



Уральский
федеральный
университет
имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина
Уральский
энергетический
институт



Кафедра
Автоматизированных
Электрических
Систем



Эксплуатация и развитие электроэнергетических систем с генерацией малой мощности

Заведующий кафедрой
«Автоматизированные электрические системы»
УралЭНИН УрФУ

Паздерин Андрей Владимирович

Структура доклада

- **Факторы, способствующие развитию малой генерации**
- **Развитие малой генерации в России и за рубежом**
- **Проблемы подключения и эксплуатации малой генерации**
- **Семинар по малой генерации на базе кафедры АЭС УрФУ**
- **Выводы**

Факторы, способствующие развитию малой генерации

1. Соотношение стоимости ЭЭ от централизованной и децентрализованной энергетики

Централизованная - (6 руб./кВт·ч на напряжении 0,4 кВ)

Децентрализованная – (1,5/2,5 руб./кВт·ч с утилизацией/без утилизации тепла)

2. Рост стоимости электрической и тепловой энергии от централизованной энергетики

(средний **рост стоимости электрической энергии за 2005-2014 гг. составил 12% в год**)**

3. Рост потребности в электрической энергии

(на этап 2019 г. спрос на ЭЭ по ЕЭС России прогнозируется на уровне **1151 млрд.кВт·ч, что на 13,2 % выше объёма 2012 г.**)*

4. Появление эффективных технологий производства ЭЭ

на **ископаемом** топливе и на **возобновляемых** источниках энергии

5. Ужесточение экологических требований

(необходимость утилизации **ПНГ** при добыче нефти) **штрафы «Роснефть» за 2012 г. составили около 1млрд. руб.**

*По данным СиПРЭ ЕЭС России 2013-2019 гг.

** По данным Росстат



Малая генерация в мире (ВИЭ)

Основная мысль

Устойчивое развитие экономики и энергоэффективность немыслимы без использования возобновляемых источников энергии!

Прогнозные топливные балансы (доля ВИЭ)

1. Международное энергетическое агентство (IEC)

2050 г. Уголь 25% Газ 25% АЭС 18% ГЭС 15% ВИЭ 15%

2. Совет по возобновляемой энергии Европейского союза

Доля ВИЭ 2010 г.-16,6% 2020 г.-23,6% 2030 г.-34,7% 2040 г.-47,7%

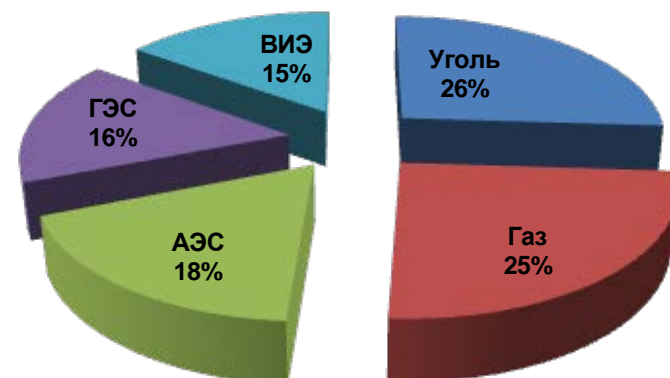
3. Программа «Wind Force-12»

