



*Использование потенциала
распределенной энергетики для
развития электроэнергетики России*

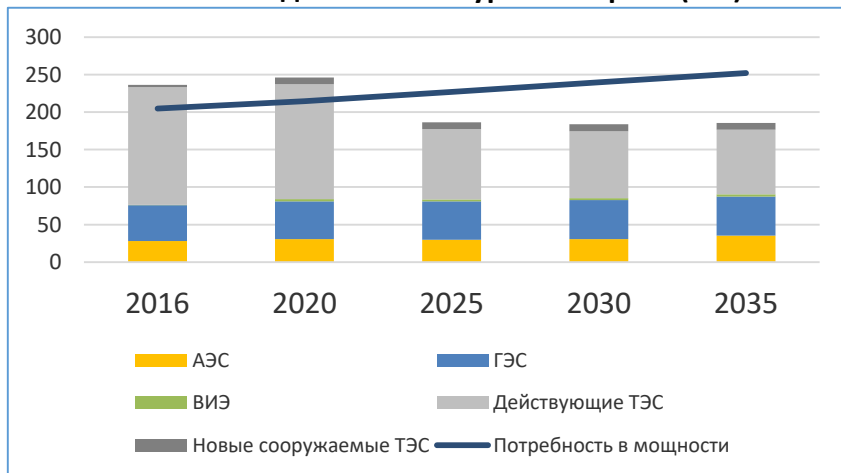
1 ноября 2017 г.

Окно возможностей для распределенной энергетики

Прогноз потребления электроэнергии в РФ (млрд. кВт-ч)



Наличие и потребность в мощности в ЭЭС России для базового уровня спроса (ГВт)*



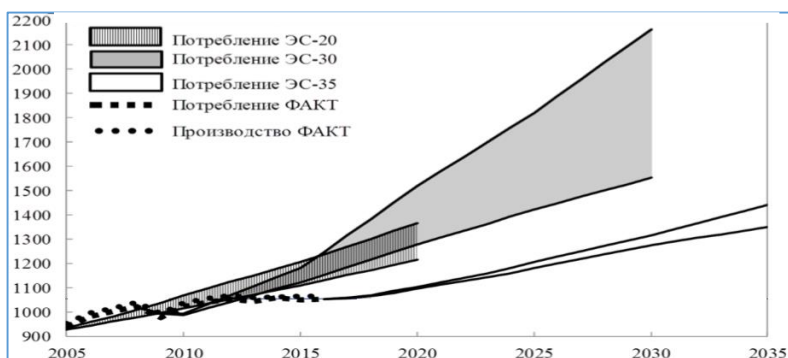
Источник: Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 года (с учетом корректировок ИНЭИ)

- Прогнозируемый среднегодовой темп роста спроса на электроэнергию с 2016 по 2035 год составит около 1% (в минимальном варианте 0,9%, в базовом - 1,2%)
- Прогноз по доступной мощности сильно зависит от того, какими темпами будут выводиться стареющие и коммерчески неконкурентные блоки
- В случае массового выбытия блоков по достижению индивидуального ресурса (парковый +10/20 лет) текущий профицит генерирующих мощностей будет исчерпан на горизонте 2025 года
- При реализации заявленных планов развития атомной, гидро и альтернативной генерации и ввода в эксплуатацию всех тепловых блоков, решение по которым уже принято, дефицит мощностей в этом случае в централизованной системе электроснабжения РФ на горизонте 2030 года может составить **47-70 ГВт**, а к 2035 он может вырасти до **54-97 ГВт**
- Данный дефицит может быть закрыт проектами по модернизации действующих электростанций или их замене новыми крупными блоками. Это также и окно возможностей для развития распределенной энергетики, как путем замещения части выбывающих мощностей более мелкими, локализованными рядом с потребителем, так и за счет мероприятий по снижению потребности в мощности

*) По достижению индивидуального ресурса оборудования. Для мощностей, достигающих паркового ресурса, индивидуальный определяется как парковый + 20 лет.

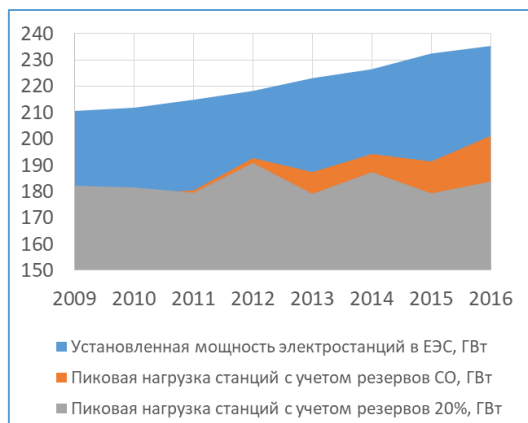
Распред. энергетика позволяет более гибко подходить к развитию энергосистемы

