

УДК 621.31

Є.О. Касьяненко, магістрант
Кафедра Електропостачання
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ MICROGRID В НАЦІОНАЛЬНОМУ ЗАКОНОДАВЧОМУ ТА РЕГУЛЯТОРНОМУ ПРОСТОРИ

Анотація. У статті досліджено поняття "microgrid" (мікромережа), моделі microgrid та класифікацію microgrid. За результатами опрацювання нормативно-правових актів ЄС та України запропоновано визначення, а також класифікаційні ознаки microgrid, що дозволяють ідентифікувати окремі моделі мікромереж. За результатами аналізу визначено прогалини законодавства, що стримують розвиток мікромереж.

Ключові слова: microgrid, моделі microgrid, моделі управління microgrid, активний споживач, prosumer, енергетичний кооператив, MCP, CDS, CEC, DSOMM, PC, FMM.

Вступ. Внаслідок руйнівних повітряних атак російського агресора електроенергетична система України втратила близько половини генерувальних потужностей, переважно теплової маневреної генерації, через що виробництво електроенергії впало більш ніж на 30%. Навіть в неопалювальний період промислових і комерційних споживачів вже закликають зменшувати обсяги електроспоживання у пікові години доби через обмеження генерації на електростанціях. Так, наприклад, у ТРЦ «Lavina Mall» (м. Київ) орендарів закликають зменшувати споживання потужності не менш ніж на 50% з 17:00 або ж електропостачання буде припинено взагалі.

За таких умов збільшувати генерувальні потужності і підвищувати стійкість об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України до агресивних зовнішніх впливів доцільно шляхом розбудови розосередженої генерації в парадигмі подальшої децентралізації електроенергетики та імплементації концепції активних мереж розподілу, що об'єднують добре збалансовані microgrids (мікромережі), зокрема, на базі альтернативних та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Такий підхід дозволить забезпечити надійне електропостачання споживачів навіть в умовах повного від'єднання microgrid від загальної електромережі.

Отже, через прагнення до енергонезалежності та підвищення енергетичної стійкості об'єктів споживачів актуальним є питання дослідження особливостей впровадження та функціонування microgrid в Україні на основі найкращих практик.

Метою статті є дослідження нормативного та правового забезпечення процесів впровадження та експлуатації microgrid в Україні та в Європейському Союзі (ЄС), а також дослідження можливості імплементації передових моделей управління microgrid на основі сучасного законодавства.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- дослідити поняття, визначити класифікаційні ознаки та диференціювати моделі microgrid;
- виконати порівняльний аналіз законодавчої та регуляторної бази з розробки, впровадження та експлуатації microgrid в ЄС та Україні;
- виконати аналіз і визначити моделі управління microgrid, найбільш придатні для імплементації в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що дослідженням аспектів

побудови та застосування microgrid займаються провідні науковці, зокрема, М.Пашеро, Р.Шридхара, С.Деша, О.В.Кириленко, В.Я. Жуйков, В.П.Розен та ін. Проте, ці дослідження зосереджено здебільшого на технічних аспектах функціонування та управління microgrid, залишаючи поза рамками досліджень особливості маркетингових моделей управління мікромережами. Отже, виникає потреба в подальших дослідженнях особливостей саме нормативно-правового регулювання впровадження та експлуатації microgrid, зокрема моделей управління мікромережами.

Матеріал і результати досліджень. Упродовж останніх років суттєво підвищився інтерес до microgrid, головною метою яких є забезпечення споживачів електричною енергією, зокрема, в разі від'єднання від основної мережі. Також microgrid використовується у регіонах, де неможливо забезпечити приєднання споживачів до основної електромережі (наприклад, морські острови, віддалені населені пункти тощо). Першочерговим завданням дослідження є з'ясування, що являє собою microgrid, адже сьогодні у науково-технічній літературі доступна велика кількість визначень. У європейському та українському законодавстві сьогодні усталене визначення microgrid окреслено не чітко, що призводить до помилкових трактувань цього терміну. Ба більше, немає консенсусу навіть з приводу єдиного написання терміну “microgrid”, як серед науковців, так і серед профільних органів. Зокрема, зустрічаються такі варіанти: “microgrid” [1], “Micro-grid” [2], “MicroGrid” [3], “micro grid” [4] тощо. Для більш детального розуміння розглянемо різні визначення.

Міністерство енергетики Сполучених Штатів Америки (United States Department of Energy) визначає microgrid, як *групу взаємопов'язаних навантажень і розподілених енергетичних ресурсів у межах чітко визначених електричних кордонів, яка діє як єдиний керований об'єкт по відношенню до мережі та може приєднуватись та від'єднуватись від загальної мережі, що дозволяє їй працювати в острівному режимі* [1]. Такої ж думки дотримується і Міжнародна електротехнічна комісія (International Electrotechnical Commission, IEC), яка у Міжнародному електротехнічному словнику (International Electrotechnical Vocabulary, IEV) використовує таке саме визначення, зазначаючи при цьому, що воно охоплює як комунальні мікромережі, так і мікромережі об'єктів, що належать споживачам [5].

Професор Національного технічного університету Афін Нікос Д. Хаціаргіріу, визначає microgrids, як *системи розподілу з розподіленими джерелами енергії, пристроями зберігання та контрольованими навантаженнями, які працюють під'єднаними до основної електромережі або ізольованими в скоординований спосіб* [2].