Доля ВЭС 2020 г.-12%

4. Крупнейшая топливная фирма Shell

2060 г. 60-70% потребления электроэнергии
будет обеспечено за счет ВИЭ

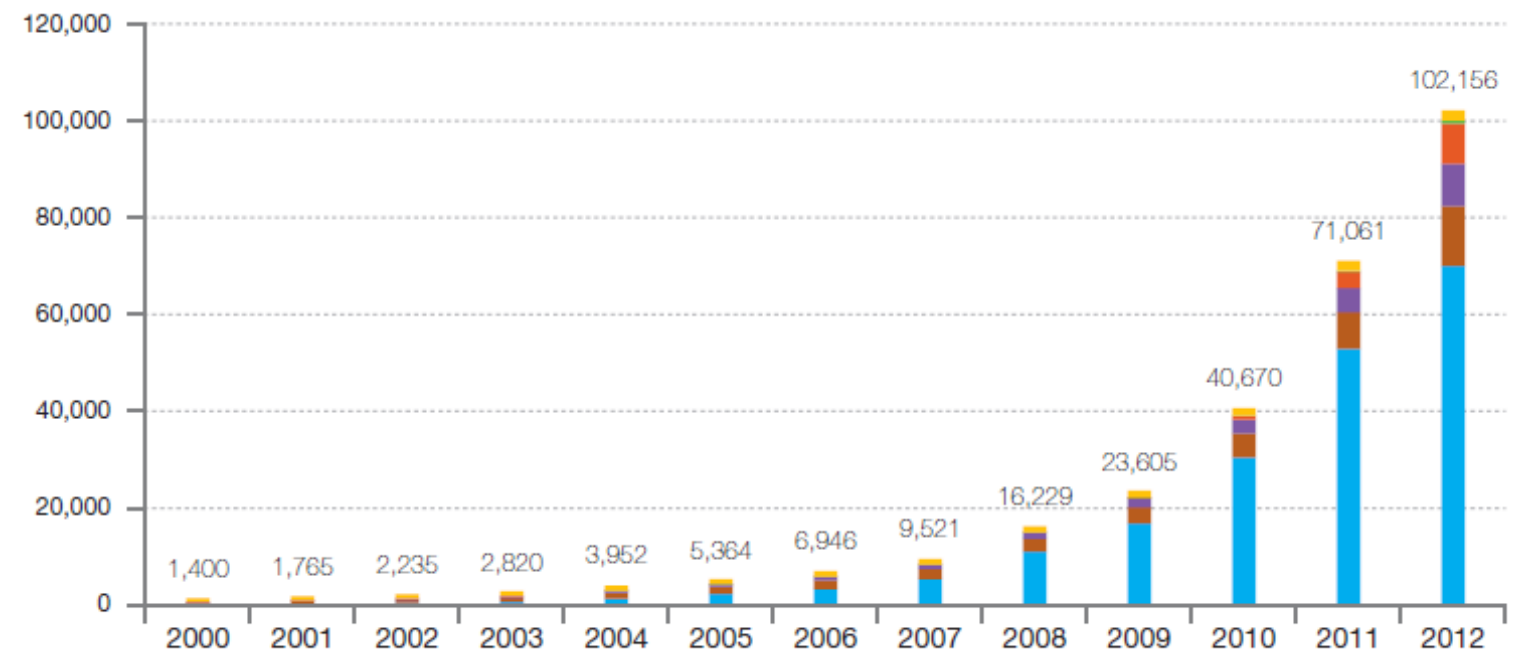
Прогноз на 2050 г. (IEC)





Малая генерация в мире (ВИЭ)

Динамика увеличения установленной мощности солнечных электростанций в мире



ROW	751	807	887	964	993	1,003	1,108	1,150	1,226	1,306	1,590	2,098	2,098
MEA	n/a	n/a	n/a	n/a	1	1	1	2	3	25	71	192	601
China	19	24	42	52	62	70	80	100	140	300	800	3,300	8,300
Americas	146	178	225	290	394	501	650	863	1,209	1,752	2,780	4,959	8,717
APAC	355	495	686	916	1,198	1,500	1,825	2,096	2,631	3,373	4,956	7,628	12,397
Europe	129	262	396	598	1,305	2,289	3,281	5,310	11,020	16,850	30,472	52,884	70,043
Total	1,400	1,765	2,235	2,820	3,952	5,364	6,946	9,521	16,229	23,605	40,670	71,061	102,156

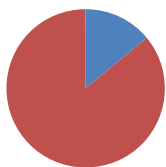


Малая генерация в России (ВИЭ)