Излишне оптимистические прогнозы привели к избытку мощностей в 20-30 ГВт

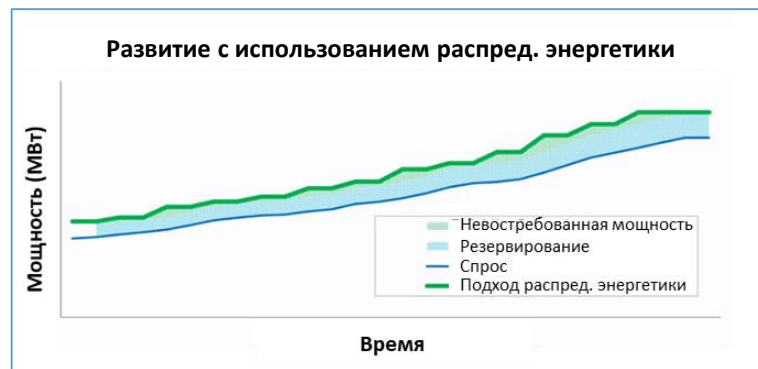
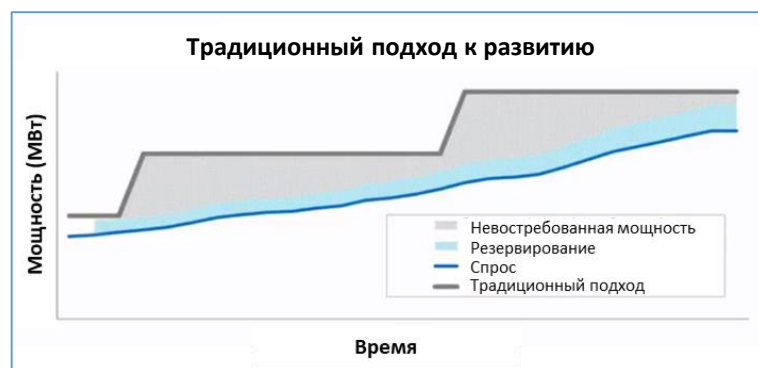


