



# IRENA

International Renewable Energy Agency

## Долгосрочное планирование развития энергетического сектора

Асами Микета

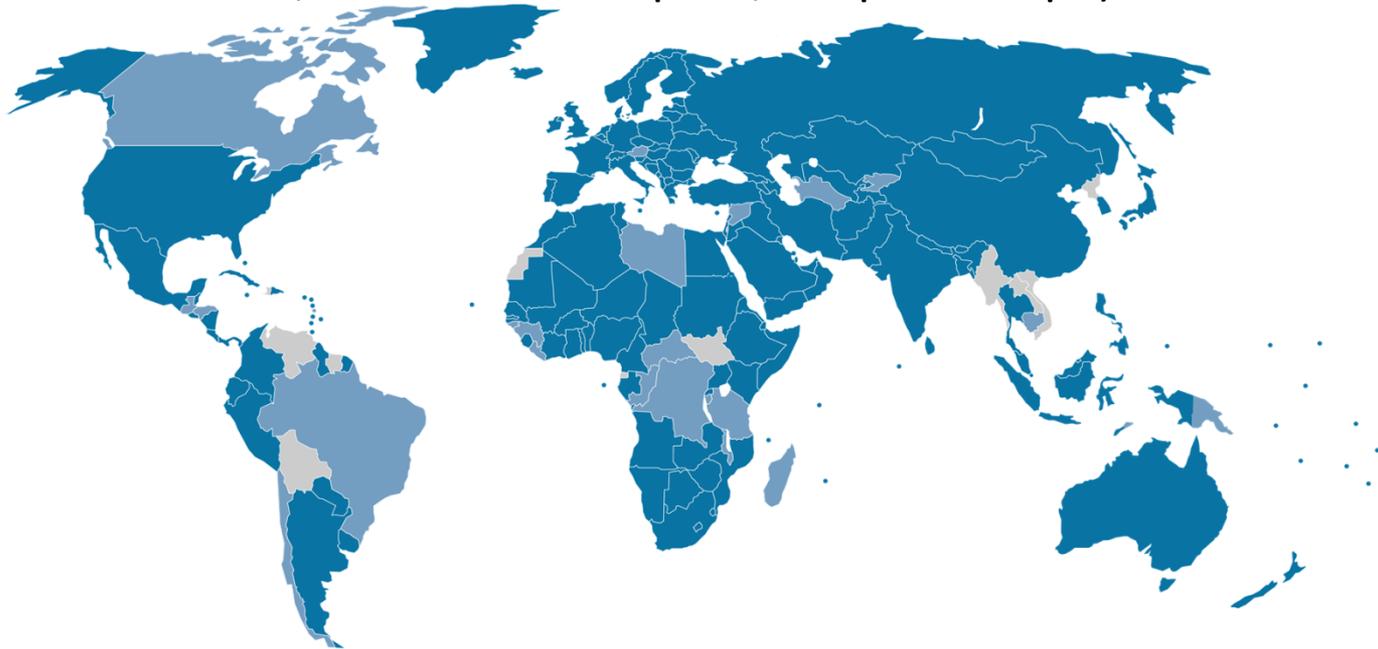
14 сентября 2018 года, Астана, Казахстан

# Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA)



Международная организация, поддерживаемая правительствами стран-членов

- » **Штаб-квартира:** Абу-Даби, ОАЭ
- » **Члены:** 182 страны (158 стран ратифицировали соглашение)
- » **Задачи:** Устойчивое развитие шести ВИЭ  
(энергия биомассы, геотермальная энергия, гидроэнергетика, энергия океана, солнечная энергия, энергия ветра)



## Коммюнике об ускорении развития ВИЭ между странами Центральной Азии

- » **Оценка ресурсов:** Вебинар с участием МЭ РК и KEGOC в целях обсуждения исследований по оценке территории (май 2018 г.). Обсуждается возможность проведения совместных исследований.
- » **Интеграция переменной возобновляемой энергии в энергосистему:** Семинар по ВИЭ в формате «С5+1» (январь 2018 г.)
- » **Меры и правила в области развития ВИЭ:** Семинар по механизмам политической поддержки в Баку (октябрь 2018 г.)
- » **Сбор данных и статистики по ВИЭ:** Семинар по статистике развития региональных проектов по ВИЭ, Абу-Даби (сентябрь 2018 г.)
- » **Поддержка разработки проектов:** Планируется проведение регионального семинара.
- » **Повышение осведомленности:** Участие в Expo Astana (июнь 2018) и программе исследований «REmap (дорожная карта ВИЭ)» (с 2016 г.)

# Ключевые моменты данной презентации

- » Крайне важно иметь долгосрочный прогноз
- » Для планирования развития системы с более высокой долей ВИЭ, критическую роль играет совмещение различных процессов планирования (с точки зрения учреждений и сроков)
- » IRENA предлагает поддержку в выборе/разработке методик планирования

# В чем преимущество долгосрочного планирования развития энергосистемы?

- » Ключевой компонент: разработка сценария
- » Процедура формирования консенсуса на основе транспарентных допущений
- » Определение краткосрочных задач
  - » Разработка мер
  - » Нормативные требования
  - » Техническая подготовка
- » Обмен мнениями на международном и национальном уровнях
- » Осведомление инвесторов и стимулирование новых предпринимательских возможностей

# Преимущества долгосрочного планирования

Сводка из документа «Планирование стратегий по развитию ВИЭ: энергетический сектор Африки, достижения и перспективы», Абу-Даби, январь 2015 года



**Долгосрочное планирование в энергетическом секторе, при правильной его реализации,**

- » Обеспечивает единую позицию заинтересованных сторон
- » Помогает избежать дорогостоящих инвестиционных ошибок
- » Снижает неопределенность в выборе проекта/политического курса
- » Информировывает инвесторов о типах и объеме инвестиционных потребностей
- » Ускоряет предоставление услуг

# Цель долгосрочного планирования в Латинской Америке и странах Карибского бассейна:

## Колумбия:

Основа для разработки политики, привлечения инвестиций и взаимодействия с заинтересованными сторонами

### Колумбия:

Основа для разработки политики, оповещение об **инвестиционных возможностях** и определение потребностей в наращивании потенциала

### Уругвай:

Для разработки мер в поддержку технологий подвижения и **инвестиционных нужд**



### Бразилия:

Используется в качестве **основы для разработки государственной политики**

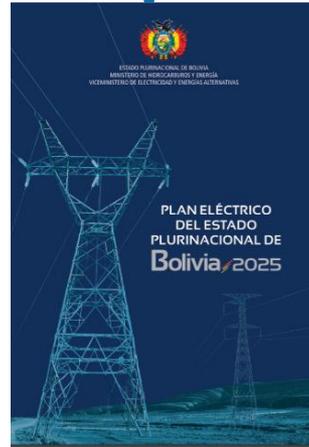
### Аргентина:

Создание основы для обсуждения **новых направлений политики** и обсуждения с представителями отрасли.

# Национальные отчеты по планированию в Латинской Америке



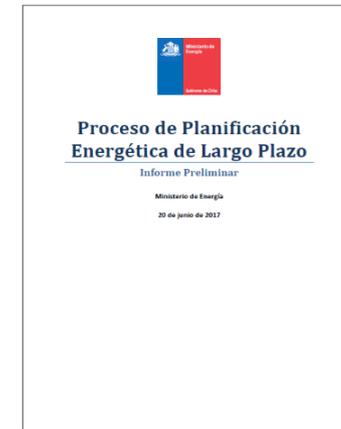
Аргентина



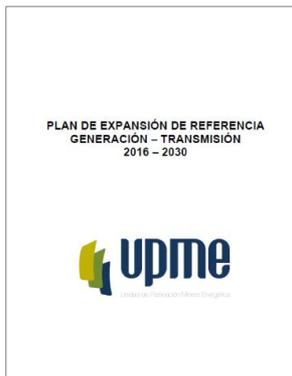
Боливия



Бразилия



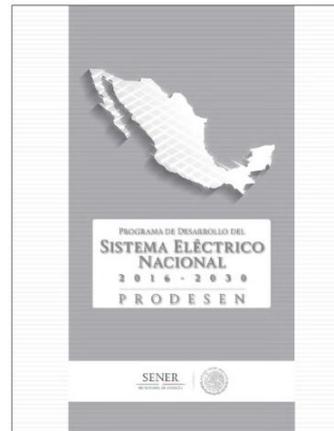
Чили



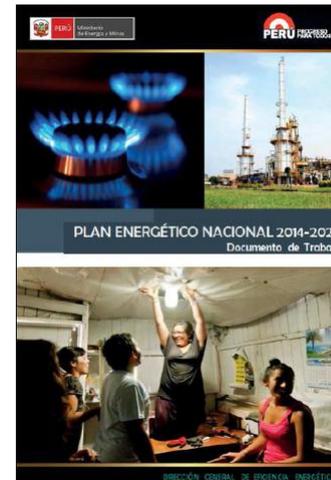
Колумбия



Эквадор



Мексика



Перу



Парагвай

# Масштабы планирования в Латинской Америке

Страна	Область охвата	Период	Обновление
Аргентина	Энергия	2025	ежегодно
Боливия	Электричество	2025	не применимо
Бразилия	Энергия	2050	5 -10 лет
Чили	Энергия	2046	5 лет
Колумбия	Электричество	15 лет	ежегодно
Эквадор	Электричество	2025	2 года
Мексика	Электричество	15 лет	ежегодно
Парагвай	Энергия / электричество	2040 / 2025	5 / 2 года
Перу	Энергия	10 лет	2 года
Уругвай	Энергия / электричество	2035 / 2040	ежегодно

# Новая кампания партнерства

## CEM



## Долгосрочные сценарии перехода на экологически чистую энергию (LTES)

- » **Начало:** май 2018 года в ходе 9-го заседания CEM, Копенгаген
- » **Срок:** один год (возможно продление на несколько лет)
- » **Ведущие страны:** Дания, Германия
- » **Исполнитель:** IRENA



Denmark



Germany

**Цель:** более широкое внедрение и более эффективное использование долгосрочных сценариев перехода на экологически чистую энергию

**Страны-участницы кампании:**



Brazil



Mexico



Chile



The Netherlands



Finland



European Commission



United Arab Emirates



United Kingdom



Japan

# Планирование развития энергосистемы: основные принципы



Каким будет спрос на электроэнергию?



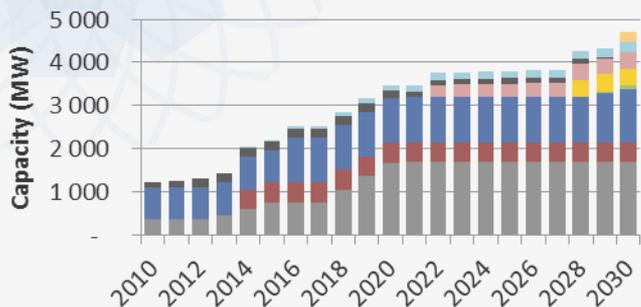
Какие объемы и типы генерации потребуются для удовлетворения этого спроса?



Какие улучшения сети понадобятся для обеспечения бесперебойной подачи электричества?