Выработка ЭЭ на ВИЭ – **6,32 млрд. кВт·ч** (0,6 % потребления ЕЭС России)

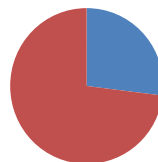
Или

14,1% Эпотр.
Свердловской ЭС



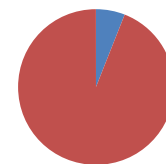
Или

26,9% Эпотр.
Пермской ЭС



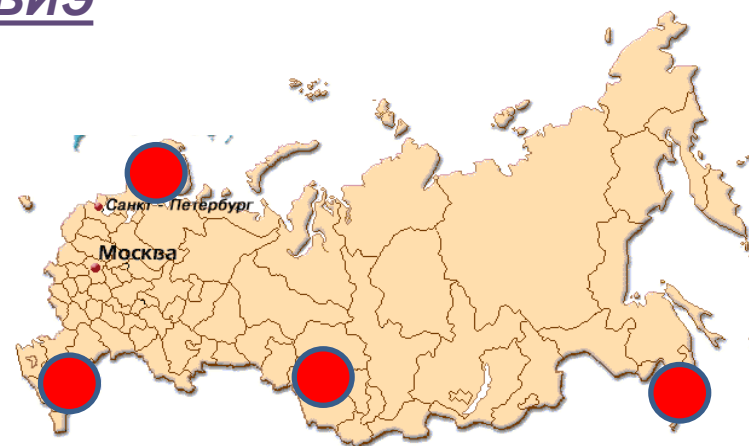
Или

6,1% Эпотр.
Московской ЭС



Перспективные регионы для внедрения ВИЭ

- **Южный регион:** Поволжский регион, Волгоград, Краснодар
- **Северо-Запад:** Мурманск;
- **Сибирь:** Новосибирск;
- **Дальний Восток:** Приморский край.





Малая генерация в России

1. Основные виды малой генерации, устанавливаемые в России

- ПГУ – парогазовые установки;
- ГТУ – газотурбинные установки;
- ГПУ – газопоршневые установки;
- Д(ЖТ)ПУ – дизельные (жидко-топливные) поршневые установки.

2. Основной вид топлива природное углеводородное топливо

3. Места установки системы энергоснабжения потребителей

4. Диапазон мощности $0,1 < P_{\text{ном}} < 25 \text{ МВт}$

Признаки малой генерации

Тип установок

ПГУ, ГТУ, ГПУ,
Д(ЖТ)ПУ

Тип топлива

Природные
углеводороды

Места установки

Системы
энергоснабжения
потребителей

Проблемы эксплуатации ЭЭС при наличии малой генерации

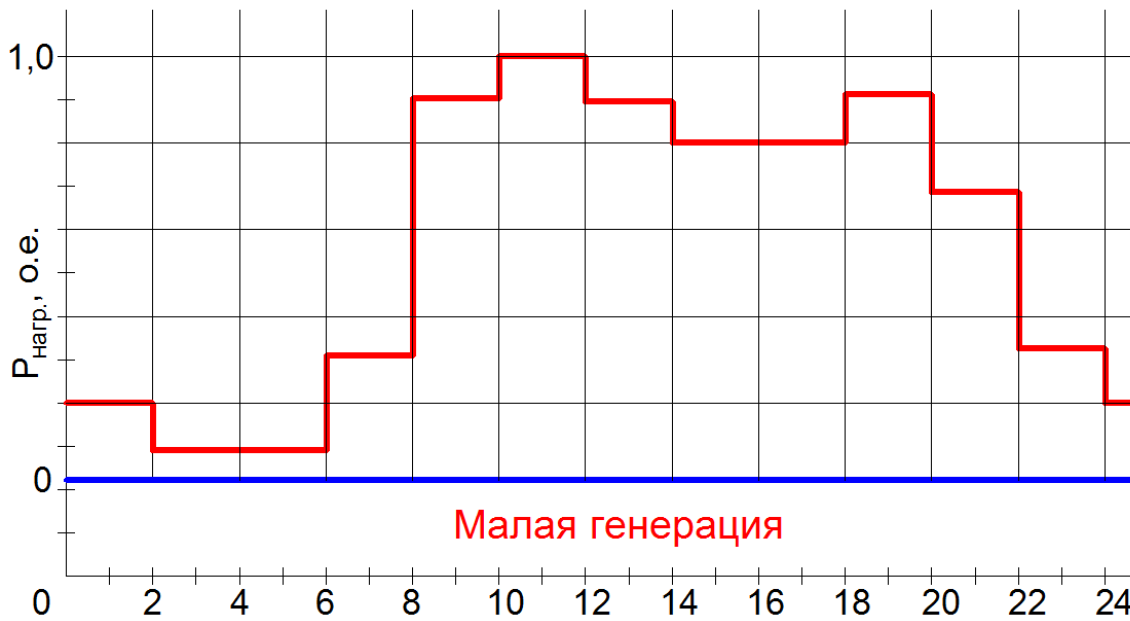
1. *Надёжность электроснабжения потребителей*

