

Анализ международного опыта

**по созданию национальных стандартов
на подключение объектов распределенной генерации
к электрическим сетям**

**Инженер кафедры Автоматизированных электрических систем, м.т.т.
В.О. Самойленко**

**III Бизнес-платформа «Собственная генерация на предприятии», семинар:
«Технические аспекты внедрения собственной генерации:
организация процесса решения проблемных технических вопросов»**

Москва, 27 марта 2015



СЕМИНАР

Проблемы подключения и эксплуатации малой генерации

Организаторы



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



Автоматизированные
Электрические
Системы



Российский
Национальный
Комитет



ОАО «СО ЕЭС»

Участники



РОССЕТИ



Ассоциация
малой энергетики
Урала



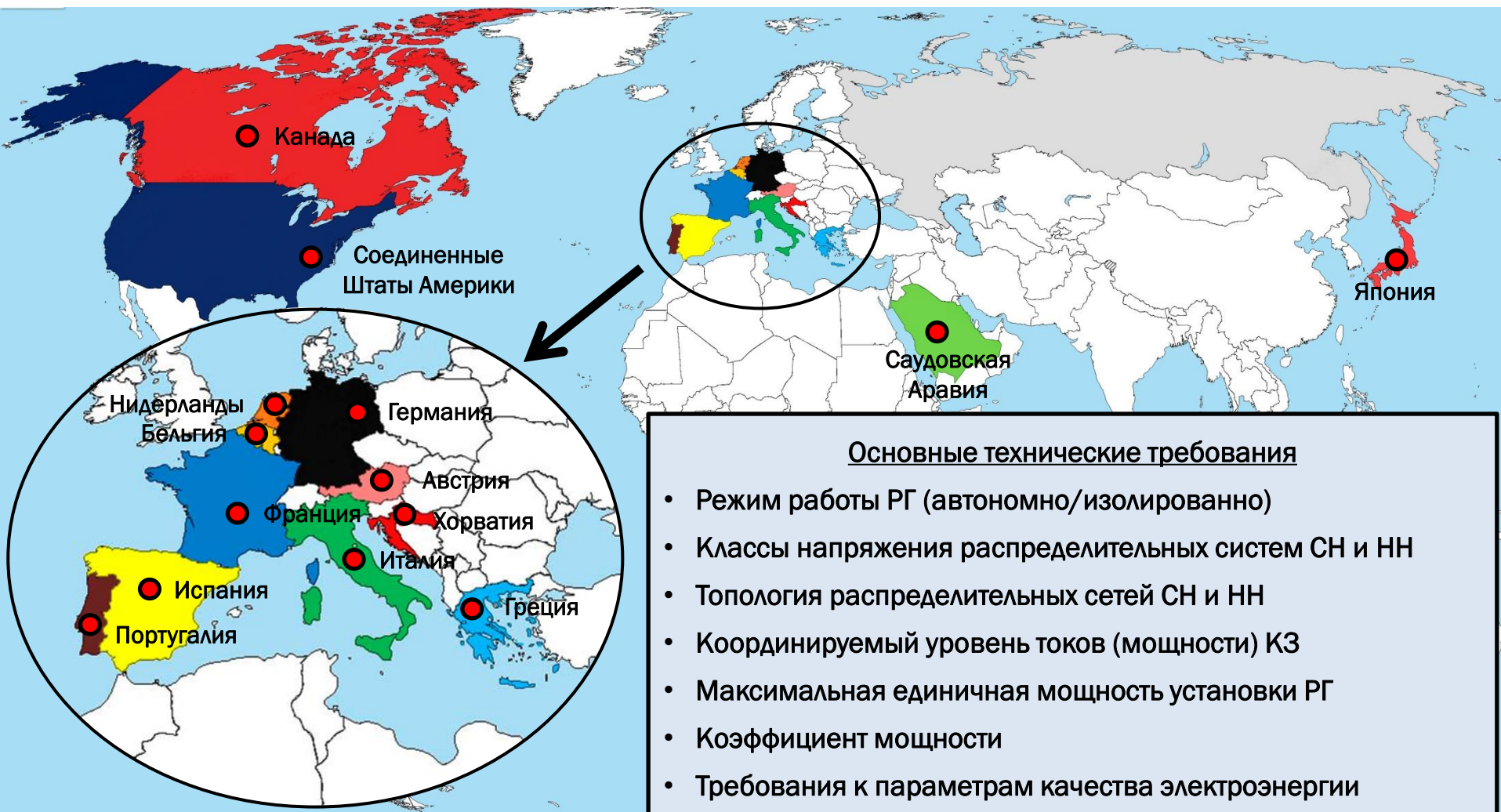
Министерство
Энергетики и ЖКХ СО



ГАЗПРОМ
ТРАНСГАЗ
ЕКАТЕРИНБУРГ



...более 120 представителей различных организаций



Основные технические требования

- Режим работы РГ (автономно/изолированно)
- Классы напряжения распределительных систем СН и НН
- Топология распределительных сетей СН и НН
- Координируемый уровень токов (мощности) КЗ
- Максимальная единичная мощность установки РГ
- Коэффициент мощности
- Требования к параметрам качества электроэнергии
- Релейная защита и автоматика и др.

1. Сравнение выполняется по сопоставимым критериям.
2. Приводится вся совокупность стандартов каждой страны, влияющих на процессы технологического присоединения и эксплуатации РГ.
3. Обзор базируется на материалах следующих документов:
 - CIGRE – WGC6.02 – 271 “Connection of generators and other customers: rules and practices”;
 - CIGRE - Task Force C6.04.01 - 313 “Connection criteria at the distribution network for distributed generation”;
 - IEEE 1547 “Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems”;
 - Cologne University of Applied Sciences: Study about International Standards for the connection of Small Distributed Generators to the power grid.

1. Технические требования к РГ для подключения и параллельной работы с сетью в различных странах мира