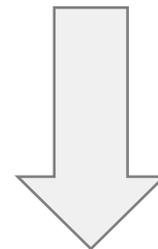
**Для ответа на эти вопросы используются модели энергосистемы, с учетом экономических и технических последствий применения альтернативных вариантов.**

# Планирование в энергетическом секторе: Четыре направления технико-экономического анализа



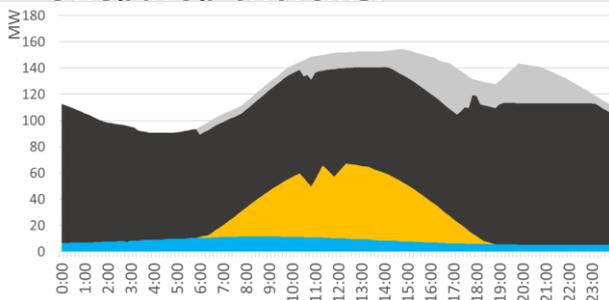
## Планирование расширения генерации

- Министерство энергетики
- Агентство по планированию
- Коммунальные службы



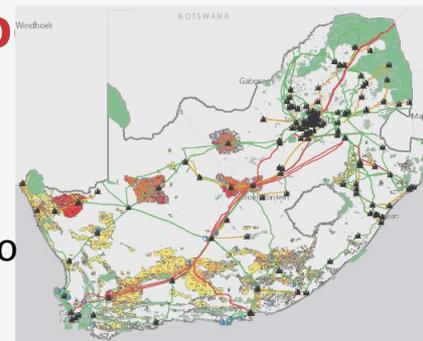
## Моделирование распределения нагрузки

- Коммунальные службы
- Регуляторы
- Оператор системы



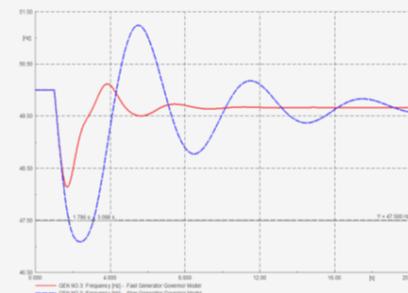
## Геопространственно планирование

- Правительственное ведомство
- Агентство по планированию
- Коммунальные службы
- Оператор системы

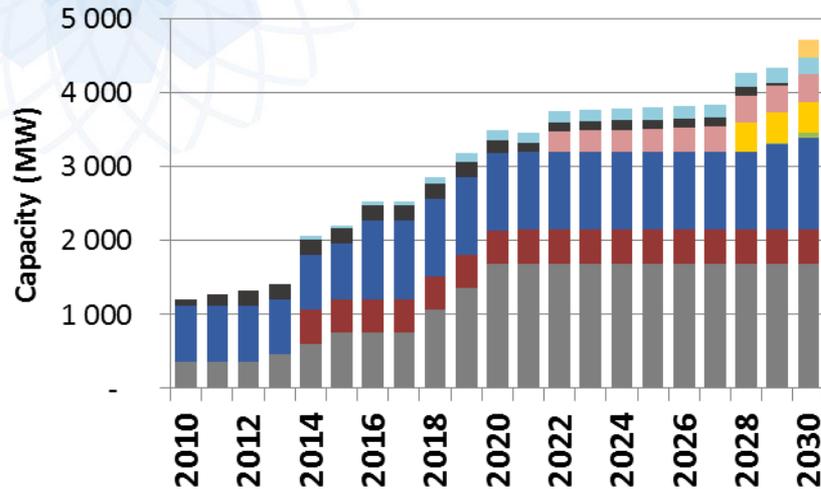


## Технические исследования сети

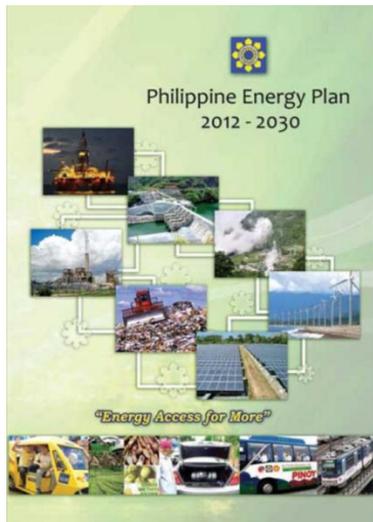
- Оператор сетей
- Регулятор
- Девелопер



# 1. Планирование расширения генерации



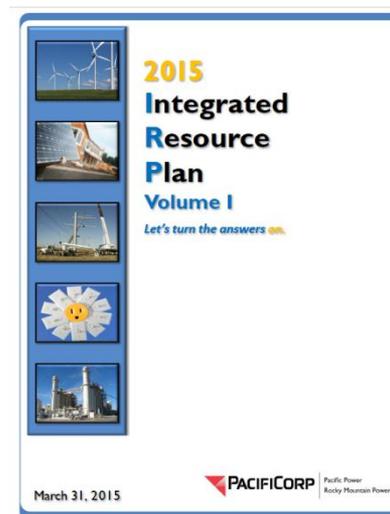
- Будущая структура энергобаланса и инвестиционная схема
- Соблюдение долгосрочных целей энергетической политики
- Политический консенсус
- Часто перекликается с планированием неэнергетического сектора



Департамент энергетики



Регулирующий комитет

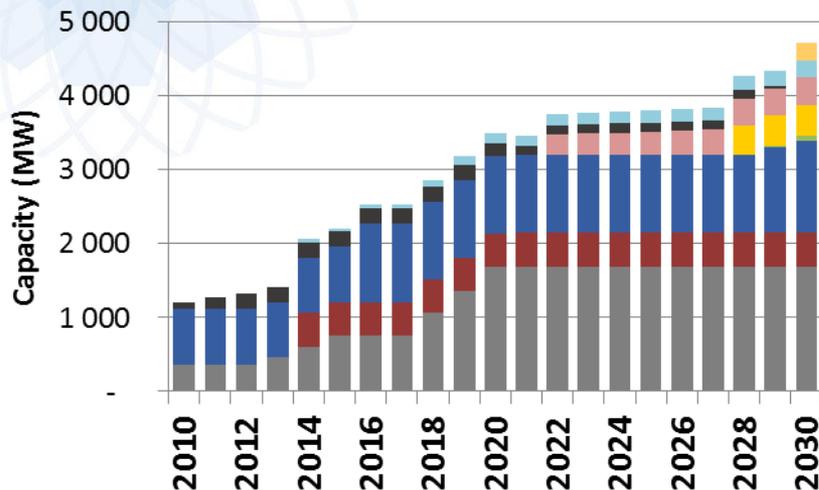


Энергетические компании



Специализированное агентство

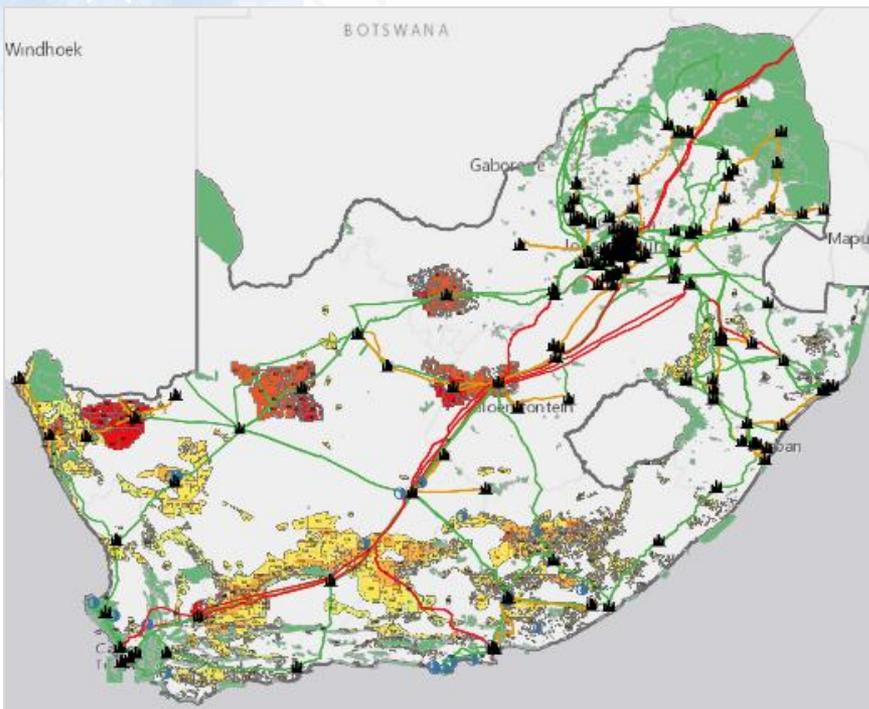
# 1. Планирование расширения генерации: инструменты



**Модели расширения генерации, модели долгосрочного энергетического планирования**

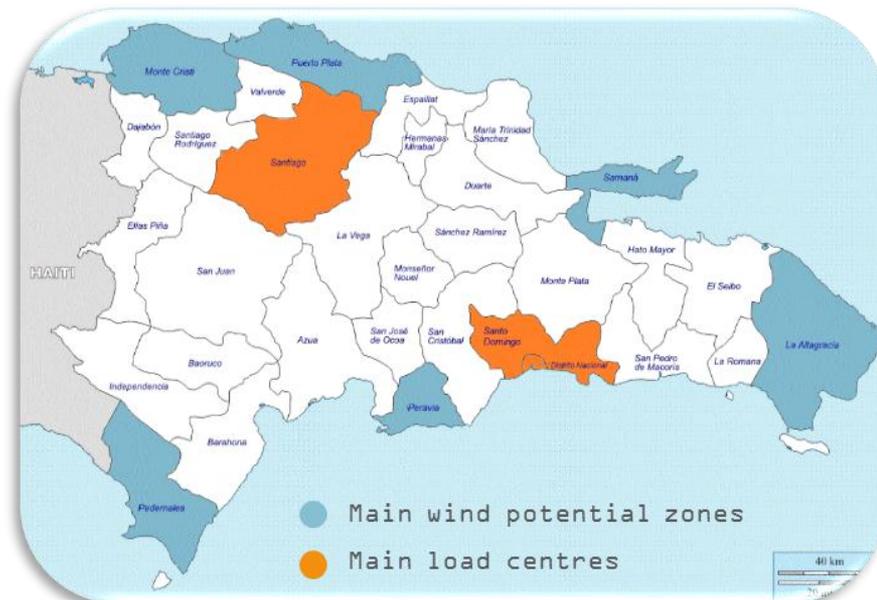
- Долгосрочная перспектива (на 20-40 лет вперед)
- Нарастивание потенциала с шагом в 1-5 лет
- **Совместная оптимизация инвестиций, распределения и передачи**
  - Ограниченное временное разрешение (упрощенное распределение нагрузки)
  - Ограниченное пространственное разрешение (упрощенное потокораспределение)

## 2. Геопространственное планирование



- Выбор места размещения генераторов и определение долгосрочных потребностей в развитии сети передачи
- Сценарии с высокой долей ВИЭ для проектирования сети передачи
- Идентификация зон для стимулирования привлечения инвестиций

**Инструменты:  
геоинформационная  
система (GIS), карты**



# 2. Геопроостранственное планирование IRENA International Renewable Energy Agency

## Данные для перехода на следующие этапы планирования

- Совместная оптимизация с расширением генерации

- Часть технических исследований сети

*Модульный план развития общеевропейской системы передачи к 2050 году (электронный портал ENTSO-E)*

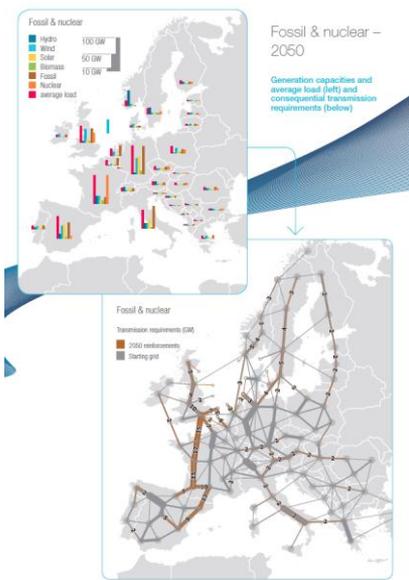


Figure 17: Transmission requirements identified in scenario Fossil & nuclear 2050