Громадська організація New York State Energy & Development Authority (NYSERDA), що спеціалізується на аналізі, проведенні технічних експертиз, консультуванні з енергоефективності і використання ВДЕ, визначає microgrids, як *локальні енергетичні мережі, що можуть від'єднуватись від більшої електромережі під час екстремальних погодних умов чи надзвичайних ситуацій, надаючи живлення окремим споживачам та критичним громадським сервісам такі, як лікарні, служби реагування на надзвичайні ситуації та водоочисні комплекси* [3].

Міжнародний Конгрес Великих Енергетичних Систем (International Council on Large Electric Systems, CIGRE) під терміном microgrid розуміє *системи розподілу, що містять навантаження та розосереджені енергетичні ресурси (генератори, накопичувальні пристрої або контрольовані навантаження), які можуть працювати у контрольований, координований спосіб, як під час з'єднання із основною мережею, так і в острівному режимі* [6].

Нідерландський науковець Ромен Могер упродовж 2020 — 2021 років провів

дослідження, частина якого стосувалась визначення поняття “microgrid” [4]. У ході дослідження було опрацьовано понад 30 наукових статей, книг, офіційних доповідей, що здебільшого було опубліковано з 2010 по 2020 рр., які так чи інакше стосуються microgrid. З цих праць було проаналізовано визначення поняття “microgrid”, що пропонують автори і виділено спільні риси:

- локальне розташування (на обмеженій географічній території);
- наявність мікрогенерації на базі традиційних та/або відновлюваних мікроджерел енергії, пристроїв накопичення/зберігання енергії та контрольованих навантажень, що забезпечує енергонезалежність та підвищення надійності електропостачання споживачів;
- здатність microgrid відокремлюватись від загальної мережі і працювати в острівному режимі. При цьому, microgrid може взагалі не мати зв'язку із загальною електромережею [4].

Ще на початку XXI ст., коли активно почали досліджуватися питання розбудови microgrid з метою підвищення надійності електропостачання, передусім у США через стихійні лиха, що часто руйнують енергетичну інфраструктуру, науковці зазначали про важливість обмеження потужностей для таких мікромереж. Управління енергетичних досліджень і розвитку штату Нью-Йорк (NYSERDA) у 2010 році опублікувало звіт “Microgrids: an assessment of the value, opportunities and barriers to development in New York state” [7]. Дослідницькою групою було виявлено, що більшість мікромереж мають генерувальну потужність до 10 МВт, проте більші системи, які призначено, наприклад, для енергозабезпечення кампусів, мали потужність до 40 МВт. Як зазначають автори, розмір microgrid змінюється залежно від поставлених задач, проте на їхню думку прийнятною, хоча й умовною верхньою межею потужності мікромережі є 40 МВт [7]. Відповідно до онлайн сервісу “Microgrids Map of the EU” можна проаналізувати наявні microgrid у ЄС. Більшість мікромереж мають потужність до 1-2 МВт, лише дві мікромережі “Feldheim” (Німеччина) та “Bornholm-Microgrid” (Данія) мають великі генерувальні потужності такі, як 75 МВт та 62,5 МВт відповідно [8].

На основі проведених досліджень з урахуванням аналізу визначень від різних наукових та комерційних організацій запропонуємо наступне визначення: *microgrid — це локально розташована (на обмеженій географічній території) збалансована мікроенергосистема з єдиним центром управління та обмеженою генерувальною потужністю (зазвичай не більше 40 МВт), що охоплює мікрогенерацію на базі традиційних та/або відновлюваних мікроджерел енергії, пристрої накопичення/зберігання енергії і контрольовані теплові та електричні навантаження і забезпечує енергопостачання споживачів (промислових, комунальних, побутових) та/або підвищує його надійність як в режимі функціонування у складі загальної електромережі, так і за тимчасового або не обмеженого в часі автономного/острівного режиму.* Слід зазначити, що обмеження генерувальної потужності мікромережі саме 40 МВт бачиться доцільним сьогодні. Проте, через неухильне вдосконалення генерувальних установок, зростання потужностей струмоприймачів та обсягів споживання електроенергії це обмеження передбачає виключення і в подальшому може бути переглянuto.

Наступним кроком доцільно визначити ключові класифікаційні ознаки, що дозволять відрізнити microgrids. Мікромережа має забезпечувати надійне електропостачання споживачів, зокрема, в острівному режимі за тимчасового чи необмеженого від'єднання від загальної електромережі. Отже, однією з головних класифікаційних ознак microgrid є її автономність і збалансованість за потужностями

навантаження та генерації. Іншою класифікаційною ознакою є обмеження генерувальної потужності microgrid. Якщо мікромережі не обмежувати в потужності, це може стати певною лавізкою для не добросовісних підприємців, які будуть будувати мікромережі з великими генерувальними потужностями і користуватись або ж пільговими умовами, що потенційно передбачені у законодавстві щодо microgrid або ж виникатимуть великі монопольні гравці в регіоні, яких буде важко контролювати. Також, будь-яка розподільна мережа має керуватись з єдиного центру управління. Microgrid не є виключенням і важливою класифікаційною ознакою є наявність єдиного центру управління мікромережею. Загальну структуру microgrid наведено на рис. 1.

