

Яка енергетика нас врятує?

Доповідач: Кучер Сергій
kucher@ua.fm

Класифікація генерації електроенергії

Історична за джерелом енергоносія

- Традиційна енергетика
- Альтернативна енергетика

За характером роботи в енергосистемі:

- Прогнозована (з запасом палива)
- Малопрогнозована (стохастична, перемінна)

За впливом на озоновий шар планети

- Низьковуглеродна
- Високовуглеродна

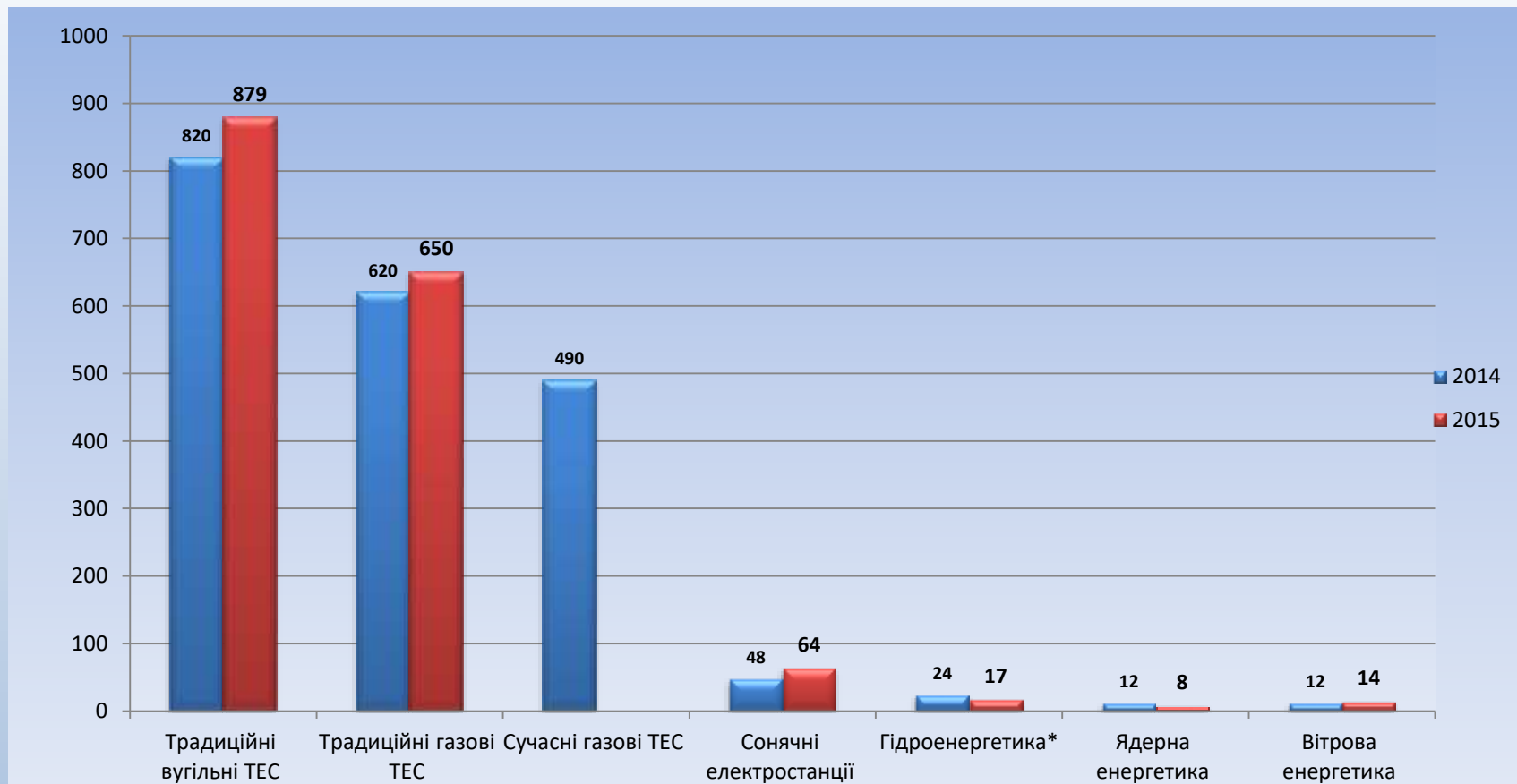
Ці класифікації умовні і перетинаються на кожному з об'єктів генерації

