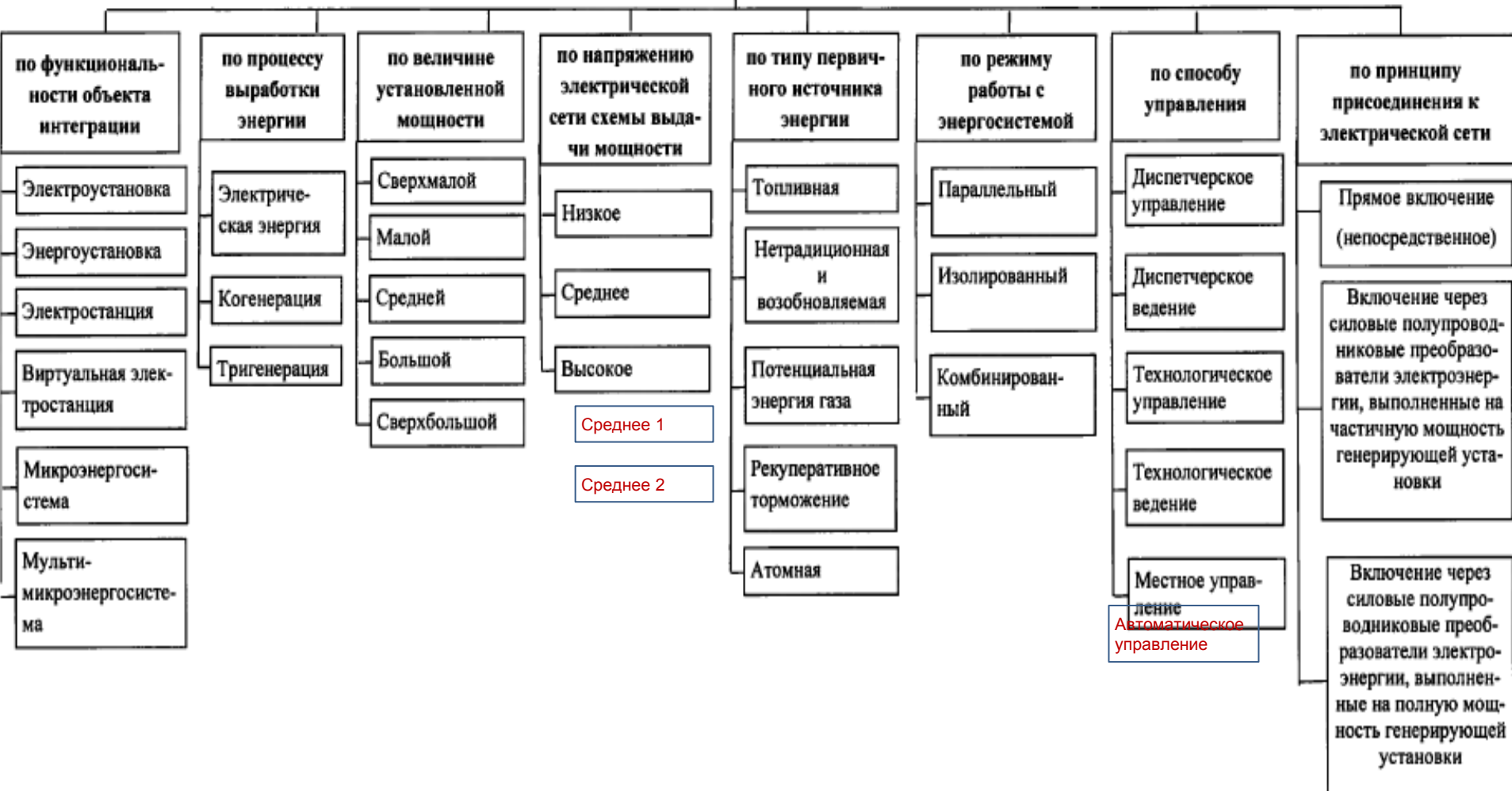
Координаты - статические состояния ИТРЭ



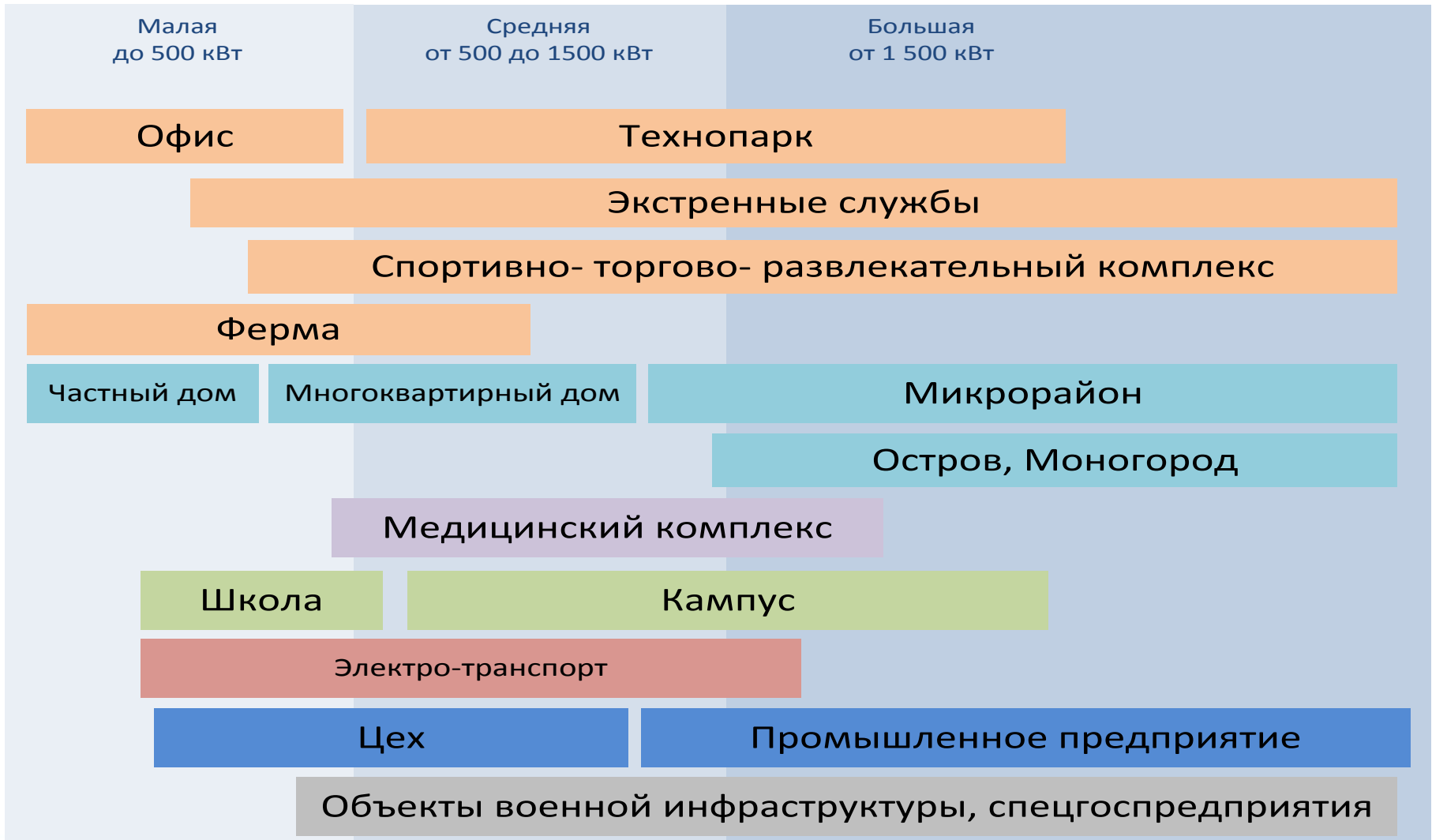
Координата времени. Отражает дискретные состояния ИТРЭ на интервале 2015 - 2035 по состоянию на 2015, 2020, 2025, 2030 и 2035 годы