Источник: ИНЭИ

Разрыв между установленной мощностью и пиковой нагрузкой в ЕЭС увеличивается



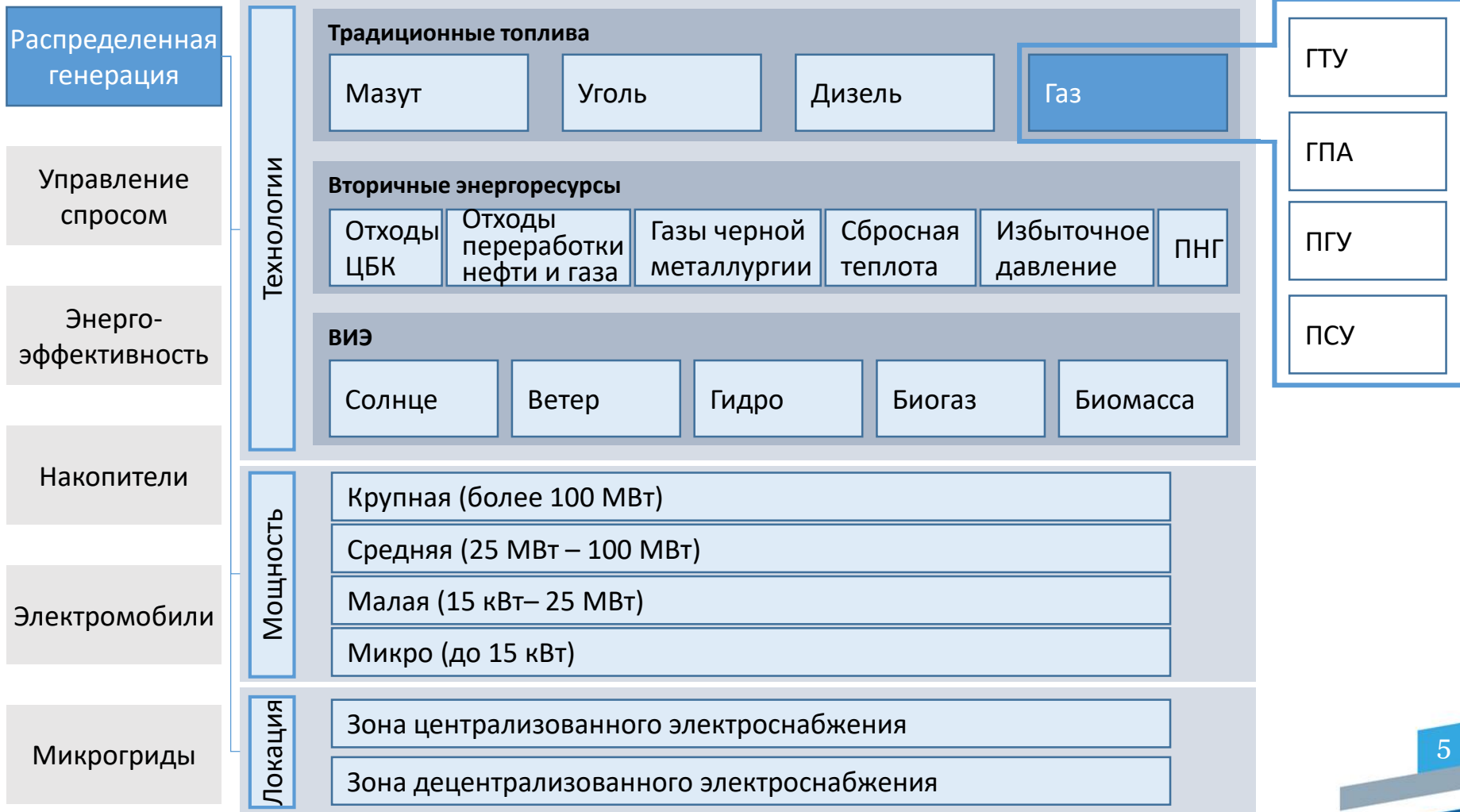
Источник: Системный оператор ЕЭС



Преимущества распределенной энергетики

- ✓ **Снижение затрат** на развитие сетевого комплекса и крупной генерации, в том числе:
 - путем добавления новых мощностей более мелкими приращениями в зависимости от реальной динамики и расположения спроса (что снижает риски омертвления инвестиций в связи с предельным соответствием распредел. генерации реальному спросу и исключением ошибок прогнозирования)
 - посредством отказа от необходимости либо сдвига вправо проектов по сооружению новых мощностей и/или сетевой инфраструктуры и замещением возрастающей потребности какими-либо негенерирующими видами распредел. энергетики
- ✓ **Сокращение потерь** при передаче энергии
- ✓ **Увеличение надежности** - более быстрое восстановление снабжения после природных катаклизмов или кибер-атак
- ✓ Появление возможности выхода на масштабный **глобальный рынок оборудования и технологий**
- ✓ **Усиление защиты от санкций** и повышение вероятности успеха **развития производства собственного оборудования**
- ✓ **Расширение возможностей для потребительского выбора**
- ✓ **Сокращение выбросов парниковых газов**

Определение распределенной энергетики



Критерии отнесения генерации к распределенной



Расположение (непосредственно у потребителя, либо рядом с ним)



Подключение к распределительной сети (≤ 110 кВт), либо прямая поставка электроэнергии потребителю



Ограничение по установленной мощности



Ограничение на перетоки с внешней энергосистемой



Соотнесение объёмов собственного потребления и выдачи в сеть (сальдо отпуска)

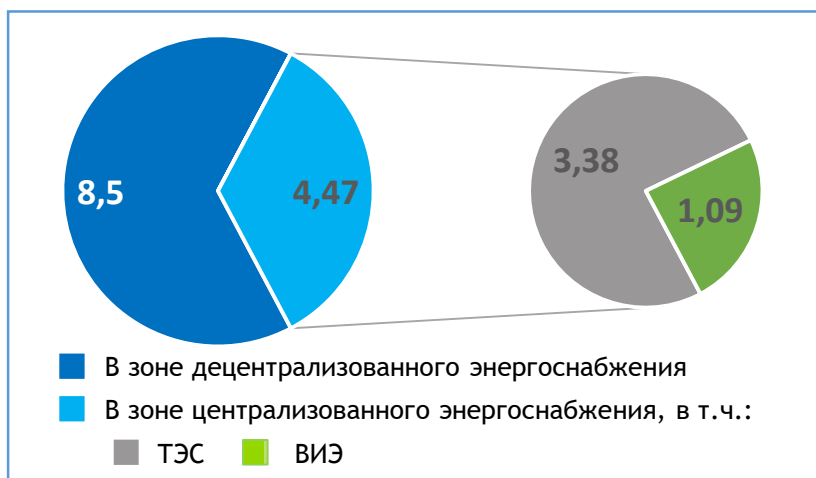


Тип режима (работа по технологическим режимам потребителя или системы)



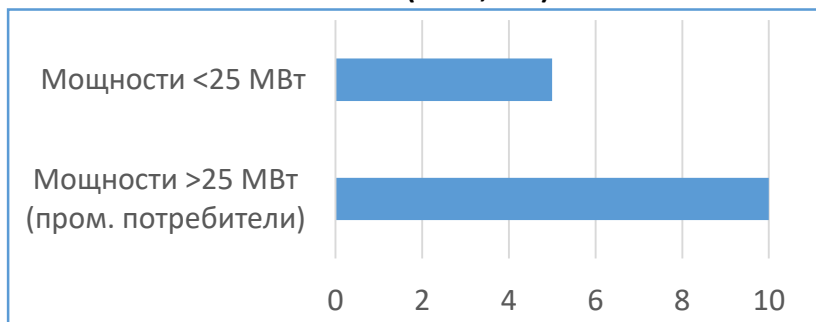
Текущая ситуация с распределенной генерацией в РФ

Установленная мощность малой (<25 МВт) распределенной генерации в РФ (2016, ГВт)



Источник: Росстат

Установленная мощность распределенной генерации в ЕЭС РФ (2017, ГВт)



Источник: UDI, анализ McKinsey&Company

- Общепринятых и формально утвержденных определений нет
- Точные данные по установленной мощности распределенной генерации также отсутствуют
- Установленная мощность малой распределенной генерации (до 25 МВт) оценивается ориентировочно в 13 ГВт, в т.ч. в пределах зоны централизованного энергоснабжения - 4,5 ГВт и еще 8,5 ГВт - в зоне децентрализованного энергоснабжения
- Кроме малой генерации в ЕЭС находятся еще как минимум 10 ГВт установленной мощности более крупных установок (более 25 МВт) у промышленных потребителей
- Доля распределенной генерации в общей установленной мощности по стране ~9-10%