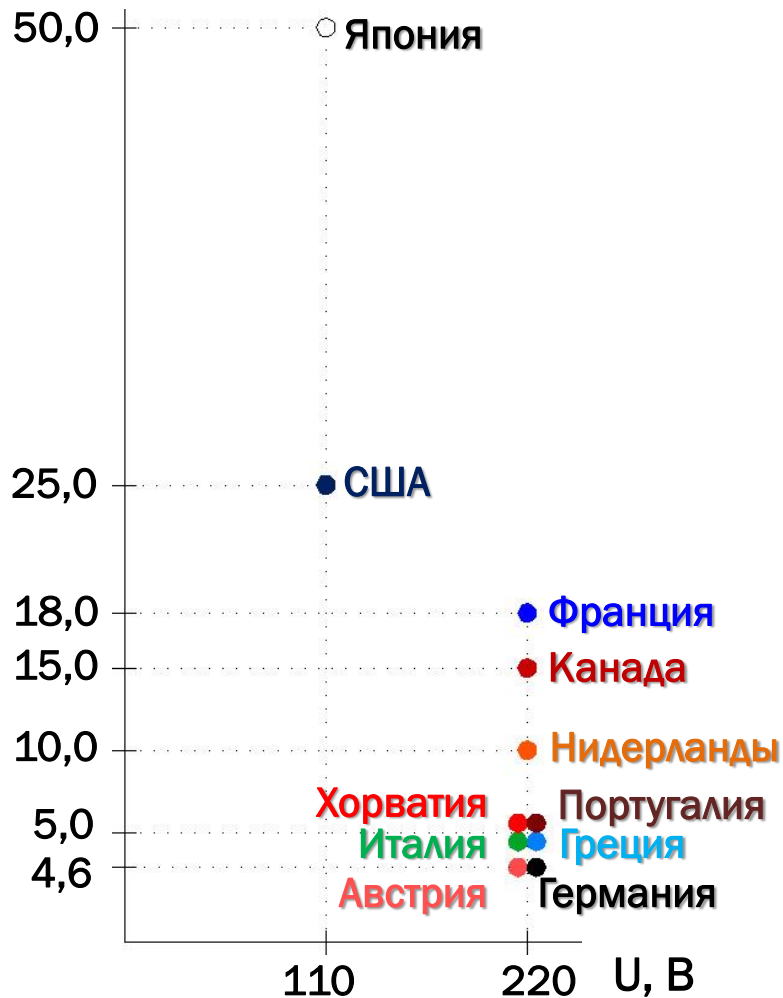
СЕМИНАР

Проблемы подключения
и эксплуатации малой генерации

Максимальная мощность РГ, подключаемой к НН

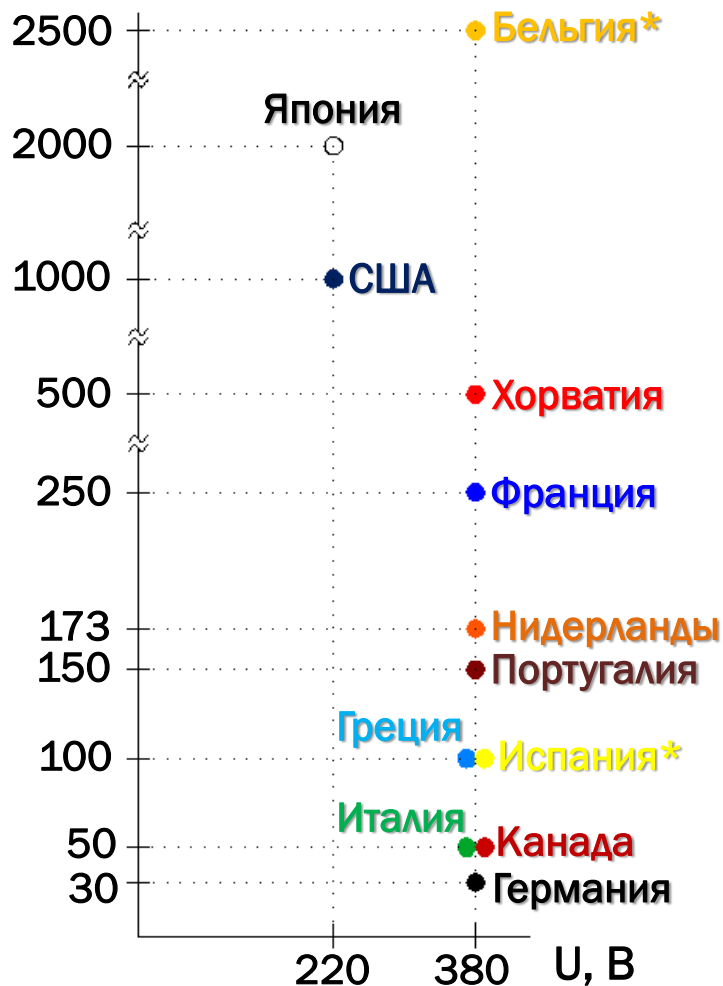
Однофазная

P (S при $\cos \phi = 1$), кВт



Трёхфазная

P (S при $\cos \phi = 1$), кВт



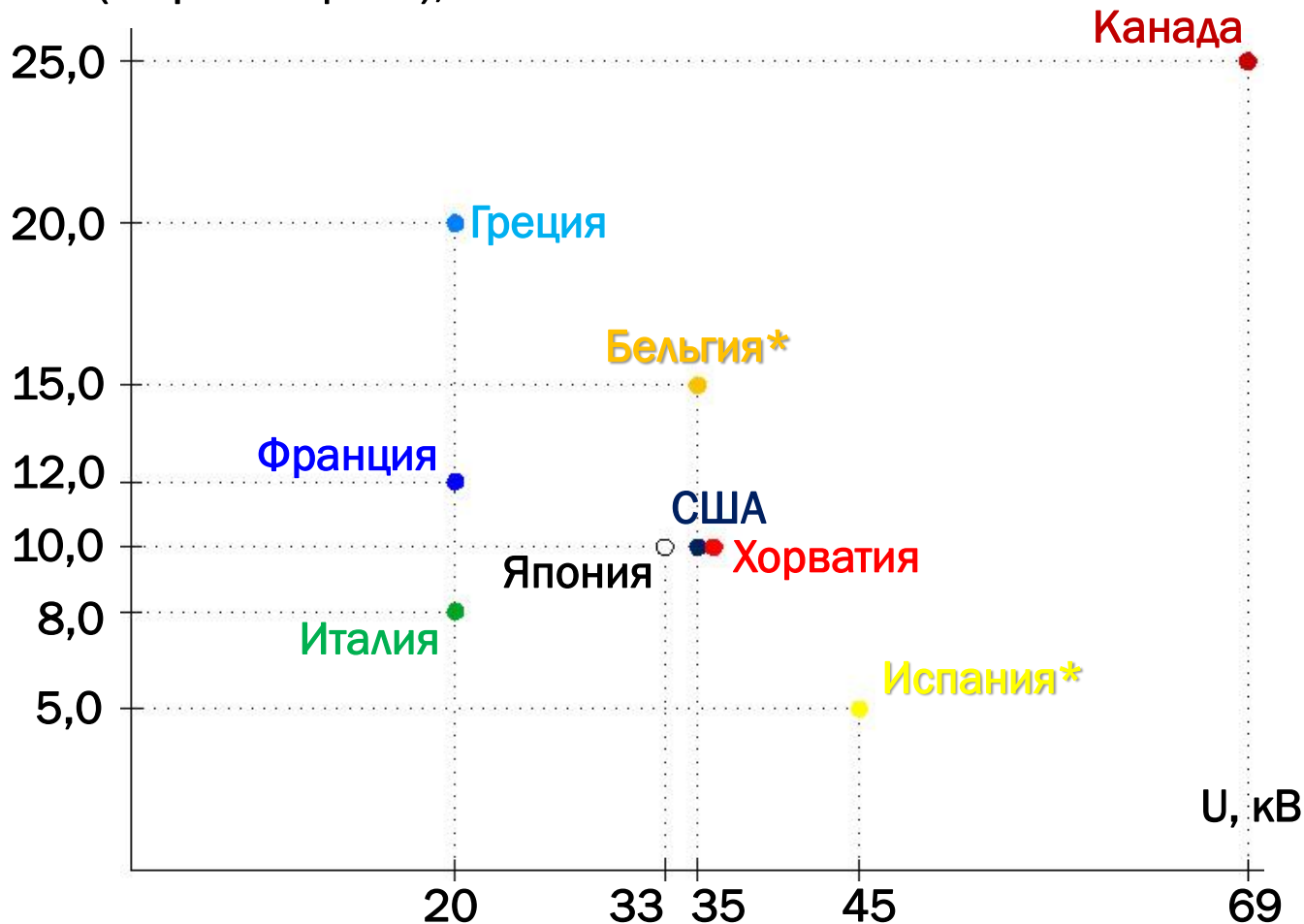


СЕМИНАР

Проблемы подключения
и эксплуатации малой генерации

Максимальная мощность РГ, подключаемой к СН

P (S при $\cos \phi = 1$), МВт



Австрия, Германия, Нидерланды, Саудовская Аравия: максимальная мощность не нормируется.