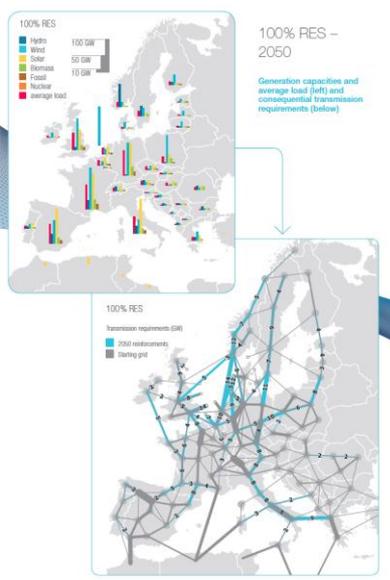


Figure 18: Transmission requirements identified in scenario 100% RES 2050



Figure 18: Grid architecture for 2040, robust to the five scenarios (grey: starting grid; purple: reinforcements)

Предложенные сценарии генерации энергии



**Геопроостранственные данные**



Оптимальное потокораспределение



План улучшения энергосистемы до 2030



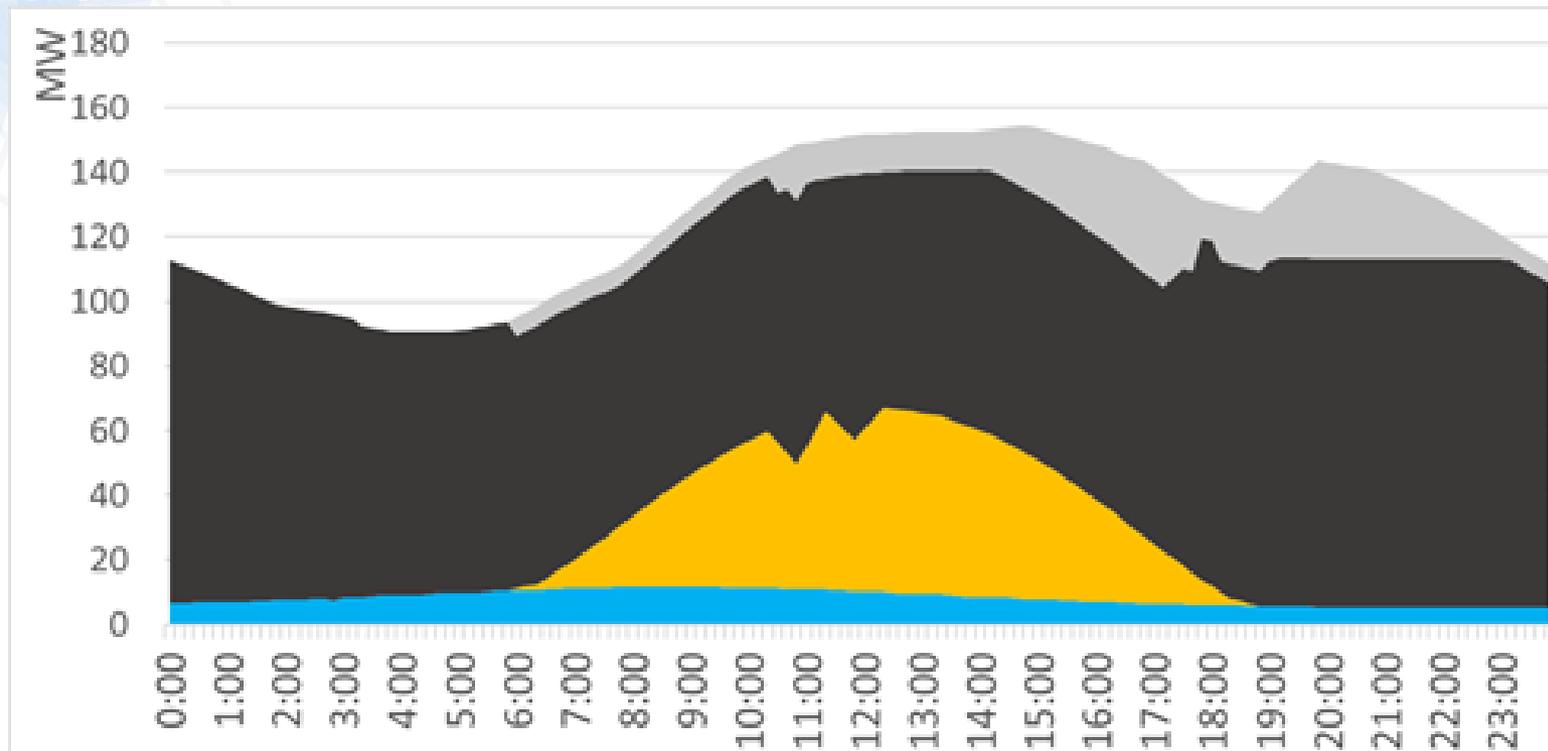
Проверка напряжения и стабильности

Сценарий ископаемой и ядерной энергии

Сценарий 100% ВИЭ

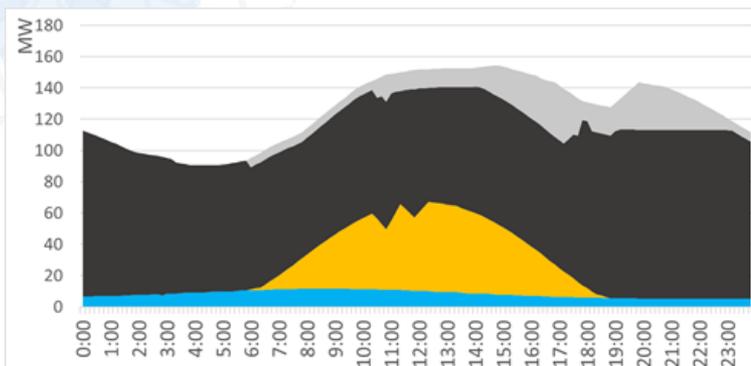
Беспроигрышные инвестиции

# 3. Моделирование распределения нагрузки



- Расчет стоимости топлива и эксплуатационных расходов
- Планирование технического обслуживания
- Оптимальное потокораспределение
- Разработка рыночных и нормативных требований
- Исследование интеграции ПВЭ

# 3. Моделирование распределения нагрузки : инструменты



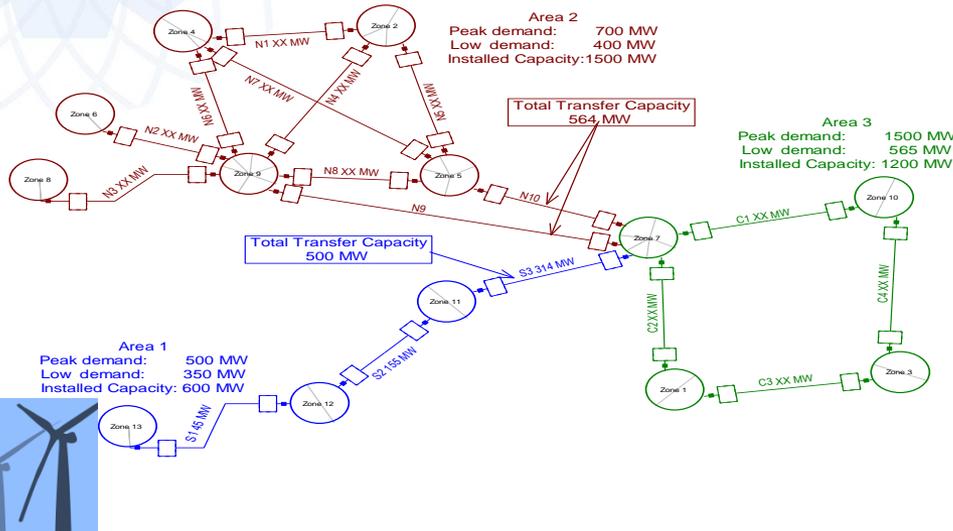
**Модели производственных затрат, модели разделения обязательств и нагрузки, модели эксплуатации энергосистемы, модели рынка**

- Близко к среднесрочному временному интервалу (от нескольких месяцев до 20 лет)
- Используется также для принятия решений в режиме реального времени
- Нарращивание потенциала часто выходит за рамки охвата
- Суб-часовое - часовое моделирование на период до нескольких лет
- Часто учитываются ограничения сети

# 4. Технические исследования сети

## Анализ потокораспределения

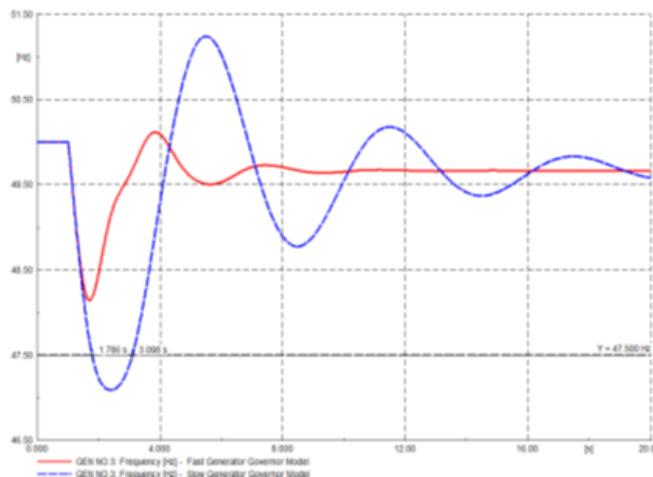
TRANSMISSION SYSTEM OVERVIEW 2016



- Моделирование потокораспределения сети при сложной ситуации
- Определение потребностей в расширении сети
- Изучение интеграции ПВЭ

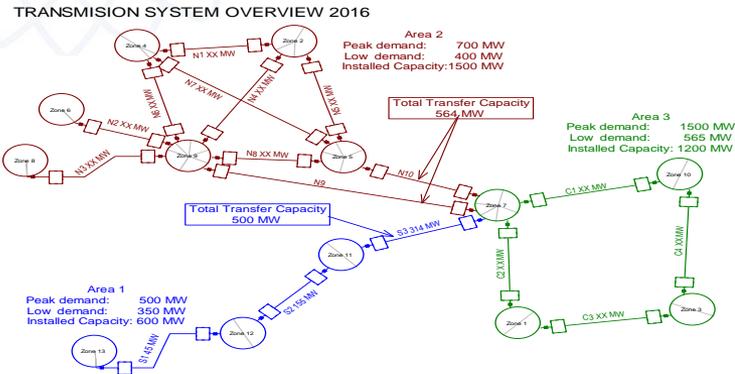
## Анализ устойчивости

- Моделирование чувствительности по напряжению и частоте на случай непредвиденной ситуации
- Изучение интеграции ПВЭ



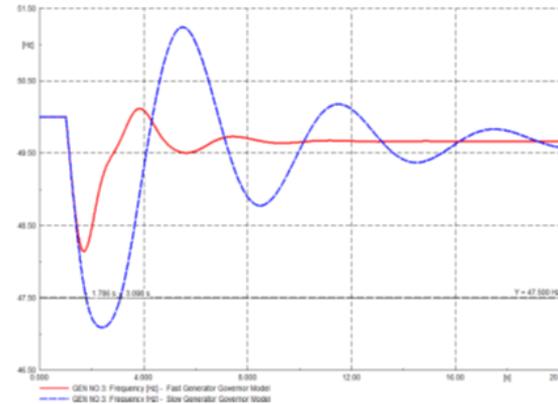
# 4. Технические исследования сети: инструменты