Основные источники потенциала распределенной энергетики



Когенерация

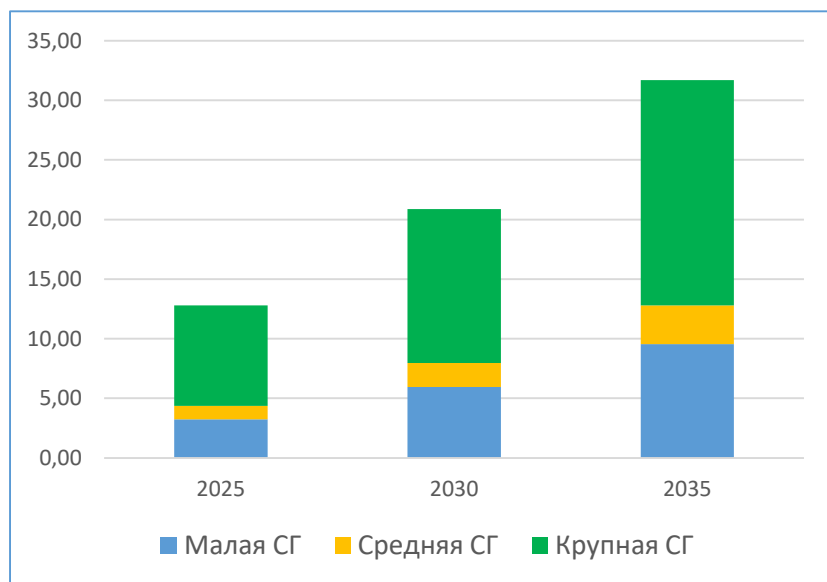
Направления развития распредел. генерации (ГВт)	2025	2030	2035
Замещение тепла с помощью распредел. генерации в зоне выбывающих ТЭЦ	18,6	19,4	20,7
Обеспечение прироста потребности в тепле	4,8	10,8	18,1
Дополнительные вводы для ликвидации дефицита	19,1	27,3	29,0
Итого когенерации	42,4	57,4	67,8

Проблема эффективного теплоснабжения в России не менее актуальна для потребителей, чем надежное и качественное электроснабжение

- Направления развития распределенной когенерации:
 - **Компенсация снижения отпуска** тепла от действующих ТЭЦ
 - **Обеспечение прироста** прогнозной потребности в тепле, отпускаемого от ТЭЦ
 - **Покрытие оставшегося дефицита** мощности путем **частичного замещения** тепла, отпускаемого от **котельных**
- Оценки даны при верхнем сценарии роста потребления и с учетом продления ресурса действующих электростанций сверх паркового в среднем на 20 лет
- Стимулом для развития когенерации является уже утверждённый механизм тарифообразования по методу «альтернативной котельной»

Собственная генерация

Прогноз прироста мощности собственной генерации в ЕЭС (2016-2035, ГВт)



Источники:

- данные McKinsey на основании базы UDI (<25 МВт)
- расчеты Энергоцентра бизнес-школы СКОЛКОВО по данным СО ЕЭС

Переход потребителей на собственную генерацию сохранится с учетом повышении цен на централизованную э/э и мощность

Элементы гипотезы:

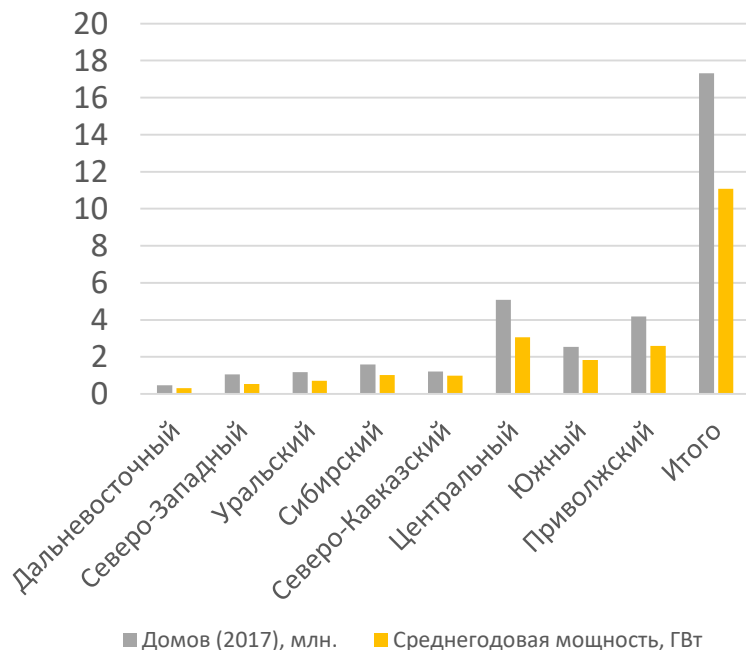
- По малой генерации (<25 МВт): сохранение сложившихся темпов роста (6% в год) до 2035 г.
- По средней и крупной генерации (>25 МВт):
 - Низкий сценарий (НС) - учет только средних блоков (25-100 МВт) с сохранением текущих темпов роста (6%) до 2035 г.
 - Высокий сценарий (ВС) - учет средних и крупных блоков (более 25 МВт) с сохранением текущих темпов роста (6%) до 2035 г.