Низьковуглецева енергетика

це така енергетика, яка **створює низький вуглецевий слід під час виробництва електроенергії**. Оскільки перелік парникових газів налічує багато хімічних сполук, які мають різну активність (найбільш вагомі – діоксид вуглецю CO_2 та метан CH_4), для порівняння та узагальнення встановлено коефіцієнти приведення до єдиного показника – CO_2 *еквівалент.

Граничною межею для низьковуглецевої енергетики вважається 50 грам CO_2 *екв/кВт*г за життєвий цикл електростанції. Цей показник також включає викиди парникових газів, що утворюються під час виробництва енергообладнання та первинних енергоносіїв, що використовувалися електростанцією.

Викиди парникових газів г СО₂ екв/кВт·год по видам генерації



- 2014 – дані IPCC 2014
- 2015 – дані International Reference Centre for the Life Cycle of Products, Processes and Services 2015

Історична за джерелом енергоносія

Традиційна енергетика – джерелом є викопний мінеральній або органічний енергоносіє, що цілком втрачає первинну форму в процесі виробництва електроенергії (вугілля, газ, нафта, уранова руда). Приклади генерації – АЕС, ТЕС, ТЕЦ, ПГУ, ГТУ

Велику гідроенергетику (ГЕС та ГАЕС побудовані на греблях) також часто згадують як традиційну, це пов'язано із тим, що перші ГЕС з'явилися наприкінці XIX сторіччя і потім мали широке застосування (сьогодні доля ГЕС складає приблизно 16% в світовому балансі), тому це перевірена віками технологія, в той час як альтернативна енергетика - як галузь виробництва електроенергії - сформувалася в другій половині XX сторіччя

Альтернативна енергетика

сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії. До альтернативних джерел енергії відносяться такі джерела енергії: енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів.

Відновлювана енергетика

це енергетика, де в якості первинного джерела енергії використовуються відновлювані природні процеси (сонце, вітер, енергія води, геотермальна, біомаса). Основною відмінністю відновлюваних джерел енергії є те, що вони не знищуються під час їхнього використання, на відміну від мінеральних палив, які споживаються для вироблення енергії.

Як бачимо, відновлювану енергетику можна вважати часткою альтернативної енергетики.

«Зелений» тариф

згідно з чинним законодавством України – це спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів), а з використанням гідроенергії – вироблена гідроелектростанціями потужністю до 10 МВт. Межа між традиційною «великою» та альтернативною «малою» гідроенергетикою – межа зеленої підтримки – в різних країнах встановлена від 1 до 10 МВт для одиничної ГЕС, хоча дослідженнями встановлено, що електроенергія вироблена на великих ГЕС має менший екологічний слід, ніж електроенергія, вироблена на малих ГЕС).

Довідкова ціна електроенергії в ОЕС України на жовтень 2020 року (без ПДВ)

- СЕС:
 - великі СЕС - **4,22 грн /кВт*год**
 - окремі великі СЕС – від **3,62 до 8,10 грн /кВт*год**
- СЕС приватних домогосподарств - **від 5,37 до 5,97 грн/кВт·год**
- малі ГЕС (до 10 МВт) - **3,84 грн /кВт*год**
- мікро ГЕС – **від 4,60 до 6,40 грн /кВт*год**
- ВЕС - **3,11 грн /кВт*год**
- електростанції на біопаливі– **4,09 грн /кВт*год**

Середньозважена ринкова ціна за результатами торгів (в т.ч. виробників «великої гідроенергетики» з ГЕС більше 10 МВт):

- на ринку «на добу наперед»: **1,32 грн /кВт*год**
- на внутрішньодобовому ринку: **1,29 грн /кВт*год**

Ціна для населення:

- до 100 кВт*год – **0,75 грн /кВт*год**;
- після 100 кВт*год – **1,40 грн /кВт*год**

Ще не винайдена екологічно чиста енергетика

В останній період в ЗМІ йде масована компанія за перехід на глобальну зелену енергетику, яка на думку активистів буде складатися лише з сонячних та вітрових електростанцій, які виробляють екологічно чисту енергію.