- В основном используется один вид топлива – **газ**. Резервное топливо **не предусматривается**.
- Газоснабжение «малой генерации» осуществляется в основном по **одной «нитке»** газопровода.
- Преждевременное **отключение генерации при коротких замыканиях** во внешней сети (принцип «самосохранения»)
- Информацией о фактической/планируемой загрузке «малой генерации» мощностью менее 5 МВт системный оператор **не располагает**.



Проблемы эксплуатации ЭЭС при наличии малой генерации

2. Проблема обеспечения баланса мощности между генерацией и нагрузкой при большой доле малой генерации в ЭЭС



Работа МГ в базе



Увеличение
неравномерности
графика нагрузки

**Недостаточная
маневренность
крупных ЭЭС!**

Необходимо участие МГ в регулировании балансов мощности



Проблемы эксплуатации ЭЭС

при наличии малой генерации

2. Проблема обеспечения баланса мощности между генерацией и нагрузкой при большой доле малой генерации в ЭЭС



Пути решения

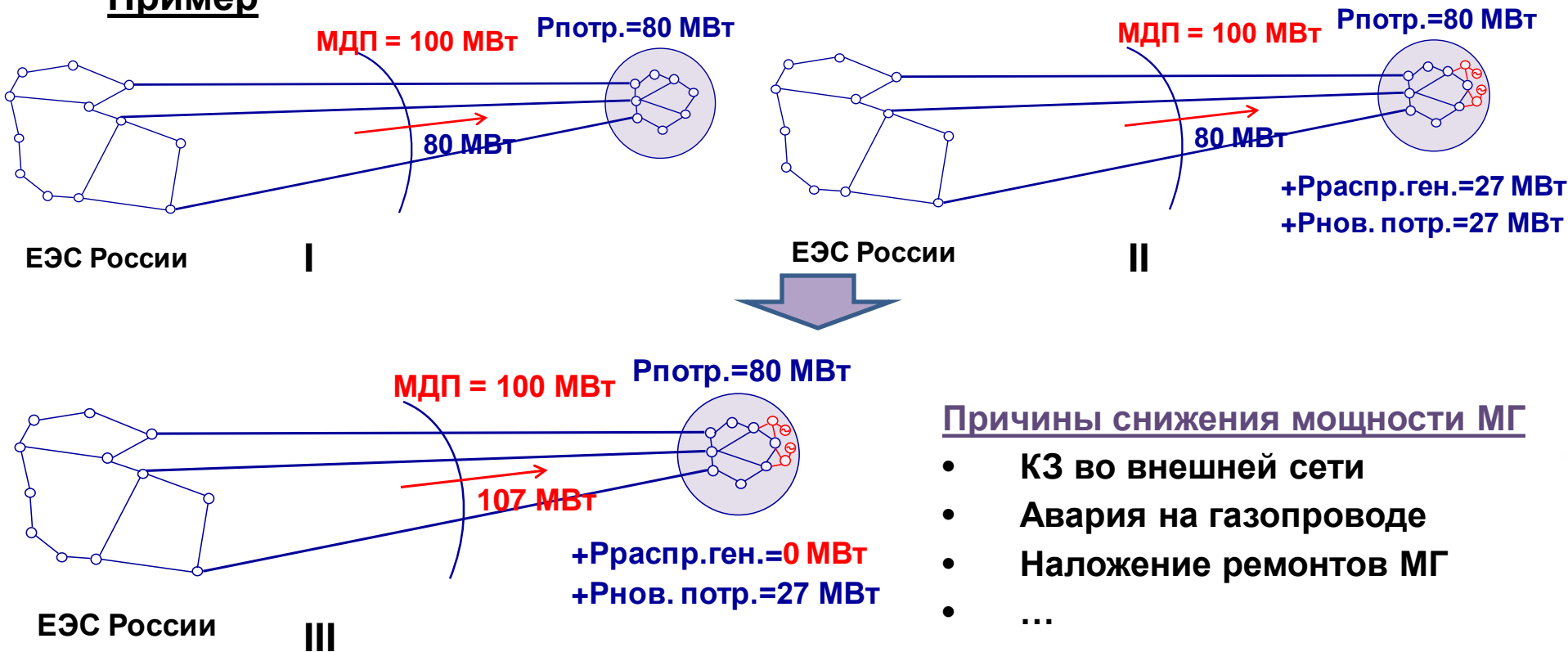
- Повышение оперативности балансировки за счёт создания системы **AGC (Automatic Generation Control)**
- Нарращивание вниз иерархической структуры по обеспечению баланса мощности
- Разработка финансовых инструментов стимулирования выполнения плановых балансов мощности



Проблемы эксплуатации ЭЭС при наличии малой генерации

3. Усложнение задач перспективного развития ЭЭС (СиПРЭ не учитывают генерацию менее 5 МВт)

Пример



Причины снижения мощности МГ

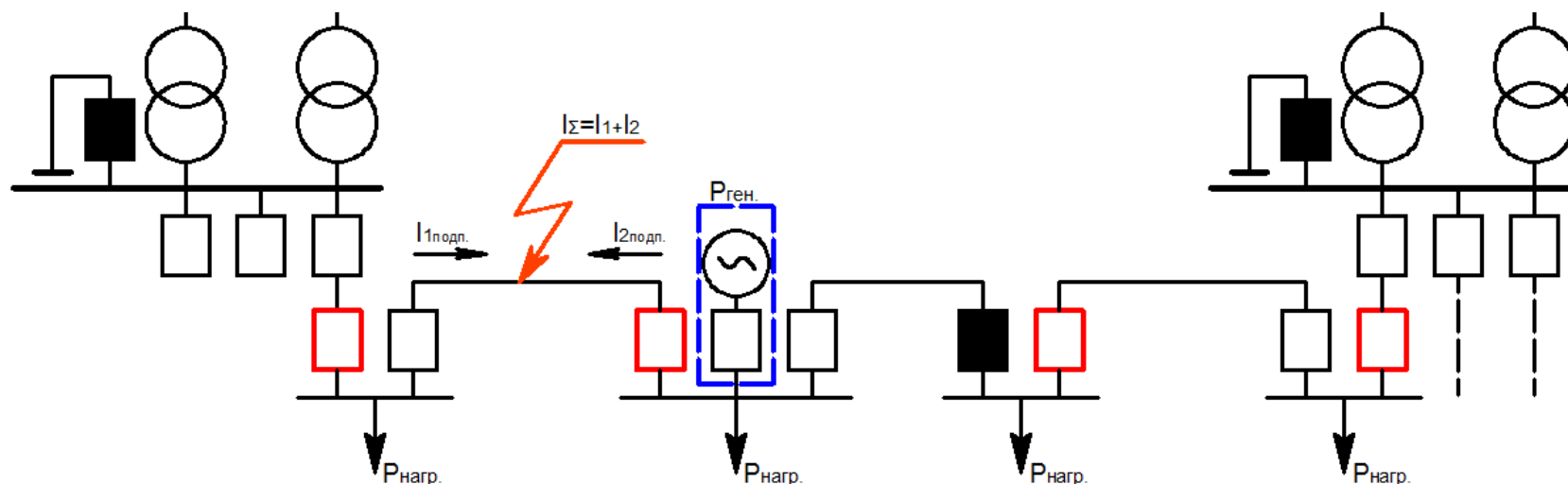
- КЗ во внешней сети
- Авария на газопроводе
- Наложение ремонтов МГ
- ...