Результаты:

- К 2035 г. потребителями может быть введено дополнительно 13-32 ГВт собственной генерации

Микрогенерация

Количество индивидуальных домов и среднегодовая мощность крышных панелей с учетом инсоляции



Источник: Росреестр, оценка Энергоцентра бизнес-школы Сколково

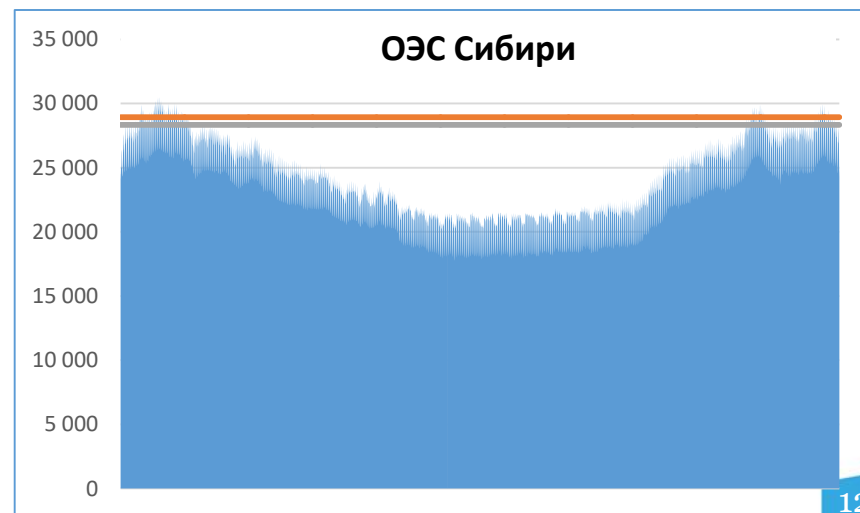
Главный сектор микрогенерации на ВИЭ - крышные солнечные панели в частных домах

- Установленная мощность установки на один дом - 5 кВт
- КПД солнечных панелей - 14% (не учтен вероятный рост КПД до 20-25% к 2035)
- Число частных домовладений - на уровне июля 2017 года (около 17 млн.)
- КИУМ варьируется в пределах 9-15,5% в зависимости от инсоляции региона
- Оценка потенциала покрывает 100% домохозяйств
- Потенциал микрогенерации на ВИЭ в этом сегменте - около **11 ГВт** (среднегодовая мощность с учетом КИУМ) или **86,5 ГВт** (установленная мощность)

Управление спросом

- Пиковая нагрузка в течение года наблюдается в течение очень ограниченного времени
- Например, для ОЭС Европейской части РФ и Урала в 2016 году пиковая нагрузка в диапазоне 95-100% от максимального значения по году была всего в течение 196 часов (2-3% времени), а в диапазоне 93-100% - 385 часов (4% времени). Объемы мощности для удовлетворения этого пикового спроса составили примерно 6 и 8,3 ГВт соответственно. При индивидуальном расчете для каждой из этих пяти ОЭС ~11 ГВт мощности в совокупности были задействованы только 5% времени в течение года. По ОЭС Сибири наблюдалась аналогичная динамика.
- Потенциал для России: 6-10 ГВт для первой ценовой зоны и 2-3 ГВт для второй ценовой зоны
- В 2016 году Системным оператором проведена процедура и сформирован перечень покупателей с ценозависимым потреблением на 2017 год, в него вошли предприятия Аллюминиевого дивизиона Русала - КраЗ, БраЗ, ИркаЗ и НкаЗ

Почасовая нагрузка в 2016 г.