*Бельгия, Испания: не более чем N % от мощности трансформатора ВН/СН по критерию «n-1».

Испания, Португалия: не более 5-8 % от мощности КЗ системы.



СЕМИНАР

Проблемы подключения
и эксплуатации малой генерации

Вероятные причинно-следственные связи при обосновании требований к РГ

Параметр		Типовое	Обоснование
1. Тип работы РГ	Параллельный	да	Обеспечение устойчивости современной РГ; стратегия ЕС 2020, 2050
	Автономный	да	Вынужденная работа в удаленных районах; частная (корпоративная) собственность
2. Классы напряжения сети	НН СН	-	Исторически сложившиеся характеристики сети
3. Топология сети			
4. Режим работы нейтрали сети			
5. Координируемый уровень токов (мощности) КЗ	НН	нет или 20 кА	Техническая политика сетевых компаний и Системного оператора
	СН	нет, 12,5 или 20 кА	
6. Максимальная единичная мощность установки РГ	НН, однофазная	5-25 кВт	Государственная политика поддержки ВИЭ
	НН, трехфазная	100-500 кВт	Государственная политика поддержки бытовых потребителей и среднего бизнеса
	СН	10-25 МВт	Государственная политика поддержки энергокомпаний, в т.ч. сетевых
7. Коэффициент мощности	Минимальный индуктивный	0,8	Исторически сложившиеся принципы проектирования систем электроснабжения, в т.ч. расчет падения напряжения