## Статические сетевые модели



- Дается топология сети и вариант распределения
- В режиме реального времени или среднесрочной перспективе (до 20 лет)
- Одномomentный анализ

## Динамические сетевые модели



- Дается подробное описание сети
- В режиме реального времени или ближайшей перспективе (на несколько лет вперед)
- Динамический анализ в случае непредвиденных обстоятельств (от миллисекунд до нескольких минут)

# Временные отрезки планирования развития энергетического сектора

Типичное временное разрешение

Типичные временные интервалы



# ПО для моделирования – указатель

MESSAGE

Quantum GIS

MARKAL/TIMES

ArcGIS

NEPLAN

PLEXOS-LT

PLEXOS-ST

BALMOREL

Power Factory

Grid-View

PSSE

OPT-GEN

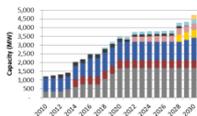
SDPP

WASP

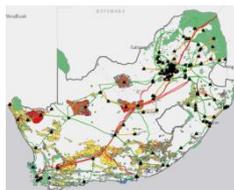
WASP

GT-MAX

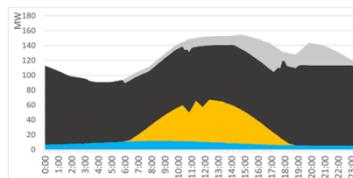
GT-Max



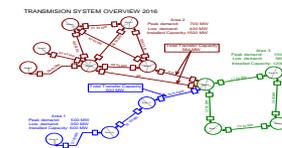
Расширение генерации



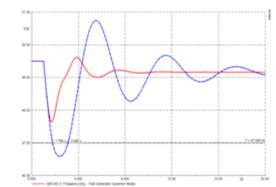
Геопропространственное



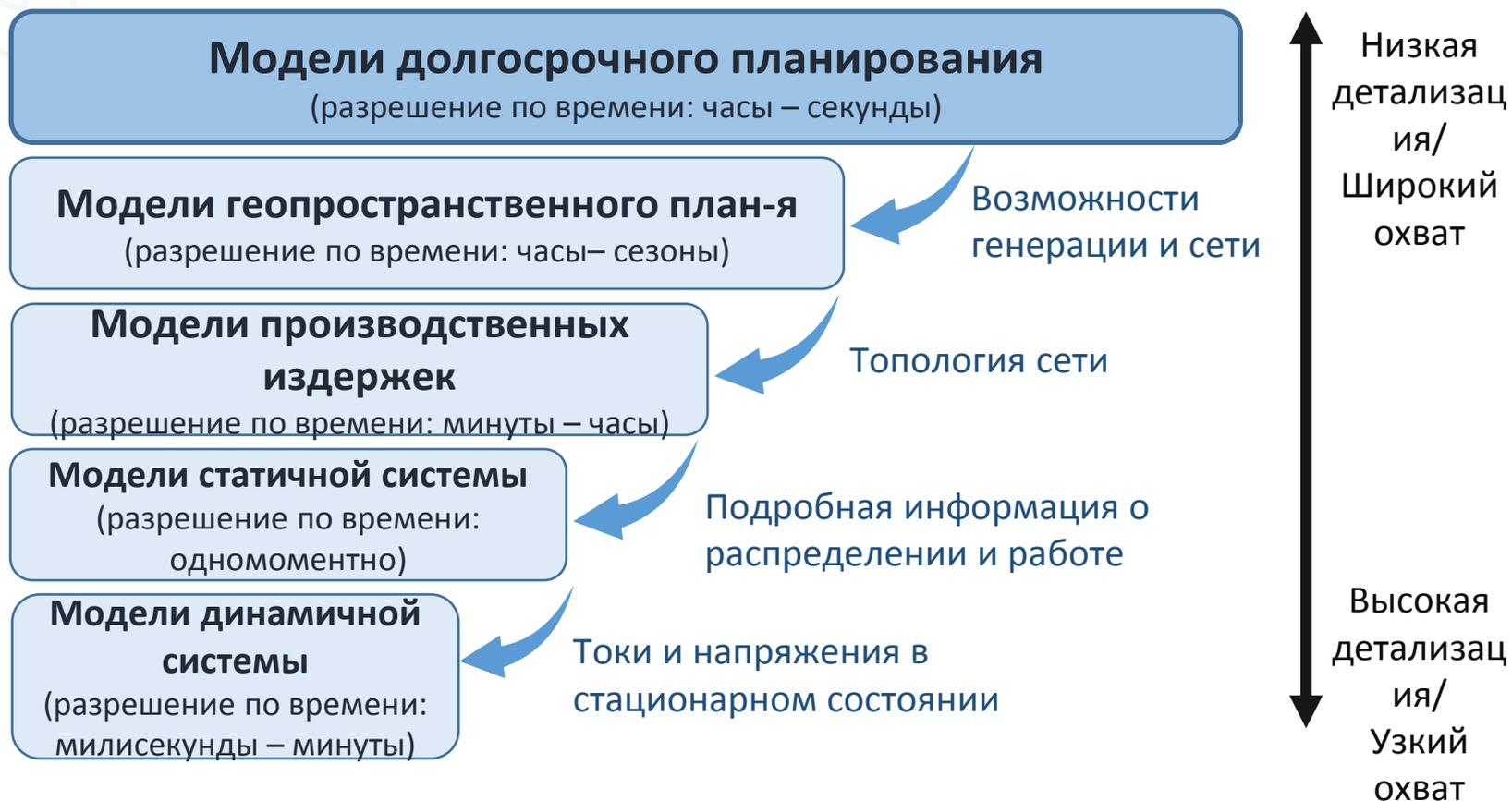
Распределение нагрузки



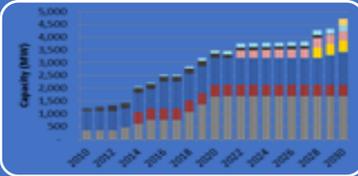
Статика



Динамика

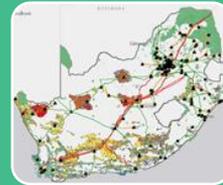


# Типовые требования к данным



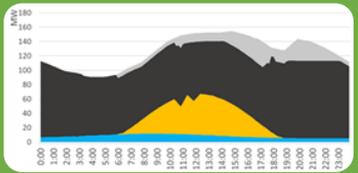
Спрос, профиль спроса

Затраты на технологии, технологические эксплуатационные характеристики, цены на топливо, наличие ресурсов



Метрологические данные

Характеристики спроса в определенном месте расположения



Объединение мощностей, топология сети

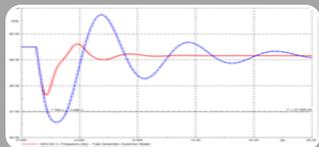
Детальный профиль нагрузки и технические характеристики



Подробная топология сети и технические свойства

Спрос на каждом узле

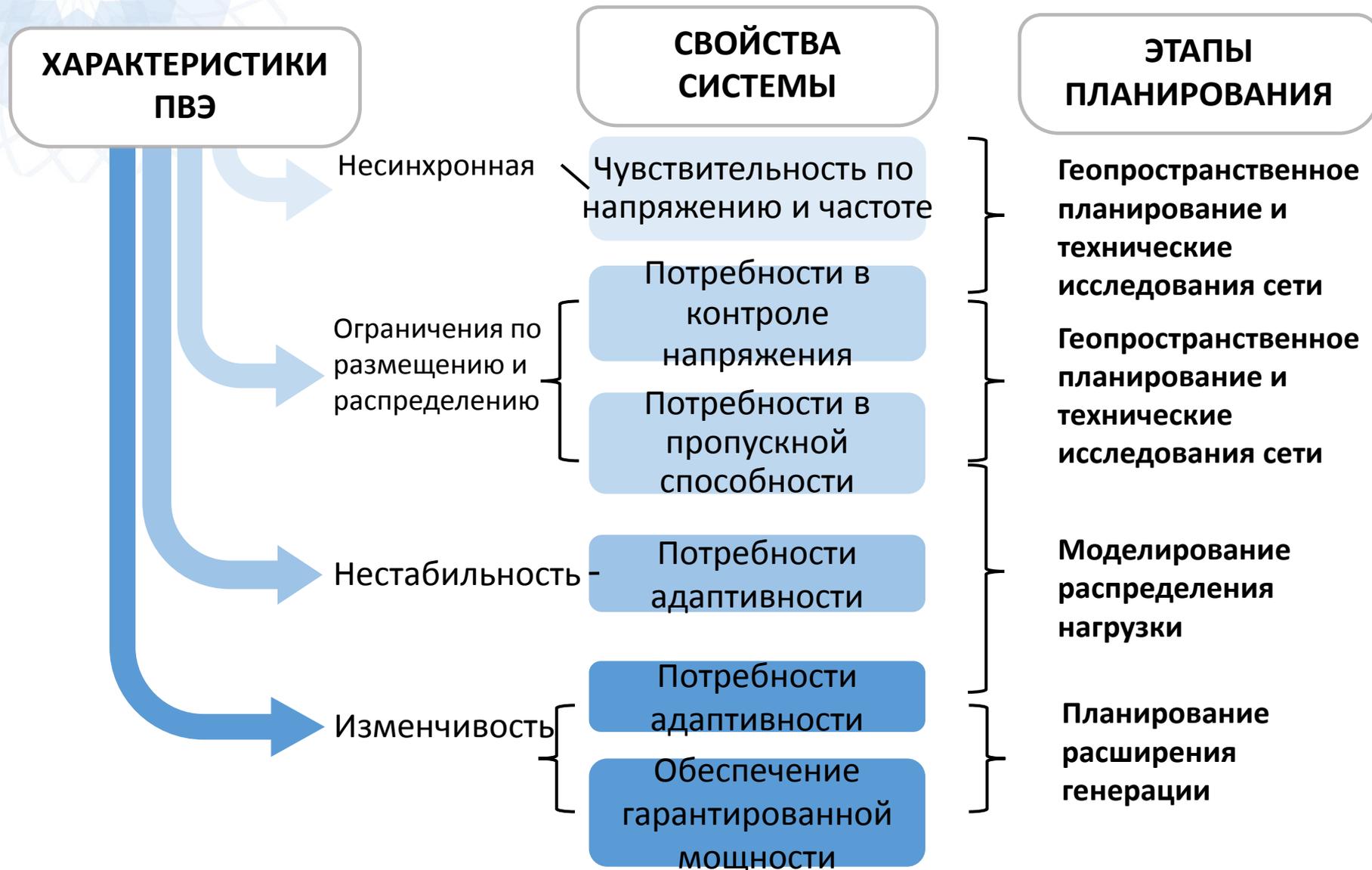
Правила эксплуатации и техническое регулирование



Настройки системы защиты

Ведомства, обеспечивающие первичный контроль/регулирование

# ПВЭ в процессе планирования



# Долгосрочное планирование с ПВЭ



Низкая

Высокая



Актуальность воздействия включения ПВЭ в долгосрочное планирование

# Два методологических пособия от IRENA

## Модели долгосрочного планирования

(разрешение по времени: часы – сезоны)

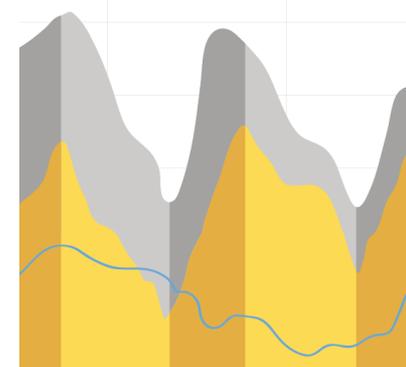
### Модели геопространственного план-я

(разрешение по времени: часы – сезоны)

Определение сочетания производственных мощностей в долгосрочной перспективе и инфраструктуры передачи