Источник: Системный оператор ЕЭС

Диапазон годовой пиковой нагрузки: — 95% — 93%

*) ОЭС Северо-Запада, Средней Волги, Центра, Юга и Урала

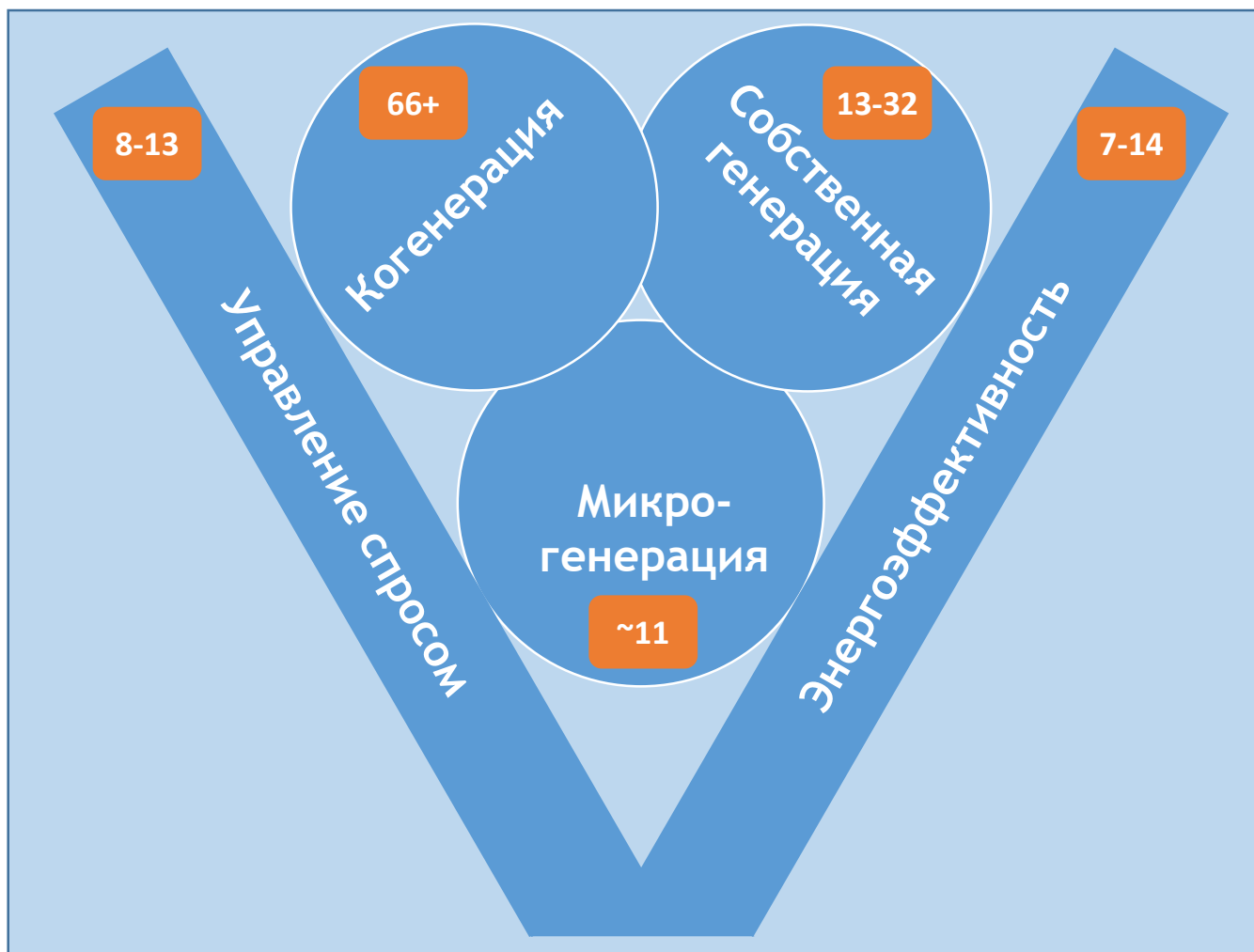
Энергоэффективность

*Россия находится на 108-ом месте из 132 стран по уровню эффективности использования энергии в промышленности**

- Потенциал снижения потребления электроэнергии (ЦЭНЭФ, 2012) - 379 млрд. кВт-ч в год (36,9% от общего уровня потребления в 2016 г., что эквивалентно 55,7 ГВт пиковой нагрузки по итогам 2016 г.)
- Основные драйверы - сбережение электроэнергии в промышленности и в зданиях
- Целевой (2008) показатель снижения энергоёмкости ВВП - 40% к 2020 от уровня 2007.
- Фактически достигнутый показатель - 13% (доклад министра энергетики, 19.10.2017)
- Барьеры для интенсификации энергосбережения (ЦЭНЭФ):
 - недостаточное стимулирование программ и мероприятий по энергосбережению со стороны регуляторов;
 - инвестиционные риски;
 - отсутствие форм стратегического партнерства между государством и бизнесом, направленных на энергосбережение.

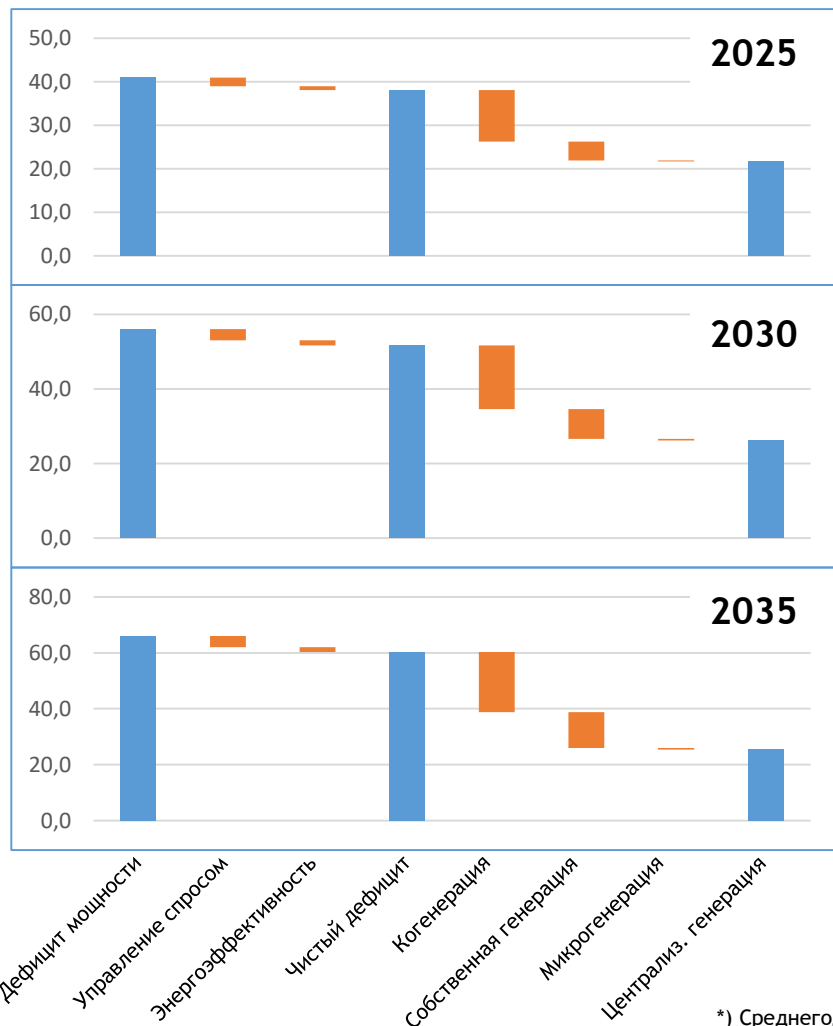
В настоящем исследовании принято, что потенциал уменьшения спроса на электроэнергию за счет усиления энергосбережения в России составляет 5-10% от факта 2016 г. - к 2035 г.