Якщо поглянути на вплив електростанцій на довкілля, то кожен вид генерації має індивідуальний негативний вплив. Наприклад:

- вітрові електростанції знищують традиційні шляхи міграції птахів – вітрові коридори. Також їхні обертові колеса створюють круг до 100 м у діаметрі і примусово перемішують спокійні повітряні приземні шари, таким чином змінюючи природні цикли вологості на поверхні землі (ранкові та вечірні роси) і підвищують середню температуру за ВЕС до 1,5 град.С
- вугільні електростанції створюють проблеми з мінеральною золою, що викидається у повітря
- сонячні електростанції займають великі площі, змінюють сонячний потік на ґрунті, а зграї птахів приймають їх зверху за вільні водойми і намагаються сісти на відпочинок, що приводить к травмам та загибелі. При виробництві кремнійполімерної плівки утворюється велика кількість хімічних газів, які агресивні і підсилюють парниковий ефект
- атомні електростанції змінюють радіоактивний фон, особливо внаслідок нештатних ситуацій при експлуатації

Вплив кожного великого об'єкта будівництва досліджується за детально розробленими методиками, розглядається на стадії проектування і оприлюднюється для відкритих громадських слухань

За характером роботи в енергосистемі:

Прогнозована (з запасом палива) – це така, яка може самостійно спрогнозувати і витримувати своє виробництво протягом досить довгого періоду часу.

Малопрогнозована (стохастична, нестіка) – це така, що може подати графік максимальної потужності із приблизною точністю, при цьому не гарантує його витримання. Це в першу чергу сонячні та вітрові електростанції, що працюють за погодними умовами.

Енергосистема не може бути побудована на лише одному виді генерації, тим більш нестійкої. Системна комбінація обсягів, яка в сукупності зменшує електроенергетичні недоліки і кумулятивний негативний вплив на довкілля - є завданням для прогнозу розвитку генеруючих потужностей в країні

Ключова відмінність традиційної великої енергетики від відновлюваної — традиційна має запаси первинного палива для підтримки свого виробництва. Відновлювана енергетика на енергії сонця і вітру в принципі не має можливості накопичення джерела для виробництва електроенергії.

З точки зору роботи енергосистеми по накопиченню первинного енергоносія наразі існують:

1. Генерації з можливістю великого циклу накопичення та автономної роботи у кілька місяців (вугільні ТЕС, АЕС)
2. Генерації з можливістю циклу накопичення та автономної роботи від кількох днів до тижнів (ГЕС, міні ТЕС на біопаливі)
3. Генерації без можливості накопичення первинного енергоносія (ВЕС, СЕС, частково - ТЕС на природному газі)

За великим рахунком саме ці особливості формують стратегії роботи генерації у відкритому ринку електроенергії

Велика гідроенергетика, хоча і є традиційним видом енергетики, джерелом походження має відновлюване джерело, яке в певних обсягах можна накопичувати та регулювати. У разі певних природних катаклізмів (наприклад виверження вулкану із виникненням пилових хмар) і погашення внаслідок цього сонячної генерації, накопичувальних запасів водосховищ вистачить, щоб балансувати і підтримувати ОЕС України протягом кількох тижнів.