### PLANNING FOR THE RENEWABLE FUTURE

LONG-TERM MODELLING AND TOOLS TO EXPAND VARIABLE RENEWABLE POWER IN EMERGING ECONOMIES



### Модели производственных издержек

(разрешение по времени: минуты – часы)

### Модели статичной сети

(разрешение по времени: одномоментно)

### Модели динамичной сети

(разрешение по времени: миллисекунды – минуты)

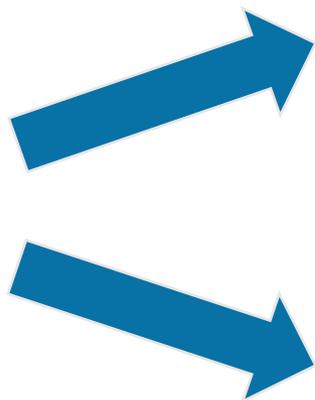
Исследования интеграции энергосистемы при заданной мощности и инфраструктуре передачи

  
ELECTRICITY SYSTEMS IN SMALL ISLAND DEVELOPING STATES WITH VARIABLE RENEWABLE ENERGY

A METHODOLOGICAL GUIDE FOR TECHNICAL STUDIES

**Важно действовать правильно с самого начала!**

**Как?**



Улучшить методологии моделирования долгосрочного развития энергосистемы с учетом ключевых характеристик ПВЭ

Скоординированное планирование между заинтересованными сторонами

**Программа IRENA по поддержке стран предлагает содействие национальным усилиям по планированию**





# IRENA

International Renewable Energy Agency

**Спасибо**

Асами Микета, [Amiketa@irena.org](mailto:Amiketa@irena.org)

# Appendix A

## RE costs development



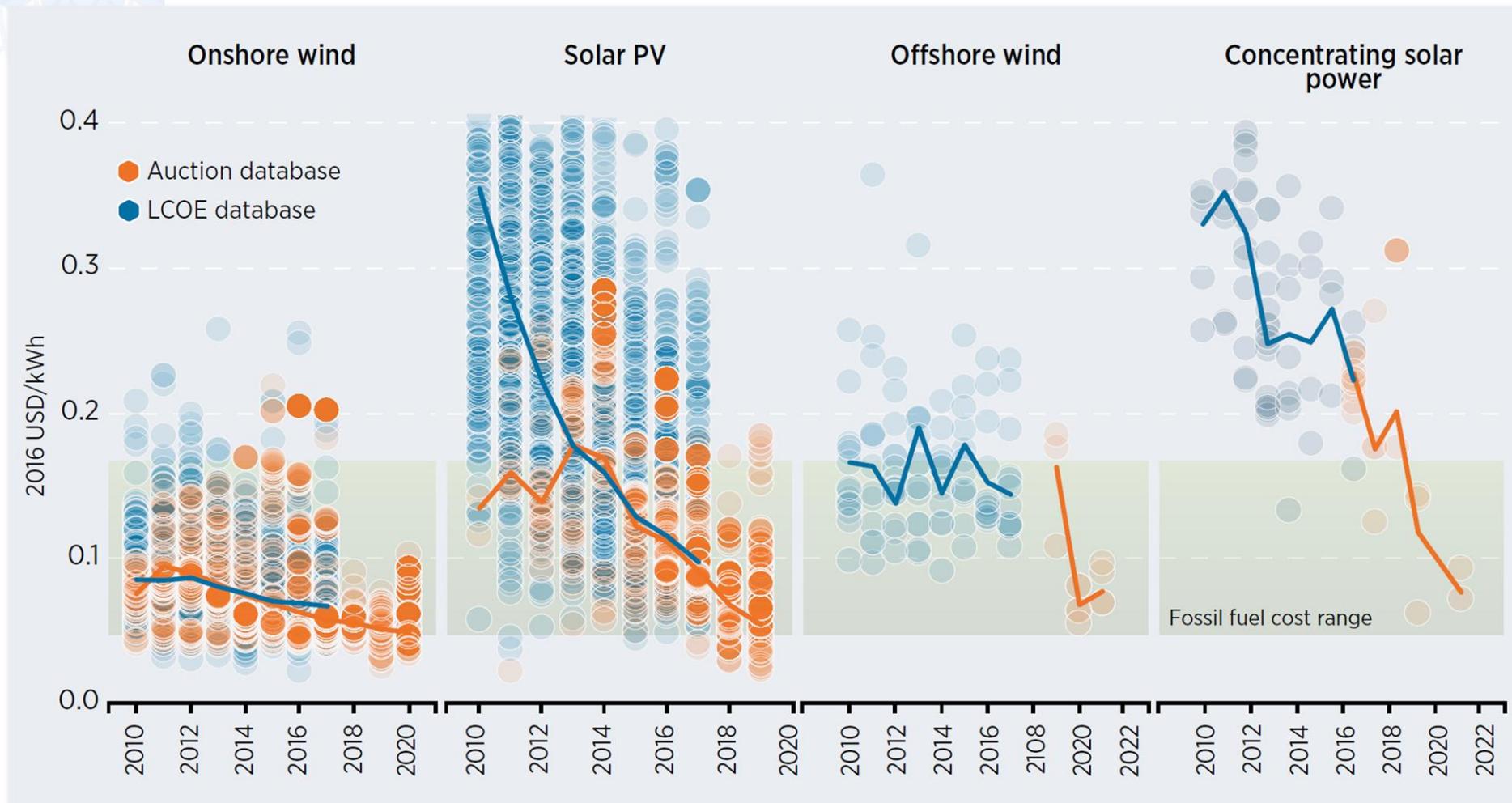
# Пять главных технических факторов для оптимального долгосрочного развертывания ПВЭ



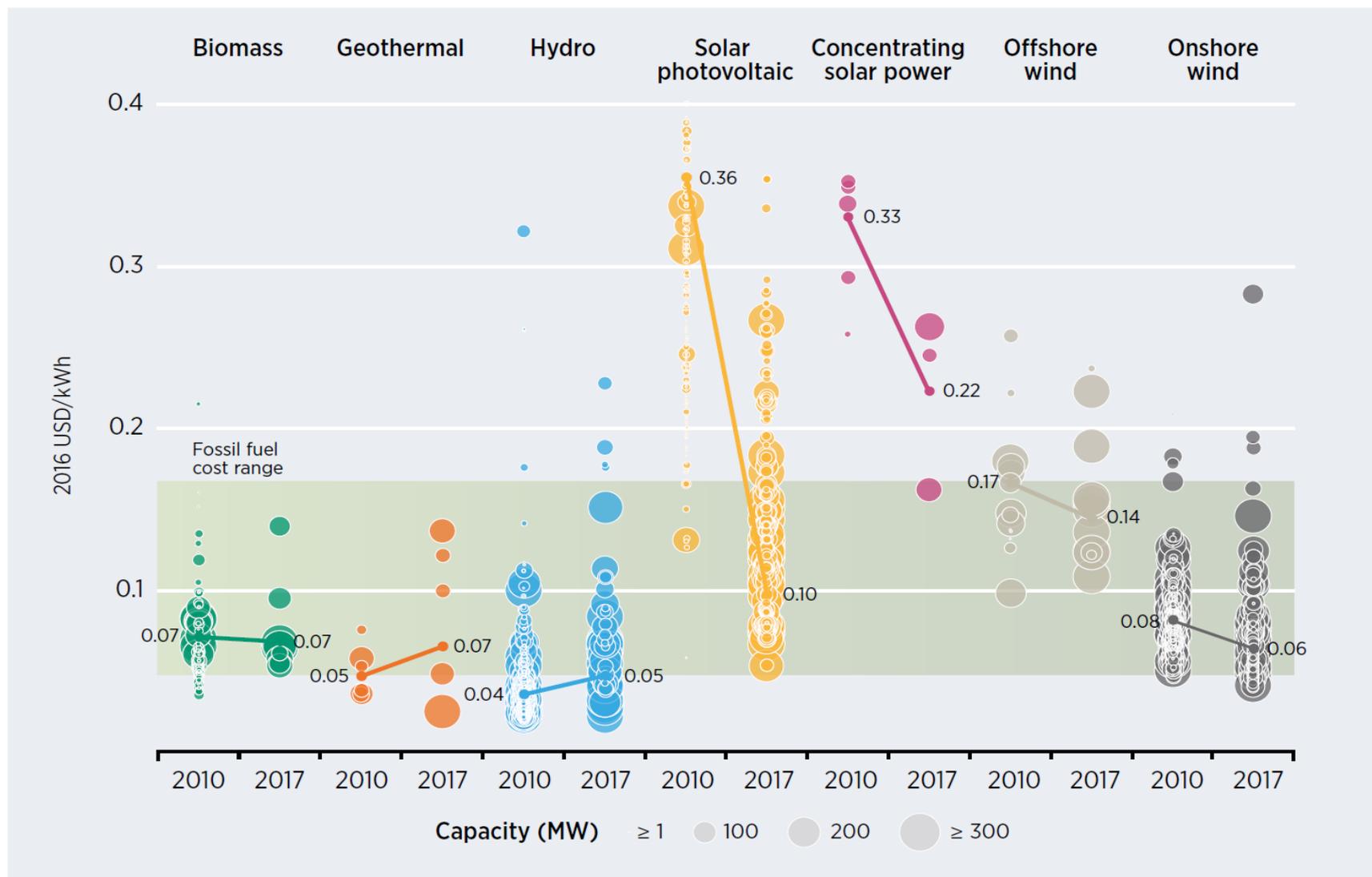
- » Быстрое снижение себестоимости
- » Гарант. мощность / отношение гарант. мощности к установленной
- » Гибкость
- » Потребности инвестиции в передачу энергии
- » Проработка стабильности

Планирование, которое учитывает возможность долгосрочного снижения себестоимости, может обеспечить долгосрочную эффективность себестоимости в энергосистеме и избежать зависимости от технологии.