Технологические причины

Экономические причины

Исторические причины

Техническая политика



СЕМИНАР

Проблемы подключения
и эксплуатации малой генерации

Вероятные причинно-следственные связи при обосновании требований к РГ

Параметр		Типовое	Обоснование
8. Требования к качеству электроэнергии	Медленные изменения U	5 %	IEC 50160, IEC 61000, IEEE 519
	Быстрые изменения U	5 %	
	Максимальный уровень гармоник	5 %	
	Частоты для ВЧ-связи	167-2000 Гц, 75 кГц	Принятые стандарты и протоколы связи
	Генерация постоянного тока	1 %	Экспертно – в стадии изучения
9. Релейная защита и автоматика	НН	$U >, U <, f >, f <, I >$	ENS; исторически сложившиеся принципы проектирования РЗА
	СН		
10. Прочие требования	Требования к точности синхронизации	$\Delta U < \pm 10 \%$, $\Delta f < \pm 0,1 \text{ Гц}$, $\Delta \phi < 10^\circ$	Максимальный толчковый ток СГ не превышает номинального при хар-ках современных СГ
	Возможность удаленного отключения	да	Техническая политика Системного оператора

Технологические причины

Экономические причины

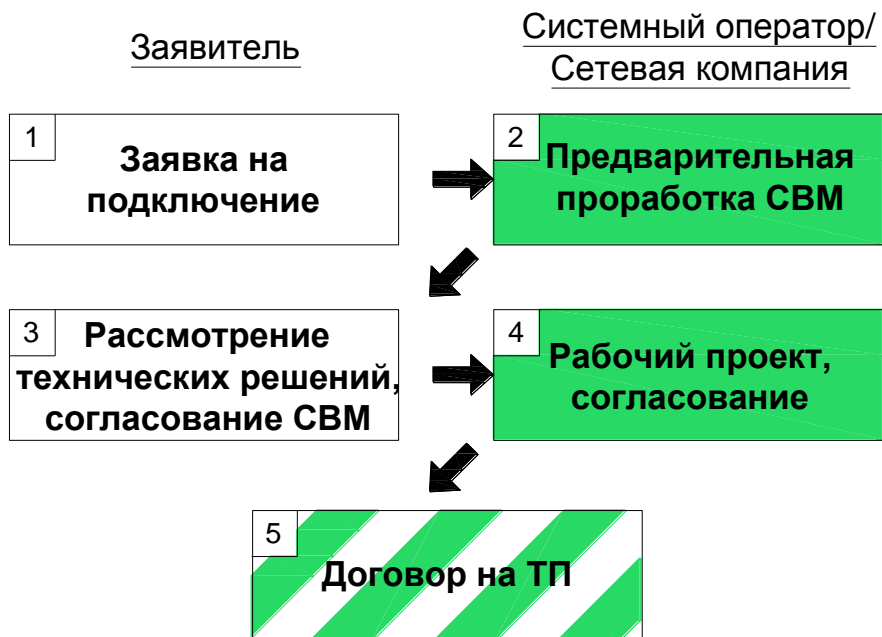
Исторические причины

Техническая политика

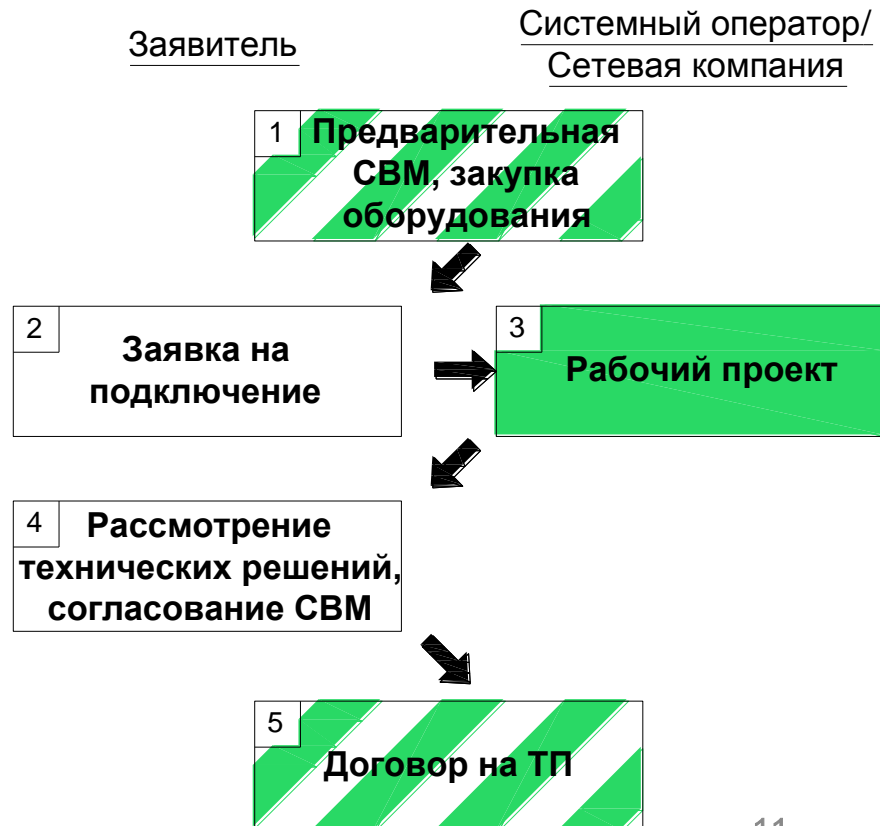
2. Порядок подачи заявки на технологическое присоединение в различных странах мира