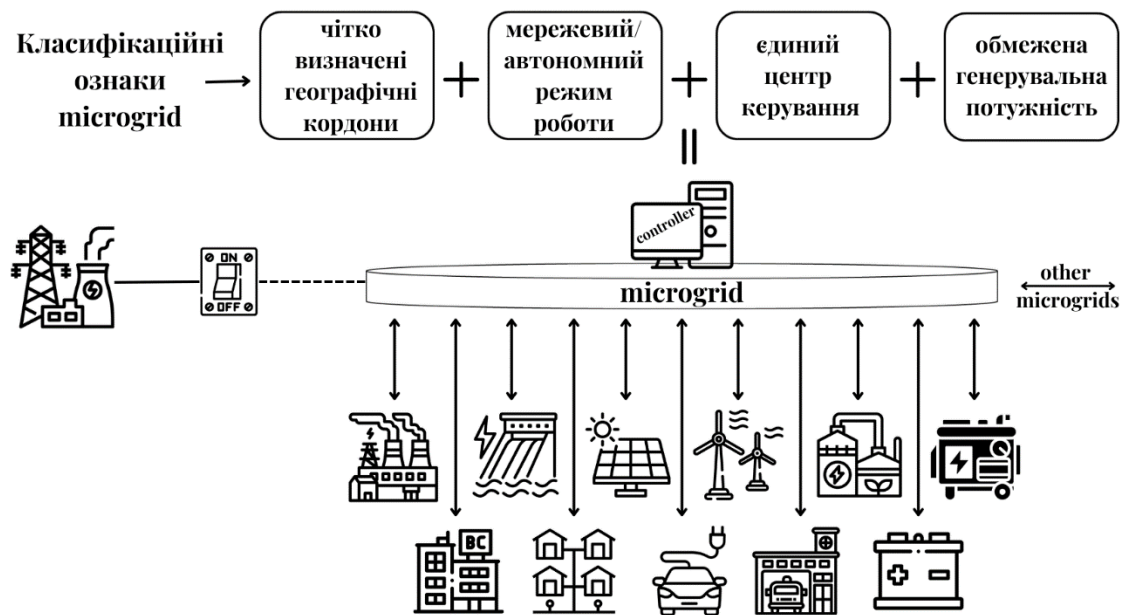


Рисунок 1 – Загальна структура та класифікаційні ознаки microgrid. Створено з використанням ресурсу Flaticon.com [9]

Наступним етапом дослідження є класифікація моделей microgrid в регуляторному полі. Аналізуючи законодавство ЄС у сфері електроенергетики, зокрема, Директиву ЄС 2019/944 про загальні правила внутрішнього ринку електричної енергії [10], Директиву ЄС 2018/2001 про сприяння використанню енергії з відновлюваних джерел [11], а також публікації європейських науковців, нормативно-правове регулювання microgrid в європейському законодавстві бачиться недосконалим.

Сьогодні microgrid в ЄС законодавчо не визначено, тобто не існує офіційного визначення, що можна було б розуміти під таким поняттям [12]. Як зазначає науковець Джеймі Берент у своїй праці “Small Systems: Big Impacts – Examining the Concept of Microgrids from an EU Law Perspective” [12] в ЄС поняття “microgrid” використовується здебільшого у наукових колах та політичних документах і не має офіційного юридичного підкріплення, що стримує розвиток мікромереж. Відсутність офіційного тлумачення призводить до обмеження переваг споживачів, які могли б надати такі мікромережі.

Директива 2019/944 не містить визначення “microgrid”, проте, окремі положення [10] можна все ж таки співставити з певними класами мікромереж (рис. 2), зокрема, закриті системи розподілу (Closed Distribution Systems, CDS), громадські енергетичні спільноти (Citizen Energy Community, CEC), активні споживачі (prosumers), малі

ізолювані системи (Small Isolated System, SIS) і малі приєднані системи (Small Connected System, SCS). Директивою ЄС 2018/2001 визначено спільноти з відновлюваних джерел (Renewable Energy Community, REC), що також можна співставити з окремим класом microgrid [12].

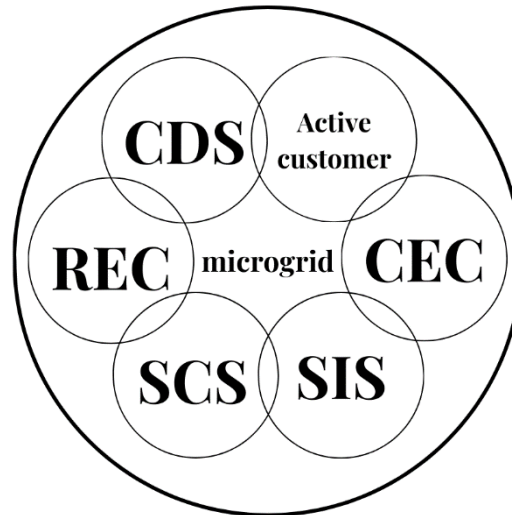


Рисунок 2 – Взаємозв’язок microgrid з визначеннями європейської регуляторної бази

Закриті системи розподілу (CDSs) є системами розподілу, які призначено для розподілу електроенергії на окремо визначеному географічному просторі для промислових та комерційних об’єктів. Отже, CDS є одним із випадків microgrid, що забезпечує електропостачання промислових та комерційних споживачів.