# Сходимость результатов ДПЭ для солнечной и ветровой энергии



# Изменение себестоимости возобновляемой энергии

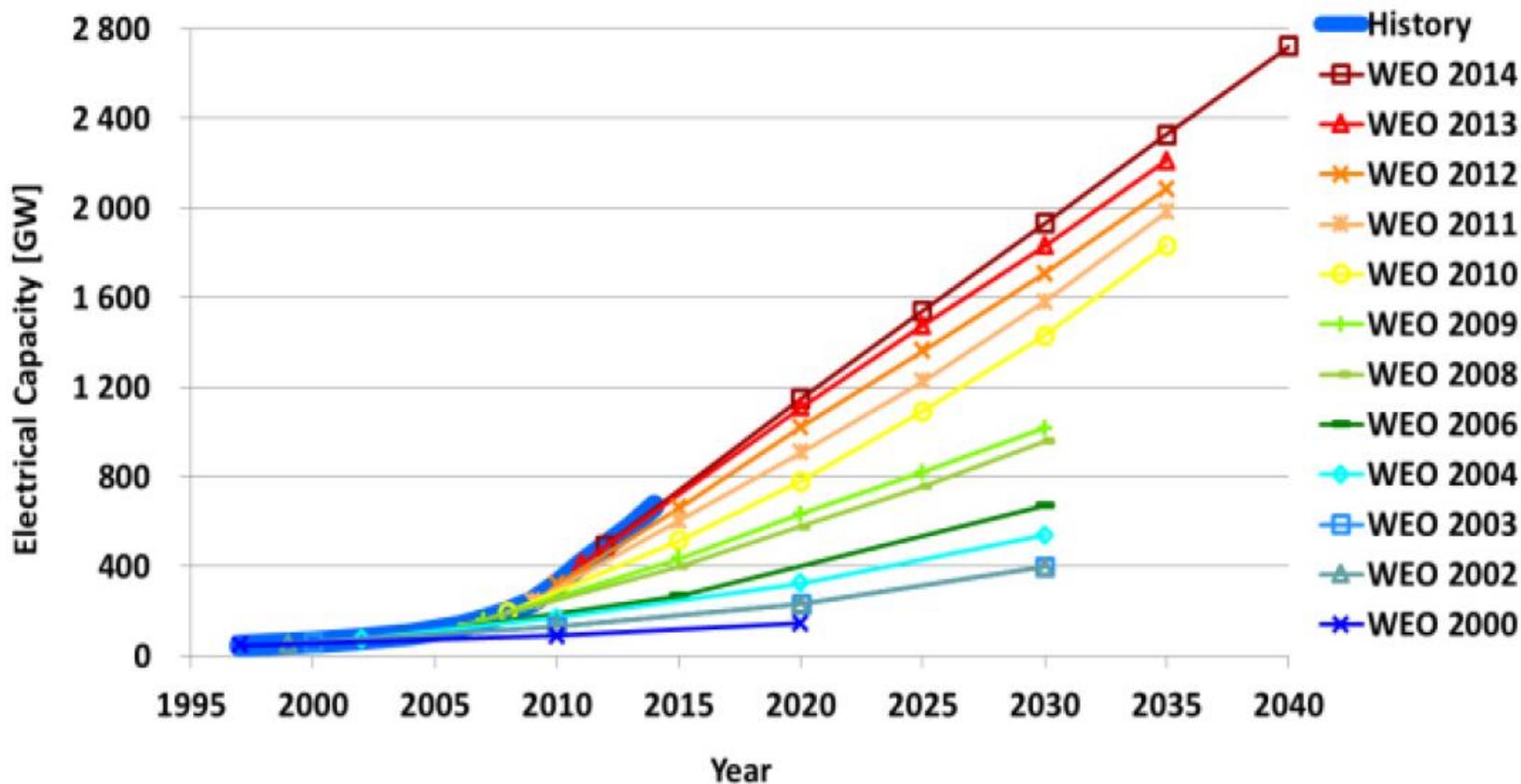


Source: IRENA Renewable Cost Database.

Источник: Анализ затрат на ВЭ IRENA

# Как реальность опережает прогнозы экспертов

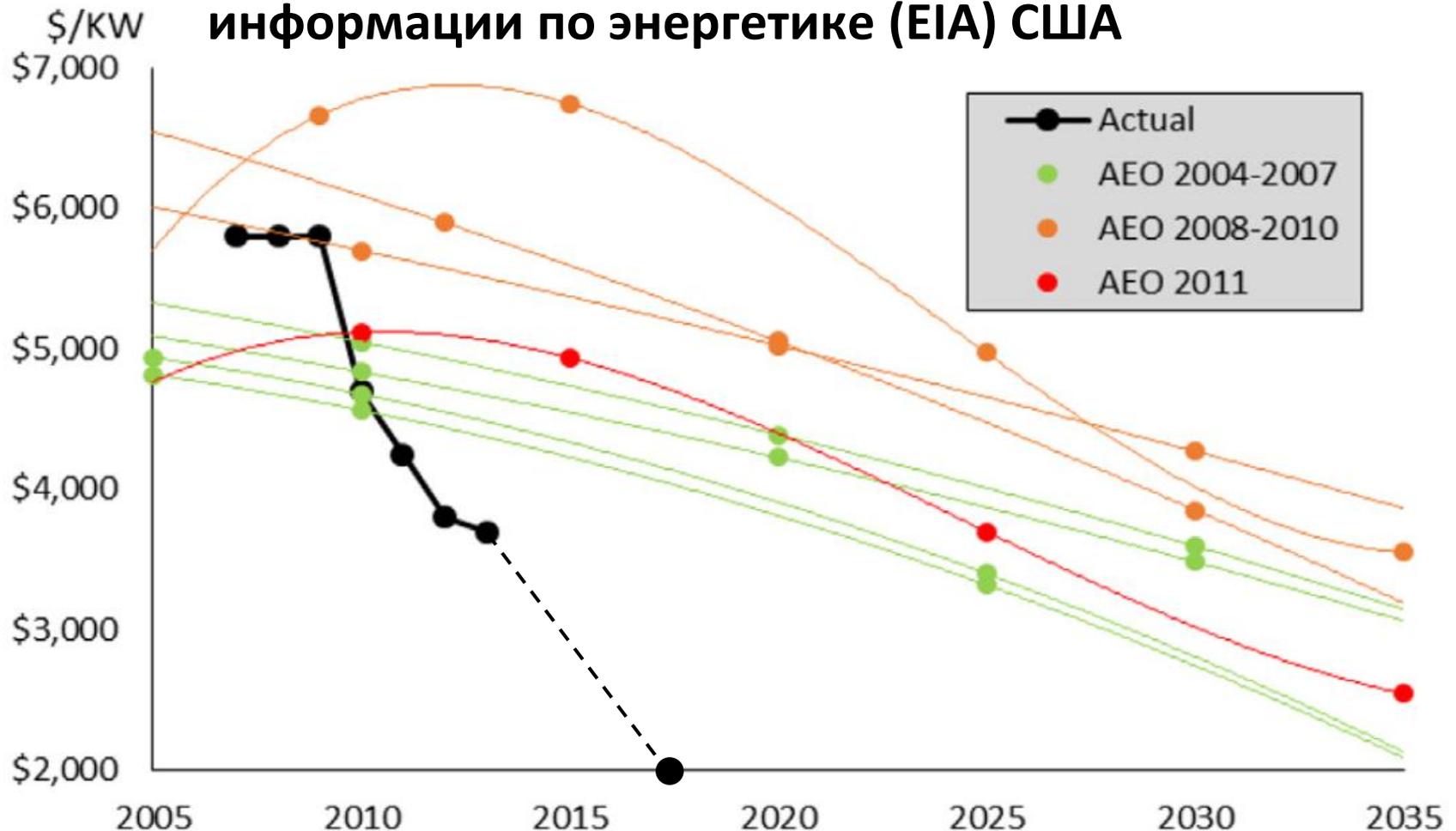
## ПМЭ (WEO): Прогноз мировой энергетики от МЭА



Источник: Metayer et. al (2016), Прогнозы на будущее и качество прошлых прогнозов мировой энергетики для солнечных ФЭ и других технологий возобновляемой энергии; и Gilbert et. al (2016), Неправильный взгляд: предвзятость, возобновляемая электроэнергия и моделирование энергетики в США

# Как реальность опережает прогнозы экспертов: пример солнечной ФЭ

**ГПЭ (АЕО): Годовой прогноз энергетики от Агентства информации по энергетике (EIA) США**



# Appendix B

## IRENA Project Facilitation



# The RE Project Development Challenge

- » Most countries know they have RE potentials. However, they lack the projects to achieve the desired deployment.
- » Conditions inherent to certain countries/regions translate into high costs and risks, e.g. SIDS.
- » Stakeholders involved in a project often lack the know-how to complete a bankable project proposal.
  - » This leads to higher project development costs and risks.
- » Fund securement process and financing options themselves aren't transparent.



- ➔ **IRENA aims to strengthen the project development base and improve the bankability and visibility of projects, facilitating the financial closure process and increasing the number of successful projects on the ground.**

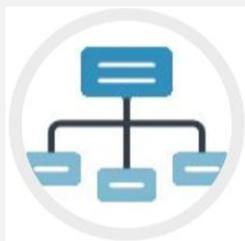
# IRENA Project Facilitation: Online Project Navigator Platform

## IRENA Project Navigator

REGISTER  
FOR FREE

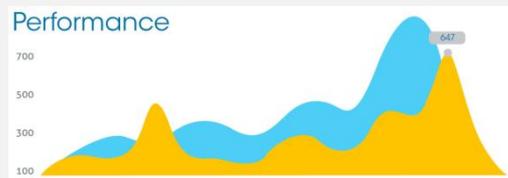
### Learn

- » Project development process guidance
- » Technical concept guidelines
- » Tools, templates and case studies



### Develop

- » Interactive workspace to build a successful renewable energy project proposal
- » Apply custom project details and track progress



### Finance

- » Simplified connection with financing instruments



European Investment Bank  
EU-Africa Infrastructure Trust Fund (ITF)



THE WORLD BANK  
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

World Bank  
Clean Technology Fund (CTF)



GEF secretariat  
Global Environment Facility

IRENA ADFD  
Supporting Energy Transition

IRENA and ADFD  
IRENA/ADFD Project Facility

# IRENA Project Navigator

## Objectives

- » Increase the bankability of projects by:
  - » Enhancing Technical, Environmental, Social, Economic and Financial parameters,
  - » Reducing costs and mitigating risks through proper planning and efficient use of funds
  - » Facilitating effective implementation

## Renewable energy technology coverage



On-shore wind



Solar PV



Bioenergy



Small Hydro



Solar home systems

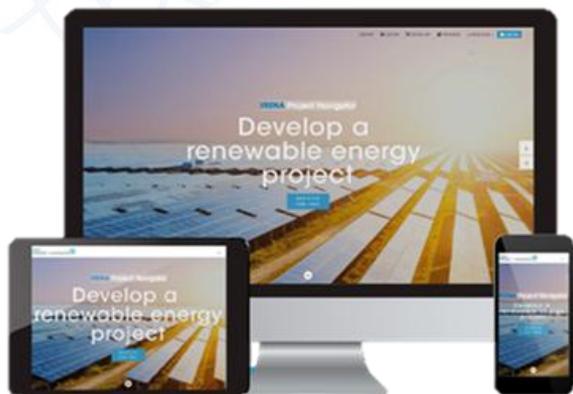


Mini-grids



Geothermal

# Project Navigator Platform



## Learning Section

- » Project development and technical guidelines
- » Best practices
- » Examples & Case Studies

## Start a Project

- » Personal and private workspace
- » Tools, templates, checklists
- » Stepwise approach
- » Track your progress
- » Export documents

## Financial Navigator

- » Information on multiple funds
- » Filter by region and technology
- » Information includes fund types, requirements and contact details among others.