Модель №1

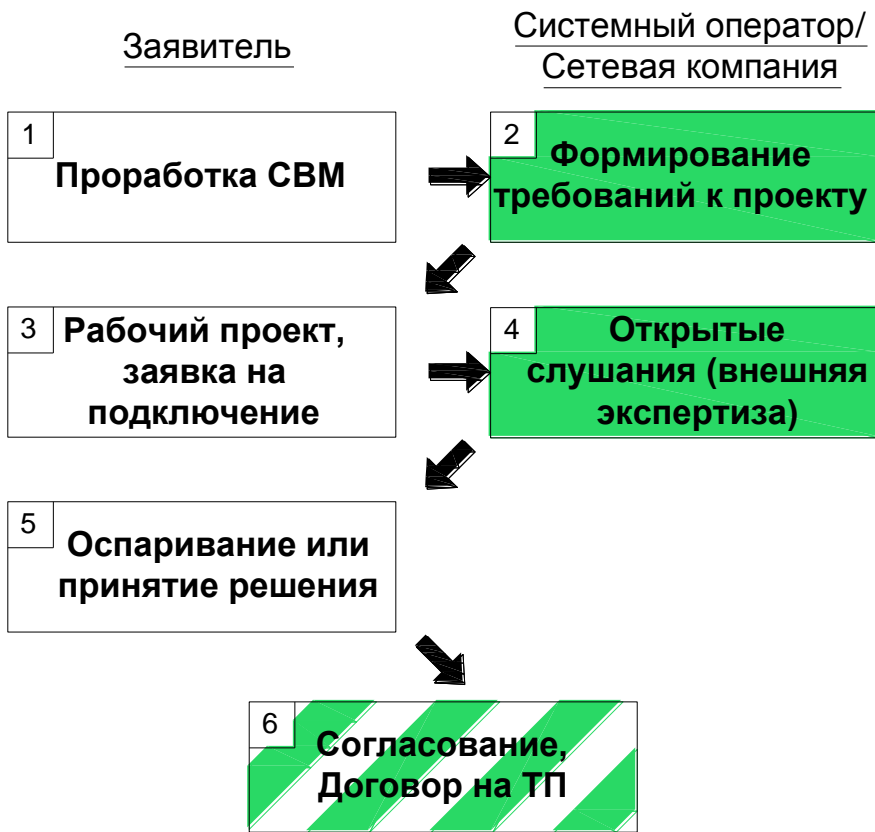


Модель №2

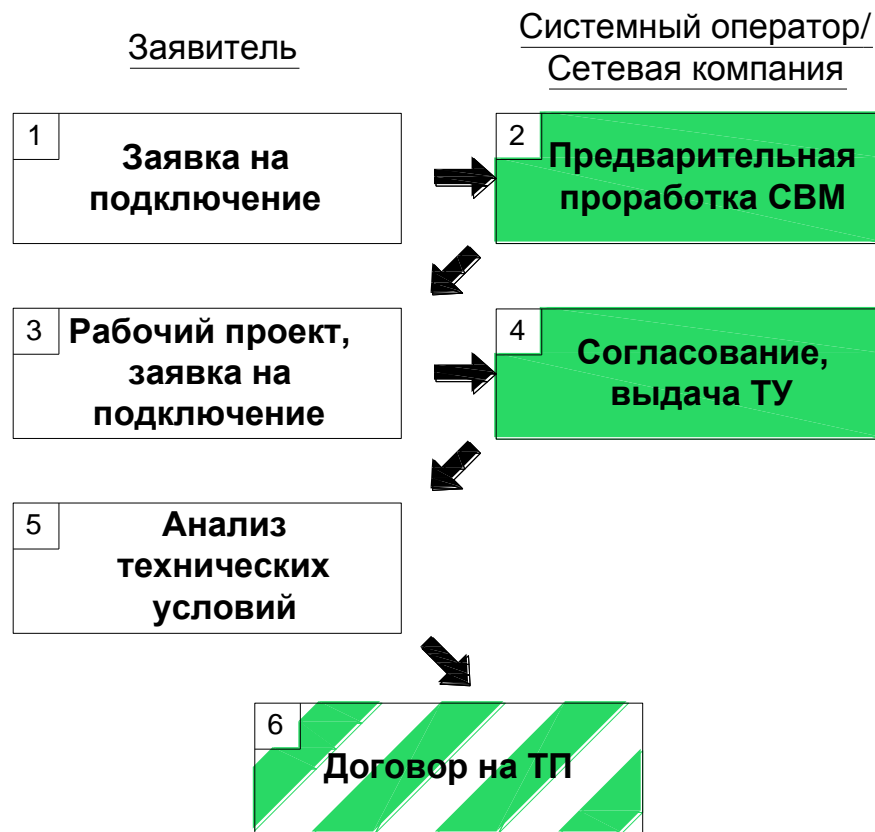




Модель №3



Модель №4