Громадські енергетичні спільноти (CECs) відповідно до свого визначення в п.11 ст.2 Директиви 2019/944 є добровільними організаціями, що спеціалізуються на виробітку (зокрема, на базі ВДЕ), розподілі, постачанні, споживанні, агрегуванні, зберіганні енергії тощо [10]. Головною метою CECs є отримання економічної, екологічної та соціальної вигоди для членів або акціонерів спільноти, а не отримання фінансового прибутку. У п.16 ст.2 Директиви 2018/2001 передбачено визначення ВДЕ-громади (REC), що має практично ідентичне значення, що й CEC, але виробництво електроенергії має здійснюватись виключно на базі ВДЕ на відміну від громадських енергетичних спільнот [11]. Як і в попередньому випадку можна стверджувати, що CEC та REC є окремими класами мікромереж, що передбачають створення юридичної особи з кількістю учасників не менше двох [12].

Також, у п.8 ст.2 Директиви 2019/944 надано визначення поняття “активний споживач” (active customer), яке визначає кінцевого споживача або групу спільно діючих споживачів, що споживає або зберігає електроенергію, вироблену в своїх приміщеннях, розташованих в обмежених межах або в інших приміщеннях (за умови дозволу державами-членами), або який продає електроенергію власного виробництва або бере участь у схемах забезпечення гнучкості або енергоефективності, за умови, що така діяльність не становить його основну комерційну або професійну діяльність [10]. Виробництво електроенергії активним споживачем здебільшого має бути спрямовано на задоволення власних потреб. Відсутня можливість постачати електроенергію іншим користувачам, проте є можливість продавати надлишки виробленої електроенергії в загальну електромережу, що можна класифікувати, як окремий випадок microgrid.

Мала ізолювана система (SIS), являє собою будь-яку систему, яка в 1996 р.

споживала менше ніж 3000 ГВт·год і яка отримує менше ніж 5% річного споживання через пов'язані системи. Мала приєднана система (SCS), являє собою будь-яку систему, яка в 1996 р. споживала менше ніж 3000 ГВт·год і яка отримує більше ніж 5% річного споживання через пов'язані системи [10]. Деякі мікромережі можна віднести до SIS або SCS виходячи з їхнього річного електроспоживання та залежно від взаємозв'язків з іншими системами, проте знову ж таки це буде лише окремим випадком microgrid.

Якщо ж оцінювати загалом сучасне енергетичне законодавство ЄС у сфері microgrid, то варто звернути увагу, що окремі мікромережі можуть складатись лише з декількох домогосподарств, у той час, як інші можуть жити селище в цілому, а в законодавстві ЄС також сформульовано вимоги для мікромереж, що мають кількість приєднань понад 100 тисяч абонентів [12]. Також, у зв'язку з відсутністю регулювання microgrid виникає ще одна проблема з приводу того, хто відповідальний за мікромережу, коли microgrid працює в режимі приєднання до загальної електромережі разом з основною енергосистемою, а хто – коли в острівному і відповідно коли настають повноваження того чи іншого учасника ринку (ОСР або оператора microgrid) [12].

Отже, певні нерегульованості у нормативно-правовому забезпеченні застосування microgrid, починаючи з визначення поняття “microgrid”, зумовлюють невизначеності у розподілі ролей у сфері управління мікромережами між учасниками ринку, їхніми функціями, правами, обов'язками тощо. Звісно, деякі мікромережі можна підвести під діюче законодавство, наприклад мікромережі, що використовуються промисловими споживачами, але це лише окремі класи microgrid.

Сьогодні в Україні відсутня нормативно-правова база, яка б стосувалась безпосередньо класичної microgrid, що було попередньо розглянуто [13]. Як і в європейській нормативно-правовій базі, в Україні також існують певні терміни, що можна віднести до окремих класів мікромереж (рис. 3), а саме:

- мала системи розподілу, МСР (Кодекс системи розподілу, КСР) [14];
- активний споживач (Закон України «Про ринок електричної енергії») [15];
- енергетичний кооператив (Закон України «Про альтернативні джерела енергії») [16].

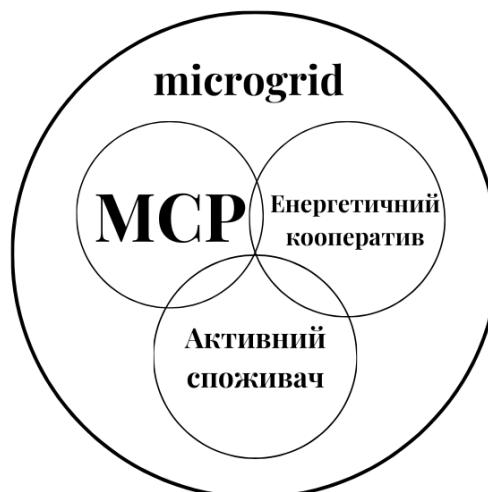


Рисунок 3 — Взаємозв'язок microgrid з визначеннями української регуляторної бази

Під МСР розуміється система ліній, допоміжного обладнання, обладнання для

трансформації та перемикачів від точки приєднання до мереж оператора системи розподілу (ОСР) або оператора системи передачі (ОСП) до точок приєднання електроустановок користувачів, розташованих на обмеженій території об'єктів та/або земельних ділянок, які є власністю оператора МСР і використовуються для розподілу електричної енергії користувачам, що відповідають вимогам, визначеним законом [14].