Світовий досвід щодо особливостей інтеграції СЕС і ВЕС в енергосистему

- Нестійкі відновлювані джерела енергії, наприклад дахові сонячні системи, часто приєднуються до локальних розподільчих мереж, а не до високовольтних ліній енергосистеми. Така генерація є ефективною коли невидима та не підконтрольна операторам мережі, які можуть побачити її вплив. З іншої сторони, ця низька видимість і відсутність контролю можуть додати проблем до прогнозування та управління їх мінливістю. Навіть там, де мінливість передбачувана, швидкість змін може спричинити труднощі. Наприклад, сонячна генерація, як правило, швидко знижується в період заходу сонця, в той час як попит набуває максимуму (так звана Каліфорнійська крива, що широко дискутується). Це потребує від оператора мережі задіяння значних резервних потужностей протягом короткого періоду.
- Оскільки видача потужності з вітрових турбін і сонячних модулів залежить від місцеположення, згідно з переважаючою погодою та часом доби, додаткова нестійка генерація в цьому районі виходить менш корисною для енергосистеми. Це питання набуває ще більшої ваги під час зміни навантаження ВДЕ, що означає примусову зміну споживання щоб відповідати генерації, а не навпаки. Щоб зменшити примусові обмеження видачі потужності ВЕС і, таким чином, підвищити рентабельність інтеграції відновлюваних джерел енергії, певний рівень гнучкості енергосистеми є життєво важливим. Системи накопичення дозволяють операторам акумулювати надлишок енергії поновлюваних джерел, на той час коли, це потрібно.
- Традиційні вугільна, газова, ядерна та гідроенергетика виробляють електроенергію з застосуванням масивних турбогенераторів, що обертаються синхронно з частотою в мережі. Механічний інерційний момент цих турбін допомагає компенсувати коливання частоти в мережі і частота в мережі, таким чином, стабілізується для споживачів. В той же час, покоління асинхронної вітрової та сонячної генерації не забезпечує таку операційну вигоду. Це поставило новий акцент на регулюванні частоти в мережі.
- Деякі провідні енергетичні ринки для підтримки нестійкої відновлюваної енергетики також мають високі рівні інших, стійких, поновлюваних джерел енергії (гідроенергетика, геотермальні ресурси, біомаса та концентратори сонячної енергії), які можуть використовуватися як цінний буфер. Наприклад, у Данії, Уругваї та Іспанії високі рівні гідроенергетики, сонячних концентраторів, енергії біомаси.

Світовий досвід: ГАЕС чи літєві акумулятори?

Повний перехід на використання накопичувачів на літєвих акумуляторах стримує не лише їхня висока вартість, а і наступні недоліки, які обумовлені принципом роботи, і які не можуть бути в найближчій перспективі вирішені остаточно:

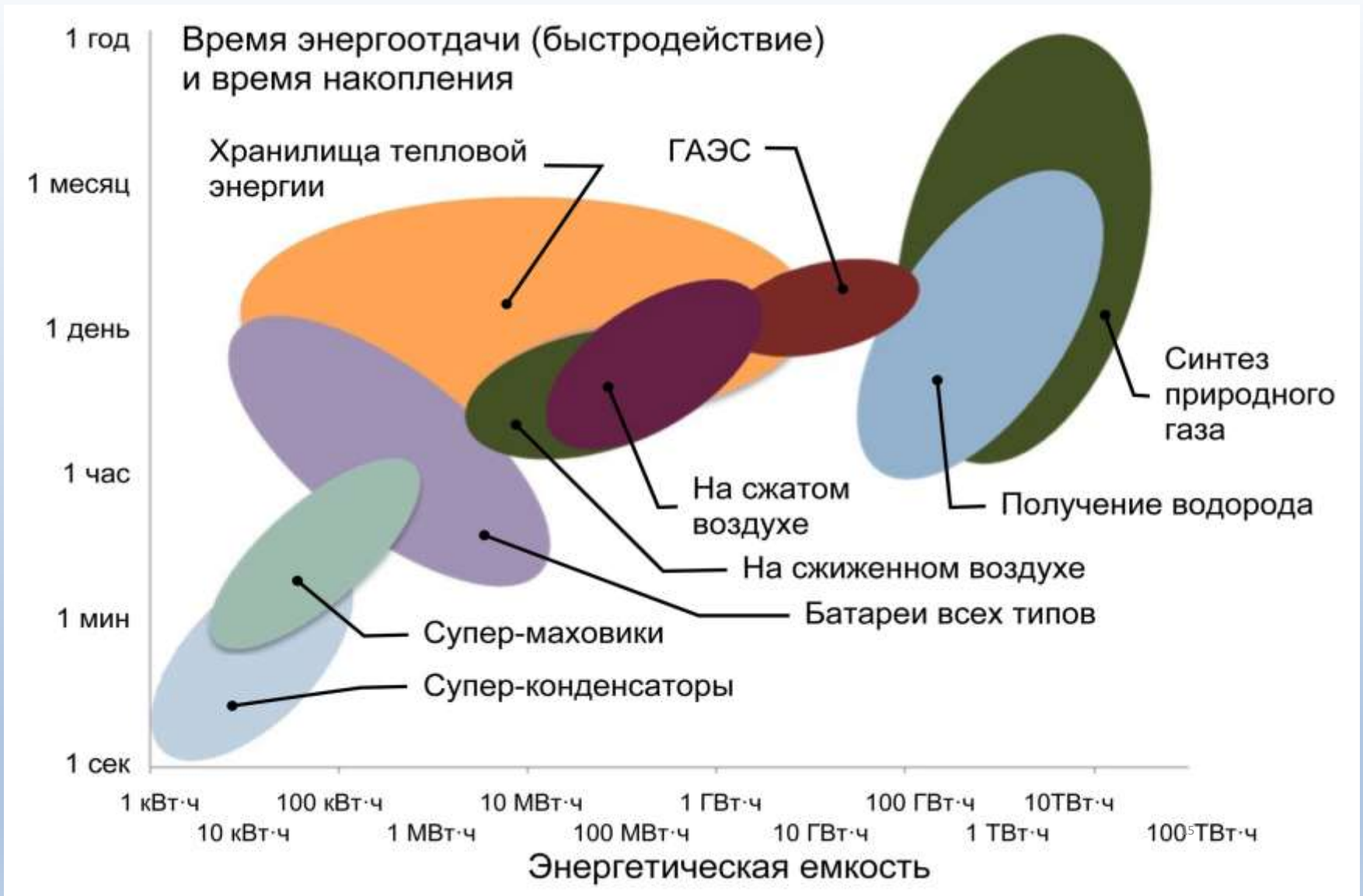
- висока пожежна небезпека
- великий негативний вплив на довкілля при створенні та утилізації
- цикл заряду суттєво довший ніж цикл розряду
- обмежена кількість циклів “заряд-розряд”
- часткова втрата ємності задовго до вичерпання ресурсу по кількості циклів
- відсутній досвід застосування великих електричних акумуляторів в диспетчерських засобах автоматичного регулювання частоти та потужності в енергосистемах.

Сукупність фінансових та технічних обмежень робить літєві акумулятори-накопичувачі лише частиною майбутнього рішення проблеми роботи нестійкої генерації в ізолюваних та об'єднаних енергосистемах

Тренд на розвиток і нове будівництво ГАЕС залишиться як в Європі, так і в Америці. Будівництво ГАЕС і літєвих накопичувачів прогнозується не конкурентними, а паралельними процесами:

- за результатами проекту eStorage, у країнах ЄС було визначено 117 ділянок для будівництва ГАЕС загальним обсягом 2291 ГВт*год, з яких 54% на півдні Норвегії, 13% – в Альпах, 5% – у Піренеях.
- В США в період з 2017 по 2020 рр. анонсовано 18 великих проектів з будівництва загальносистемних накопичувачів енергії загальною встановленою потужністю понад 1,17 ГВт. Одночасно з цим будуються сім гідроакумуляюючих станцій загальною потужністю 5,95 ГВт, а взагалі в США на стадії ініціювання знаходяться проекти нового будівництва ГАЕС сумарною потужністю 20 ГВт.

Порівняння систем зберігання електроенергії



Дякуємо за увагу