Проблемы эксплуатации ЭЭС при наличии малой генерации

4. Усложнение принципов организации распредел. сетей 0,4 – 35 кВ

- Перекомпоновка сетей:
 - ✓ Установка доп. выключателей, РЗиА в связи с перераспределением токов коротких замыканий.
 - ✓ Смена топологии сети в связи с изменением перетоков мощности.
- Сложность проведения ремонтов на распределительных ВЛ с двухсторонним питанием.





Проблемы эксплуатации ЭЭС

возможные пути решения

Глобальная задача

Разработка единой концепции (впоследствии – стандартов) интеграции малой генерации в энергосистему

1. Создание структуры (института)

Основная деятельность: создание документов по развитию Малой Генерации

- базовый научно-исследовательский институт
- технологическая платформа
- ...

Необходимость исследования
международного опыта!

Зарубежный опыт (Стандарты Техприсоединения)

IEEE 1547

UL 1741
(США)

EEG
(Германия)

...



Семинар на базе кафедры АЭС УрФУ



Цели семинара

- ✓ Выявление научно-технических и организационных проблем, возникающих при работе малой генерации синхронно с ЕЭС России.
- ✓ Организация взаимодействия между заинтересованными субъектами для обсуждения проектов, актуальных проблем в сфере малой генерации.
- ✓ Инициирование и поддержка научных проектов и разработок по направлениям деятельности семинара.



Семинар на базе кафедры АЭС УрФУ



График пленарных заседаний

№10 - 20 марта 2014 г.

№9 - 13 февраля 2014 г.

№8 - 06 декабря 2013 г.

№7 - 24 октября 2013 г.

№1 – апрель 2013 г.

Контактная информация

E-mail: seminar-malgen@yandex.ru

Тел.: +7 (912) 033-33-35 (Станислав)
+7 (912) 267-52-88 (Владислав)

Адрес: Екатеринбург, ул. Мира, 19, Э-309

Сайты: <http://aes-upi.ru/>, <http://cigre.ru/>

Выводы

«В настоящий момент **необходимо** достаточно быстро перейти от констатации идеологических постулатов к обнаружению технологических проблемных точек, их изучению и выработке способов практического преодоления»

- Исследование влияния МГ на электроэнергетическую систему в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах.
 - ✓ Математическое моделирование работы МГ (**в т.ч. ВИЭ**), определение оптимального управления и др.
- Выявление и разработка способов снятия научно-технических и организационных проблем подключения и эксплуатации установок МГ.
 - ✓ Создание типовых технических условий, разработка обоснованных адекватных технических требований к энергоустановкам и др.



Разработка **единой концепции** (**впоследствии – стандартов**) интеграции малой генерации в энергосистему



Уральский
федеральный
университет
имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина
Уральский
энергетический
институт



Кафедра
Автоматизированных
Электрических
Систем



Спасибо за внимание!

Приглашаем всех желающих к дискуссии!

Паздерин Андрей Владимирович

тел.: +7(343)375-95-77

факс: +7(343)359-16-15

mail: pav@daes.ustu.ru