Пунктом 9.2. КСР [14] передбачено умови визначення МСР, серед них підпунктом 2 встановлено, що розподіл електричної енергії малими системами розподілу не здійснюється побутовим споживачем. Також КСР визначено, що користувачами малої системи розподілу є юридичні особи або фізичні особи-підприємці, які відпускають або приймають електричну енергію до/з мереж малої системи розподілу для задоволення своїх потреб.

Отже, виходячи з цієї умови поняття “мала система розподілу” є лише одним з випадків “microgrid”, адже класичним поняттям “microgrid” не передбачено обмежень щодо постачання електричної енергії побутовим споживачем. Можна стверджувати, що МСР є одним з класів microgrid. Така мережа використовується здебільшого індустріальними парками. Донедавна діяльність МСР провадилась без отримання ліцензії, проте, у липні 2023 року набули чинності зміни до Закону України «Про ринок електричної енергії» [17], де передбачено отримання ліцензій для операторів малих систем розподілу.

Закон України «Про ринок електричної енергії» передбачає визначення поняття “активний споживач”, зокрема, приватне домогосподарство, енергетичний кооператив, споживач, який є замовником енергосервісу, який споживає електричну енергію та виробляє електричну енергію, та/або здійснює діяльність із зберігання енергії, та/або продає надлишки виробленої та/або збереженої електричної енергії, або бере участь у заходах з енергоефективності та управління попитом відповідно до вимог закону, за умови що ці види діяльності не є його основною господарською або професійною діяльністю [15]. Законом передбачено, що генерувальні установки повинні забезпечувати здебільшого самого споживача, і лише надлишки виробленої електроенергії дозволено продавати. У ч.1 ст.58¹ передбачено втрату статусу активного споживача у разі якщо споживач має генерувальні установки понад 1 МВт і при цьому за попередній календарний рік обсяг відпуску електричної енергії, що було вироблено генерувальними установками споживача перевищив 50% загального обсягу споживання електричної енергії (з мережі та генерувальних установок) такого споживача [15]. Також, активний споживач має обмеження у потужностях дозволених генерувальних установок:

- побутові споживачі у приватних домогосподарствах — 50 кВт (виробництво електричної енергії за рахунок сонячного випромінювання та/або енергії вітру і подальший продаж за “зеленим” тарифом);
- інші споживачі, зокрема, енергетичні кооперативи — 150 кВт (виробництво електричної енергії за рахунок сонячного випромінювання та/або енергії вітру, з біомаси, біогазу, гідроенергії, геотермальної енергії та її продаж за “зеленим” тарифом);
- приватні домогосподарства — 30 кВт та продаж виробленої електричної енергії за механізмом самовиробництва;
- малі небытові споживачі — 50 кВт та продаж виробленої електричної енергії за механізмом самовиробництва;
- небытові споживачі — договірна потужність [15].

Отже, поняття “активний споживач” є одним з випадків microgrid, що передбачає виробництво електроенергії лише для власного споживання, продаж дозволений лише надлишків, можливість встановлення генерувальних установок для побутових та малих

непобутових споживачів з суттєвими обмеженнями за потужністю.

Варто також дослідити законодавство про енергетичні кооперативи, що мають спільні риси із громадськими енергетичними спільнотами (СЕС) у Європі. Законом України «Про альтернативні джерела енергії» передбачено визначення енергетичного кооперативу, що є юридичною особою, яка створена відповідно до Закону України «Про кооперацію» або Закону України «Про споживчу кооперацію» для здійснення господарської діяльності з виробництва, заготівлі або транспортування паливно-енергетичних ресурсів та зберігання енергії, для надання інших послуг з метою задоволення потреб його членів або територіальної громади, а також з метою отримання прибутку відповідно до законодавства [16]. Відповідно до ст.6 Закону України «Про кооперацію» кооперативи поділяються на три типи: виробничий, обслуговуючий та споживчий. У ст.23 цього ж закону зазначено, що лише виробничий кооператив утворюється з метою отримання прибутку, а інші кооперативи надають послуги своїм членам не маючи на меті отримання прибутку. Оскільки активний споживач здійснює продаж надлишків виробленої електричної енергії, а отже отримує прибуток, то за характером діяльності енергетичний кооператив слід віднести до виробничих кооперативів. Законом передбачено визначення виробничого кооперативу, що являє собою кооператив, який утворюється шляхом об'єднання фізичних осіб для спільної виробничої або іншої господарської діяльності на засадах їхньої обов'язкової трудової участі з метою одержання прибутку [18]. Відповідно до визначення “активного споживача” енергетичний кооператив є одним із можливих випадків такого споживача, а отже – одним із випадків microgrid, у якому передбачена трудова участь всіх його членів. Якщо метою такого кооперативу буде отримання прибутку і він буде утворений відповідно до Закону України «Про кооперацію», то його засновниками можуть бути виключно фізичні особи. Розглянемо можливість функціонування енергетичних кооперативів відповідно до Закону України «Про споживчу кооперацію» [19]. Відповідно до цього закону споживча кооперація в Україні визначається, як *«добровільне об'єднання громадян для спільного ведення господарської діяльності з метою поліпшення свого економічного та соціального стану. Вона здійснює торговельну, заготівельну, виробничу та іншу діяльність, не заборонену чинним законодавством України, сприяє соціальному і культурному розвитку села, народних промислів і ремесел, бере участь у міжнародному кооперативному русі»*. У ст.3 вказано, що кооперація незалежна у своїй діяльності від органів державної влади, політичних партій та громадських організацій. Статтею 6 визначено членство у споживчому товаристві, яке може бути індивідуальним (громадяни, які досягли 16-річного віку) та колективним (фермерські господарства, колективні сільськогосподарські підприємства, господарські товариства, кооперативні, державні та інші підприємства, що поділяють його цілі та інтереси) [19]. Отже, враховуючи це можна стверджувати, що при утворенні енергетичного кооперативу відповідно до Закону України «Про споживчу кооперацію» учасниками можуть бути як фізичні, так і юридичні особи, зокрема ті, що мають державну форму власності, але учасниками не можуть бути державні органи та органи місцевого самоврядування. Варто зазначити, що перший енергетичний кооператив у м. Славутич заснований відповідно до Закону України «Про споживчу кооперацію» (СТ «Сонячне місто»).