Тип РЭ. Классификация РГ

Критерии классификации



Тип РЭ



Тип РЭ 2

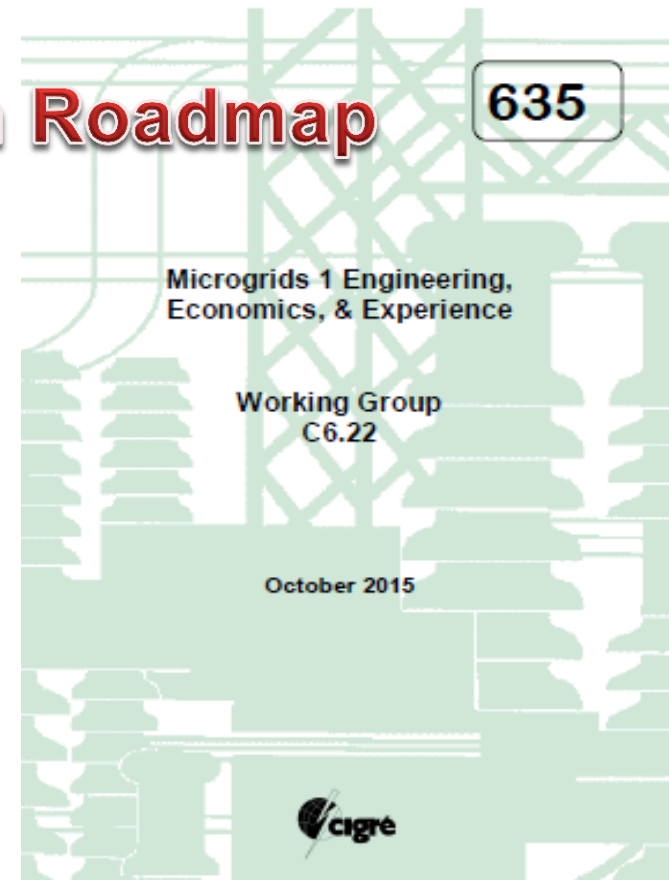
Слишком большое разнообразие - можно ли уменьшить число типов?

WG C6.22 Microgrids Evolution Roadmap

635

предлагает всего три:

1. **mgrid** – общественные (утилиты или по-русийски – государственные) мини(микро)системы
2. **μgrid** – потребительские мини(микро)системы
3. **vgrid** – виртуальные мини(микро)системы



Тип РЭ 2

mgrid		μgrid		Vgrid	
On-off-grid	Off-grid	On-off-grid	Off-grid	On-grid	
OY AY	OY AY	AY	AY	OY	AY

Сложность сети

Нелинейная сложно- замкнутая сеть

Линейная сеть

Нет сети

Оптимизация режима Xgrid

$$\min F(x)$$

$$h_i(x) = 0, \quad i = 1, \dots, N$$

Ограничения в форме равенств

$$g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, \dots, M$$

Ограничения в форме неравенств

$$g_i(x) + s_i = 0 \quad i = 1, \dots, M$$

Преобразование ограничений в форме неравенств

Функция Лагранжа:

$$L(x, \lambda^h, \lambda^g, s) = F(x) + \sum_i^N \lambda_i^h h_i(x) + \sum_i^M \lambda_i^g (g_i(x) + s_i) - \mu \sum_i^M \ln(s_i)$$

Матрица задачи:

$$\begin{bmatrix} \left[\begin{array}{c} \lambda^g \\ s \end{array} \right] & E & 0 & 0 \\ E & 0 & \left[\frac{\partial g(x)}{\partial x} \right]^T & 0 \\ 0 & \left[\frac{\partial g(x)}{\partial x} \right] & H & \left[\frac{\partial h(x)}{\partial x} \right]^T \\ 0 & 0 & \left[\frac{\partial h(x)}{\partial x} \right] & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta s \\ \Delta \lambda^g \\ \Delta x \\ \Delta \lambda^h \end{bmatrix} = -R$$

Задача решается методом *внутренней точки*. Он обеспечивает наилучшие характеристики сходимости. Элементы матрицы задачи – микроматрицы размерностью вплоть до 4×4. Структура матрицы задачи *подобна* структуре матрицы в задаче расчета установившегося режима. Это позволяет использовать хорошо проработанные и эффективные методы решения СЛУ.

Сложность сети. Ограничения

$$1. \begin{cases} \varphi_i(\vec{V}, \vec{\delta}, \vec{K}, P_i^{\text{ген}}) = 0 \\ \phi_i(\vec{V}, \vec{\delta}, \vec{K}, P_i^{\text{ген}}) = 0 \end{cases}$$

Система узловых напряжений в полярных координатах

$$2. \begin{cases} Q_i^{\min} \leq Q_i \leq Q_i^{\max} \\ V_i^{\min} \leq V_i \leq V_i^{\max} \end{cases}$$

Ограничения реактивной мощности и модуля напряжения в узле

$$3. K_v^{\min} \leq K_v \leq K_v^{\max}$$

Ограничение изменения коэффициента трансформации ветви

$$4. I_v(\vec{V}, \vec{\delta}, \vec{K}) - I_v^{\text{доп}} \leq 0$$

Ограничение допустимого тока по ветви

$$5. P_G^{\min} \leq \sum_G P \leq P_G^{\max}$$

Ограничение мощности генератора или группы генераторов

$$6. P_s^{\min} \leq P_s(\vec{V}, \vec{\delta}, \vec{K}) \leq P_s^{\max}$$

Ограничение перетока мощности по сечению

$$7. B_G^{\min} \leq \sum_j \sum_i^G P_i^{\text{ген}} (t_{j+1} - t_j) \leq B_G^{\max}$$