Потенциал распределенной энергетики (2035 г., ГВт)



Сценарий развития распределенной энергетики

Допущения консервативного сценария развития распределенной энергетики и оценка ее потенциала в 2035 г. (ГВт)



Управление спросом	
• 50% от низкого сценария	4
Энергоэффективность	
• 25% от низкого сценария	1,8
Когенерация	
• 50% в части обеспечения прироста потребности в тепле	21,5
• 25% по замещению тепла в зоне выбывающих ТЭЦ и переводу котельных в мини-ТЭЦ	
Собственная генерация	
• 100% от малой и средней РГ	12,8
Микрогенерация	
• 5% домохозяйств (~870 тыс. в 2035 г.)	0,55*

*) Среднегодовая мощность с учетом КИУМ, эквивалентная 4,4 ГВт установленной мощности

Что делать

1. Признать распределенную энергетику **важным элементом** развития электроэнергетики России
2. Активно задействовать возможности распределенной энергетики при разработке и реализации **схем и программ развития электроэнергетики регионов** - в т.ч. мер по управлению спросом
3. Проводить **сравнительный анализ** проектов по модернизации / сооружению крупной генерации или расширения сетевой инфраструктуры с альтернативой в виде развития распределенных энергетических ресурсов
4. Снять **барьеры и ограничения** на пути создания и функционирования объектов распределенной энергетики (например - путем упрощения процедуры ввода в эксплуатацию собственной генерации потребителей и обеспечения ее параллельной работы с централизованной сетью)
5. Поддержать появление **субъектов нового типа**, способных реализовывать комплексные проекты распределенной генерации «под ключ» с привлечением финансирования и предоставлением услуг по последующей эксплуатации, а также субъектов, обеспечивающих инфраструктуру рынков нового типа

Приложение

Внешние определения (1/2)

Распределенная генерация - это система, состоящая из электростанций, подключаемых к распределительным сетям или сетям внутреннего электроснабжения потребителей ≤ 110 кВ, максимально приближенная к узлам потребления, функционирующая в составе энергосистемы или автономно и имеющая в точке присоединения установленную мощность ≤ 100 МВт, при условии выдачи мощности во внешнюю сеть не более 25 МВт, использующая для производства любые первичные источники энергии, включая возобновляемые, за исключением ранее введенных в эксплуатацию традиционных паротурбинных электростанций.

ГОСТ Р «Генерация распределенная. Термины и определения» (проект от июля 2017)

Распределенная генерация - понятие применяется, когда генерация электричества происходит источниками (зачастую возобновляемыми), расположенными рядом с местом потребления, в отличие от централизованной генерации электричества на электростанциях

Department of Energy, USA, www.energy.gov

Внешние определения (2/2)

Активный энергетический комплекс (АЭК) - совокупность электрически связанных в объединенных границах балансовой принадлежности объектов по производству электрической энергии, а также накопителей энергии, объектов электросетевого хозяйства, энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, присоединенных к энергосистеме на уровне напряжения 110 кВ и ниже с выполнением требований к управляемому интеллектуальному соединению, утвержденными Минэнерго России, управление режимами производства и потребления электрической энергии в границах которого осуществляется самостоятельно и независимо от системы оперативно-диспетчерского управления энергосистемы, за исключением регулирования перетока электрической энергии и мощности через управляемое интеллектуальное соединение.

Рабочая группа Энерджинет (проект октября 2017 г.)

Энергоснабжающая самобалансирующая организация (ЭССО) - новый субъект энергетики для управления промышленными АЭК и подобными микроэнергокомплексами: управляет технологическими режимами энергокомплекса для обеспечения экономически обоснованного баланса производства и потребления электрической энергии в энергокомплексе при условии нормирования перетока по связям с внешней энергосистемой; выступает единым субъектом отношений по купле-продаже электрической энергии и консолидирует иные внешние связи энергокомплекса; обеспечивает финансовые расчеты и формирование системы гражданско-правовых отношений между участниками энергокомплекса.

Концепция ЭССО (редакция октября 2017 г.)

Распределенная энергетика - анализ кейсов

Найдено более 800 кейсов РГ в России и мире

Рассмотрено подробно 66 кейсов, в том числе 36 российских

4 кейса – наиболее типовых для условий ЕЭС России

1. Крупная ТЭЦ промышленного потребителя (ГТУ / ГПА)
2. Энергоцентр (ко-, тригенерация) в поселке (в т.ч. реконструированный из котельной)
3. Энергоцентр (ко-, тригенерация) для небольшого потребителя (СМП)
4. Микрогенерация для домовладения

Кейс 1: крупная ТЭЦ промышленного потребителя



Технологии:

- 1) ПСУ / ГТУ / ПГУ, реже ГПА
- 2) Топливо: отходы производства, газ.
Реже - уголь, мазут
- 3) Когенерация (пар, горячая вода),
теплоснабжение города

- Мощная ТЭЦ (60-600 МВт),
запускается синхронно с заводом
либо строится после ввода завода
- Тесная связь с заводом-
потребителем по энергии, топливу,
инфраструктуре
- Примеры: ТЭЦ ММК (1954 г.) или ТЭС
Новоуренгойского ГХК (2018 г.), ТЭС
Пермьнефтеоргсинтез (2015 г.)