Підсумовуючи можна стверджувати, що сьогодні немає загального визначення microgrid в українському нормативно-правовому полі, проте передбачено окремі випадки microgrid як то МСР, енергетичний кооператив, активний споживач. Втім, діяльність таких мікромереж не є чітко регламентованою. Діяльність окремих видів

мереж, які можна б було віднести до microgrid, а також учасників таких мікромереж регулюється низкою нормативно-правових актів. Окрім цього, сьогодні немає розуміння щодо моделі управління такими мікромережами, де було б визначено чіткі ролі, права та обмеження для кожного з учасників, що працюють з microgrid, уникаючи при цьому конфлікту інтересів.

Результати порівняння європейської та української нормативно-правової бази із забезпечення функціонування мікромереж наведено в табл. 1:

Таблиця 1 — Порівняння європейської та української нормативно-правової бази із забезпечення функціонування мікромереж

№	Визначення		Спільне	Відмінне
	ЄС	Україна		
1	Закрита система розподілу (CDS)	Мала система розподілу (MCP)	- є системою розподілу; - відсутність постачання електроенергії побутовим споживачам; - територіальна обмеженість.	В Україні передбачена можливість роботи в острівному режимі
2	Активний споживач	Активний споживач	- споживання і виробництво електричної енергії; - першочергове задоволення власних потреб в електричній енергії, а потім можливий продаж надлишків; - можливість накопичення електричної енергії - можлива участь у заходах з енергоефективності та управління попитом;	В Україні активним споживачем в т. ч. є і замовник енергосервісу (як до, так і після переходу до нього права власності на майно, утворене (встановлене) за енергосервісним договором
3	Громадська енергетична спільнота (СЕС)	Енергетичний кооператив	- юридична особа; - добровільне об'єднання; - учасниками можуть бути як фізичні, так і юридичні особи	Учасниками кооперативу можуть бути фізичні особи та юридичні особи, але не державні органи влади. У ЄС основною метою є отримання економічних, екологічних та соціальних благ членам спільноти, а не отримання фінансового прибутку. Членами можуть бути і органи місцевого самоврядування

Отже, між поняттями “закрита система розподілу” (CDS) у європейському законодавстві та “мала система розподілу” (MCP) в українському законодавстві відмінним є лише те, що в Україні віднедавна передбачено можливість роботи в острівному режимі. Що стосується термінів “громадська енергетична спільнота” (СЕС) та “енергетичний кооператив”, то в Україні такі організації створюються, зокрема, з метою отримання прибутку, а в ЄС головною метою є отримання екологічних, економічних або соціальних суспільних благ для учасників та/або акціонерів і територіальних громад, а не отримання фінансового прибутку [10]. Як і в ЄС, в Україні такі організації належать до активних споживачів внаслідок внесення змін 30.06.2023 р. до Закону України «Про ринок електричної енергії». Загалом, в обох законодавчих базах немає чіткого поняття, що є microgrid, що стримує їхній розвиток та породжує значні невизначеності під час функціонування наявних мікромереж. Що стосується розглянутих випадків microgrid як у європейському законодавстві, так і в українському існують рівнозначні визначення, що є природнім на шляху прагнення України до євроінтеграції. Проте, інколи процес імплементації європейських нормативно-правових актів затягується, і до того ж в Україні вони набувають певних національних особливостей.

Висновки. Перспектива розбудови ОЕС України полягає в імплементації концепції активних мереж розподілу, що об’єднують збалансовані microgrids (мікромережі), зокрема, на базі ВДЕ. Разом з тим, продуктивне застосування мікромереж має базуватися на усталеній термінології і класифікації microgrids та вимагає належного нормативно-правового забезпечення. Проведені дослідження свідчать, що чинна законодавча та регуляторна база містить численні прогалини, зокрема, щодо визначення поняття “microgrid”, і не охоплює усіх класів мікромереж та моделей управління ними, що стримує їхній розвиток в Україні. Це вимагає проведення подальших досліджень з метою вдосконалення нормативно-правового забезпечення застосування і розвитку мікромереж в Україні на основі їхньої усталеної класифікації та передових моделей управління.