Ограничение выработки генератора или группы генераторов

$$8. -V_i^{\text{сбр}}(t_{j+1} - t_j) \leq \left(P_{i,t_{j+1}}^{\text{ген}} - P_{i,t_j}^{\text{ген}} \right) \leq V_i^{\text{наб}}(t_{j+1} - t_j)$$

Ограничение скорости набора и сброса нагрузки генератора

Прикладные *i*-системы

1. Технологические системы:

- 1) Измерения, телеизмерения/телесигнализация, системы регистрации параметров
- 2) Учет
- 3) Релейная защита и линейная автоматика
- 4) Системы автоматического управления и регулирования на объектах и экземплярах оборудования
- 5) Условно- централизованные системы регулирования, противоаварийного управления, резервирования, локализации аварий и восстановления
- 6) Панели и системы условно- централизованного автоматического управления
- 7) Центры и системы технологического и диспетчерского управления РЭ
- 8) Off-line системы планирования и обслуживания

Цифровая ПС

2. Рыночные системы (MMS, VPP):

- 1) Энергия и мощность
- 2) Системные услуги (регулирование частоты, DR, напряжения)

3. Статистика, постфактум анализ, отчеты, биллинг

4. Интерактивная система управления перспективным развитием

Темп управления

1. Off-line. Перспективное развитие; долгосрочное, среднесрочное и краткосрочное планирование
2. On-line Оперативное и автоматическое управление (техническое и рыночное) в темпе реального и близком к реальному времени
3. Обмен данными постфактум (отчеты, анализ, биллинг)

Надежность и Безопасность

- Надежность и бесперебойность функционирования распределенной энергосистемы
- Информационная безопасность

Структура брошюры

1. Введение, установки
2. Исследование темы распределенной генерации по источникам мировой и отечественной литературы, практики, стандартов, отчетов исследовательских организаций
3. Информационные ресурсы, информационно-коммуникационные технологии
 - 3.1. Mgrid
 - 3.2. μ grid
 - 3.3 vgrid
4. Безопасность
5. Заключение

Структура глав

- Введение
- Тело
- Выводы и/или рекомендации
- Ссылки
- Приложения

Главы 3.1, 3.2, 3.3

mgrid		μgrid		Vgrid	
On- off- grid	Off- grid	On- off- grid	Off- grid	On-off- grid	
OY	AU	OY	AU	AU	AU
<p>Описание прикладных технических и рыночных технологий и их ICT составляющих (архитектуры, протоколы, функциональные схемы)</p>					
ЭТ матмодели		ЭТ матмодели		ЭТ матмодели	

План работ на 2016 - 2017

Действие	Результат	Даты
Разработка введения	Разработанное и переданное на анализ экспертам Введение к брошюре	1.03.2016
Исследование мировой и отечественной литературы, стандартов, реализаций MG	Разработанные и переданные на анализ экспертам раздел 1 + приложение А брошюры	30.06.2016
Разработка Главы 3	Разработанные и переданные для рецензирования разделы главы 3 брошюры (ICT - архитектуры, протоколы, функциональные схемы, эталонные матмодели) + приложение Б, В	15.12.2016
Разработка Главы 4	Разработанная и переданная для рецензии глава 4 брошюры . Безопасность	31.03.2017
Разработка Заключения		31.05.2017
Широкое обсуждение, доработка, выпуск		30.11.2017

Желательный состав экспертов

№	Роли	Количество
1	Аналитики для изучения мирового опыта в части управления и организации обмена данными для работы рынков в РЭ	Не ограничено
2	Писатели и редакторы разделов и брошюры в целом	?
3	Эксперты в области оборудования и локальных систем управления: дизель-, турбо- поршне- генерирующих установок; Гидро-, Ветро-, Солнце- и прочих энергоустановок на ВИЭ; накопителей: АББМ, СуперК, маховиков, гидро-, тепло-, ж/д, прочих	?
4	Эксперты в области систем управления энергосистемой	3
	Эксперты в области анализа электроэнергетических режимов	3
5	Эксперты в области рыночных отношений	3
6	Эксперты в областях информационных телекоммуникаций	3
7	Эксперты в области безопасности	2

Ближайшие задачи

- Утверждение базовой структуры разделов , глав и приложений брошюры, перечня эталонных моделей
- Утверждение поквартального плана работ и заседаний ПРГ D2C6 на 2016 и 2017 годы
- Определение персонального состава писателей, экспертов, рецензентов

15.12.15

**Вопросы,
предложения?**