# Technical Concept Guidelines

## Scope

- » Technology evaluation
- » Technical Project planning and design
- » Technical aspects for Financial closing
- » Project execution and commissioning
- » O&M

## Main Features

- » Minimum requirements for bankability of a project
- » Comparison of possible options
- » Case studies and tools
- » Financial model
- » Lessons learned / Do's and Don't's from previous projects



- » Realization of risks can affect the profitability of a project:
  - » Lower than expected revenues
  - » Higher than expected costs
  - » Delay of incoming cash flows
  - » Loss of assets
- » The bankability of a project will depend heavily on how well these risks are managed
- » Risk assessment and risk management is extremely important
- » Standards and quality assurance are essential to assure the safe and reliable performance and safety of a PV plant

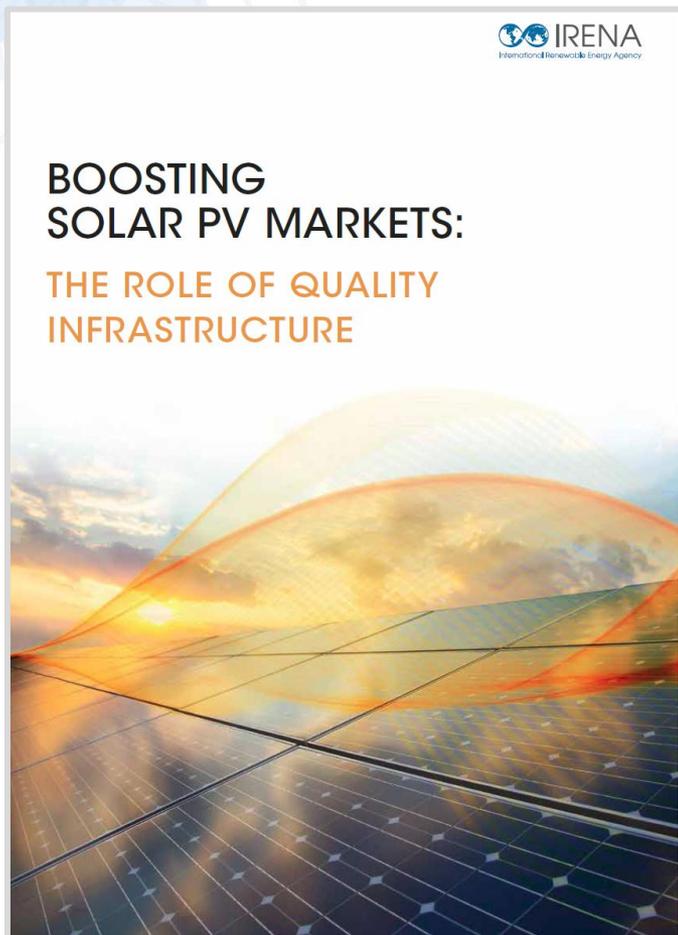


# Appendix C

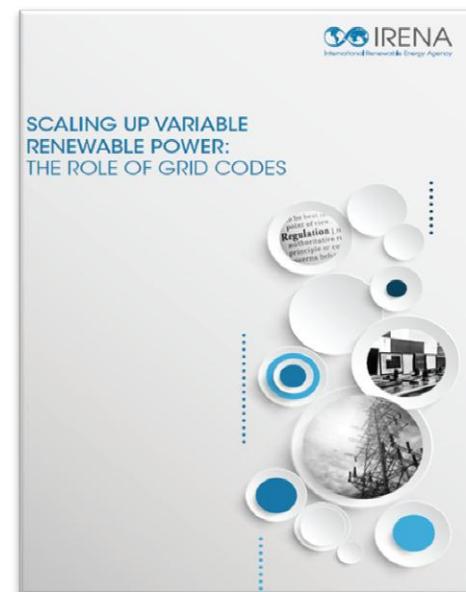
Standards, Quality Assurance, and Quality Infrastructure



# Supporting countries to develop and implement Quality Infrastructure for RE



<http://Inspire.irena.org>



Download for free today:  
[www.irena.org/publications](http://www.irena.org/publications)

# IRENA - Cooperation in Quality Assurance & Standards

## Requests

- ✓ **China:** Technical standards for Offshore Wind technology
- ✓ **Japan:** quality control for PV and Wind technologies in extreme weather conditions
- ✓ **Latin American region:** In cooperation with PTB, quality control for solar thermal and PV systems
- ✓ **MENA region:** In cooperation with EU GCC testing for PV systems
- ✓ **UAE:** International Standards for PV systems
- ✓ **Mauritania:** Request for support on grid connection codes
- ✓ **Colombia:** Grid codes
- ✓ **Tanzania:** Solar thermal

- ✓ **International Electrotechnical Commission - IEC:** Workshops for Countries on use of standards, INSPIRE



- ✓ **German Metrology Institute- PTB:** Quality infrastructure support, Workshop in Costa Rica, Green climate dialogue in Germany



- ✓ **ENTSO-E, SolarPower Europe and Solar United:** PV and grid codes



- ✓ **Solar Bankability**

- ✓ **WWEA:** Standards in small wind technologies



- ✓ **EU GCC Clean Energy Technology Network :** GCC Inception meeting & training-Solar Photovoltaic Testing Centres Network