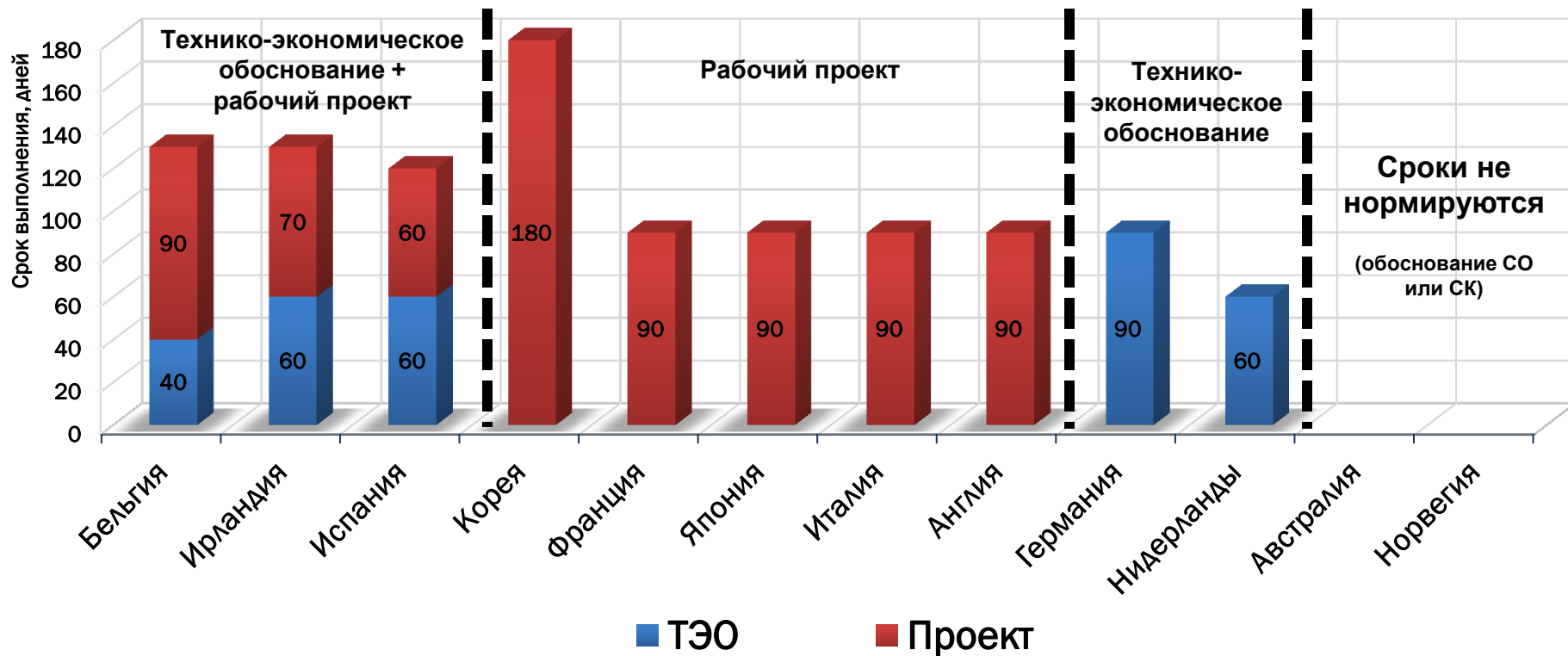
3. Сроки разработки и согласования проектной документации при осуществлении технологического присоединения в различных странах мира



СЕМИНАР

Проблемы подключения
и эксплуатации малой генерации

Сроки разработки проектов



4. Стандарт IEEE 1547

IEEE 1547 Стандарт на подключение малой генерации к энергосистеме

- IEEE 1547 .1 - Приёмосдаточные испытания оборудования малой генерации.
- **IEEE 1547 .2 - Руководство по применению стандарта IEEE 1547.**

- IEEE 1547 .3 - Руководство по мониторингу, информационному обмену и управлению малой генерацией, подключенной к энергосистеме.
- IEEE 1547 .4 - Руководство по проектированию, эксплуатации и внедрению автономных систем с малой генерацией.
- IEEE 1547 .5 - Руководящие указания по подключению к энергосистеме генерирующих источников мощностью от 10 МВА (**черновик**).
- IEEE 1547 .6 - Методические рекомендации по подключению малой генерации к распределительным сетям НН и СН.
- IEEE 1547 .7 - Руководство по определению влияния малой генерации на энергосистему (**черновик**).
- IEEE 1547 .8 - Методические рекомендации по внедрению IEEE 1547.



Выводы

- Не существует общепринятых международных стандартов на подключение и эксплуатацию распределенной генерации.
- Стандарты на подключение распределенной генерации разрабатываются с включением действующих стандартов на смежные области техники и технологии, а также отражают субъективно-технические, экономические и исторические предпосылки.
- В большинстве стран разработка схемы выдачи мощности электростанции является необходимым предварительным условием для разработки и выдачи технических условий на подключение РГ (или является первым этапом, если за ТУ и проект отвечает одна организация).

- Состав проектных работ, как правило, включает схему выдачи мощности, ТЭО, иногда ТКЗ, реже устойчивость РГ.
- Процедура технологического присоединения в ряде стран является платной для заявителя. Процедура технологического присоединения в случае необходимости реконструкции сети является платной в большинстве стран, распределение расходов по договоренности.
- Процедура разработки и согласования проектной документации на подключение РГ занимает в большинстве стран **до полугода**, процедура подключения в целом – **около года**.

- Разработка проектной документации на подключение РГ в большинстве стран **выполняется силами Системного оператора**, реже Сетевой компании, и является платной для заявителя или на стадии разработки ТЭО, или на стадии разработки рабочей документации.
- Единственный существующий международный стандарт на подключение РГ IEEE 1547 не является законченным и признанным документом (США использует свои стандарты). IEEE 1547 **носит научно-технический характер** и в чистом виде **не может быть использован** в качестве национального стандарта по подключению РГ. Его задача – обозначение проблематики и **создание структуры требований**, в которую хорошо интегрируются конкретные требования и численные значения национальных стандартов.

Спасибо за внимание!

**Периодический открытый научно-технический семинар:
«Проблемы подключения и эксплуатации малой генерации»**

cigre.ru/activity/conference/seminar_c6

seminar-malgen@yandex.ru

Инженер кафедры Автоматизированных электрических систем, м.т.т.

В.О. Самойленко

wsamoylenko@yandex.ru

+7(912)-26-75-288