Список використаних джерел

1. DOE Microgrid Workshop Report by Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, Smart Grid R&D Program // Energy.gov. URL: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/Microgrid%20Workshop%20Report%20August%202011.pdf> (дата звернення: 23.04.2024)
2. Nikos Hatziairgiou, Microgrids: Architectures and Control, (Editor), ISBN: 978-1-118-72068-4, Mar 2014, Wiley-IEEE Press. URL: https://web.nit.ac.ir/~shahabi.m/M.Sc%20and%20PhD%20materials/DGs%20and%20MicroGrids%20Course/Books/Microgrids-Architectures%20and%20Control%20by%20Nikos%20Hatziairgiou/Microgrids_%20Architectures%20and%20Control-Wiley-IEEE%20Press%202014_by%20Nikos%20Hatziairgiou.pdf (дата звернення: 23.04.2024)
3. Red Hook Community MicroGrid // Nyc.gov. URL: <https://www.nyc.gov/site/brooklyncb6/about/special-projects/red-hook-community-microgrid.page> (дата звернення: 23.04.2024)
4. Mauger, R., & Roggenkamp, M. (2021). Deliverable D7.3 – Developing Microgrids in the EU: A deliverable for the SMILE (Smart Island Energy Systems) H2020 project. URL: https://h2020smile.eu/wp-content/uploads/2021/12/D7.3_SMILE_final_rev0.pdf (дата звернення: 01.05.2024)

5. International Electrotechnical Vocabulary by International Electrotechnical Commission, IEV ref 617-04-22 // Electropedia. URL: <https://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=617-04-22> (дата звернення: 23.04.2024)
6. Siad, Sabah. DC MicroGrids Control for renewable energy integration, 2019. URL: <https://hal.science/tel-02173724/> (дата звернення: 23.04.2024)
7. N.Y. STATE ENERGY RES. & DEV. AUTH., Microgrids: an assessment of the value, opportunities and barriers to development in New York state a-32 (2010). URL: https://www.academia.edu/2587581/Microgrids_An_Assessment_of_the_Value_Opportunities_and_Barriers_to_Deployment_in_New_York_State (дата звернення: 01.05.2024)
8. Microgrids Map of the EU // Microgrids-research: веб-сайт. URL: <https://www.microgrids-research.eu/mapping-microgrids> (дата звернення: 01.05.2024)
9. Flaticon // Flaticon. URL: <https://www.flaticon.com/ru/> (дата звернення: 02.05.2024)
10. Про спільні правила внутрішнього ринку електроенергії та внесення змін до Директиви 2012/27/ЄС: Директива Європейського парламенту і Ради (ЄС) 2019/944 від 05 черв. 2019 р. URL: <https://energysecurityua.org/ua/brify/dyrektyva-yes-2019-944-yeuropeyskoho-parlamentu-i-rady-vid-05-cherwnia-2019-roku/> (дата звернення: 25.04.2024)
11. Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел: Директива Європейського парламенту і Ради (ЄС) 2018/2001 від 11 груд. 2018 р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-evropeyskogo-parlamentu-i-radi-es-2018-2001.pdf> (дата звернення: 25.04.2024)
12. Behrendt, J. (2021). Small Systems: Big Impacts - Examining the Concept of Microgrids from an EU Law Perspective. European Energy and Environmental Law Review, 30(3), 74-84. URL: <https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/196492283/EELR2021008.pdf> (дата звернення: 25.04.2024)
13. Через великі борги в енергетиці інвестори не прийдуть в галузь для будівництва нових потужностей – експерт // Glavcom. URL: <https://glavcom.ua/economics/finances/cherez-veliki-borhi-v-enerhetitsi-investori-ne-prijdut-v-haluz-dlja-budivnitstva-novikh-potuzhnostej-ekspert-984576.html> (дата звернення: 24.04.2024)
14. Про затвердження Кодексу системи розподілу: Постанова НКРЕКП № 310 від 14.03.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18#Text> (дата звернення: 24.04.2024)
15. Про ринок електричної енергії: Закон України від 13 квіт. 2017 р. № 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text> (дата звернення: 24.04.2024)
16. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20 лют. 2002 р. № 555. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення: 24.04.2024)
17. НКРЕКП ліцензуватиме діяльність малих систем розподілу електрики // Ukrinform. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3769767-nkrekp-licenzuvatime-dialnist-malih-sistem-rozpodilu-elektriki.html> (дата звернення: 24.04.2024)
18. Про кооперацію: Закон України від 10 лип. 2003 №1087. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1087-15#Text> (дата звернення: 03.05.2024)
19. Про споживчу кооперацію: Закон України від 10 квіт. 1992 №2265. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2265-12#Text> (дата звернення: 03.05.2024)

Науковий керівник: к.т.н., доцент О. В. Коцар

UDC 621.31

Yehor Kasianenko, master student
Power Supply Department of
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

ANALYSIS OF MICROGRID MODELS IN THE NATIONAL LEGISLATIVE AND REGULATORY SPACE

Abstract. *The article examines the concept of "microgrid", microgrid models and microgrid classification. According to the results of the elaboration of the regulatory legal acts of EU and Ukraine, definitions and classification features of microgrid are proposed, which allow to identify individual models of microgrids. According to the results of the analysis, gaps in the legislation that restrain the development of microgrids have been identified.*

Keywords: *microgrid, microgrid models, microgrid management models, active consumer, prosumer, energy cooperative, MCP, CDS, CEC, DSOMM, PC, FMM.*

References

1. DOE Microgrid Workshop Report by Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, Smart Grid R&D Program // Energy.gov. URL: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/Microgrid%20Workshop%20Report%20August%202011.pdf> (accessed at 04.23.2024)
2. Nikos Hatziaargyriou, Microgrids: Architectures and Control, (Editor), ISBN: 978-1-118-72068-4, Mar 2014, Wiley-IEEE Press. URL: https://web.nit.ac.ir/~shahabi.m/M.Sc%20and%20PhD%20materials/DGs%20and%20MicroGrids%20Course/Books/Microgrids-Architectures%20and%20Control%20by%20Nikos%20Hatziaargyriou/Microgrids_%20Architectures%20and%20Control-Wiley-IEEE%20Press%202014_by%20Nikos%20Hatziaargyriou.pdf (accessed at 04.23.2024)
3. Red Hook Community MicroGrid // Nyc.gov. URL: <https://www.nyc.gov/site/brooklyncb6/about/special-projects/red-hook-community-microgrid.page> (accessed at 04.23.2024)
4. Mauger, R., & Roggenkamp, M. (2021). Deliverable D7.3 – Developing Microgrids in the EU: A deliverable for the SMILE (Smart Island Energy Systems) H2020 project. URL: https://h2020smile.eu/wp-content/uploads/2021/12/D7.3_SMILE_final_rev0.pdf (accessed at 05.01.2024)
5. International Electrotechnical Vocabulary by International Electrotechnical Commission, IEV ref 617-04-22 // Electropedia. URL: <https://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=617-04-22> (accessed at 04.23.2024)
6. Siad, Sabah. DC MicroGrids Control for renewable energy integration, 2019. URL: <https://hal.science/tel-02173724/> (accessed at 04.23.2024)
7. N.Y. STATE ENERGY RES. & DEV. AUTH., Microgrids: an assessment of the value, opportunities and barriers to development in New York state a-32 (2010). URL: https://www.academia.edu/2587581/Microgrids_An_Assessment_of_the_Value_Opportunities_and_Barriers_to_Deployment_in_New_York_State (accessed at 05.01.2024)
8. Microgrids Map of the EU // Microgrids-research: website. URL: <https://www.microgrids-research.eu/mapping-microgrids> (accessed at 05.01.2024)

9. Flaticon // Flaticon. URL: <https://www.flaticon.com/ru/> (accessed at 05.02.2024)
10. On common rules of the internal electricity market and amendments to Directive 2012/27/EU: Directive of the European Parliament and of the Council (EU) 2019/944 of June 5. 2019 URL: <https://energysecurityua.org/ua/brify/dyrektyva-yes-2019-944-yevropeyko-ho-parlamentu-i-rady-vid-05-chervnia-2019-roku/> (accessed at 04.25.2024)
11. On encouraging the use of energy from renewable sources: Directive of the European Parliament and the Council (EC) 2018/2001 of December 11. 2018 URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-evropeyskogo-parlamentu-i-radi-es-2018-2001.pdf> (accessed at 04.25.2024)
12. Behrendt, J. (2021). Small Systems: Big Impacts – Examining the Concept of Microgrids from an EU Law Perspective. European Energy and Environmental Law Review, 30(3), 74-84. URL: <https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/196492283/EELR2021008.pdf> (accessed at 04.25.2024)
13. Due to large debts in the energy sector, investors will not come to the industry to build new capacities - an expert // Glavcom. URL: <https://glavcom.ua/economics/finances/cherez-veliki-borhi-v-enerhetitsi-investori-ne-prijdut-v-haluz-dlja-budivnitstva-novikh-potuzhnostej-ekspert-984576.html> (accessed at 04.24.2024)
14. On the approval of the Distribution System Code: Resolution of the NEURC No. 310 of 03/14/2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18#Text> (accessed at 04.24.2024). (Ukr)
15. On the electric energy market: Law of Ukraine dated April 13 2017 No. 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text> (accessed at 04.24.2024). (Ukr)
16. On alternative energy sources: Law of Ukraine dated February 20 No. 555 of 2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (accessed at 04.24.2024). (Ukr)
17. NERCEP will license the activity of small electricity distribution systems // Ukrinform. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3769767-nkrekp-licenzuvatime-dialnist-malih-sistem-rozpodilu-elektriki.html> (accessed at 04.24.2024)
18. On cooperation: Law of Ukraine dated July 10 2003 #1087. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1087-15#Text> (accessed at 05.03.2024). (Ukr)
19. On consumer cooperation: Law of Ukraine dated April 10 1992 #2265. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2265-12#Text> (accessed at 05.03.2024). (Ukr)

Scientific supervisor: Cand.Tech.Sc., Associate Professor Oleg Kotsar