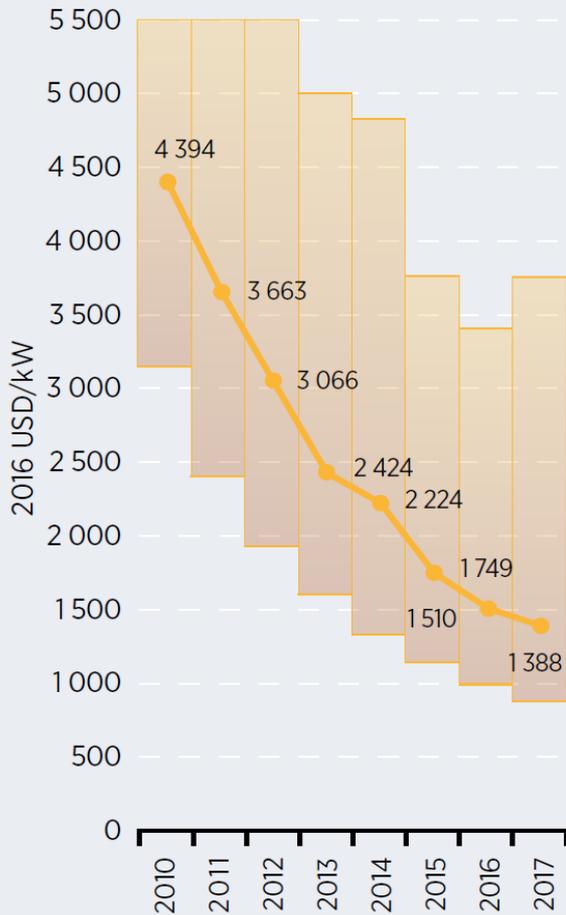
# Appendix D

Additional IRENA costing information

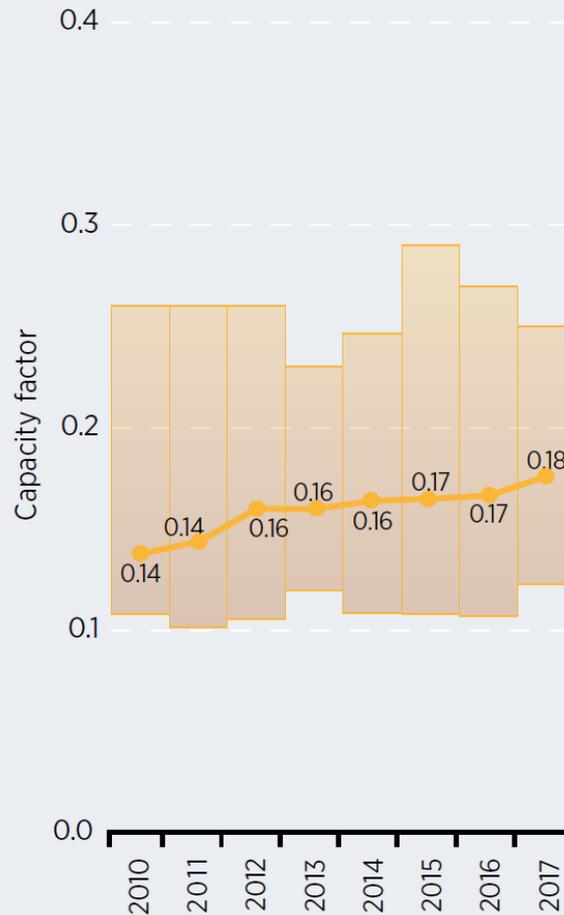


# Solar PV Cost Trends

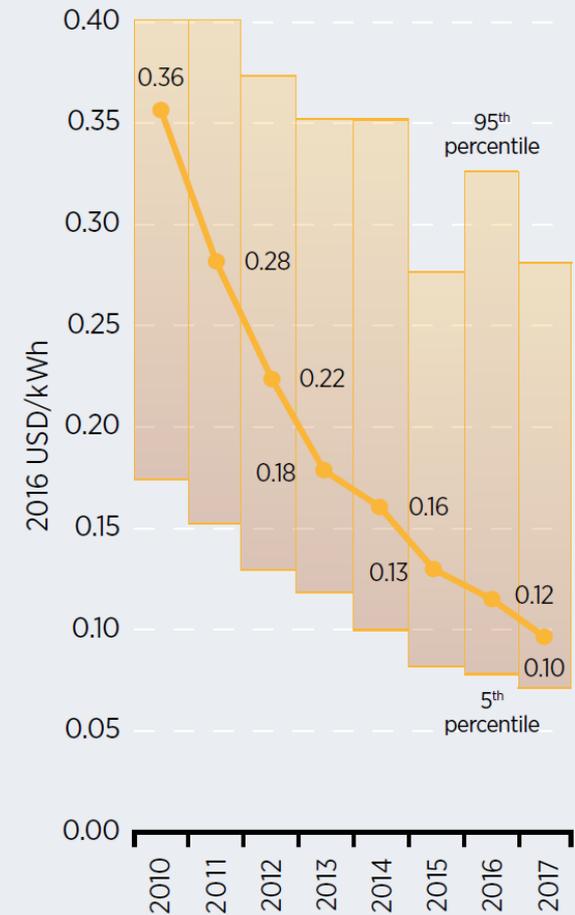
### Total installed cost



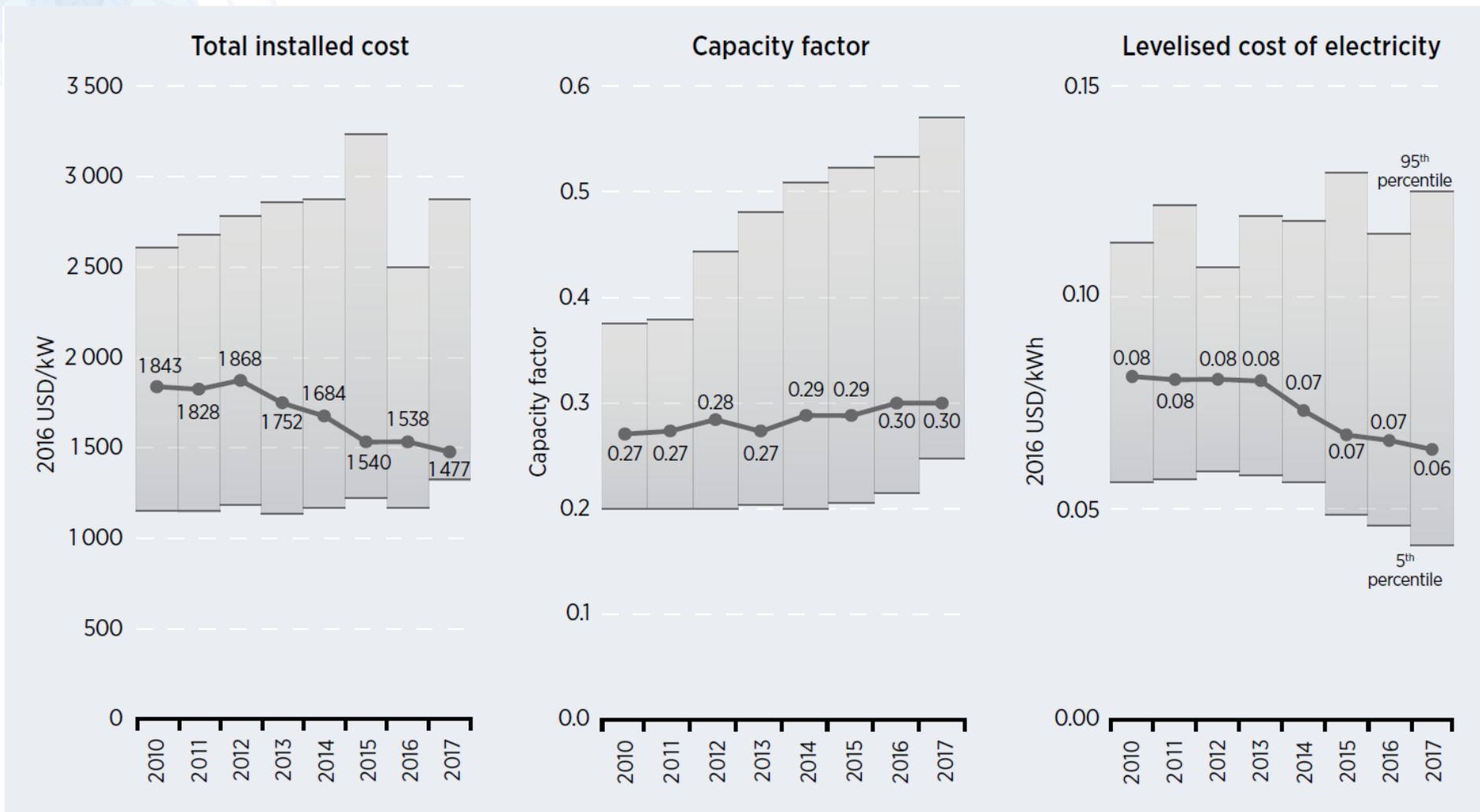
### Capacity factor



### Levelised cost of electricity



# Onshore Wind Cost Trends

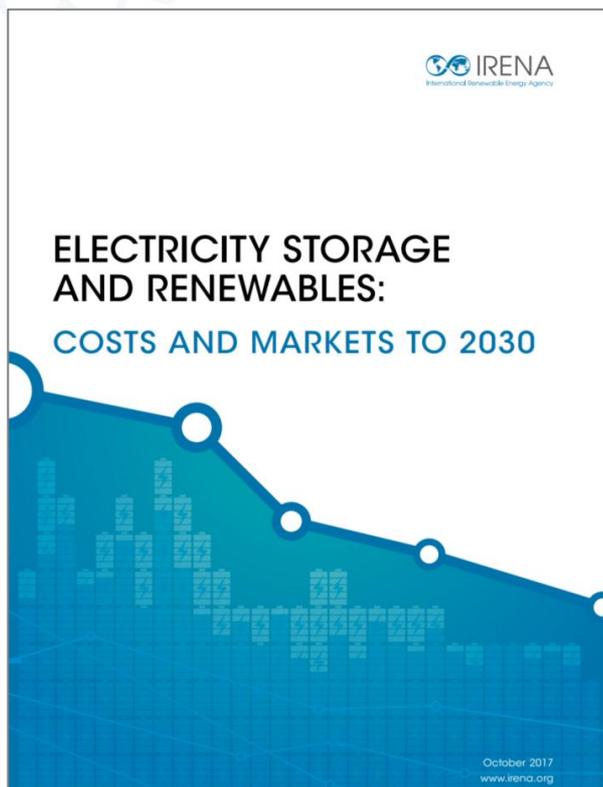


Source: IRENA Renewable Cost Database.

# Electricity Storage:

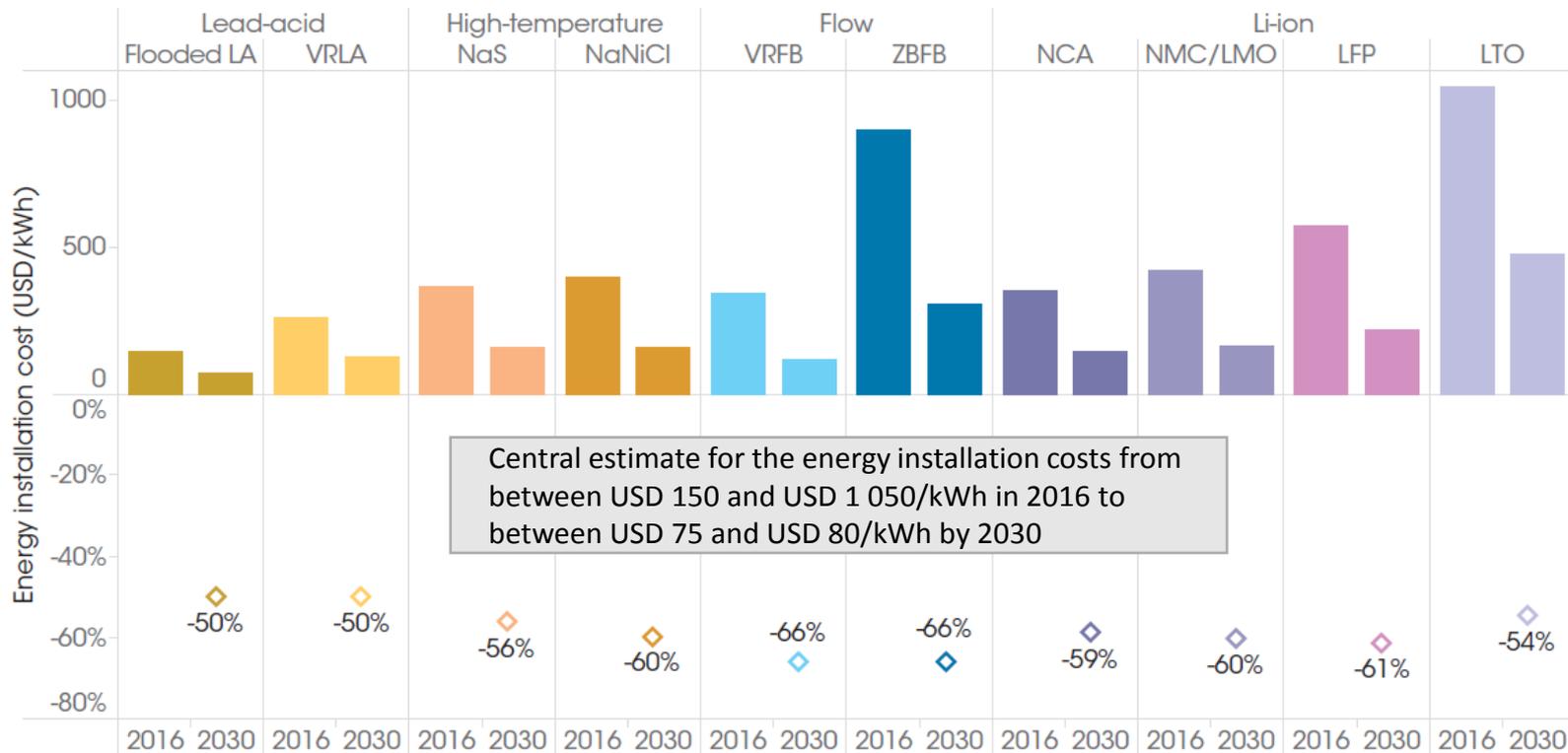
AT THE HEART OF THE

ENERGY SECTOR TRANSFORMATION



# Current prices of different storage technologies

## Current energy installations costs (USD/kWh of storage) Reference case 2016



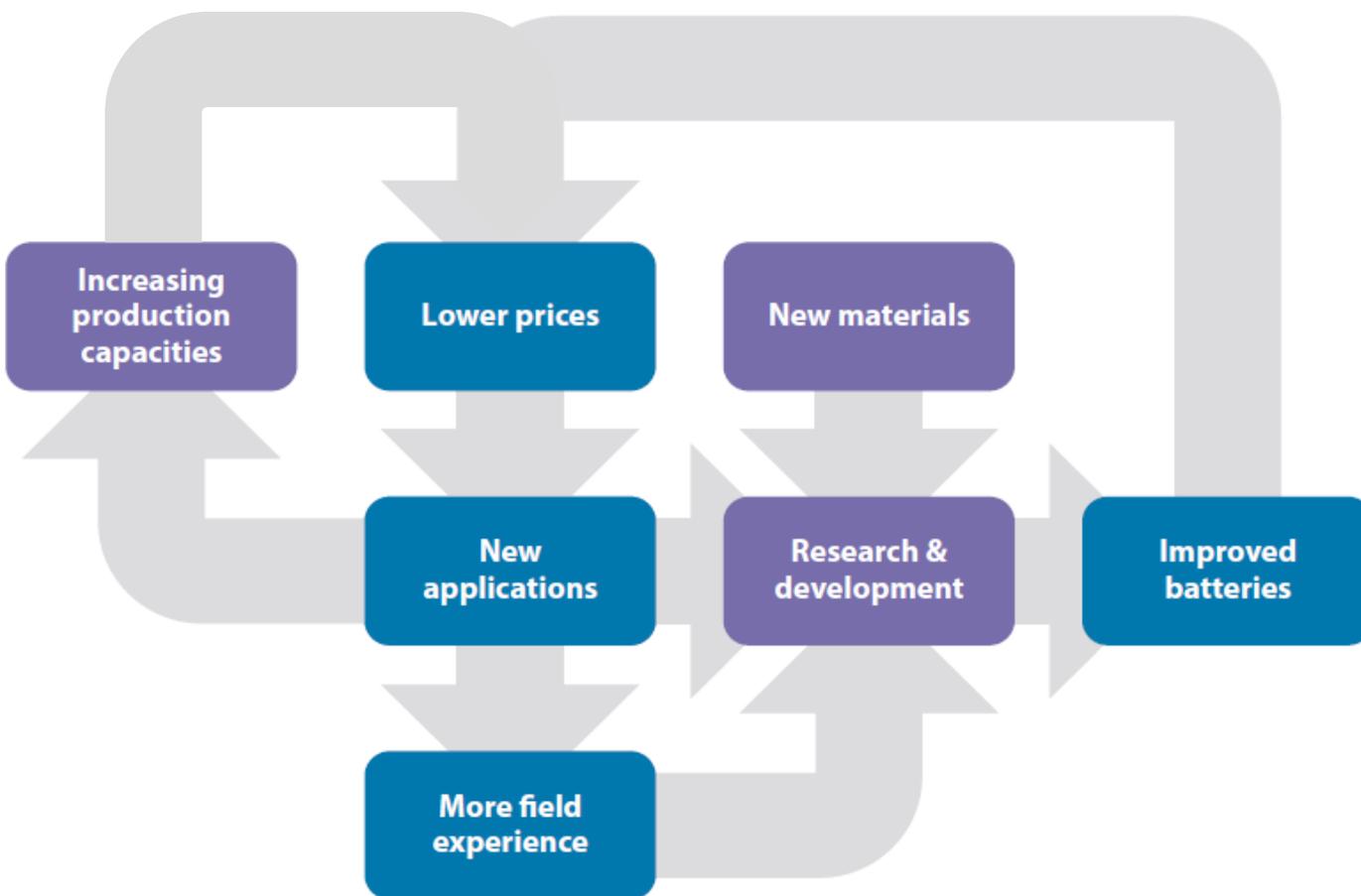
Central estimate for the energy installation costs from between USD 150 and USD 1 050/kWh in 2016 to between USD 75 and USD 80/kWh by 2030

The total installed cost of a Li-ion battery could fall by an additional 54-61% by 2030 in stationary applications

A drop for Li-ion batteries for stationary applications to between USD 145 /kWh and USD 80/kWh

Note: LA = lead-acid; VRLA = valve-regulated lead-acid; NaS = sodium sulphur; NaNiCl = sodium nickel chloride; VRFB = vanadium redox flow battery; ZBFB = zinc bromine flow battery; NCA = nickel cobalt aluminium; NMC/LMO = nickel manganese cobalt oxide/lithium manganese oxide; LFP = lithium iron phosphate; LTO = lithium titanate.

# Cost reduction drivers of battery electricity storage systems



Drivers are not exclusive to Li-ion (or batteries in general), as other technologies are likely to experience a similar dynamic as their deployment grows.

However, with the dominance of Li-ion batteries in the EV market and the synergies in the development of Li-ion batteries for EVs and stationary applications the scale of deployment that Li-ion batteries likely to be of magnitude higher than for other battery technologies.