Основные владельцы в России:

- 1) Металлургия (Норильский Никель,
ММК, Евраз, РУСАЛ, НЛМК,
Северсталь, Metalloinvest)
- 2) Нефтегаз (Роснефть, Газпром,
Газпромнефть, Сургутнефтегаз,
Лукойл, Сахалин Энерджи, Ямал
СПГ...)
- 3) Химия (Сибур, Щёкиноазот)

Кейс 2: энергоцентр в поселке



Технологии:

- 1) ГПА, реже ГТУ
- 2) Топливо: газ
- 3) Когенерация (горячая вода), реже тригенерация
- 4) Чаще всего - автономия от энергосистемы

- Энергоцентр средней мощности (до 30-50 МВт), строится вместе с новым микрорайоном или позже (в т.ч. на базе котельной)
- Главная функция - теплоснабжение
- Примеры: энергоцентры в микрорайонах Ю.-Сахалинска, Новосибирска, Подмосковья и т.д.

Основные владельцы в России:

- 1) Девелоперы на рынке жилой недвижимости
- 2) Операторы распределенной энергетики
- 3) Муниципалитеты

Кейс 3: энергоцентр для среднего/малого бизнеса



Технологии:

- 1) ГПА, реже ГТУ
- 2) Топливо: газ
- 3) Когенерация (горячая вода), реже тригенерация
- 4) Чаще всего - автономия от энергосистемы

- Энергоцентр малой мощности (до 5 МВт), строится вместе с новым предприятием/цехом/зданием или позже (в т.ч. на базе котельной)
- Главная функция - надежное электро- и теплоснабжение бизнеса
- Примеры: энергоцентры тепличных комплексов, отелей, сборочных цехов и т.д.

Основные владельцы в России:

- 1) Собственники бизнесов (Магнит, Лента, цементные заводы)
- 2) Реже - операторы распределенной энергетики (схемы лизинга, BOT, BOO и т.д. - например, Air Liquide)

Кейс 4: микрогенерация для дома



Технологии:

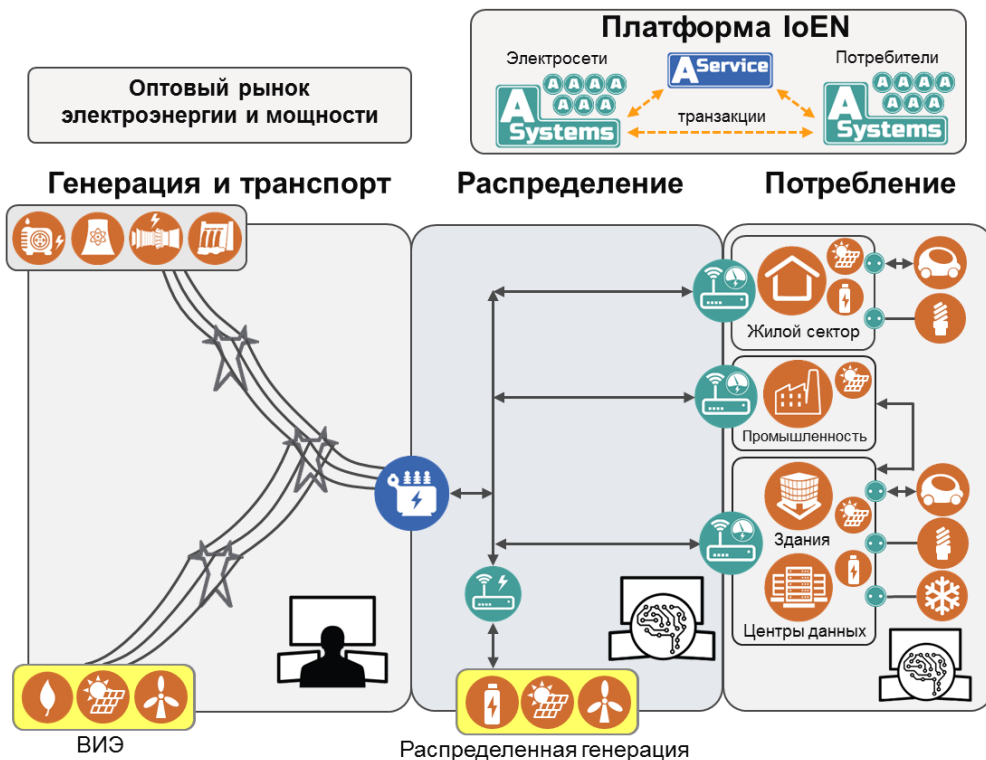
- 1) PV, ветрогенераторы, реже накопители, ГПА и топливные элементы
- 2) Топливо: ВИЭ, реже газ
- 3) Чаще всего - автономия от энергосистемы

- Энергоцентр мощностью 5-20 кВт
- Примеры: PV-энергоцентр в Калининграде, PV+ветер - в Краснодаре (оба примерно по 5 кВт)

Основные владельцы в России:

- 1) Физические лица

Масштабное применение РЭ приведет к изменению архитектуры электроэнергетики



КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ:

- Устойчивость совместной работы энергосистемы и распределенных источников энергии
- Техническое присоединение распределенных источников энергии к сетям общего пользования
- Согласованное управление производством, накоплением и потреблением энергии
- Sharing мощности DER
- P2P энергообмен

АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ:

- Ячеистая архитектура (просьюмеры, микрогриды)
- Линии постоянного тока
- «Энергетические роутеры»
- СНЭ в опорно-балансирующей функции
- Сложно-замкнутая топология сети
- Агрегаторы
- Платформы для децентрализованных рынков

INTERNET OF ENERGY - экосистема производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией