

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

к.е.н., доцент

_____ В'ячеслав ФОМЕНКО

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Геодезія та землеустрій»
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Науковий керівник:

_____ к.е.н., доц. В'ячеслав ФОМЕНКО

Рецензент:

_____ Олег ШУРИПА

Виконав здобувач денної форми навчання

_____ Роман ЦЕХОВСЬКИЙ

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить
результати власних досліджень. Використання
ідей і текстів інших авторів має посилання
на відповідне джерело.*

_____ Роман ЦЕХОВСЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Науково-методичні засади топографо-геодезичних робіт при проектуванні вітроелектростанцій. Цеховський Р.О. Кваліфікаційна робота. ОДАУ кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру. 2025. 89 с. текстової частини, 32 літературних джерела, 4 аркушів графічної частини формату А1.

Текстова частина складається з: вступу; дослідження стану відновлювальної енергетики в Україні; визначення правових умов розміщення і функціонування вітрових електростанцій в Україні; аналізу сучасного стану топографо-геодезичної основи в районі розміщення вітропарку; формування геодезичної складової в процесі проектування вітропарку; висновків; списку використаних джерел.

Графічна частина містить: схему території, яка підлягає зніманню в М 1:2000 для вітрової енергетичної установки; схема трансформаційного поля; топографічний план в масштабі 1:2000 для вітрогенератору; топографічний план в масштабі 1:500 для вітрогенератору.

Об'єктом розробки кваліфікаційної роботи являється вітровий парк в Білгород-Дністровському районі Одеської області.

Ключові слова: ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА, ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ.

Кваліфікаційна робота об'єднує аспекти дослідження топографо-геодезичних робіт при розміщенні вітропарку.

Зміст

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВІТРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	7
РОЗДІЛ 2 ПРАВОВІ УМОВИ РОЗМІЩЕННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ.....	41
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНОЇ ОСНОВИ	56
3.1. Фізико – географічна характеристика району	56
3.2. Аналіз стану топографо-геодезичного забезпечення.....	58
РОЗДІЛ 4 ГЕОДЕЗИЧНА СКЛАДОВА В ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ ВІТРОПАРКУ.....	61
4.1 Прилади для проведення геодезичних робіт.....	61
4.2 Вибір методики топографічного знімання.....	64
4.3 Обробка даних GPS вимірювань.....	69
4.4 Створення топографічного плану об'єкта робіт.....	78
4.5 Кошторисні розрахунки на топографо-геодезичні роботи....	81
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	86
ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ	
1. Схема території, яка підлягає зніманню в М 1:2000	
2. Схема трансформаційного поля	
3. Топографічний план в масштабі 1:2000 для вітрової енергетичної установки	
4. Топографічний план в масштабі 1:500 для вітрової енергетичної установки	

ВСТУП

Для досягнення та реалізації амбітних цілей України в частині декарбонізації економіки та енергетичної галузі, забезпечення інтеграції відновлюваних джерел енергії в енергосистему на рівні 25% до 2035 року відповідно до енергетичної стратегії, вкрай необхідним є розвиток вітрової енергетики країни. Із кожним роком використання такого відновлювального джерела енергії, як енергія вітру, в Україні стає все масштабнішим для задоволення зростаючої потреби у надійних і екологічно чистих джерелах енергії. Вітрова енергетика для нашої країни є політично стратегічною галуззю, яка не тільки сприяє її енергетичній незалежності, розвитку сталої економіки, поліпшенню добробуту, а і відіграє вагомий роль у глобальному «зеленому» енергетичному переході і боротьбі зі змінами клімату, а віднедавна ще й є дієвим інструментом відновлення після пандемії COVID-19 та війни.

Однак її усталене сприйняття суто з енергетичної, економічної, та технічної сторін позбавляє останню повноцінної можливості втілення цих намірів. Відсутність ефективних правових механізмів та взаємопов'язаних державних та регіональних програм розвитку вітроенергетики, які б ураховували не тільки економічний ефект від отримання електричної енергії з вітрових електростанцій (далі – ВЕС), а й екологічні та соціальні результати розвитку та функціонування об'єктів цієї галузі, спростовує її дієвість.

Дослідження правових умов та особливостей розміщення і функціонування ВЕС в Україні дозволить окреслити перспективи подальшого розвитку галузі вітроенергетики з урахуванням таких стратегічних векторів, як задоволення сучасних енергетичних потреб країни і дотримання міжнародних зобов'язань та захист інтересів майбутніх поколінь на безпечно довші. В даній роботі буде поетапно розглянуто геодезичну складову щодо розміщення вітропарку на прикладі об'єкту в Білгород-Дністровському районі Одеської області.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

24 лютого 2022 року розпочався зворотній відлік часу не лише до військової перемоги України над російським загарбником, але й до її енергетичної незалежності. Завдяки цій кривавій війні, цінність відновлюваних джерел енергії трансформувалась з більш екологічної на безпекову та економічну. Ще пів року назад, відновлювані джерела енергії вважались світовою спільнотою, в першу чергу, інструментом боротьби з невідвратною зміною клімату та скорочення викидів вуглецю. Сьогодні, вітрова, сонячна, біо, мала гідро та воднева енергетики є запорукою енергетичної безпеки та незалежності держав, а її собівартість є значно нижчою за викопне паливо. Ще 2021 року український сектор відновлюваної енергетики виборював собі право функціонувати за справедливих умов, гарантованих державою, але вже у 2022 році — готується стати однією з основ післявоєнної відбудови України та подальшого нарощення енергетичної незалежності держави.

У 2021 році, енергетичний сектор України виявився на перехресті в очікуванні який вектор розвитку енергетики обере держава. В невизначеності знаходився й сектор відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Адже, з одного боку, Уряд України почав поетапно виконувати свої зобов'язання, передбачені Меморандумом «Про Взаєморозуміння щодо врегулювання проблемних питань у сфері відновлюваної енергетики України», укладеним в червні 2020 року в результаті проведення медіації при Центрі вирішення спорів Енергетичного Співтовариства між Урядом України та Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), з однієї сторони, та двома провідними профільними асоціаціями — Українська вітроенергетична асоціація та Європейсько-Українське енергетичне агентство — з іншої, та розпочав поступово виплачувати заборгованість,

накопичену перед виробниками з ВДЕ протягом минулих років, таким чином, надаючи ринку позитивні сигнали. Але, з іншого боку, за ініціативою громадського об'єднання «Ліга Антітраст» на рівні держави виникли спроби визнати «зелений» тариф як незаконну державну підтримку [1] або як той, що був прийнятий у неконституційний спосіб [2]. Якщо з одного боку, Президент України став одним із підписантів Глобального вітроенергетичного маніфесту в рамках COP26 та взяв міжнародне зобов'язання повністю припинити внутрішнє споживання вугілля до 2035 року [3] і почати поступово виводити з експлуатації теплову генерацію, починаючи з 2022 року, то, з іншого боку, Уряд України продовжував спрямовувати усі зусилля на підтримку застарілої інфраструктури атомної енергетики і прийняв державну програму з розвитку атомно-промислового комплексу до 2026 року [4].

Якщо з одного боку, Верховна Рада України підтримала, і Президент України підписав Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії», що надає можливість зробити генерацію з ВДЕ більш стабільною за рахунок будівництва систем накопичення енергії (energy storage), то, з іншого боку, виробники з ВДЕ були змушені боротись із ініціативою окремих народних депутатів України щодо введення акцизного податку на електроенергію з ВДЕ.[6]

Широкомасштабна війна, яку розгорнула росія на території України у лютому 2022 року, залишала сектор ВДЕ у стані очікування та невизначеності, який поглибився не просто за рахунок активних бойових дій, пошкодження та окупації енергетичних об'єктів, але й через штучне створення окремими державними структурами додаткових проблем та викликів на ринку.

Незважаючи на це, політична воля Європи, спрямована на максимальне скорочення своєї залежності від російського викопного палива за рахунок нарощення темпів розвитку ВДЕ, дає надію на світле

майбутнє й українського ринку ВДЕ, який не просто є безпосередньою частиною європейської енергетичної системи, а й володіє достатніми потужностями для заміщення значної частини російських енергоресурсів своєю відновлюваною генерацією.

У 2019 році Україна увійшла у ТОП-10 країн світу за темпами розвитку відновлюваної енергетики, а у 2020 році — у ТОП-5 європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики. У тому ж 2019 році, у рейтингу Climatescope[7] від Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg NEF), Україна посіла почесне 8 місце (піднявшись з 63-го) серед 104 країн світу за інвестиційною привабливістю країни саме у питанні розвитку низьковуглецевих джерел енергії і будівництва «зеленої» економіки. У 2021 році, Україна була на 48 місці за загального інвестиційного потенціалу держави [8] серед 136 країн світу в рейтингу BloombergNEF.

Загалом, починаючи із 2019 року, інвестиції у нові проекти відновлюваної енергетики в Україні є стабільно вищими ніж у проекти на викопному паливі. Тільки за останні 10 років провідні міжнародні та українські ВДЕ інвестори залучили в економіку України понад 12 млрд доларів США прямих іноземних інвестицій, а частка іноземних інвесторів у встановленій потужності ВДЕ станом на кінець 2021 року сягнула понад 35%, що характеризує український сектор ВДЕ як доволі конкурентний та відкритий. Сьогодні перелік найбільших міжнародних кредиторів та інвесторів в сектор ВДЕ в Україні включає: Європейський банк реконструкції та розвитку, Чорноморський банк торгівлі та розвитку, Американська міжнародна фінансова корпорація розвитку (DFC), Федеральний банк землі Баварія BayernLB, Інвестиційний фонд для країн, що розвиваються (IFU), Північна екологічна фінансова корпорація (NEFCO) та багато інших. Таким чином, географія інвестицій в будівництво українських електростанцій на ВДЕ поширюється на організації чи окремих інвесторів з Китаю, США, Великобританії,

Німеччини, Нідерландів, Швеції, Данії, Норвегії, Франції, Люксембургу, Бельгії, Іспанії, Канади, Туреччини, тощо.

За даними НКРЕКП, станом на 31 грудня 2021 року, встановлена потужність сектору відновлюваної енергетики України досягла 9 655, 9 МВт, включно з сонячними установками для приватних домогосподарств.(дСЕС), або 8 450,8 МВт — без дСЕС [9].

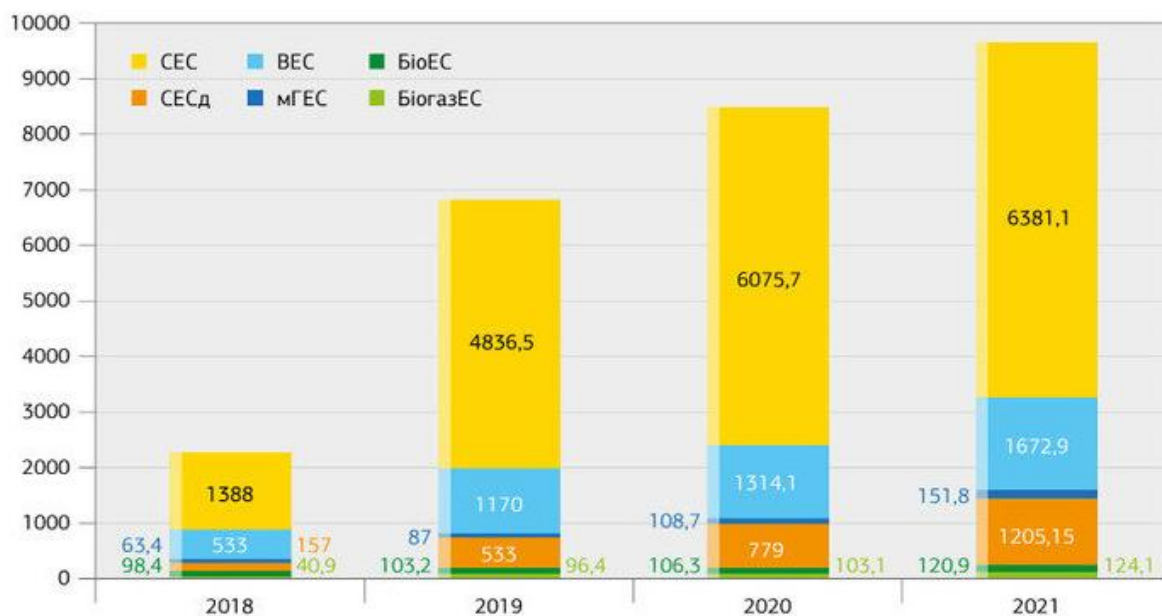


Рис. 1. 1. Динаміка росту встановленої потужності об'єктів ВДЕ, які працюють за «зеленим» тарифом, МВт

Проте, треба зазначити, що, як і в минулі роки, активний темп розвитку у 2021 році спостерігався лише у одному сегменті — домашні СЕС, потужність яких в 2021 році зросла на 426,1 МВт, що становить 36, 4% від нових потужностей ВДЕ, введених в експлуатацію минулого року. Таким чином, загальна встановлена потужність усіх сонячних систем домогосподарств наприкінці року досягла 1 205, 1 МВт. На відміну від сектору дСЕС, промислова сонячна енергетика навпаки продемонструвала не найкращі показники розвитку, а скоріше їх скорочення. У 2021 році потужності промислової сонячної генерації збільшились лише на 305,5 МВт (26, 1% від нових потужностей ВДЕ, введених в 2021 році), що на 818, 1 МВт або 3, 6 разів менше показника

2020 року — 1 123, 6 МВт. На кінець року сумарна встановлена потужність сектору сонячної енергетики країни склала 7 586,3 МВт (включно з дСЕС). [10]

Вітроенергетика залишалася другою, після сонячної енергетики, в національному секторі ВДЕ, за загальною встановленою потужністю. Проте необхідно зазначити, що саме вітроенергетичний сектор України додав найбільшу кількість нових потужностей до «зеленого» енергетичного міксу країни в минулому році. Частка вітроенергетичних потужностей, що були введені в експлуатацію у 2021 році, склала 30,6 % або 358, 8 МВт, що у 2,5 рази більше обсягу нових вітроенергетичних потужностей, введених у 2020 році (144,2 МВт). Таким чином, загальна встановлена потужність вітроенергетичного сектору на кінець 2021 року становила 1 672,9 МВт. До початку широкомасштабної війни, в Україні «зелену» електроенергію генерували 34 вітроелектростанції (ВЕС) або 699 вітрових турбін, середня одинична потужність яких становить 3,5 МВт. [11].



Рис. 1. 2 Вітрові станції України станом на кінець 2021 року

Газова криза кінця 2021 та початку 2022 року підтвердила значні перспективи розвитку сектору біоенергетики України (біоЕС). На фоні рекордно високих цін на природний газ, саме біоенергетика здатна закрити частину дефіциту природного газу у питанні виробництва теплової та електричної енергій. Загалом, у 2021 році було введено в експлуатацію 21 МВт (або 1, 79%) біогазових установок, що вдвічі більше показників 2020 року, і 43,1 МВт (або 3,68 %) станцій на біомасі, що вдвічі більше приросту біоенергетичних потужностей 2020 року.

Частка потужностей малої гідроенергетики (мГЕС), що були введені в експлуатацію в 2021 році, складає 1, 24% або 14,6 МВт.

Географія розташування об'єктів ВДЕ різниться за відновлюваним джерелом енергії, що є природньо і відповідає природному потенціалу ВДЕ того чи іншого регіону. Якщо вітрові електростанції розташовані переважно в південному, південно-східному регіонах, в першу чергу на узбережжі Чорного та Азовського морів — приблизно 85%, то сонячна генерація поширена набагато ширше, проте знов таки, близько 60 % промислових сонячних електростанцій зосереджені у південних та південно-східних областях України.

На початок 2022 року за загальною встановленою потужністю з ВДЕ лідерами серед усіх областей України є Дніпропетровська (1350,06 МВт), Херсонська (1139,65 МВт) і Миколаївська області (1121,16 МВт). На усі ці області припадає понад 37, 3% усіх потужностей ВДЕ в Україні. Що стосується річного приросту, то найбільше нових об'єктів з ВДЕ у 2021 році було додано у Миколаївській (168, 7 МВт), Одеській (149, 1 МВт), Херсонській (145 МВт) та Запорізькій областях — 98,8 МВт. Цікаво зазначити, що саме ці чотири області, зокрема, лідирують й за встановленою вітроенергетичною потужністю. [12].

В 2021 році частка електроенергії, згенерованої з ВДЕ, досягла 8. 1% або 12.8ТВт · год, з яких 56 % — за рахунок сонячного випромінювання,

33% — енергії вітру, практично 8% — за рахунок спалювання біомаси та біогазу і 3% прийшлося на малу гідроенергетику.

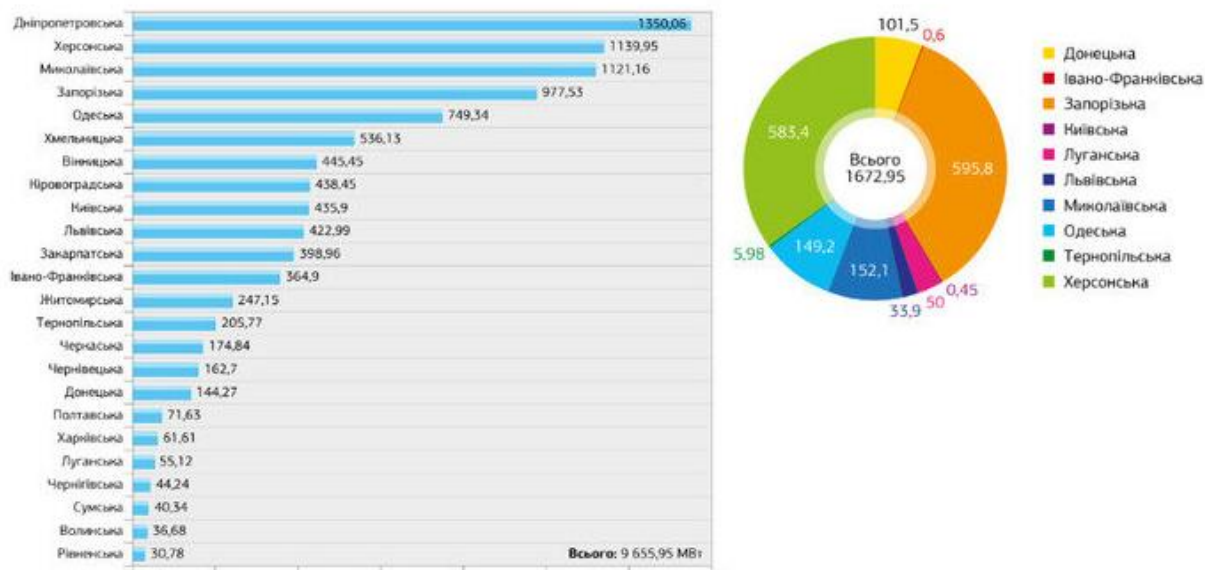


Рис. 1.3 Встановлена потужність ВДЕ за областями материкової частини України станом на 2021 рік, МВт.

Так, за 2021 рік всіма електростанціями з ВДЕ було вироблено 12 804 млн кВт•год чистої електроенергії, що на 1 941, 9 млн кВт•год або 17, 8% перевищило торішні показники:

- ВЕС України виробили 3 866 млн кВт•год або на 614,4 млн кВт •год більше у порівнянні з 2020 роком, що становить 2, 97% загального виробництва електроенергії;
- СЕС виробили 7 670 млн кВт •год або 4,8 %, що на 1 065, 4 млн кВт•год більше обсягу електроенергії, виробленої за аналогічний період 2020 року;
- генерація мГЕС зросла на 56, 1 млн кВт•год, досягнувши показника в 276 млн кВт •год або 0,17 % в загальному балансі;
- біоЕС України згенерували 992 млн кВт•год або 0, 6%, що на 206 млн кВт •год більше рівня виробництва попереднього року.

В той самий час необхідно відзначити, що 2021 рік став визначальним для національного сектору ВДЕ, адже 11 травня 2021 року

добове виробництво електроенергії з ВДЕ вперше в історії України перевищило рівень генерації тепловими електростанціями — 79 млн кВт•год проти 77 млн кВт •год.



Рис. 1.4 Виробництво електроенергії та встановлена потужність сектору ВДЕ, по видах, станом на кінець 2021 року.

Завдяки успішно реалізованим проєктам в галузі відновлюваної енергетики в Україні, щорічні викиди CO₂ в атмосферу станом на 2021 рік були зменшені на понад 10, 3 млн тон, що еквівалентно викидам від понад 2,2 млн автомобілів. Так, наприклад, завдяки генерації електроенергії лише промисловими вітровими електростанціями у 2021 році було заощаджено 1,8 млн тонн вугілля, 1 171,4 тис м³ природного газу та скорочено приблизно 3, 1 млн тонн викидів CO₂. [13]

Стосовно вітрової та сонячної генерації приватних домогосподарств, то позитивними темпами розвитку у 2021 році, як вже було сказано вище, може відзначитись лише сектор малої сонячної енергетики. Так, з 2018 року по 2022 рік сумарна потужність установок приватних домогосподарств, що виробляють енергію з сонячного випромінювання, зросла більш ніж у п'ятеро і станом на початок 2022 року складала 1205, 1 МВт (близько 45 тисяч одиниць).

Мала та середня вітрогенерації, до яких відносяться вітроенергетичні установки потужністю до 20 кВт та потужністю від 20

до 500 кВ, які мають досить гарні перспективи в Україні, розвивалась у країні до війни доволі повільно. Хоча офіційної інформації щодо кількості встановлених автономних систем малої електрогенерації немає, оскільки до офіційної статистики потрапляють тільки ті сонячні і вітрові установки (ВЕУ) домогосподарств, які отримали «зелений» тариф, але достеменно відомо, що до початку широкомасштабної війни в Україні нараховувалось 4 ВЕУ і 8 комбінованих станцій «сонце +вітер» загальною встановленою потужністю 0,321 МВт. Відомо що малими вітроустановками, які отримують «зелений» тариф, у 2021 році було згенеровано 1 639 кВт•год, а комбінованими станціями — 163 148 кВт •год.

На сьогодні стимулювання встановлення споживачами генерації з ВДЕ здійснюється за моделлю «зеленого» тарифу. З одного боку, це дало значний поштовх до розвитку генерації з ВДЕ для приватних домогосподарств. Водночас чинна модель має низку обмежень і недоліків. По-перше, модель фіксованого «зеленого» тарифу для сектору приватних домогосподарств стимулює не стільки розвиток власної енергетичної незалежності, як цілеспрямований продаж електричної енергії, що вироблена потужностями ВДЕ, до енергомережі. Це відбувається завдяки високому рівню «зеленого» тарифу для систем з ВДЕ домогосподарств (18,09 євроцентів за 1 кВт•год — сонячна генерація і 16, 26 євроцентів за 1 кВт•год — вітрова). По-друге, така модель призводить до низки технічних викликів, і зловживань, пов'язаних із будівництвом сонячних електростанцій приватних домогосподарств без власного споживання електричної енергії, або маніпуляцій, пов'язаних із збільшенням потужності таких об'єктів. Тобто де-факто будуються промислові сонячні електростанції без застосування процедури встановлення «зеленого» тарифу згідно з чинним порядком та без жодної відповідальності за небаланси і якості відпущеної електроенергії.[14]

Незважаючи на високі виклики 2020–2021 років, а саме: сповільнення будівельних та монтажних робіт на нових об'єктах відновлюваної енергетики через карантинні умови, спричинені пандемією коронавірусу, нестабільність законодавчого процесу, неповне виконання Урядом України своїх зобов'язань, передбачених галузевим законодавством, існуюча заборгованість на ринку ВДЕ України, та боротьбу окремих бізнес-груп проти існування «зеленого» тарифу, сектор ВДЕ України наростив свою потужність, залучивши тим самим додаткові інвестицій у державний та місцеві бюджети України і наблизивши державу до виконання міжнародних обов'язків в рамках Паризької угоди, Плану із скорочення викидів парникових газів, Енергетичної стратегії України до 2035 року, Економічної стратегії України до 2030 року та, загалом, до досягнення кліматичної нейтральності Україною не пізніше 2060 року.

Таблиця. 1. 1 Домашні вітроустановки та комбіновані станції, які отримують «зелений» тариф, станом на 31 грудня 2021 року

Область	ВЕС		Комбіновані (ВЕС+СЕС)	
	Кількість станом на 01.01.2022	Встановлена потужність генеруючих установок (МВт) станом на 01.01.2022	Кількість станом на 01.01.2022	Встановлена потужність генеруючої установки (МВт) станом на 01.01.2022
Всього по Україні	4	0,057	8	0,264
Волинська область	1	0,02		
Дніпропетровська область	1	0,03	1	0,05
Донецька область			1	0,0242
Закарпатська область	1	0,004		
Кіровоградська область			1	0,05
Миколаївська область			1	0,05
Сумська область			1	0,05
Тернопільська область			2	0,01
Херсонська область	1	0,003		
Київська область			1	0,03

На додаток до цього, 2021 рік відзначився й прийняттям більш

амбітних цілей з розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні вже в цьому десятилітті. Відповідно до прийнятої в березні 2021 року Національної економічної стратегії України до 2030 року, частка відновлюваних джерел енергії має зрости до 25% в електроенергетичному балансі країни вже до 2030 року [15]. Важливим стало й прийняття таких стратегічних документів як Стратегія енергетичної безпеки та Другий національно визначений внесок України до Паризької угоди, які також передбачають суттєвий розвиток національного сектору відновлюваної енергетики. В цьому ж році, Міністерство енергетики України почало розглядати можливість та навіть готувати відповідну законодавчу базу щодо впровадження різних ринкових механізмів стимулювання розвитку ВДЕ, як наприклад, контракти на різницю (Contract for difference), корпоративні РРА, гарантії походження тощо. Активізувалось дослідження перспектив розвитку ринку відновлюваного водню та офшорної (морського базування) вітроенергетики й, навіть, розпочалась робота над підготовкою відповідних державних стратегій розвитку цих двох напрямків. Був також зроблений перший крок до масштабного будівництва систем накопичення та зберігання енергії (energy storage), першопрохідцями в цьому напрямку стали такі компанії, як ДТЕК ВДЕ та KNESS Group.

Позитивним досягненням для ринку у 2021 році став дебютний випуск п'ятирічних зелених єврооблігацій сталого розвитку (Green and Sustainability-linked bonds) на суму 825 мільйонів доларів США з дохідністю 6, 875%. Єврооблігації були випущені НЕК «Укренерго» під безумовну та безповоротну державну гарантію України з цільовим направленням коштів всім виробникам електричної енергії з відновлюваних джерел. Саме ці єврооблігації сталого розвитку стали вперше доступними на внутрішньому ринку України. У грудні 2021 року, Національна комісія з цінних паперів та фондового ринку в Україні

допустила «зелені» облігації НЕК «Укренерго» до обігу в Україні, що відкрило можливість інвестувати у діяльність системного оператора і українцям. До цього такою можливістю володіли виключно міжнародні інвестори.

Минулий рік для промислового сектору ВДЕ також відзначився впровадженням Системи керування обмеженнями ВДЕ (СКО ВДЕ), яка дозволяє автоматизувати формування та надання оперативних диспетчерських команд на зміну поточного навантаження генерації з ВДЕ. Завдяки СКО ВДЕ виробники «зеленої» електроенергії, які приєдналися до публічного договору на зменшення навантаження та підключені до СКО ВДЕ, отримали право на компенсацію за невідпущену в результаті диспетчерського обмеження електроенергію з ВДЕ.

Стосовно ж розподіленої генерації ВДЕ, держава прийняла доволі привабливу законодавчу базу ще у 2019 році. Так, відповідними змінами до Закону України «Про альтернативні джерела енергії» [23] потужність малих вітроустановок для домогосподарств, на які розповсюджується можливість отримання «зеленого» тарифу, була збільшена до 50 кВт, в той час як розмір «зеленого» тарифу для такої генерації встановлений на рівні 11,63 євроцентів за кВт•год. Цей же Закон офіційно визначив поняття «комбінованих вітро-сонячних генеруючих систем», що розширило українцям вибір власного типу генерації. За рік до війни, влада почала готувати підґрунтя для підтримки розподіленої генерації за рахунок таких механізмів як Net Billing або Net Metering.

Проте вже о 4:00, 24 лютого 2022 року, впровадження усіх вищеперерахованих рішень, спрямованих на значне покращення бізнес-клімату в секторі ВДЕ і створення нових можливостей для нарощення потужності даного сектору, було призупинене через повномасштабне вторгнення росії на територію України. З того часу національний сектор ВДЕ стикнувся з новою реальністю, в якій існує вже протягом останніх

6 місяців. ..

Як зазначалось вище, переважна більшість встановлених наразі в країні об'єктів відновлюваної енергетики, зосереджені у південних та південно-східних областях України, де вже протягом останніх 6 місяців безупинно точаться активні бойові дії. За різними оцінками експертів, станом на серпень 2022 року вже так чи інакше постраждало 30 –40% ВДЕ електростанцій у цих регіонах або близько 1 120 –1 500 МВт встановленої потужності [25].

До прикладу, за даними Української вітроенергетичної асоціації, з початку широкомасштабної війни в Україні зупинено понад 3/4 вітроенергетичних потужностей, тобто з загальних 1 673 МВт, наразі не працює близько 1 462 МВт українських ВЕС, а 5 вітрових турбін в Херсонській області, що встановлені на Мирненській, Сиваській та Новотроїцькій вітроелектростанціях, сьогодні є знищеними.



Рис. 1. 5 Пошкоджені російськими військами українські об'єкти ВДЕ

Через пошкодження 330 кВт лінії електропередачі в Мелітополі не працюють також майже 600 МВт вітроенергетичних потужностей у Запорізькій області. Варто наголосити, що даний показник пошкоджень може бути більшим, оскільки на сьогоднішній день точно невідомо рівень пошкоджень на тих станціях, які знаходяться під окупацією російських терористів без можливості фізичного доступу до них. Проте достеменно відомо, що в зоні активних бойових дій перебувають активи ВДЕ вартістю у понад 5, 6 млрд доларів США, а в регіонах, сусідніх до областей, де ведуться активні бойові дії — понад 3,6 млрд доларів США.

1, 8 МВт біоенергетичних потужностей в Чернігові зазнали пошкоджень, в той час як біоенергетичні станції сумарною потужністю 2 МВт виявились на окупованих територіях Донецької області, а саме, в Волновасі та Маріуполі, тобто 3, 8 МВт із 245 МВт, встановлених на кінець 2021 року, наразі не постачають електроенергію до енергомережі. На щастя, потужності малої гідроенергетики, переважно розташовані в Західних областях України, не постраждали від бойових дій і продовжують постачати електроенергію.

В загалі, генерація енергії вітру та сонця скоротилась більше ніж двічі відносно її довоєнного рівня. Це пояснюється переважно двома чинниками. По перше, як зазначалось вище, внаслідок прямих бойових дій, або задля запобігання пошкодженню електроустаткування. По-друге, посиленням проблем, пов'язаних з руйнуванням попиту і високою негнучкістю генерації, що підлягає диспетчеризації, особливо сонячної, враховуючи, що наразі кумулятивна потужність сонячної генерації перевищала позначку в 6 ГВт.

Відповідно інформації, загальний обсяг обмежень сонячної генерації з березня до травня 2022 року становить близько 573 кВт • год, що, в середньому за зазначений період, відповідає 30% від потенціально можливого обсягу електроенергії (від 42 % у березні до 19 % у квітні.

Високий рівень скорочення в березні можна пояснити тим, що після початку війни енергосистема країни працювала в аварійному режимі; квітень був дещо стабілізований сприятливими гідрологічними умовами; а в травні спостерігалось збільшення кількості обмежень «зеленої» разом із збільшенням сонячного опромінення.

Війна, розв'язана в Україні російським агресором поглибила фінансову кризу в енергетичному секторі країни. Відсутність достатніх коштів для продовження діяльності — стала нагальною проблемою, з якою наразі стикаються всі сектори української енергетичної системи. Проте особливо болюче це позначилось на секторі відновлюваної енергетики. Перед національним сектором відновлюваної енергетики постало питання виживання всередині держави. В першу чергу, це можна пояснити тим фактом, що у перші дні війни, зусилля держави були направлені на забезпечення стабільного функціонування генерації базового навантаження та на надійну роботу української енергосистеми в ізолюваному режимі, яка була від'єднана від мереж росії та Білорусі 24 лютого 2022 року. Відповідно, вирішення деяких проблемних питань відновлюваної енергетики не стало одним із пріоритетних завдань.

Так, зокрема, питання погашення заборгованості перед виробниками з ВДЕ було тимчасово відкладене, а відсоток виплат за поставлену електроенергію у 2022 році був обмежений на термін дії військового стану до 15 % від середньозваженого розміру «зеленого» тарифу за 2021 рік для виробників електроенергії з сонячного випромінювання; до 16 % — для виробників електроенергії з енергії вітру; до 35 % — для виробників, що здійснюють виробництво електричної енергії з гідроенергії; до 40% — для виробників, що здійснюють виробництво електричної енергії з біогазу; і до 60% — для виробників, що здійснюють виробництво електричної енергії з біомаси [26].

Відповідний Наказ Міністерства енергетики України № 140 від 28

березня 2022 року, який власне і встановив вищевказані мінімальні рівні оплати «зеленої» електроенергії, зобов'язав ДП «Гарантований покупець» також спрямовувати 60% від залишку коштів на погашення заборгованості перед ДП «Енергоатом» та 40 % — на погашення заборгованості перед НЕК «Укренерго».

Незважаючи на те, що виробники з ВДЕ, зокрема виробники електроенергії з енергії сонця і вітру, так і не отримали повну оплату за поставлену електроенергію у 2021 році і продовжували нести операційні витрати на утримання своїх електростанцій, мали фінансові зобов'язання як перед державою Україна і своїм персоналом, так і перед міжнародними інвесторами, вони все ж не оскаржували подібну фінансову політику в секторі ВДЕ та рішення держави, оскільки усвідомлювали наскільки важлива стійкість та надійність енергосистеми і ринку електричної енергії загалом. Хоча даного рівня розрахунків було відверто недостатньо для утримання фінансової ліквідності, в першу чергу, компаній, що працюють в секторах сонячної та вітроенергетики.

Проте після декількох місяців дії даного Наказу і оцінки фінансової спроможності ринку електричної енергії, стало зрозуміло, що такі державні компанії, як ДП «Гарантований покупець» та НЕК «Укренерго», які відповідно до чинного законодавства України, відповідають за розрахунки з виробниками з ВДЕ, отримують достатньо коштів для збільшення виплат «зеленій» генерації. Більшої достовірності ця думка набула з відкриттям комерційного експорту електроенергії до країн ЄС, коли лише за перший експортний місяць НЕК «Укренерго» отримав прибуток у розмірі 1 млрд грн. За оцінкою профільних асоціацій з ВДЕ, НЕК «Укренерго» та ДП «Гарантований покупець» на той час залишались на кінець 2022 року із залишком коштів у розмірі приблизно 3,2 млрд грн та 12, 7 млрд відповідно.

Ще однією проблемою, яка значно посилює тяжке становище

виробників з ВДЕ є розрахунки частки вартості врегулювання небалансу електричної енергії. Наразі сьогодні виробники ВДЕ стали заручниками торгівельної діяльності ДП «Гарантований покупець». Поточна формула розрахунку небалансів зобов'язує виробників сплачувати за недоотриманий прибуток «Гарантованого Покупця». У нормальних умовах, можливо, це й правильно. В умовах фіксованих цін та профіциту на ринку електричної енергії діючі правила розрахунку частки вартості врегулювання небалансу електричної енергії Гарантованого покупця є антиконкурентними по відношенню до виробників з ВДЕ. Виробники з ВДЕ не мають компенсувати Гарантованому покупцю недоотримані прибутки через його неспроможність продати електричну енергію на ринку. Поточні «штрафи за небаланси» сягають у різних виробників 30 %-90% від вартості відпущеної електроенергії.

Результатом низки офіційних звернень, а згодом і публічної інформаційної кампанії, розгорнутої представниками сектору ВДЕ з метою досягнення підвищення виплат за поставлену електроенергію у 2022 році до щонайменше 40%, став новий Наказ Міністерства енергетики України № 206 від 15 червня 2022 року, який хоч і залишив низький рівень оплати виробникам електроенергії з енергії сонця та вітру, на рівні 18 % від середньозваженого розміру «зеленого» тарифу 2021 року (проти 15% і 16% відповідно, прийнятих в березні 2022 року), залишив без змін рівень оплати виробникам електричної енергії з гідроенергії і з енергії з біогазу — 35% і 40% відповідно; проте підвищив рівень оплати виробникам електричної енергії з біомаси до 75%. Головним позитивним наслідком прийняття цього Наказу стало зобов'язання ДП «Гарантований покупець» спрямовувати всі кошти виключно на розрахунки з виробниками «зеленої» електроенергії.

Якщо не брати до уваги, зміну технічної складової роботи НЕК «Укренерго», падіння споживання електроенергії в Україні на рівні 35%

та загалом зміну структури споживання електроенергії як такої, однією із основних причин низької оплати електроенергії виробникам з ВДЕ залишається несплата НЕК «Укренерго» з березня 2022 року платежів за послугу із забезпечення збільшення частки виробництва електричної енергії з ВДЕ на рахунок ДП «Гарантований покупець».

Відповідно до інформації ДП «Гарантований покупець», станом на 10 серпня 2022 року, загальний рівень розрахунків з виробниками з ВДЕ за поставлену електроенергію у 2021 році становить 90%, а за першу половину 2022 року — 44, 7%. Зокрема, за «зелену» електроенергію поставлену у січні 2022 року виплачено 100 %, в лютому — 92,9 %, березні — 20, 1%, квітні — 19,2 %, травні — 19 %, червні — 24, 5% та липні — 31, 6%.

Крім того, НЕК «Укренерго» лише з червня 2022 року розпочала розраховуватися з виробниками з ВДЕ, які знаходяться поза межами окупованих територій і продовжують генерувати електроенергію в Україні, за обмеження потужності у 2022 році, які в останні місяці становили рекордні 50%. Проте рівень цих розрахунків досягає в середньому всього 21 % від загального розміру необхідних виплат.

Окрім вище зазначених фінансових проблем, національний вітроенергетичний сектор з ВДЕ стикнувся ще й з неможливістю добудови деяких вітрових електростанцій в термін, передбачений чинним законодавством. За розрахунками УВЕА, у 2022 році в Україні мало бути введено в експлуатацію 800 МВт нових вітроенергетичних потужностей. Усі ці проекти отримали дозволи на приєднання до енергомережі, компанії уклали договори купівлі-продажу електроенергії за «зеленим» тарифом, та договори на постачання вітроенергетичного обладнання з виробниками обладнання, деякі навіть встигли завезти вітротурбіни на майданчики ВЕС.



Рис. 1. 6 Рівень розрахунків з виробниками за «зеленим» тарифом станом на 10.08. 2022 р.

Проте у зв'язку з початком широкомасштабних бойових дій та окупації частини території України, будівництво вітростанцій було призупинене. На додаток до цього, в березні 2022 року, НКРЕКП прийняла Постанову №352, якою надала право усім операторам системи розподілу, з якими був укладений договір на приєднання нових станцій до 24 лютого 2022 року, повідомляти своїх замовників про настання формажору і, за необхідності, відтерміновувати приєднання електроустановок до мережі. Водночас, положення Закону України № 555-IV «Про альтернативні джерела енергії» встановлюють граничні строки, коли станція має бути збудована для того, щоб отримати «зелений» тариф і такий строк спливає 31 грудня 2022 року. Проте, війна триває, а активні бойові дії на певних територіях не сприяють повноцінній реалізації інвестиційних проєктів, тож щоб інвестори мали можливість добудувати об'єкти та отримати «зелений» тариф, необхідно подовжити строки.

Прагнучи зберегти довіру інвесторів до ринку ВДЕ України, які вже

вклали 1 млрд євро у ці проекти, з метою надання можливості закінчення будівництва, розпочатого до 24 лютого 2022 року, УВЕА підняла питання необхідності внесення змін до чинного законодавства щодо продовження кінцевого строку введення в експлуатацію цих вітроенергетичних проєктів зі збереженням можливості отримання «зеленого» тарифу на той термін, протягом якого триватиме військовий стан плюс невеликий додатковий проміжок часу, необхідний для відновлення ланцюгів постачання комплектуючих та логістичних маршрутів доставки обладнання. Оцінивши усі потенційні виклики та базуючись на інформації, наданій компаніями-членами асоціації, УВЕА запропонувала парламентарям продовжити цей термін для вітроенергетичних проєктів на 1 –2 роки після закінчення військового стану, тобто до кінця 2023 –2024 років. Проте, дана ініціатива УВЕА зіштовхнулась з гострим несприйняттям з боку окремих народних депутатів України — членів Комітету ВРУ з питань енергетики та житлово-комунальних послуг. Незважаючи на неодноразові заклики профільних асоціацій з ВДЕ, «зелених» інвесторів, міжфракційного об'єднання «Зелена енергія — чисте довкілля» та провідних міжнародних кредиторів і партнерів, включно з ЄБРР, ІСС Ukraine та Європейською бізнес асоціацією, внесення відповідних змін до законодавства досі блокується окремими бізнес-групами на рівні Парламенту України.

Можливим вирішенням даної проблеми може стати прийняття Законопроєкту «Про внесення змін до деяких законів України щодо продовження строку введення в експлуатацію об'єктів відновлюваної енергетики за договорами купівлі-продажу електричної енергії за «зеленим» тарифом, укладеними до 31 грудня 2019 року», який розроблений Міністерством енергетики України і передбачає продовження строку дії технічних умов, виданих об'єктам ВДЕ (крім об'єктів, що виробляють електричну енергію з енергії сонця) до 31 грудня 2024 року. Проте, наразі даний Законопроєкт знаходиться на етапі громадських

обговорень, а термін його реєстрації у Верховній Раді України, на час написання даної статті, залишається невідомим.

Додатково до усіх вищевказаних викликів, окремі державні органи влади з березня 2022 року неодноразово починали обговорення можливості тимчасового скасування дії «зеленого» тарифу, аргументуючи таку необхідність війною та дефіцитом коштів на ринку електричної енергії. Про це згадувалося на зустрічах з виробниками ВДЕ, проводились консультації з Секретаріатом Енергетичного Співтовариства стосовно перспективи прийняття такого рішення. Варто зазначити, що сьогоднішній рівень «зеленого» тарифу (88 євро за МВт • год для ВЕС та 110 євро за МВт • год для СЕС), зафіксований на законодавчому рівні до 2030 року, а Уряд України підписуючи Меморандум про Взаєморозуміння з інвесторами в ВДЕ у 2020 році, гарантував незмінність галузевого законодавства та збереження «зеленого» тарифу до 31 грудня 2029 включно.

Прийняття рішення про скасування умов договорів щодо «зеленого» тарифу для виробників з ВДЕ та припинення відповідних виплат навіть на тимчасовій основі, призведе до втрати Україною понад 8 ГВт потужностей електростанцій з ВДЕ через їх банкрутство. Це, в свою чергу, погіршить енергетичну безпеку України та знищить довіру міжнародних інвесторів до нашої держави, яка зараз потребує підтримки міжнародних донорів для своєї відбудови. Крім того, без генерації ВДЕ забезпечити стале проходження осінньо-зимового періоду 2022–2023 року особливо в умовах військової агресії росії буде надзвичайно складно. Адже наразі, за приблизними оцінками експертів, Об'єднана енергетична система України сукупно повністю втратила приблизно 4% генеруючих потужностей, а ще 35 % потужності знаходиться на окупованих територіях.

Не менш важливим є й те, що реальні ринкові ціни на електроенергію в 4–5 разів вище за ціни реалізації електроенергії в Україні. Більше того, сьогоднішній рівень «зеленого» тарифу,

зафіксований до 2030 року, є надзвичайно конкурентним, якщо порівнювати із європейськими цінами на електроенергію. З огляду на тимчасову втрату контролю генерації на окупованих територіях, зараз, на жаль, існує ризик того, що Україні доведеться стати імпортером надзвичайно дорогої електроенергії з ЄС. Тому українські сонячні та вітрові електростанції, які вже виробляють дешевшу за європейську електроенергію, є запорукою енергетичної безпеки України, а також дозволяють державі отримувати прибутки від збільшення обсягів експорту в Європу. Із планами розширення експорту, експорт «зеленої» генерації може принести значні прибутки (Україна нещодавно розпочала експорт електроенергії в Європу та відповідно до заяв НЕК «Укренерго» у ЗМІ лише за місяць держава заробила 700 млн грн) за умови якщо буде побудовано станції ВДЕ та забезпечено стале фінансування галузі.

Однак, на жаль, наразі ініціативи щодо потенційної можливості скасування «зеленого» тарифу не співвідносяться із напрямком зеленої трансформації, планом Європейського Союзу REPowerEU⁹ та Планом відновлення України, й більше того, можуть призвести до скорочення скорочення обсягу електроенергії, доступної для експорту.

Основним бар'єром для широкомасштабного розвитку відновлюваних джерел енергії є непостійність та непослідовність енергетичної політики держави, яка, з одного боку, приймає рішення, що зупиняють розвиток галузі, проте, з іншого боку, все ж здійснює певні позитивні для ринку кроки.

Так, в березні 2022 року, енергосистеми України та Молдови повністю синхронізувались з енергомережею континентальної Європи ENTSO-E, що стало одним із важливих рішень спрямованих проти країни-агресора та новим вікном можливостей для «зеленої» генерації. Після подвоєння пропускної спроможності України з Румунією та Словаччиною зі 100 МВт до 250 МВт у кінці липня 2022 року, що вважається ще одним безумовним досягненням Оператором системи передач (ОСП) за

час війни, українська електроенергія, а особливо вироблена за рахунок ВДЕ, набула нової ваги для європейського споживача. За даними Atlantic Council, споживачі Центральної та Східної Європи можуть почати помічати зниження рахунків ще до кінця року завдяки дешевому імпорту української електроенергії, а українські компанії, у перспективі можуть заробляти до 9,5 млрд євро прибутку на рік, якщо потужність з'єднання з сусідніми Угорщиною, Польщею, Румунією та Словаччиною збільшиться до 2,5 ГВт з 2023 року. Враховуючи те, що відповідно до даних НЕК «Укренерго», в Україні є достатньо інфраструктурних можливостей щоб довести потужність з'єднання з сусідніми країнами від 4 ГВт до навіть 6 ГВт, оперативне нарощення національних електроенергетичних потужностей в Україні неминуче. А з урахуванням коротких термінів будівництва і екологічної привабливості згенерованої електроенергії у якій зацікавлений європейський споживач, роль саме відновлюваної енергетики в цьому процесі важко переоцінити.

Другим не менш важливим рішенням прийнятим під час війни, яке безпосередньо впливає на подальший розвиток ВДЕ в Україні, є затвердження Європейською Комісією в травні 2022 року плану REPowerEU, який визначає розвиток відновлюваних джерел енергії як першорядний суспільний інтерес і передбачає збільшення цілі ЄС із досягнення частки ВДЕ у електроенергетичному балансі у 2030 році з 40% до 45%. Так, зокрема, стосовно вітрової енергетики, Європа прагне довести загальну потужність даного сектору до 2030 року до 510 ГВт, яка сьогодні становить 190 ГВт. Україна, як частина енергетичної системи Європи, немає іншого вибору окрім як розвиватись відповідно до європейських енергетичних тенденцій.

Ще одним позитивним для сектору рішенням воєнного часу є підписання Президентом України Володимиром Зеленським Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії», який дає «зелене» світло масштабному

будівництву систем накопичення і зберігання енергії в Україні, які вкрай важливі для такої негнучкої енергосистеми як українська.

Вкрай важливим для підвищення ліквідності ринку ВДЕ в Україні є надання можливості виробникам з ВДЕ добровільно виходити з балансуєної групи Гарантованого покупця і продавати електроенергію самостійно на різних сегментах ринку. Дане право було затверджене прийнятим в липні 2022 року Законопроектом №7427 «Про особливості регулювання відносин на ринку природного газу та у сфері теплопостачання протягом дії воєнного стану та подальшого відновлення». Цей же Законопроект відкрив шлях до розвитку ринку корпоративних РРА з ВДЕ, в першу чергу, для нових проектів, оскільки надав можливість укладання договору на різницю між виробниками ВДЕ та покупцями електроенергії з відновлюваних джерел енергії.

Також, Міністерство енергетики поновило свою роботу над впровадженням «зелених» аукціонів. Так, 2 серпня 2022 року, Міністерство енергетики України на своєму сайті повідомило про ухвалення Кабінетом Міністрів України розроблену Міністерством енергетики Постанови «Про внесення змін до постанов Кабінету Міністрів України від 23 травня 2018 р. № 420 і від 27 грудня 2019 р. № 1175», якою встановлюється графік проведення аукціонів у 2023 році та визначаються індикативні показники квот на 4 роки вперед. Проте текст даної Постанови на час написання цієї статті, ще не опублікований. Необхідно зазначити, що ринок ВДЕ очікує проведення «зелених» аукціонів ще з квітня 2019 року, коли був прийнятий відповідний Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» № 2712-VIII. Нормативно-правові акти, прийняті після прийняття цього Закону, направлені на удосконалення Процедури проведення «зелених» аукціонів. Проте, Міністерство енергетики України, скоріш за все, визначиться з індикативними показниками квот після закінчення

військових дій на території України.

Позитивний сигнал для ринку розподіленої генерації з ВДЕ надала новина стосовно розробки Міністерство енергетики України Законопроекту «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення умов підтримки виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії генеруючими установками споживачів», який пропонує на заміну «зеленого» тарифу для споживачів запровадити нову модель підтримки (Net billing), що орієнтована на покриття власного споживання та не потребуватиме додаткових фінансових витрат з боку держави та/або інших споживачів.

Усі ці позитивні рішення, прийняті чи напрацьовані під час війни, свідчать про розуміння державними органами влади важливої ролі відновлюваних джерел енергії для післявоєнної відбудови енергетичного сектору країни. Володіючи одним із найкращих потенціалів вітрової та сонячної енергії; будучи аграрною країною з нескінченними водними та біоресурсами, яка до того ж визначається Європою як майбутній хаб виробництва відновлюваного водню, Україна не може дозволити собі втратити можливості побудувати стабільну, сталу, вуглецево-нейтральну і безпечну енергосистему.

Як вже було зазначено, до війни в Україні було прийнято низку нормативних документів та національних стратегій, які визначають майбутній напрямок розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні протягом цього та майбутніх десятиліть. Так, зокрема, Енергетична стратегія України до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», передбачає можливість досягнення 25% частки ВДЕ від обсягів загального первинного постачання енергії до 2035 року, оскільки відповідно до тексту Енергетичної стратегії «ВДЕ розвиватимуться найбільш динамічними темпами порівняно з іншими видами генерації». Також Енергетична стратегія обґрунтовує необхідність розвитку розподіленої генерації з ВДЕ, зокрема розробки та початку

реалізації плану впровадження «розумних» енергетичних мереж (Smart Grids).

Економічна стратегія України до 2030 року також визначає одним із орієнтирів розвитку національної економіки саме декарбонізацію, розвиток ВДЕ та циркулярної економіки відповідно до Європейського Зеленого Курсу та підвищення енергоефективності. Відповідно до Економічної Стратегії України, частка ВДЕ у загальному виробництві електроенергії має зрости до 25 % до 2030 року. Також Економічна стратегія акцентує увагу на необхідності нарощення обсягів накопичувальних потужностей energy storage, розгляду можливості виробництва водню та урегулювання роботи локалізованої генерації з ВДЕ.

Концепція «Зеленого енергетичного переходу України» до 2050 року, презентована Урядом України ще у 2020 році, стверджує, що «Україні цілком під силу та економічно доцільно до 2050 року досягти 70 % частки ВДЕ у виробництві електроенергії. Причому значну частину (до 15 %) має складати виробництво електроенергії за рахунок дахових сонячних електростанцій в домогосподарствах та бізнесі».

Важлива роль відновлюваних джерел енергії визначається також і Національною стратегією низьковуглецевого розвитку України до 2050 року і Другим національно-визначеним внеском до Паризької Угоди.

Проте в умовах повномасштабної війни з російською федерацією, пріоритетної важливості щодо подальшого розвитку ВДЕ набули положення Плану відновлення України до 2032 року, презентованого Урядом України в липні 2022 року на міжнародній конференції донорів в Лугано. Зважаючи на сучасні тенденції, післявоєнний розвиток економіки України буде відбуватись відповідно до даного Плану і сектор відновлюваних джерел енергії не є винятком. Так, до 2032 року планується будівництво 5-7 ГВт нових сонячних та вітроелектростанцій для розширення експортної спроможності України, 30+ ГВт об'єктів з

ВДЕ для виробництва відновлюваного водню та 3,5 ГВт гідроелектростанцій та насосних гідроелектростанцій. Додатково, протягом наступних 10 років Планом передбачено введення в експлуатацію 1, 5-2 ГВт піковий потужностей, 0, 7-1 ГВт акумуляторів та 15 ГВт електролізних потужностей. Обсяг майбутніх інвестицій у національну програму «Енергетична незалежність та зелений курс» наразі оцінюється у 130 млрд доларів.

Водночас варто підкреслити, що цілі з розширення генерації з ВДЕ, представлені вищезгаданим Планом, враховують не весь потенціал відновлюваних джерел енергії. Так, наприклад, за даними Української вітроенергетичної асоціації, вітроенергетичний сектор України має можливість додати до сучасної встановленої потужності ще щонайменше 7 ГВт нових ВЕС до 2030 року. Це пояснюється тим, що, по-перше, станом на кінець 2021 року, 4 ГВт нових вітроенергетичних проєктів вже отримали дозволи на будівництво і більшість з них мали бути введені в експлуатацію до 2024-2026 років, а, по-друге, середня одинична потужність вітрових турбін, пропонованих до експлуатації на нових ВЕС, починаючи з 2021 року, становить 6 МВт і вище, що робить можливість досягнення даної цілі цілком реальною.

Не менш красномовним є й потенціал з розвитку національного сектору біоенергетики і заміщення природного газу біомасою і твердими біопаливами, адже, за попередніми розрахунками, біометан може покрити 30. ..40% потреб ЄС у газі до 2050 року. За даними Біоенергетичної асоціації України, Україна може потенційно виробляти до 10 млрд м³ біометану на рік, переважно з аграрних відходів. До 2050 року, можна досягти загальних обсягів виробництва біогазу/біометану в країні до 6 млрд м³ на рік, з яких частина може піти на експорт. Загалом же, в Україні достатньо ресурсу, щоб замінити місцевим біопаливом і біометаном до 4 млрд м³ на рік природного газу до 2030 року.

Що стосується подальшого розвитку сонячної енергетики, то за

сучасних ринкових реалій в Україні і відповідно до цілей, встановлених у Плані RePowerEU, активного розвитку набуде сектор малої сонячної генерації, а саме встановлення фотоелектричних систем на дахах будівель та в домашніх господарствах.

Окрім того, План відновлення України до 2032 року не встановлює конкретних цілей з розвитку офшорної вітроенергетики, тобто ВЕС морського базування. В той самий час треба зазначити, що за даними Світового банку, Україна володіє одним із найкращих технічних потенціалів з розвитку офшорної вітроенергетики в Чорному морі серед усіх країн Чорноморського регіону. Теоретичний технічний потенціал офшорної вітроенергетики в Чорному морі та на мілководді України становить аж 250 ГВт, коли загальний теоретичний потенціал всіх Чорноморських країн складає 435 ГВт.

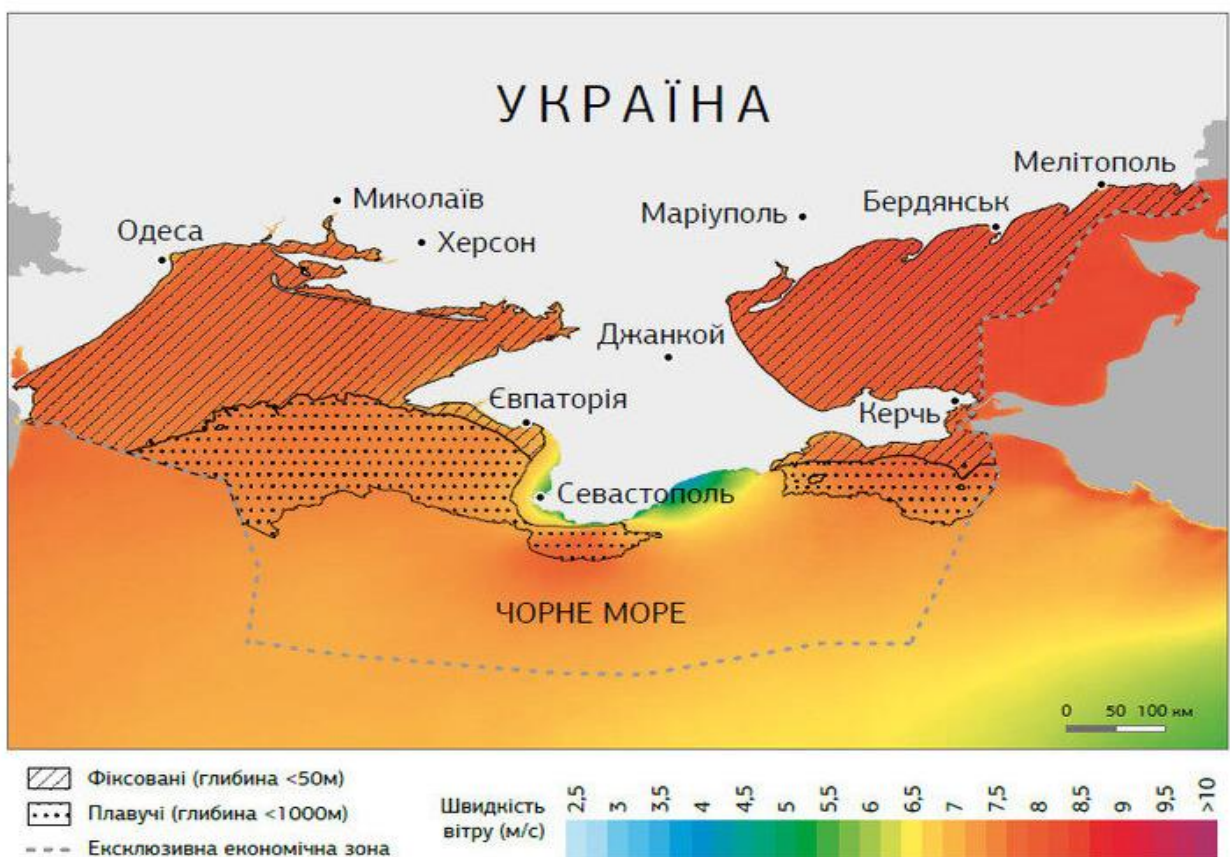


Рис. 1. 7 Теоретичний технічний потенціал офшорної вітроенергетики в Чорному морі та на мілководді України

Зважаючи на досвід країн-членів ЄС та Енергетичного Співтовариства, які мають вихід до Чорного моря та демонструють високі показники розвитку вітрової енергетики й скорочення викидів парникових газів, запуск ринку офшорної вітроенергетики в Україні є одним із кращих варіантів прискорення досягнення цілей Європейського Зеленого Курсу та RePowerEU. До того ж, Україна повинна розглядати можливість будівництва офшорних ВЕС, оскільки є учасником регіонального співробітництва в контексті Спільного морського порядку денного для Чорного моря, який включає в себе стимулювання та розвиток секторів блакитної економіки, а саме розвиток офшорних вітрових і хвильових технологій.

Відповідно до Білої Книги «Офшорна вітроенергетика та «зелений» водень: відкриття нових меж енергетичної потужності України», підготовленої Українською вітроенергетичною асоціацією та юридичною компанією Asters, у співпраці з Українською водневою радою та Інститутом відновлюваної енергетики НАН України, розвиток ринку офшорної вітроенергетики значно вплине на розширення експортних потужностей України. Морський вітер є більш потужним і постійним, ніж наземний, тож офшорні вітротурбіни генерують значно більші об'єми «зеленої» електроенергії, яких вистачить як для покриття внутрішнього споживання південних територій України (до прикладу, офшорна вітроелектростанція потужністю 1 000 МВт може виробити достатньо «зеленого» водню для обігріву 250 000 домогосподарств), так і для експорту в країни ЄС.

До того ж, офшорні ВЕС можуть бути ефективними і без підключення до загальної енергомережі. Як вже було сказано вище, більша частина сонячних і вітрових енергооб'єктів сконцентрована на Півдні України, відповідно дана частина України вже є технічно обмеженою для підключення нових енергооб'єктів до загальної

енергомережі, надлишок яких може призвести до збою її роботи. Перевагою офшорних ВЕС є можливість їх автономної роботи або у вигляді інтерконектору між країнами морського регіону Туреччиною, Румунією, Болгарією, Грузією та Україною, або для генерації електроенергії для виробництва відновлюваного водню. Загалом же, відповідно до розрахунків, наданих у вищезазначеній Білій Книзі, усього теоретичного технічного потенціалу офшорної вітроенергетики України достатньо для середньорічного виробництва 219 млрд нм³ (19.5 млн т) відновлюваного водню методом електролізу.

Важливим є те, що План відновлення України до 2032 року передбачає розвиток ринку відновлюваного водню, адже ще до війни, у своїй Європейській водневій стратегії, ЄС визнав Україну пріоритетним партнером майбутньої водневої трансформації Європи. Відповідно до Проєкту Української водневої стратегії, який Українська воднева рада та Інститут відновлюваної енергетики НАН опублікували у грудні 2021 року, до 2030 року в Україні передбачалось встановлення 10 ГВт потужностей для виробництва відновлюваного водню, 75 % якого може бути експортоване до зацікавлених країн Європи, передовсім Німеччини. Аналізуючи положення Плану відновлення України, ці плани лишаються в силі. До того ж, відповідно до даних Української водневої ради, в Україні вже активно розробляється низка проєктів з відновлюваного водню.

Окупація Запорізької АЕС та прагнення окупантів відключити її від загальної енергомережі, окупація понад 60% українських вугільних та 20% газових родовищ, а також перманентний газовий і нафтовий шантаж російською федерацією усієї Європи та світу, чітко свідчать про те, що прийшов час відмовитись від викопного палива, яке робить країни вразливими і взаємозалежними, та перейти до масштабного розвитку відновлюваних джерел енергії. Ця війна продемонструвала усьому світу

якою є і може бути ціна традиційної енергетики. Саме тому, профільні асоціації з ВДЕ Європи та України, а саме WindEurope, SolarPowerEurope, Українська вітроенергетична асоціація та Асоціація сонячної енергетики України, переконані, що післявоєнна відбудова України повинна базуватись на основі ВДЕ і що в Україні є достатньо технічного і ресурсного потенціалу для досягнення 50 % частки ВДЕ у загальному електроенергетичному балансі України вже до 2030 року. Україна потребує цього не лише через необхідність гарантування власної енергетичної безпеки, але й через необхідність оновлення енергетичної інфраструктури України та компенсації тієї електроенергії, об'єм якої буде втрачено через виведення з експлуатації застарілої генерації на викопному паливі.

За даними НЕК «Укренерго», станом на кінець 2021 року, загальна встановлена потужність ОЕС України складала 56,169 ГВт, з яких 49, 7% припадала на теплові електростанції (ТЕС, ТЕЦ, блок-станції), 24, 6% — на атомні електростанції (АЕС), 11, 2% — на гідроелектростанції та гідроакumuлюючі електростанції, а 14, 3% — на електростанції, що працюють на ВДЕ.

Атомна генерація, яка забезпечує базове виробництво електроенергії в країні, представлена 4 атомними електростанціями загальною потужністю 13,835 ГВт, які складаються з 15 енергоблоків. Станом на кінець 2021 року 12 енергоблоків вже відпрацювали свій нормований 30-річний термін експлуатації, тому час їх роботи вже було продовжено на наступні 10–20 років. Проте, до 2030 року (включно) дія вже «подовжених» ліцензій на експлуатацію 10 енергоблоків загальною потужністю 9 420 МВт закінчиться. Крім того, ще один енергоблок потужністю 1 000 МВт відпрацює свій нормативний 30-річний ресурс у 2026 році. Таким чином, ДП «НАЕК «Енергоатом» має повторно продовжити термін експлуатації діючих енергоблоків після вичерпання

призначеного терміну їх служби, що буде мати відповідні техногенні загрози. Більш того, треба зазначити, що сьогодні більшість атомних блоків України продовжує працювати на російському ядерному пальному, що створює великі ризики з подальшим його імпортом з російської федерації.

Необхідно зазначити, що в зимовий період 2021-2022 року, вперше в історії України, працювали одночасно всі 15 енергоблоків АЕС.

У зв'язку з тим, що українська енергосистема переобтяжена базовими потужностями і відчуває дефіцит маневрових потужностей, для балансування енергосистеми також використовуються спроектовані для роботи в базових режимах енергоблоки ТЕС загальною встановленою потужністю 21, 8 ГВт. Однак, через те, що частина ТЕС розташована на тимчасово окупованих територіях, деякі блоки зняті з експлуатації чи законсервовані, знаходяться в плановому або аварійному ремонті чи недоступні через відсутність палива, реально доступними є лише 5 –6 ГВт теплової генерації. За таких умов основними потужностями регулювання графіка навантаження є вугільні блоки 150 –200–300 МВт ТЕС. Проте, через надмірне використання ТЕС для балансування енергосистеми, відбувається додаткове спрацювання ресурсу устаткування, підвищення аварійності та перевитрати палива. При цьому середня кількість годин, яку напрацювали всі енергоблоки ТЕС, вже перевищила 270 тис годин (при граничному парковому ресурсі до 200 тис годин), що призводить до роботи енергосистеми на межі доступних резервів потужності.

Більше того, відповідно до Національного плану скорочення викидів від спалювальних установок великої потужності, який передбачає скорочення викидів діоксиду сірки, оксидів азоту та дрібнодисперсного пилу, Україна зобов'язана модернізувати чи зняти з експлуатації до 2033 року значну частину потужностей теплової генерації. У разі невиконання

плану до 2033 року Україна буде змушена зупинити роботу всіх теплових потужностей, які передбачені НПСВ. Відповідно до аналізу НЕК «Укренерго», встановлена теплова генеруюча потужність України у такому разі скоротиться до 3957 МВт, з яких реально доступними будуть лише 882 МВт.

В критичному стані знаходяться і вітчизняні ТЕЦ потужністю 6, 1 ГВт, коефіцієнт використання встановленої потужності яких, за даними НЕК «Укренерго», в середньому по Україні в останні роки не перевищує 24%, а їх максимальна потужність у період максимумів генерації електроенергії не перевищує 50% від встановленої потужності. Більше того, дефіцит вугілля та історичне підвищення ціни на природний газ призвели до зупинення роботи значної частини енергоблоків теплової генерації України.

Гідроенергетика, загальна встановлена потужність якої становить 6, 3 ГВт, відіграє ключову роль у балансуванні ОЕС України. Саме за рахунок ГЕС і ГАЕС покривається піковий попит на електричну енергію та згладжуються нічні «провали» споживання. Проте ці потужності значною мірою залежать від сезонних та погодних умов, у зв'язку з чим їх частка в загальному обсязі електрогенерації суттєво варіюється.

Таблиця. 1.2 Встановлена потужність електростанцій України, по роках, ГВт

РІК	Сумарна встановлена потужність	АЕС	%	ТЕС ГК	%	ТЕЦ та інші ТЕС	%	ГЕС та ГАЕС	%	ВЕС, СЕС та БіоЕС	%
2014	55,1	13,8	25,1	27,7	50,3	6,6	12,0	5,9	10,6	1,1	2,0
2015*	54,8	13,8	25,2	27,8	50,7	6,5	11,8	5,9	10,7	0,8	1,5
2016	55,3	13,8	25,0	27,8	50,3	6,5	11,8	6,2	11,2	1,0	1,7
2017**	51,7	13,8	26,7	24,6	47,5	5,9	11,5	6,2	12,0	1,2	2,3
2018	49,7	13,8	27,8	21,8	43,9	6,1	12,3	6,2	12,6	1,7	3,4
2019	54,4	13,8	25,4	21,8	40,0	6,1	11,2	6,3	11,6	6,4***	11,8
2020	54,7	13,8	25,2	21,8	39,8	6,1	11,1	6,3	11,5	6,6	12,1
2021	56,1 ¹	13,8	24,6	21,8	38,8	6,1	10,8	6,3	11,2	8,1	14,3

З огляду на вищесказане, зрозуміло, що сучасна енергетична система України характеризується значною часткою базових потужностей, які не призначені для частих і швидких змін режимів роботи, натомість потужності, які спроможні це здійснювати задля балансування системи (на даний час це, в основному ТЕС), вже відпрацювали свій парковий ресурс.

Проблема історичної фізичної і моральної залежності України від традиційної енергетики та існування потужного лобі викопного палива в провладних кабінетах існує з перших днів незалежності України. Безумовно, всі усвідомлюють важливість традиційної генерації для енергетичної системи України на даному етапі її розвитку, коли саме ця генерація забезпечує базове навантаження в системі, а в окремі періоди навіть балансує виробництво станцій на ВДЕ (мойва йдеться про ТЕС) через відсутність необхідної кількості маневрових потужностей та систем накопичення і зберігання енергії. Більше того, ніхто не ставить під сумнів існування значної частки традиційної енергетики в енергетичному балансі України ще щонайменше до 2035 року, оскільки технічно неможливо здійснити моментальний перехід на відновлювані джерела енергії та суміжні до них «зелені» та «безвуглецеві» енерготехнології. Проте, незважаючи на це, представники сектору ВДЕ змушені регулярно спростовувати маніпулятивну, а іноді і відверто неправдиву інформацію щодо екологічної безпечності або «зеленості» чи економічної привабливості традиційної енергетики, яка поширюється в суспільстві опонентами сектору відновлюваної енергетики. Особливо ця тенденція активізувалась під час війни в Україні, коли представники і лобісти традиційної енергетики зрозуміли, що увесь світ в питанні забезпечення енергетичної незалежності та скорочення залежності від російських енергоресурсів робить ставку саме на відновлювані джерела енергії. Так, наприклад, Уряд України виступив на підтримку прийняття Європейським

Парламентом інвестиційної таксономії ЄС, яка визначає інвестиції в деякі нові газові та атомні електростанції як сталі («зелені»). Варто відзначити, що такі країни як, зокрема, Німеччина, Австрія, Іспанія та Люксембург, частка традиційної енергетики (особливої газової) в енергетичних балансах яких історично відігравала важливу роль, виявили політичну волю та засудили таке рішення, оскільки вважають, що воно призведе до спрямування державних коштів на застарілі технології.

Компенсувати той об'єм електроенергії, який буде втрачено як для внутрішнього споживання, так і для експорту, через зношеність інфраструктури на викопному паливі вже у найближчі 5 років, зможуть виключно електростанції на відновлюваних джерелах енергії. Виробляючи електроенергію за рахунок вітру та сонця, споживачі не залежать від кількості і скінченності палива, термінів добування чи поставки цього палива, наявності місця для зберігання палива і утилізації похідних від нього відходів.

Окрім того, виробництво енергії за рахунок відновлюваних джерел енергії, і вітру зокрема, робить країну незалежною від глобальних цінових коливань на паливо. Електроенергія стає більш доступною, її собівартість падає, відповідно споживач платить менше.

РОЗДІЛ 2

ПРАВОВІ УМОВИ РОЗМІЩЕННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

Високий вітроенергетичний потенціал країни зумовлений сприятливими природно-кліматичними та географічними умовами. Так, достатньо високі енергетичні потенціали вітрового потоку спостерігаються на Азовсько-Чорноморському узбережжі, в Одеській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Луганській, Миколаївській областях, АР Крим і в районі Карпат, де середньорічні швидкості вітру на висоті 10 м досягають 5 м/с і більше, що ставить вітрову енергію на вагоме місце серед альтернативних джерел енергії.

На території України придатними для будівництва ВЕС вважаються площі до 7 тис. км². За умов максимального використання сили вітру в цих регіонах можна одержувати електроенергію в обсягах, які б дозволяли забезпечити до 50 % загального енергоспоживання країни. Мілководні території акваторій Азовського і Чорного морів, Дніпровського каскаду, Дністровських водосховищ, затоки Сиваш дозволяють будувати економічно ефективні офшорні ВЕС.

До переваг вітрової енергії належить доступність, повсюдне поширення і практична невичерпність ресурсів. Крім того, для вітроенергетики (як високопотенційної галузі сфери альтернативних джерел енергії) характерною є порівняно низька вартість встановленої потужності (від 1 200 до 1 700 євро на 1 кВт), значно менші (ніж для традиційної енергетики) терміни будівництва об'єктів та окупності, високий ступінь екологічної чистоти.

Проте перетворення енергії альтернативних джерел на електричну має «природні» та супровідні обмеження, пов'язані з властивостями енергії вітру: змінний потенціал, щільність вітру, потужність вітрової

установки, обмеженість відповідного цільового земельного ресурсу. Потрібно згадати й про наявні недоліки вітроенергетики, до яких зараховують: акустичний вплив (шум від роботи вітряків), вібрацію, небезпеку для птахів, кажанів тощо. Проте з розвитком технологій і конструкцій вітроустановок, а також за умов дотримання вимог щодо їх розташування всі ці негативні фактори можуть бути усунуті чи мінімізовані, а переваги вітроенергетики значно переважатимуть її недоліки.

Наразі відділом вітроенергетики Інституту відновлюваної енергетики НАН України проводяться успішні науково-технічні дослідження використання енергії вітру для виробництва електроенергії, а також здійснюється наукова, технічна й організаційна підтримка будівництва й експлуатації ВЕС в Україні. Без перебільшення можна сказати, що їх здобутки та досвід із розробки методик оцінки вітрового енергетичного потенціалу територій України, а також математичного моделювання аналізу, прогнозу та оптимізації показників економічної ефективності інвестиційних проєктів ВЕС мають бути обов'язково враховані під час розроблення державної політики розвитку галузі та правового забезпечення підтримки її розвитку. Незважаючи на всі переваги та великий потенціал, вітроенергетика може розвиватися лише за умови відповідної державної політики й підтримки, в т.ч. через механізм правового регулювання.

Застосування енергії вітру замість традиційних джерел енергії вимагає правового аналізу того, яку ж саме енергію можна отримати для визначення перспектив її використання. Базовий Закон України «Про альтернативні джерела енергії» визначення енергії вітру не дає, а лише зараховує вітрову енергію до відновлювальних джерел енергії (далі – ВДЕ) як одного з видів альтернативних джерел енергії. Не визначає цього поняття й Закон України «Про енергозбереження», хоча теж

називає енергію вітру серед нетрадиційних та поновлювальних джерел енергії, тобто джерел, що постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі. Визначення цього виду енергії міститься в ДСТУ 2275-93 «Енергоощадність. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Терміни та визначення», згідно з яким енергія вітру – це «енергія природного руху повітря щодо поверхні Землі».

Проте останній документ, як бачимо, визначає не вид енергії, а її джерело.

З ухваленням Закону України «Про ринок електричної енергії» від 13 квітня 2017 року в чинному законодавстві про альтернативні джерела енергії з'явилися нові законодавчі терміни – «вітрова електростанція» та «вітрова електроустановка». Їх призначення полягає у виробництві електричної енергії шляхом перетворення кінетичної енергії вітру в електричну енергію. Різниця між ними полягає в тому, що вітрова електроустановка є одиничною електричною установкою, а вітрова електростанція становить групу вітрових електричних установок або окремих вітрових електроустановок, устаткування і споруд, розташованих на певній території, які функціонально пов'язані між собою та становлять єдиний комплекс.

Відповідно до ст. 1 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» від 20 лютого 2003 року енергією, виробленою з альтернативних джерел, може бути не лише електрична, а й теплова та механічна [6]. Це справедливим і для енергії, отриманої з енергії вітру. Проте нині основна увага приділяється лише одному виду енергії, що може бути отримана від перетворення енергії вітру, – електричній. Хоча як у нашій країні, так і у світі, активно розвиваються інші напрями, як-от щодо перетворення енергії вітру в механічну для безпосереднього механічного при- воду машин і механізмів різного призначення: підйому води,

зрошування угідь, заготівлі деревини, вентилявання складських і підвальних приміщень тощо. Є розробки й щодо безпосереднього перетворення енергії вітру на теплову енергію для одержання гарячої води й обігріву (парників, теплиць).

Розвиток вітроенергетики у незалежній Україні започатковано у 1993–1996 рр., коли були прийняті постанова Кабінету Міністрів України (далі – КМУ) «Про будівництво вітрових електростанцій» від 15 червня 1994 року № 415 та Указ Президента України з аналогічною назвою від 2 березня 1996 року № 159/96, які передбачали низку заходів, спрямованих на фінансування будівництва, створення спеціального фонду розвитку вітроенергетики, а також залучення інвестицій для будівництва ВЕС і виробництва сучасного вітроенергетичного обладнання. Як зазначається у науковій літературі, в 1994 році було розпочато створення вітроенергетичної галузі промисловості України на базі ринкових засад під контролем і за підтримки держави.

Важливим кроком розвитку вітроенергетики країні було зобов'язання, надане президентом уряду затвердити Державну програму будівництва вітрових електростанцій. На його виконання постановою КМУ від 3 лютого 1997 року № 137 затверджено Комплексну програму будівництва вітрових електростанцій. Саме в межах виконання цієї програми було побудовано всі ВЕС України. Водночас результати державних фінансових аудитів показали низьку ефективність згаданої Програми внаслідок: неефективного використання на зазначені цілі коштів спеціального фонду державного бюджету; низького обсягу залучених інвестицій; незабезпечення цілісного та системного нормативно-правового регулювання будівництва ВЕС; відсутності механізму стимулювання розвитку альтернативної енергетики; недоліків в організації виготовлення вітчизняного обладнання для ВЕС; недотримання технічних вимог до їх розміщення; використання

застарілого обладнання. Як наслідок, жодного із запланованих Програмою будівництва вітрових електростанцій показників не було досягнуто, більшість побудованих ВЕС виявилися збитковими.

З урахуванням традиційного поділу вітроенергетики на «велику» та «малу» за критерієм потужності вітроустановок низка програмних документів приділяють увагу необхідності розвитку «малої» й «некомерційної» вітроенергетики. У спеціальній літературі її називають також «сільською», «фермерською», «для двору», зараховуючи до неї вітроенергетичні установки малої потужності (до 30 кВт), які можуть працювати як самостійно, так і в комбінованих вітродизельних, вітрогідро чи вітрогеліоустановках із застосуванням акумуляторів енергії.

Певні заходи розвитку й підтримки «малої» вітроенергетики були передбачені Програмою Державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики, затвердженою постановою КМУ від 31 грудня 1997 року № 1505. Так, пункт 4. 1 Програми, присвячений вітроенергетиці, серед іншого, визначав першочергові заходи щодо розвитку саме автономної вітроенергетики на період до 2010 року. Науково-технічне забезпечення мало сконцентруватися на розробці та впровадженні в серійне виробництво вітронасосних установок, автономних вітроелектричних установок, автономних вітрових і вітродизельних електростанцій, основним споживачем яких мало стати сільське господарство. Водночас жодних інших механізмів для державної підтримки «малої» вітроенергетики, зацікавленості у ній як інвесторів, так і споживачів, Програма не передбачала.

Чинна Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», схвалена розпорядженням КМУ від 18 серпня 2017 року № 605-р, серед основних заходів у сфері відновлюваних джерел енергії на етапі оптимізації та

інновацій- ного розвитку енергетичної інфраструктури до 2025 року передбачає необхідність стимулювання будівництва ВЕС та генерацію електроенергії малопотужними установками ВДЕ, забезпечення реалізації проєктів із децентралізації енергопостачання на місцевому рівні, в т. ч. на основі використання відновлюваної енергетики [12].

Проаналізовані стратегічні програмні документи свідчать про декларативну і неефективну державну полі- тичу у сфері розвитку вітроенергетики країни. Вона була зумовлена високою узагальненістю їх положень, фрагментарним, непослідовним характером заходів, спрямованим на розміщення та будівництво ВЕС на території країни, відсутністю правових механізмів стимулювання розвитку вітчизняної вітроенергетичної галузі. Зазначені про- рахунки згодом негативно позначилися на забезпеченні цілісного та системного нормативно- правового регулювання будівництва вітрових електростанцій.

Правове регулювання вітроенергетики загалом та функціонування ВЕС зокрема здійснюється численними нормативно- правовими актами, спільними для всіх ВДЕ. За таких обставин пересічним забудовникам та інвесторам важко зорієнтуватися в масиві правових вимог та обмежень, особливо з урахуванням сучасної динамічності енергетичного, земельного, екологічного та містобудівного законодавства. Саме тому спробуємо з'ясувати правові умови та особливості, які потребують обов'язкового врахування під час розміщення та функціонування ВЕС і розробки виважених механізмів стимулювання їх розвитку в земельно-правовому, еколого-правовому, містобудівельно- правовому, господарсько-правовому та організаційно-правовому аспектах.

Земельно-правові аспекти. Специфіка використання енергії вітру для виробництва електроенергії полягає в тісному взаємозв'язку із земельними ділянками, які є територіальною основою для здійснення виробництва електроенергії. Відповідно до нормативних вимог

Земельного кодексу України (далі – ЗК України) та Закону України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» розміщення, будівництво та експлуатація вітрових електростанцій, вітрових електроустановок (як об'єктів альтернативної енергетики) дозволено здійснювати на окремій категорії земель «промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення».

У межах цієї загальної категорії земель, згідно з ч. 1 ст. 76 ЗК України, землями енергетичної системи визнаються землі, надані під електрогенерувальні об'єкти, зокрема електростанції з використанням енергії вітру, крім визначених законом випадків розміщення таких об'єктів на землях іншого цільового призначення [13]. Закон України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» (ст. 7) конкретизує, що в складі земель енергетики, земельні ділянки, надані для розміщення, будівництва та експлуатації об'єктів із виробництва електричної та теплової енергії, а саме вітроелектростанцій, належать до земель енергогенерувальних підприємств.

Позитивні зрушення в напрямі спрощення доступу до земельних ділянок для розміщення об'єктів альтернативної енергетики, в т.ч. вітроенергетики, відбулися у зв'язку з ухваленням Закону України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких інших законодавчих актів України щодо покращення адміністрування та перегляду ставок окремих податків і зборів» від 23 листопада 2018 року (набрав чинності 01.01. 2019 року) [15]. Згідно із законодавчими новелами дозволяється розміщення об'єктів альтернативної енергетики, що використовують вітрову енергію, не лише на землях, визначених як «землі енергетики», а й на інших землях, уналежнених до загальної категорії «землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення» без необхідності зміни їх цільового

призначення.

Ураховуючи специфіку використання ВЕС через їх залежність від природних умов, обмеження щодо територіального розміщення об'єктів вітроенергетики, безперечно, перешкоджає розвитку галузі. Згідно із ст. 18 Закону України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» для забезпечення надійної експлуатації та охорони енергогенерувальних об'єктів і об'єктів передання електричної та теплової енергії, а також безпеки населення і охорони довкілля встановлюються санітарно-захисні зони об'єктів енергетики. Вимога щодо встановлення таких зон значно збільшує обсяги ділянки, необхідної для спорудження об'єктів вітроенергетики.

Однак не слід uważати, що землі, які використовуються для виробництва електроенергії, належать суто до земель енергетики. Землі, які використовуються для виробництва електроенергії, зокрема вітрової, належать до різних категорій земель.

Законодавство про альтернативну енергетику допускає зміну цільового призначення земель перед їх переданням у власність або оренду проєктам ВЕС, якщо вони необхідні для потреб вітроенергетики. Особливості встановлення та зміни цільового призначення земельних ділянок передбачені статтею 20 ЗК України. Щодо земельних ділянок, які відводяться для ВЕС, то це найчастіше землі сільськогосподарського призначення. Це зумовлюється суб'єктами, які застосовують такий спосіб виробництва енергії. Здебільшого це особи, які ведуть товарне сільськогосподарське виробництво.

Проте доволі часто зміна цільового призначення земельних ділянок здійснюється з порушеннями вимог законодавства. Так, досить поширеним прикладом порушень є те, що деякі види сільськогосподарських земель, відповідно до п. 15 Перехідних положень ЗК України, підпадають під дію мораторію на відчуження та зміну

цільового призначення, а всі угоди з такими землями вважаються недійсними з моменту укладення.

У реалізації проєктів, пов'язаних зі створенням ВЕС, найбільш поширеними способами набуття прав на земельні ділянки (поряд із набуттям права власності на відповідні земельні ділянки) є укладення договорів оренди та договорів про встановлення права земельного сервітуту. При цьому беззаперечною перевагою земельних сервітутів є те, що законодавство не містить обмежень щодо форми власності та цільового призначення земельних ділянок, щодо яких встановлено земельний сервітут. Отже, для розміщення на землях сільськогосподарського призначення вітряків сервітуарію не потрібно змінювати цільового призначення земельної ділянки, на відміну від договору оренди. Юридична практика свідчить про те, що для набуття права користування земельною ділянкою для потреб вітроенергетики, яка перебуває в користуванні чи володінні фізичної особи, перевага віддається укладенню договору про встановлення сервітуту, якщо ж ділянка перебуває у власності держави чи територіальної громади, то, як правило, укладається договір оренди, рідше – встановлюється сервітут.

Отже, необхідною умовою для реалізації права на будівництво ВЕС є набуття відповідних прав на земельну ділянку. При цьому передання (надання) земельних ділянок із земель державної або комунальної власності у власність чи користування фізичним або юридичним особам для містобудівних потреб допускається за умови, що відповідні земельні ділянки розташовані в межах території, щодо якої затверджено хоча б один із таких видів містобудівної документації на місцевому рівні: комплексний план, складовою частиною якого є план зонування території; генеральний план населеного пункту, складником якого є план зонування території; план зонування території як окремий вид містобудівної документації на місцевому рівні (затверджений до набрання

чинності Законом «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель»); детальний план території. Проте зазначене обмеження не поширюється на випадок надання земельної ділянки для розміщення лінійних об'єктів транспортної та енергетичної інфраструктури (доріг, мостів, естакад, ліній електропередачі, зв'язку), що значно спрощує доступ до земельних ділянок для розміщення ВЕС.

Еколого-правові аспекти. Незважаючи на те, що вітроенергетика традиційно розглядається як еталон генерації енергій, що мінімально впливає на навколишнє середовище, такий вплив все ж існує. Під час проєктування та будівництва ВЕС, їх інфраструктурних об'єктів не завжди враховують негативні впливи ВЕС на довкілля. Вагомим досягненням у запровадженні екологічних критеріїв для альтернативних джерел енергії стало ухвалення Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23 травня 2017 року. Він надав можливість ефективного розв'язання проблем забезпечення екологічної та соціальної безпеки функціонування об'єктів вітроенергетики.

Процедура визначення видів діяльності, що підлягають оцінці впливу на довкілля, є початковим етапом процедури оцінки впливу на довкілля (далі – ОВД). Остання дозволяє особам, на яких буде чи може бути здійснено негативний вплив від планованої діяльності, взяти участь у прийнятті рішення, яким держава дає дозвіл на здійснення планованої діяльності та встановлює умови її здійснення. Традиційно в Україні правове регулювання процедури ОВД є частиною процедури проєктування об'єктів будівництва та отримання дозволу на виконання будівельних робіт.

Відповідно до Закону «Про об'єкти підвищеної небезпеки» ВЕС не належать до потенційно небезпечних об'єктів. Нині на законодавчому рівні об'єкти, які виробляють електричну енергію з енергії вітру, можуть

бути зараховані до об'єктів із незначними наслідками (СС1) за умови позитивного висновку вповноваженого органу з оцінки впливу на довкілля.

Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» вітрові парки, вітрові електростанції, що мають дві і більше турбіни або висота яких становить 50 метрів і більше, належать до другої категорії видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають ОВД. Отже, цим об'єктам забороняється починати будь-яку планову діяльність без проведення оцінки впливу на довкілля та без отримання позитивного висновку з ОВД. Адже саме висновок з ОВД є підставою для уповноваженого органу як надати дозвіл на провадження планової діяльності, так і відмовити в ній. Екологічні умови провадження такої діяльності, зазначені у висновку з ОВД, є обов'язковими до виконання. Обов'язковим складником процедури ОВД є проведення громадського обговорення.

Значущою сучасною проблемою є те, що розміщення та будівництво ВЕС здійснюється з порушеннями екологічного законодавства, ігноруванням дотримання таких критеріїв сталості, як технічна надійність та екологічна безпечність. Це призводить до підвищення рівнів шуму, вібрації, пошкодження ґрунтового і рослинного покриву, загибелі птахів та кажанів, зміни ландшафтів [20, с. 16]. Як наслідок, порушується одне з найцінніших екологічних прав громадян на безпечне для життя та здоров'я довкілля. Мають місце порушення також прав громадян на участь в обговоренні та внесення пропозицій до матеріалів щодо розміщення і будівництва об'єктів, які можуть негативно впливати на стан довкілля, а також у громадських обговореннях із питань впливу планованої діяльності на довкілля.

Як наслідок, виникають соціальні конфлікти і спротив громадських екологічних організацій, а також численні судові спори щодо будівництва

ВЕС. Яскравим прикладом таких проблем може послужити кількарічний спір щодо масштабного будівництва вітроелектростанції з 34 вітряків висотою до 180 м на Боржаві – найдовшій полонині Закарпаття. Уся територія планованого будівництва віднесена Радою Європи до «Смарагдової Мережі», яка є особливо цінною з точки зору збереження біорізноманіття у Європі, а будівництво тут є порушенням міжнародних зобов'язань України зі збереження таких територій. Масштабні будівельні роботи на нестійких ґрунтах полонини могли призвести до катастрофічних наслідків для гірської екосистеми, а також для господарства прилеглих районів. Техногенне втручання в унікальні ландшафти мало б наслідком втрату туристично-рекреаційного потенціалу цього регіону.

В умовах сучасних інтеграційних процесів до Європейського Союзу роль соціального фактора у вирішенні питань розвитку вітроенергетики підвищується.

Містобудівельно-правові аспекти. Відповідно до Закону «Про ринок електричної енергії» проєктування та будівництво (нове будівництво, реконструкція, капітальний ремонт), технічне переоснащення генерувальних потужностей здійснюються відповідно до законодавства у сфері містобудівної діяльності (ст. 28). Позитивним досягненням сучасного законодавства про регулювання містобудівної діяльності є тенденція до запровадження правих механізмів, спрямованих на гармонізацію публічних та приватних інтересів на різних стадіях будівництва ВЕС з урахуванням їх можливого негативного впливу на стан довкілля, рівня небезпеки для людини, а також заподіяння матеріальних та соціальних збитків. Розвиток вітроенергетики нерозривно пов'язаний із необхідністю врахування екологічних вимог під час діяльності, пов'язаної з будівництвом та функціонуванням ВЕС.

Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів

України щодо удосконалення містобудівної діяльності» від 17 січня 2017 року був передбачений перехід від категорій складності об'єктів будівництва до класів наслідків (відповідальності) та запроваджена спрощена процедура експертизи проєктів будівництва, отримання дозволів на будівництво та прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Так, законодавчо встановлено, що на клас відповідальності впливають три фактори: рівень небезпеки для людей, матеріальні збитки та соціальні втрати. Наразі всі об'єкти поділяються за класами наслідків (відповідальності): незначні наслідки – СС1; середні наслідки – СС2; значні наслідки – СС3. Слід зазначити, що клас наслідків визначається відповідно до вимог ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). Від класу наслідків залежить складність, кількість необхідної документації та порядок здійснення будівництва. Безперечно, ці новели безпосередньо торкнулися і ВЕС.

Спрощення процедури отримання дозвільних документів для початку будівництва об'єктів, що виробляють енергію з вітру, та створення сприятливих умов для інвестування та розвитку вітроенергетики в Україні були запроваджені Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо інвестиційної привабливості будівництва об'єктів відновлюваної енергетики» від 4 вересня 2018 року. Новації, внесені до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», полягали в такому. По-перше, об'єкти, які виробляють електричну енергію з енергії вітру, були зараховані до об'єктів із незначними наслідками (СС1) за умови, позитивного висновку вповноваженого органу з оцінки впливу на довкілля.

По-друге, проєкти будівництва ВЕС, які за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із незначними наслідками (СС1), не підлягають обов'язковій експертизі проєктів будівництва. Натомість обов'язкова експертиза передбачена для тих проєктів будівництва ВЕС,

які за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками або підлягають оцінці впливу на довкілля згідно із Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» в частині врахування результатів ОВД.

Відповідно до містобудівного законодавства будівництво ВЕС, які за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із незначними наслідками (СС1), здійснюється після подання замовником повідомлення про початок виконання будівельних робіт відповідному органу державного архітектурно-будівельного контролю. Прийняття в експлуатацію закінченої будівництвом ВЕС здійснюється на основі декларації про готовність об'єкта до експлуатації.

Натомість у разі будівництва вітрового парку, вітрової електростанції, що мають дві і більше турбіни або висота яких становить 50 метрів і більше, які віднесені до другої категорії видів планованої діяльності та об'єктів, можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають ОВД, будівельні роботи можуть виконуватися після видачі замовнику дозволу на виконання будівельних робіт. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів шляхом видання забудовнику сертифіката передбачено лише для об'єктів, які за класом наслідків належить до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками.

Отже, проблемним аспектом є те, що процедура прийняття в експлуатацію, на відміну від процедури початку виконання будівельних робіт, не передбачає окремої вимоги щодо прийняття в експлуатацію об'єктів, які підлягають ОВД. Водночас законодавство України не передбачає і можливості поєднання дозвільної процедури для початку виконання будівельних робіт та деклараційної процедури повідомлення для прийняття об'єкта в експлуатацію. Така неоднозначність законодавчих вимог призводить до затримки реалізації проєктів ВЕС,

оскільки забудовник змушений звертатися до державних органів для отримання офіційних роз'яснень того, якої процедури дотримуватися.

Нині еколого-правові норми ніби «вплетені» в містобудівне законодавство і разом складають єдиний правовий механізм правового регулювання. Такий законодавчий підхід, безперечно, заслуговує на схвалення. Водночас, маючи на меті спрощення процедури отримання дозвільних документів для початку будівництва ВЕС, запроваджені містобудівні правові вимоги є неоднозначними і суперечливими, що надзвичайно ускладнює їх дотримання і ефективність реалізації на практиці. Отже, виникає необхідність у їх систематизації, логічному розташуванні, уникненні дублювань і неузгодженостей.

Що стосується вітропарку проектування якого розглянуто в кваліфікаційній роботі, то можна визначити наступну покрокову реалізацію в ході його девелопменту:

1. Першим етапом є проведення мікросайтингу на території обстеження на визначеній території у Білгород-Дністровському районі. Для обстеження території було встановлено вітровимірювальну щоглу. Мікросайтинг проводився 2 роки, отримані результати щодо територіальних вітропоказників виявились оптимальними, тому було прийнято проектне рішення щодо проектування вітропарку.

2. На території було вирішено будувати вітряки висотою 120 метрів і діаметром лопатей 120 метрів, мінімальна відстань між вітряками повинна бути не менше трьох діаметрів лопаті, тобто 360 метрів. Також враховується напрям вітру. В результаті цього було запроектовані місця розташування вітряків.

3. Далі необхідно виконати топографічне знімання в М 1: 2000 щоб забезпечити містобудівний аспект проектування, а саме розробку детального плану території. Детальний план території забезпечить необхідне функціональне використання земель, а саме зміну цільового

призначення.

4. На етапі розробки детального плану відбувається процедура, перемовин з власниками земельних ділянок на яких проектом передбачене розташування вітрогенераторів. Власникам земельних ділянок пропонують виділити 0, 25 га з площі їх паю (такий розмір земельної ділянки є оптимальним в світовій практиці для розміщення турбіни та влаштування підкранової платформи для її обслуговування). В подальшому здійснюється викуп зазначеної ділянки на ринкових умовах. Виділ земельної ділянки та зміна цільового призначення виконується на основі відповідних видів документації із землеустрою.

5. Завершальним етапом девелопменту проекту є виконання топографічного знімання в М 1:500 земельної ділянки вітрогенератору для забезпечення стадії робочого проектування.

6. Окремим аспектом проектування є питання встановлення сервітутів для будівництва під'їздних доріг, та прокладки кабельних ліній.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНОЇ ОСНОВИ

3.1. Фізико – географічна характеристика району

У Білгород-Дністровському районі - м. Білгород-Дністровський та 27 сільських. населених пунктів. У північній частині району - південні відроги Південно-Молдавської височини, у південній - Причорноморська низовина, розчленована ярами. Корисні копалини представлені будівельним матеріалом (камінь ракушняк, піски, глини). Пересічна температура січня -2, 0°, липня +22,0 °. Період з температурою понад +10° становить 190 днів. Опадів 375 мм на рік, найбільша кількість припадає на червень - липень. Висота снігового покриву 10 см. Білгород-Дністровський район належить до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони.

Переважають чорноземи звичайні малогумусні (85% площі району) в долинах річок лучно-чорноземні та лучно-солонцюваті ґрунти. Природна степова рослинність на вододілах замінена культурною. На схилах річкових долин є масиви деревно-чагарникових протиерозійних насаджень. Площа лісів і лісонасаджень 4, 9 тис. га.

Загальна площа населених пунктів по Білгород-Дністровському району – становить 6741,72 га, що складає 4, 9% від загальної площі району. В розрізі територій місцевих рад найбільший відсоток площі від території району зайнятої, населеними пунктами, у Білгород-Дністровській міській раді (1 населений пункт) - 0, 8 % (1116, 62 га). Відсоток від території місцевої ради також найбільший, що складає 19, 1%. По іншим територіям рад відсоток від загальної площі району, населених пунктів суттєво не відрізняється і складає у середньому -0, 2%. В порівнянні з територіями місцевих рад площа населених пунктів в

середньому складає – 5, 1 %.

Загальний нахил більшої частини території на південний схід до Чорного моря.

Менша частина території представляє собою прирічкову полосу шириною 1-1, 5 км нахилену на північ та північний захід - до р. Когильник. Межею вказаних частин території є водорозділ шириною 200-300 м. На південь від цього водорозділу переважають плато і схили крутизною менше 1°, а в південно-західній частині значну площу складають слабо пологі схили, крутизною 1-3°. На північ водорозділу переважають схили крутизною від 3 до 12°, зустрічаються сильно покаті і круті схили 12-20°. тому на південь від вказаного водорозділу сучасні процеси ерозії ґрунту (змив і розмив) слабовиражені, в той час як на північ від водорозділу значно розвинутий поверхневий сток води в період танення снігу і великих дощів обкладеного та ливньового характеру, а тому сильніше розвинена водна ерозія ґрунтів та іде утворення активних форм глибинної ерозії - промоїн та ярів.

На сучасному етапі розвитку цивілізації ґрунти зазнають колосального негативного комплексного впливу з боку людини.

Геологічна будова території впливає на розвиток ерозії і інших видів деградації земель. Щільні, стійкі породи трудніше піддаються ерозії, ніж рихлі. Не тільки інтенсивність, а й характер розмиву пов'язаний з материнськими та підстелюючими породами.

Ліс і лісовидні суглинки покривають вододільні простори, схили і верхньопліоценові тераси річних долин. Максимальна глибина товщі їх 20-25 м.

В будові лісів чітко виявляється ярусність, звичайно, в умовах плато. Спостерігаються три і навіть чотири яруси лісу, які розділяються похованими ґрунтами. В ґрунтоутворенні переважно приймає участь

перший поверхневий ярус лісу, а в районах розвиненої ерозії і більш глибокі.

Незначну площу, переважно на схилах та на делювіальних шлейфах, займають перевідкладені, змиті з вододілів лісовидні суглинки.

Ліси і лісовидні суглинки мають схильність давати при руйнуванні вертикальні стіни, тому в зоні їх розповсюдження в значній мірі розвиваються глибокі яри з стрімкими берегами. Ліси характеризуються просадочністю.

Третинні глини, як ґрунотворні породи, виступають на схилах, де верхні яруси лісів змиті. Серед них виділяються червоно-бурі і рябі глини. Загальною рисою цих глин є важкий механічний склад, особливо важкі рябі глини, в яких фракція мулу часто складає більше 50 %. Тому вони дуже пластичні, внаслідок чого на них завжди спостерігаються зсуви. Сліди зсувів зберігаються на схилах у вигляді бугристих задернованих поверхонь, уступів, нахилених в бік схилу. Багато ерозійних улоговин, особливо на стрімких (правих) схилах річних долин широтної орієнтації, утворилися на місці зсувів.

Ґрунотворні породи на території району представлені лісами, лісовидними суглинками, які підстеляються супісками, бурою легкою глиною, щільними глинами, делювіально-алювіальним та делювіальними відкладами.

Долино-балковий комплекс складений алювіальним, алювіально-делювіальним та подовим генетичними типами порід, які приурочені до терас, днищ балок та подових знижень є зовсім непросадним.

Територія Білгород-Дністровського району представлена різноманітним ґрунтовим покривом. Переважають чорноземи звичайні малогумусні (85% площі району) в долинах річок лучно-чорноземні та лучно-солонцюваті ґрунти. Щорічні розливи ріки обумовлюють затоплювання й заболочування заплави.

Клімат обстежуваної території, в цілому, сприятливий для виконанню топографо-геодезичних робіт на протязі року.

3.2. Аналіз стану топографо-геодезичного забезпечення

Державна геодезична мережа (ДГМ) являє собою сукупність геодезичних пунктів з відомими координатами і висотами, які закріплені на місцевості спеціальними центрами, що забезпечують їхню збереженість і стійкість у плані та за висотою протягом тривалого часу. Ці пункти рівномірно розташовані на території України і визначені в єдиній системі координат.

На території України було створено систему приблизно рівномірно розміщених пунктів, закріплених на місцевості спеціальними центрами, які забезпечують їх збереження та стійкість у плані і за висотою протягом тривалого часу. Їх координати визначались поетапно від загального до часткового.

Замовником була видана схема на якій попередньо показані місця розташування вітряків, а також була виділена територія яка підлягає зніманню в масштабі М 1: 2000. Дана схема знаходиться в графічних матеріалах і називається "Схема території яка підлягає зніманню в М 1:2000 для вітрових енергетичних установок ". На основі даної схеми було чітко зрозуміло на якій саме території необхідно в подальшому виконувати геодезичні роботи.

В результаті цього було детально обстежені пункти ДГМ навколо території обстеження. На час проектування тріангуляції кількість пунктів була достатньою, але за тривалий час велику кількість пунктів було знищено, пошкоджено.

Для того, щоб зробити аналіз стану пунктів на сьогоднішній час було використаний інформаційний портал ДГМ України, де є

характеристика кожного пункту на сьогоднішній день. При виконанні даного аналізу було виявлено, що пункти які знаходилися в полі без кургану були розорані, пункти, що знаходилися на курганах шириною 15-25м залишилися на місці.

На сьогоднішній день питання збереження і відновлену пунктів ДГМ є гострим, так як з кожним роком кількість пунктів зменшується із за господарської діяльності фермерів і «штучних археологів».

Для виконання топографічного знімання на території необхідно було розбудувати трансформаційне поле, яке покриє увесь об'єкт дослідження. В результаті було обстежені усі ближні пунктики ДГМ для того щоб зробити трансформаційне поле на даний масив. В результаті більшість пунктів знищено або порушені. Для даної трансформації були використані такі пункти ДГМ як Садове, що знаходиться на півночі, Гончарове що знаходиться з заходу, Черкеси, що знаходиться на півдні, Сухопутне що знаходиться на сході і Бритівка, що знаходиться в центрі трансформаційного поля. В результаті пост обробітку була проведена калібровка відповідних пунктів ДГМ. Дане трансформаційне поле представлено в графічним матеріалах як "Схема забезпечення об'єкту вихідними геодезичними даними".

РОЗДІЛ 4

ГЕОДЕЗИЧНА СКЛАДОВА В ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ ВІТРОПАРКУ

4. 1 Прилади для проведення геодезичних робіт

Для виконання усіх геодезичних робіт було використано комплект GNSS приймач Leica Viva GS14 який представлено на малюнку 4. 1.



Рис. 4.1 Комплект Leica Viva GS14.

Leica Viva GS14 - це компактна та потужна смарт-антена з підтримкою ГНСС із вбудованим модулем мобільного зв'язку та УВЧ-модемом, яка підійде для будь-яких вимірювальних робіт. Зручна конструкція Leica Viva GS14 забезпечує простоту експлуатації.

Ця смарт-антена - ваш універсальний ГНСС-приймач, що забезпечує належний рівень надійності та точності вимірювань. Viva GS14

призначена для роботи в будь-якому місці та в будь-який час.

Переваги Viva GS14:

Просте у використанні програмне забезпечення. Смарт-антена Viva GS14 поставляється з інтуїтивно зрозумілим програмним забезпеченням Leica SmartWorx Viva. Ви зможете економити час та зусилля на будь-яких майданчиках завдяки наочному графічному інтерфейсу, практичній структурі меню, зрозумілій термінології та спрощеному порядку роботи. Навчитися працювати зі SmartWorx Viva та використовувати його неймовірно просто.

Необмежені можливості. Leica SmartWorx Viva збирає дані під час польових робіт, а Leica Infinity допомагає обробляти їх у офісі. Завдяки надійній передачі даних ви зможете успішно завершувати будь-які проекти. SmartWorx Viva та Leica Infinity доповнюють один одного, дозволяючи об'єднувати дані раніше виконаних робіт та редагувати проекти швидше та ефективніше.

Технічна підтримка в один натиск. Усього одне клацання миші, і у вашому розпорядженні опиниться програма активної підтримки клієнтів (Active Customer Care) - міжнародна мережа досвідчених фахівців, які готові надати компетентну допомогу при вирішенні будь-яких проблем.

- Забудьте про прості завдяки першокласному технічному обслуговуванню.

- Виконуйте роботу швидше завдяки порадам професіоналів.

- Виключіть дорогі повторні виїзди на об'єкти завдяки онлайн-сервісу для надсилання та отримання даних безпосередньо з місця роботи.

Контролюйте витрати за допомогою пакетів ССР, з якими ви впевнені, що отримаєте допомогу в будь-якому місці.

Потужні портативні пристрої. Контролер або планшет із сенсорним керуванням дозволяють працювати з даними у будь-якому місці. Контролери Leica CS10 та Leica CS15 забезпечують ефективне управління,

максимальні зручність та мобільність.

Характеристики

Точність

- Точність 2D (статика) 3 мм + 0.5 ppm
- Точність 3D (статика) 5 мм + 0.5 ppm
- Точність 2D (RTK) 8 мм + 0.5 ppm (мережеве)
- Точність 3D (RTK) 15 мм + 0.5 ppm (мережеве)
- Час ініціалізації 4 с

Супутникові технології

- Канали (кількість) 120
- Канали (особливості) до 60 супутників одночасно на двох

частотах

- Супутникові системи GPS, Glonass
- Сигнали GPS (L1, L2, L2C), Glonass (L1, L2)
- Підтримувані технології RTK, SmartCheck, SmartTrack

Загальні

- Рівень захисту IP68
- Маса 2. 90 кг (комплект)
- Запис даних Знімна картка microSD, 1 Гб. Необроблені дані Leica

GNSS та дані RINEX до 20 Гц

- Робоча температура -40 ° .. +65 ° C
- Температура зберігання -40 ° ..
- Розміри. Діаметр та висота антени: 190 мм та 90 мм.
- Інтерфейс антени Кнопка Увімк/Вимк і функціональна кнопка, 7

світлодіодів стану

- Інтерфейс контролера 640x480 пікселів (VGA) кольоровий TFT, підсвічування та сенсорна панель. CS10: книжковий, 26 клавіш, цифрова. CS15: альбомний, 65 клавіш QWERTY + 12 функціональних клавіш

- Внутрішнє живлення Змінна літій-іонна батарея (2. 6 Ач / 7.4 В)

- Номінальна напруга 12 В постійного струму, діапазон 10.5 - 28

В постійного струму

Інтерфейси

- Порти зв'язку Lemo: USB та серійний RS232. Bluetooth v2.00

- Протоколи обміну даними RTK Leica, Leica 4G, CMR, CMR+,
RTCM 2. 2, 2. 3, 3. 0, 3. 1, 3. 2 MSM. NMEA 0183 V 4. 00 та
запатентований Leica

- Вбудовані модеми 3.75G GSM/UMTS/CDMA

- Можливість підключення зовнішніх модемів

GSM/GPRS/UMTS/CDMA

Геодезичні роботи на об'єкті робіт виконувались даним GPS
приймачем, так як його параметри задовольняють необхідним вимогам

4. 2 Вибір методики топографічного знімання

Координати характерних точок місцевості (меж земельних ділянок)
визначаються наступними методами:

- 1) геодезичний метод (тріангуляція, полігонометрія, трилатерація,
прямі, зворотні або комбіновані засічки, тощо);
- 2) метод супутникових геодезичних вимірів (GPS-вимірювання);
- 3) фотограмметричний метод;
- 4) картометричний метод;
- 5) аналітичний метод.

Суть кожного з вище перерахованих методів наступна:

- 1) Геодезичний метод – визначення координат характерних точок
місцевості через побудову спеціальних геодезичних мереж, шляхом
вимірювання: кутів – тріангуляція, відстаней – трилатерація, кутів та
відстаней – полігонометрія.

Під час побудови вищеназваних мереж на їх вузлові точки

передаються координати, після чого за допомогою засічок визначаються координати характерних точок місцевості.

Детальніше види геодезичних мереж описані нижче.

Тріангуляція — побудова на місцевості у вигляді мережі трикутників, у кожному з яких вимірюються три кути рисунок 5. 1. Крім того, в деяких трикутниках вимірюються сторони, які називаються базисними. Базисних сторін в мережі має бути не менше двох.

На основі першої з використанням теореми синусів обчислюються довжини усіх інших сторін. Друга та наступна базисні сторони служать для контролю обчислень. На кінцях базисних сторін виконують астрономічні спостереження, з яких знаходять координати вихідних пунктів та азимути (а потім дирекційні кути) базисних сторін. Дирекційні кути інших сторін знаходять з обчислень. На основі довжин сторін і їх дирекційних кутів знаходять приростки координат по кожній стороні і координати усіх пунктів тріангуляції.

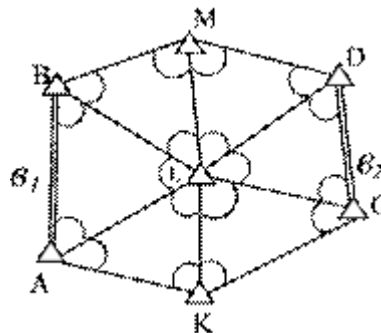


Рис.4. 2 Мережа тріангуляції

Полігонометрія — побудова на місцевості у вигляді системи ламаних ліній, у яких вимірюються сторони і кути при вершинах рисунок 4. 3. Полігонометричні ходи опираються на вихідні сторони АВ і CD. На початку А і в кінці С ходу виконують астрономічні спостереження, з яких визначають координати цих пунктів та азимути, а потім дирекційні кути вихідних сторін АВ і CD.

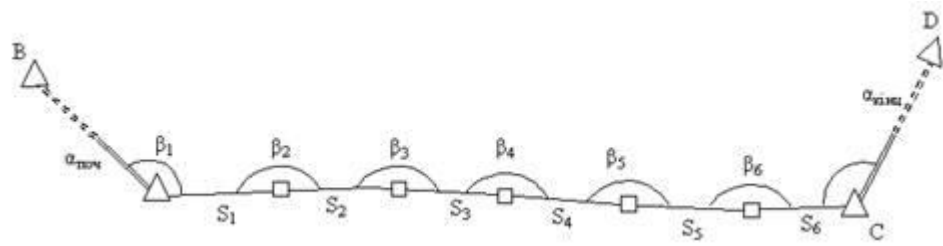


Рис.4. 3 Мережа полігонометрії

Трилатерація — побудова на місцевості у вигляді мережі трикутників, у яких вимірюються три сторони рисунок 4. 4).

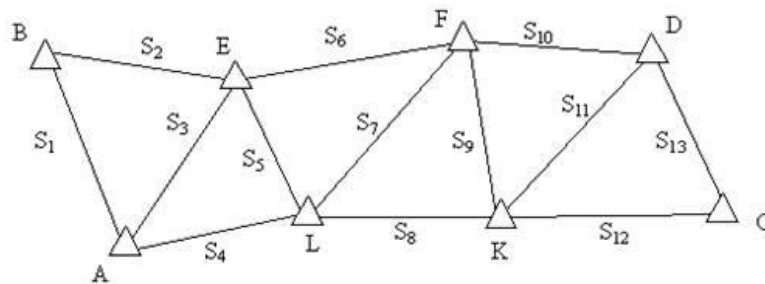


Рис. 4.4 Мережа трилатерації

2) Метод супутникових геодезичних вимірів - наш час поширене застосування має система GPS – GlobalPositioningSystem (глобальна пошукова система). Розглянемо принцип визначення положення наземних пунктів системою GPS. GPS-приймач, що встановлюють на пункті, координата якого визначають пункт P на рисунку 4.5, приймає радіосигнали від штучних супутників Землі, що мають відомі миттєві координати; приймач вимірює віддалі $R_1, R_2, \dots, R_i$, до супутників (не менше чотирьох).

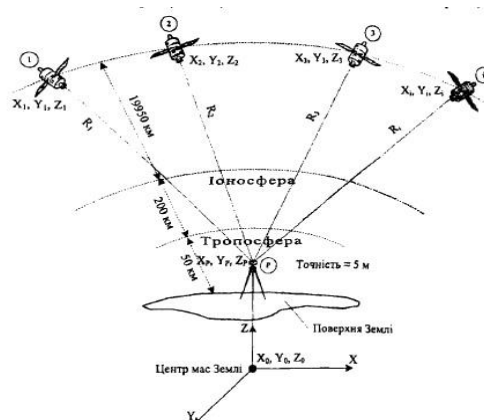


Рис. 4. 5 Принцип роботи GPS-систем

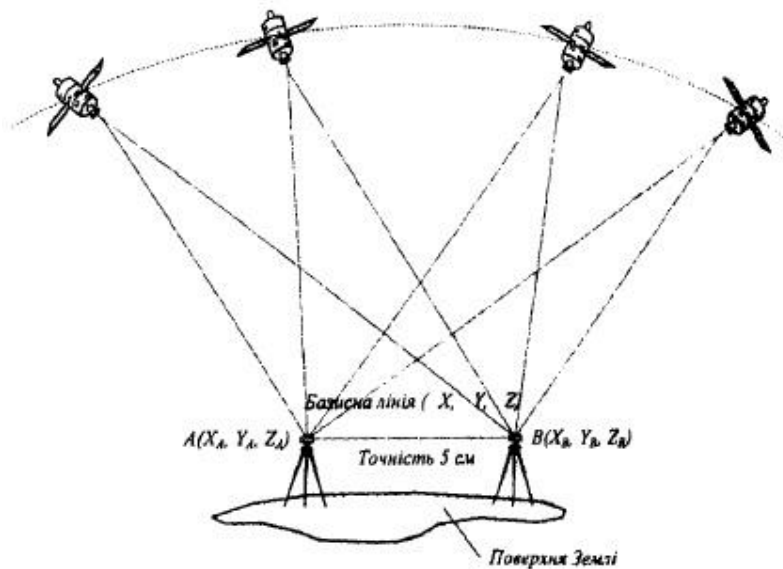


Рис. 4.6 Принцип визначення GPS-системою приростів координат
Координати супутників передаються на GPS-приймач. У відповідності з мал. 4.6 можна записати чотири таких рівняння:

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= \sqrt{(X_1 - X_P)^2 + (Y_1 - Y_P)^2 + (Z_1 - Z_P)^2} \\ R_2 &= \sqrt{(X_2 - X_P)^2 + (Y_2 - Y_P)^2 + (Z_2 - Z_P)^2} \\ R_3 &= \sqrt{(X_3 - X_P)^2 + (Y_3 - Y_P)^2 + (Z_3 - Z_P)^2} \\ R_i &= \sqrt{(X_i - X_P)^2 + (Y_i - Y_P)^2 + (Z_i - Z_P)^2} \end{aligned} \right\} \quad 4.1$$

У системі три невідомі X_P , Y_P , Z_P . Насправді, є чотири невідомі: крім X_P , Y_P , Z_P ще невідома асинхронність δ_t (різниця похибок показників хронометрів супутника та приймача). Саме тому потрібно спостерігати мінімум чотири супутники. Розв'язавши ці рівняння, знайдемо шукані координати точки P . Електронно-обчислювальна система GPS-приймача розв'язує ці рівняння і відображає на дисплеї координати X_P , Y_P , Z_P .

GPS-приймачі пристосовані до визначення прямокутних геодезичних координат X , Y , Z (з початком в центрі мас Землі), топоцентричних прямокутних координат X , Y , H (із початком координат на топографічній поверхні землі) та геодезичних координат B , L , H (широта,

довгота та висота). Визначення геоцентричних координат виконують з точністю до 5 м, що не є задовільною точністю для вимог геодезії.

Якщо один GPS-приймач знаходиться на пункті з відомими координатами, а другий - на невідомому, тоді можна отримати прирости координат ΔX , ΔY , ΔZ . Такі відносні, а не абсолютні визначення координат значно (приблизно в 100 разів) точніші. Похибка визначення координат біля 5 см може бути зменшена збільшенням часу спостереження.

3) Фотограмметричний метод – суть полягає у визначенні координат характерних точок місцевості (межових знаків) по фотознімкам, отриманим в результаті фотограмметричних робіт. Створені, трансформовані та прив'язані до системи координат аерофотознімки дешифрують (порівнюють характерні точки на знімку та місцевості та на знімку) та визначають по знімку координати від дешифрованих характерних точок.

4) Картометричний метод – полягає у визначенні координат межових знаків по картографічному матеріалі. Вибір масштабу картографічного матеріалу залежить від необхідної точності. Як правило, крупно масштабні карти 1:100 — 1:5000.

Для визначення плоских прямокутних координат точки на карті знаходять квадрат кілометрової сітки в якому вона знаходиться, після чого опускають з точки перпендикуляри до сторонам квадрата кілометрової сітки. За допомогою масштабу картографічного матеріалу визначають довжини перпендикулярів рисунок 4.7. Знаючи значення координат ліній квадрату кілометрової сітки визначають прирости координат ΔX та ΔY та самі шукані координати.

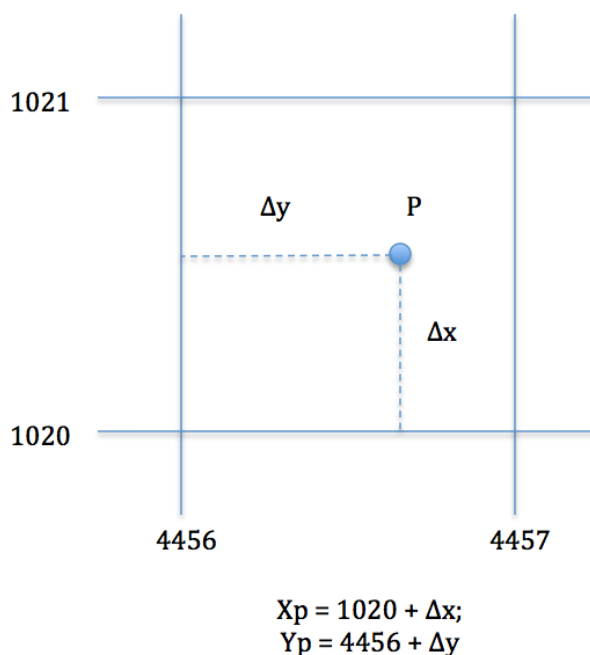


Рис. 4.7 Принцип визначення координат карто метричним методом

Так як в даній роботі територія відкрита та не забудована, то для більш швидкого виконання робіт буде доцільно використати супутниковий метод топографічного знімання території.

4.3 Обробка даних GPS вимірювань.

У сучасних приймачів дані GPS спостережень зберігаються у внутрішній пам'яті самого приймача або контролера або на картці пам'яті (флеш-карті). Перший крок в обробці – експорт даних із приймача на жорсткий диск комп'ютера. Цей експорт виконується спеціальною програмою, що поставляється виготовлювачем апаратури, що може опціонально входити в програму обробки. Файли спостережень для даного сеансу містять виміри псевдовіддалей і фаз, бортові ефемериди, дані про пункт, що включають ідентифікатор станції, висоту антени, і, можливо, положення з навігаційного визначення. Головне при експорті файлів – переконатися, що файли й пункти правильно названі, і що висота

антени відповідає значенню, наведеному в польовому журналі.

Більшість програм для пакетної обробки файлів автоматично витягають висоту антени з файлу даних про пункт, що зберігається в приймачі. Після виправлення назви в різних файлах потрібно перевірити правильність усіх висот антен. Якщо деяка помилка буде виявлена після обробки базових ліній, то виправлення цієї помилки призведе до видалення тієї частини оброблених базових ліній, де були використані помилкові дані, і, можливо, що деяку частину обробки доведеться повторювати. У процесі пересилання файлів вимірів у базу даних проекту може вироблятися об'єднання файлів, розірваних з якої-небудь причини, наприклад, через перерву в харчуванні.

Обробка спостережень базових ліній звичайно виконується за допомогою програм, що поставляються виробниками супутникових приймачів. Як правило програми виконують такі процеси:

- планування сеансів спостережень або доступності супутників;
- роботу із проектами;
- експорт даних;
- редагування даних;
- обробку базових ліній;
- огляд мережі;
- перетворення координат;
- врівноваження геодезичної мережі;
- висновки результатів обробки.

Ряд програмних комплексів додатково має можливості налаштування на різні одиниці виміру відстаней, температури й тиски.

Обробка даних звичайно починається зі створення проекту. Під проектом розуміється область постійної пам'яті комп'ютера, логічно пов'язана з конкретним об'єктом робіт (геодезичною мережею). Для

кожного проекту вводяться відповідні специфікації в базі дані програми. Допускається модифікація проектів, архівування, відновлення й видалення.

Уведення результатів вимірів у проект можливий із приймача, з його накопичувача, з картки пам'яті, з переведеного раніше файлу даних. Файли вимірів у приймачі або на картці пам'яті звичайно зберігаються у власному форматі фірми. Розробка формату незалежного обміну даними вимірів між приймачами різних фірм (RINEX-формат) привела до обов'язкового включення в програми опцій RINEX-експорту і RINEX-імпорту даних. У проект можуть уводитися не тільки результати польових вимірів, але й результати постобробки або польової обробки вимірів, зроблених у реальному часі.

Необхідність мати спосіб обміну даними, які отримані різними приймачами, була висловлена в 1989 р. під час проведення експерименту EUREF-89, коли в спостереженнях брало участь 60 приймачів 4 різних фірм. На користь застосування такого формату говорить склад набору даних, які зберігаються у файлі вимірів:

- фази несучої на одній або двох частотах;
 - кодові псевдодальності по C/A- і P-коду;
 - час спостережень (відліки по годинниках приймача);
 - інформація про станції (назва, тип антени, її висота, метеодані.
- До лютого 2006 р. налічувалося вже кілька версій формату RINEX:
- версія 1, прийнята на 5-му Міжнародному геодезичному симпозіумі по супутниковому позиціюванню в Лас-Крус (США), у 1989 р.;
 - версія 2 була прийнята в Оттаві в 1990 р., у неї додана можливість використати супутники різних систем, включаючи ГЛОНАСС;
 - у версії 2. 10, 2. 11, 2. 20 додані такі можливості, як використання спостережень з дискретністю менше однієї секунди,

застосування двохсимвольного позначення для кодових спостережень, можливості перетворення спостережень, зроблених на космічних апаратах.

Хоч версія 3. 00 орієнтована вже й на сигнали системи Галілео, формат навігаційного повідомлення для цієї системи в ній поки не визначений через його неприступність для широкої публіки. У версію 3. 00 додатково включені такі можливості:

- трьохсимвольне позначення кодів спостережень (включаючи атрибут, що описує більш точно режим генерації спостереження);
- поліпшений формат запису даних спостережень без обмеження довжини запису;
- включення допоміжної інформації для антен, установлених на космічних апаратах (наприклад, космічні приймачі), або антен з нестандартним орієнтуванням;
- нові види псевдоспостережень (іоносферна затримка, номери каналів приймача) для спеціальних застосувань.

Пропущений через програму RINEX-експорту файл вимірів з фірмового подання даних розпадається на ASCII-файли п'ятих типів, доступних для читання програмами обробки, що мають опцію RINEX-імпорту:

- файли даних спостережень,
- файл навігаційного повідомлення GPS,
- файл метеорологічних даних,
- файл навігаційного повідомлення ГЛОНАСС,
- файл навігаційного повідомлення геостаціонарних супутників систем SBAS.

Кожний тип файла розпізнається по його імені, що має вигляд sssdddf.yyt. Символи "ssss" представляють ідентифікатор станції спостережень, "ddd" – номер дня року для першого запису у файлі, "f" – номер файла в даний день: $f = 0$ для добового файла, для годинних

файлів f приймає значення від "а" до "х" відповідно до номера години для першого запису у файлі. Символи "уу" представляють дві останні цифри в номері року.

Одним з найбільш відповідальних модулів програми обробки GPS спостережень є процесор базових ліній (ПБЛ). Процесор базових ліній має своєю метою обчислення точних тривимірних векторів між станціями за результатами польових кодових і фазових GPS вимірів, виконаних з використанням статичних, швидкостатистичних або кінематичних методів збору даних.

Алгоритмом оцінювання звичайно є узагальнений метод найменших квадратів (МНК) у параметричній формі. Для його реалізації використовуються нелінійні моделі кодових і фазових вимірів. Вектор оцінюваних параметрів включає групу основних невідомих (компоненти базових ліній) і додаткових параметрів (початкові цілочисленні неоднозначності, параметри узгодження шкал приймачів і системного часу й інші параметри, що залежать від теорій і методів, покладених в основу ПБЛ).

Провідні фірми-виробники супутникових приймачів приділяють першорядну увагу таким якостям ПБЛ, як надійність, швидкість вирішення неоднозначностей по малому обсязі даних, автоматичне налаштування на оптимальний режим обробки й т.ін.

Процесори базових ліній деяких фірм допускають спільну обробку фазових вимірів супутників GPS і ГЛОНАСС.

Вхідними даними для ПБЛ є файли даних із приймача, структура й кількість яких для різних фірм-виготовлювачів і навіть для різних версій апаратур може значно розрізнятися. Відрізняються дані також для систем ГЛОНАСС і NAVSTAR. Загальні вихідні дані:

— епоха спостережень — рік, місяць, день, година, хвилина, секунда — момент часу, до якого ставляться переданий альманах і

параметри орбіти супутника;

- попередні координати станції апроксимовані, що обчислюють приймачем за наявними спостереженнями;
- номери супутників – $SV(z')$;
- параметри іоносфери – параметри для розрахунку іоносферної затримки
- параметри годин супутника – виправлення годин, хід годин, варіації ходу годин;
- параметри орбіти супутника в кеплерових елементах або в прямокутних координатах;
- безпосередні виміри і їхні параметри – залежно від типів вимірів відбиваються отримана по кодах псевдовіддаль (метри), по фазах – сума цілої й дробової фаз (у повних циклах).

Крім параметрів, одержуваних з файлів, у процесі обчислень можуть вводитися такі величини:

- координати пункту спостережень – X, Y, Z (у метрах) - прямокутні координати або B, L, H – геодезична широта, геодезична довгота й висота над еліпсоїдом у загальноземній системі WGS-84;
- висота антени H або елементи центрировки E, N, U (у метрах);
- кут відсічення по висоті – Elevation Mask (у градусах дуги) - параметр використовується для видалення з обробки вимірів низьких супутників, що мають більший рівень шуму;
- номери супутників, що включають в обробку - деякі супутники можуть мати велику кількість зривів циклів на одній або обох частотах, і з'являється необхідність у їхньому виключенні;
- моменти початку T_p і кінця T_k , що задають оброблюваний період вимірів. Зміна тривалості оброблюваного сеансу може бути викликана різними причинами, у тому числі видаленням частини вимірів

з поганою геометрією або необхідністю виділення незалежних базових ліній;

- вид вимірів: іноді у двохчастотних вимірах може знадобитися обробка на якій-небудь одній частоті;
- вид рішення – рішення по подвійних, потрійних або одинарних різницях;
- вибір моделі обліку іоносфери – для базових ліній невеликої довжини можна використати, без шкоди для якості обчислень стандартну модель іоносфери (модель Klobuchar);
- можливість використання метеорологічних даних – крім файлів навігації й спостережень, є файли метеорологічних параметрів тропосфери.

При обробці обчислювач повинен урахувати дві особливості побудови GPS мереж.

1. Для досягнення більш високої точності й погодженості результатів необхідно забезпечувати так званий процес "підсіву" координат. Суть його полягає в правильній організації передачі координат до всіх точок мережі від однієї вихідної точки (початку мережі), координати якої в геоцентричній системі відомі апріорно. Передача координат проходить по ланцюжку базових ліній. Для обчислення кожної наступної базової лінії координати початку повинні бути відомі. При правильній передачі координат всі базові лінії будуть отримані в одній системі відліку, обумовленої координатами початку мережі. Чим вище клас мережі, тим точніше повинні визначатися координати початку мережі.

2. В оброблюваному сеансі брали участь більше двох приймачів, тобто альтернатива між обробкою окремих базових ліній, усіх незалежних або всіх можливих базових ліній. Для R приймачів незалежних ліній буде $R - 1$ від загального числа $R(R - 1)/2$. Найбільш

підходящою методикою були б така: спочатку базові лінії обробляються окремо, виявляються проблемні випадки, наприклад, невірні рішення неоднозначностей, і визначаються найбільш прийнятні параметри обробки. Потім виконується спільна обробка $R - 1$ незалежних базових ліній, у результаті якої формується повна матриця рішення, що враховує кореляційні зв'язки між лініями. Наявність повної кореляційної матриці підвищує точність і адекватність наступного врівноваження мережі.

Геодезисти не завжди влаштовують результати, що дають ПБЛ. Іноді це стосується слабких статистичних оцінок у фіксованому рішенні. Але найбільшій увазі оператора вимагає плаваюче рішення на короткій і середній базовій лініях. Головною причиною, що приводить до невдачі при рішенні цілочисленних неоднозначностей початкових фазових відліків, є підвищений рівень помилок (шумів) у вимірах, у деякій частині вихідних даних або невдала геометрія (більші значення DOP). При цьому неодноразово вказувалося раніше, і тому тут ми обмежимося тільки переліком можливих мір, як правило, надаваних оброблювачеві фірмовою програмою.

1. Видалення з обробки супутників з короткими дугами. Ці супутники, що тільки що ввійшли в зону видимості або йдуть із неї, мають висоту, близьку до кута відсічення, і результати їхніх вимірів найбільшою мірою страждають від низьких значень коефіцієнта підсилення антени на діаграмі спрямованості, а також піддані збурюванню атмосфери. Ця міра рівносильна видаленню з обробки із забезпеченим малим обсягом вимірів. Однак варто перевірити, чи не приведе видалення супутника з обробки до фатальної зміни геометричних факторів.

2. Збільшення кута відсічення по висоті. Ця міра аналогічна до попередньої, але стосується видалення найбільш гучної частини даних у всіх супутників, що мають низьке відношення "сигнал/шум". Однак

потрібно мати на увазі, що видалення частини спостережень, нехай навіть більш гучних, призводить до погіршення обумовленості системи рівнянь і може приводити до ще більш невдалих результатів. Подібним чином зменшення кута відсічення по висоті й, отже, деяке збільшення обсягу вимірів може поліпшити якість рішення. Тому корисно мати деякий резерв по висоті, скажемо, спостерігати з кутом відсічення 10° , а обробку робити з кутом 15° . Якщо буде потреба, можна спробувати робити обробку й на 20° , і на 10° .

3.Видалення з обробки супутників з більшою кількістю втрат (зривів) циклів. Втрати циклів найчастіше відбуваються через якісь перешкоди, наприклад, дерева, а де перешкоди, там і багатошляховість. Потрібно помітити, що не завжди наявність перешкод призводить до втрат циклів, але це виразно спотворює дані.

4.Перехід від двох частотної обробки до одно частотної. Сигнал на другій частоті, особливо в приймачів із квадратурною обробкою сигналу, має відношення "сигнал/шум" нижче, ніж на першій частоті. Це не є кращим рішенням, тому що призводить до збільшення впливу іоносфери, і виправдано лише на коротких базових лініях.

5.Спробувати зробити обробку, призначивши інший опорний супутник, якщо це допускає програма.

6.Обробка з точними апіорними координатами початку базової лінії. Іноді це допомагає при великій кількості втрат рахунку циклів.

7.Обробка з точними ефемеридами.

8. Обробка за іншою програмою. Для цього буде потрібно перетворення файла спостережень у RINEX-формат. Відомо, що в програмах різних фірм закладені різні прийоми дозволу неоднозначностей, і нерідко буває, що за однією програмою виходить плаваюче рішення, а по іншій виводиться фіксоване рішення із прекрасними характеристиками.

Для мереж найкращим засобом знаходження проблемних ліній є використання програм замикання фігур, які для визначення нев'язок підсумують компоненти векторів по замкнутому контуру. Більшість програмних пакетів мають саме цей тип програм. У кожній фігурі можна одержати нев'язку, яка теоретично повинна дорівнювати нулю.

Інший метод контролю мережі – це виконання вільного або мінімально обмеженого врівноваження за методом найменших квадратів з використанням однієї із численних доступних сьогодні програм. Це врівноваження звичайно повинно виконуватися тільки після виключення поганих ліній програмою обчислення нев'язок у замкнутих фігурах. Програми врівноваження по МНК виконують три основних завдання:

- поєднують усі вектори в нерозривну мережу;
- додають у компоненти кожного вектора малі виправлення, щоб одержати замкнуті геометричні фігури;
- обчислюють координати й висоти всіх крапок.

В результаті обробки GPS вимірювань був отриманий журнал GPS знімання в якому знаходиться 1063 пікети, саме таку кількість пікетів було набрано при топографічному знімання в масштабі 1:2000 і 1: 500.

4. 4 Створення топографічного плану об'єкта робіт

Топографічний план – це побудоване на площині в ортогональній проекції в певній системі координат зображення порівняно невеликих ділянок місцевості в умовних знаках.

На топографічних планах масштабу 1: 500 достовірно та з потрібною точністю і детальністю відображують:

- пункти тріангуляції, полігонометрії, трилатерації, ґрунтові та стінні репери і пункти знімальної основи, які закріплені на місцевості центрами (наносяться за координатами);

- будинки і будівлі, їхні характеристики згідно з умовними знаками. Будівлі, що виражаються в масштабі плану, відображають за контурами їхніх цоколів;

- промислові об'єкти – будівлі і споруди заводів, фабрик, електростанцій, шахт, кар'єрів, торфозробок тощо, бурові та експлуатаційні свердловини, нафтові та газові вишки, цистерни, наземні трубопроводи, лінії електропередач високої та низької напруги, колодязі і мережі підземних комунікацій; об'єкти комунального господарства. На планах масштабів 1: 1000 та 1:500 всі мережі підземних комунікацій наносять на плани при наявності матеріалів виконавчого знімання або якщо є завдання на знімання підземних комунікацій;

- залізниці, шосейні та ґрунтові дороги і споруди при них - мости, тунелі, шляхопроводи, віадуки, переїзди;

- гідрографія - річки, озера, водосховища, площі розливів. Берегові лінії наносяться за фактичним станом на час знімання або на межень;

- об'єкти гідротехнічні та водного транспорту - канали, канави, водоводи і водорозподільчі пристрої, греблі, пристані, причали, моли, шлюзи, маяки, навігаційні знаки;

- об'єкти водопостачання – колодязі, колонки, резервуари, відстійники, природні джерела;

- рельєф місцевості, що відображається горизонталями, позначками висот і умовними знаками обривів, скель, ярів, осипів, зсувів, ям, курганів і т. ін. Форми мікрорельєфу відображають напівгоризонталями або допоміжними горизонталями;

- рослинність деревна, чагарникова, трав'яна, культурна рослинність (ліси, сади, плантації, луки, окремі дерева і кущі. На планах масштабів 1: 1000 та 1:500 на вулицях і проїздах

інструментально знімається кожне дерево з відображенням його породи, якщо діаметр його стовбура 4 см і більше;

- ґрунти і мікроформи земної поверхні: піски, галькові, глинисті, щебеневі та інші поверхні, болота і солончаки;

- державний кордон, межі політико-адміністративні, адміністративні, охоронних природних територій, землекористувань, різні огорожі. Державний кордон і межі наносять за координатами поворотних пунктів або з використанням відомчих картографічних матеріалів, що є в наявності;

- власні назви населених пунктів, вулиць, залізничних станцій, пристаней, озер, річок, перевалів, долин, ярів та інших географічних об'єктів.

Результати топографічних зніманих можуть бути представлені у вигляді цифрового або електронного топографічного плану.

Цифровий топографічний план – це цифрова модель місцевості, що сформована з урахуванням законів картографічної генералізації у прийнятих для планів проєкціях, розграфлення, системі координат та висот і записана на магнітних (оптичних) носіях.

Цифровий топографічний план, візуалізований з використанням програмних і технічних засобів у прийнятій системі умовних знаків, прийнято називати електронним топографічним планом.

Цифрові топографічні плани одержують шляхом запису просторових координат об'єктів місцевості і кодів їх характеристик у числовому вигляді в процесі польового топографічного знімання.

Застосування цифрових та електронних топографічних планів дає змогу автоматизувати: складання топографічних планів у різних масштабах, їх оновлення і тиражування (видання); розв'язання прикладних задач із використанням додаткової інформації.

Цифрові топографічні плани місцевості повинні задовольняти такі

ВИМОГИ:

- створюватися із занесенням інформації на номенклатурні планшети, що покривають місцевість у рамках топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500;
- створюватися у системі координат УСК 2000 р. і Балтійській 1977 р. системі висот. В окремих випадках можуть створюватися в місцевій системі координат і висот, що зв'язана з загальнодержавною;
- середні помилки в положенні на плані предметів та контурів місцевості з чіткими обрисами відносно найближчих точок знімальної основи не повинні перевищувати 0,5 мм, а в гірських та лісових районах - 0,7 мм. На територіях з капітальною і багатоповисловою забудовою середні помилки у взаємному положенні на плані точок найближчих контурів (капітальних споруд, будинків) не повинні перевищувати 0,4 мм.

Після обробки результатів топографічного знімання в М 1:500 земельної приступаємо до процесу створення електронного топографічного плану. Створення електронного топографічного плану проводимо в програмному комплексі Auto CAD 2021.

В першу чергу проводимо експорт точок знімального обґрунтування та пікетних точок в програмний комплекс Auto CAD 2021.

Провівши експортні операції створюємо відповідні тематичні інформаційні шари та приступаємо до процедури безпосереднього створення електронного топографічного плану.

В першу чергу наносимо на план основні елементи ситуації, а потім доповнюємо їх другорядними.

Завершальним етапом є формування аркушів плану для друку. Цей етап передбачає ретельний контроль зробленого, нанесення підписів координат, за рамочних підписів, заповнення штампу.

В результаті проведення знімання визначено планово-висотне

положення 487 пікетів.

По закінченню вищеназваних робіт отримуємо якісний електронний топографічний план в М 1:500 і план М 1: 2000 земельної ділянки, який представлено в графічній частині кваліфікаційної роботи.

4.5 Кошторисні розрахунки на топографо-геодезичні роботи

Кошторис - це фінансовий документ, в якому в плановому порядку визначаються обсяги коштів на фінансування певних об'єктів, програм і заходів з визначенням їх цільового призначення і розподілом за окремими періодами фінансування. Кошторис складають на основі виробничої програми підрозділу та відповідної нормативної бази, а також цін і тарифів на ресурси.

У кошторисі відображаються наступні витрати на виробництво певних продуктів:

- матеріальні витрати (за вирахуванням зворотних відходів);
- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні потреби;
- амортизація основних фондів;
- інші витрати.

Для розрахунку кошторису витрат на виробництво використовують три методи:

- кошторисний метод - на основі розрахунку витрат у масштабах всього підприємства за даними всіх інших розділів плану;
- зведений метод - шляхом підсумовування кошторисів виробництва окремих підрозділів, за винятком внутрішніх оборотів між ними;
- калькуляційний метод - на основі планових розрахунків по всій номенклатурі продукції, робіт і послуг з розкладанням комплексних статей на прості елементи витрат.

Після визначення переліку робіт, які формують обсяги витрат, розрахунки зводяться до кошторису.

Таблиця. 5. 1 Зведений кошторис

№№ п/п	Вид робіт	Од. і вимір.	Категорія складності	Вартість одиниці, грн	Обсяг	Кошторисна вартість робіт, грн
1	Рекогносцировка пунктів ДГМ	пункт	II	289,73	8	2317, 84
2	Топографічне знімання, масштабу 1: 2000	га	II	2400	21	50400
3	Топографічне знімання, масштабу 1:500	га	II	4100	5	21000
4	Складання звіту з виконаних геодезичних робіт	звіт		1950, 05	1	1950,05
Всього						75667, 89
Крім того ПДВ, 20%						15133, 58
Всього за кошторисом						90801,47

Висновки

З переходом на відновлювальні джерела енергії, енергія як така перестане бути інструментом політичного чи військового впливу однієї країни на іншу. Майже усі війни, що відбувались у світі до сьогодні, були пов'язані з енергетикою і боротьбою за енергетичні ресурси: нафту, газ, вугілля, тощо. Україна, зокрема, є тією країною, яка протягом 31 року незалежності, намагається вижити в умовах постійного енергетичного шантажу.

Врешті решт, відновлювані джерела енергії гарантують безпеку та здоров'я суспільства. Чорнобильська катастрофа показала, наскільки атомна енергетика є небезпечною для існування людства, а сучасна окупація Запорізької АЕС демонструє, наскільки ефективним для отримання власної вигоди є «ядерний тероризм». Ні українське, ні європейське суспільство не знає, скільки бомб та снарядів потрапило на територію вітрових станцій чи у вітрові турбіни, оскільки це безпечно для їх життя і здоров'я. В той же час, увага усього світу прикута до ситуації на Запорізькій АЕС.

Варто зазначити, що вітрова енергетика робить суспільство незалежним не лише в питанні електроенергії, але й в питанні декарбонізації інших вуглецеємних галузей економіки, включно і з транспортним сектором. Водень, вироблений за рахунок вітру та сонцю, є реальним паливом для усіх видів транспорту і інструментом незалежності країн від імпорту відповідних нафтопродуктів.

Як економічні, так і суспільні переваги розвитку відновлюваних джерел енергії є беззаперечними. Проте, жоден сектор економіки не зможе стабільно розвиватись без відповідних державних стимулів та привабливого бізнес-клімату в державі. За сьогоднішніх умов, перед Урядом України стоїть єдине завдання — зберегти тих національних та міжнародних інвесторів в ВДЕ, які вже інвестували в економіку України

і забезпечити умови для їх подальшої бізнес-діяльності в післявоєнний період.

В загальній перспективі для розв'язання можливих майбутніх проблем, пов'язаних з розвитком сучасного безвуглецевого енергетичного сектору України з урахуванням ВДЕ необхідно:

1. Затвердити єдиний основоположний стратегічний документ, який визначає напрям розвитку енергетики та, зокрема, ВДЕ в Україні.
2. Затвердити план заходів щодо реалізації на 5-10 років, який мають виконувати як держава (Президент України, Верховна Рада України, Кабінет Міністрів України, Міністерство енергетики України, НЕК «Укренерго», НКРЕКП тощо), так й учасники ринку.
3. Зобов'язати всі причетні до енергетики державні органи та державні підприємства включити до своїх програм діяльності/ розвитку заходи із плану та встановити політичну/адміністративну відповідальність за невиконання.

В короткостроковій перспективі, для стабільного функціонування сектору ВДЕ критично необхідно:

1. Забезпечити незмінність законодавства щодо системи підтримки виробників з ВДЕ та поступового погашення заборгованостей, а також дотримуватись існуючих гарантій, наданих інвесторам.
2. Повністю погасити заборгованість перед «зеленою» генерацією за 2021 рік.
3. Зменшити обсяг системних обмежень ВДЕ з боку НЕК «Укренерго».
4. На законодавчому рівні необхідно продовжити запропонований Міністерством енергетики України строк чинності технічних умов вітроенергетичних проєктів, будівництво яких було перервано війною а також строк для їх завершення для цілей отримання «зеленого» тарифу, принаймні, на 2 роки.

В довгостроковій (післявоєнній) перспективі широкомасштабний розвиток «зеленої» генерації та створення нової моделі енергетичного сектору України буде можливим за умови:

1. Прийняття чітких Національних стратегій із розвитку ВДЕ, виробництва відновлюваного водню та розвитку офшорної вітроенергетики. Перегляд Енергетичної стратегії до 2035 року з врахуванням заміщення вибуваючих потужностей генерації новими із суміжним нарощенням обсягів накопичувальних потужностей (energy storage). Прийняття Енергетичної стратегії України до 2050 року;

2. Встановлення амбітних цілей із розвитку ВДЕ, що відповідатимуть сучасній енергетичній політиці ЄС, а саме щодо досягнення щонайменше 50% частки ВДЕ у електроенергетичному балансі України до 2030 року (з врахуванням ГЕС великої потужності) та досягнення безвуглецевої економіки до 2050 року;

3. Проведення міжнародних комунікаційних кампаній для заохочення входу на ринок ВДЕ України міжнародних стратегічних та фінансових інвесторів;

4. Впровадження нових ринкових механізмів стимулювання розвитку ВДЕ, включно з «зеленими» аукціонами, корпоративними РРА, контрактами на різницю, тощо;

5. Стимулювання національного виробництва обладнання та комплектуючих для об'єктів ВДЕ, включно з вітровими турбінами.

6. Застосування кращих практик з охорони навколишнього природного середовища.

В кваліфікаційній роботі на конкретному прикладі представлено основні кроки щодо проектування вітропарку. Визначено організаційні та правові умови земельних та містобудівних питань, такі як мікросайтинг, розробка детального плану території, виділ та зміна цільового призначення земельної ділянки відповідною документацією із землеустрою. Представлено чіткий

перелік геодезичних робіт, які виконуються в ході девелопменту вітрової електричної станції. Розкрито адаптований до сучасних реалій план дії щодо розміщення і функціонування вітропарку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. НЕК «Укренерго» URL: <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny/> (дата звернення 06.09.2021).
2. Кузьміна М. Вітроенергетика в Україні: законодавче регулювання. Підприємство, господарство и право. 2014. № 11. С. 35–38.
3. Голенко В.Е. Правовий вимір вітроенергетики як тенденції розвитку сфери відновлюваних джерел енергії. Вісник Південного регіонального центру Національної академії правових наук України. 2015. № 5. С. 119–124.
4. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
5. Про ринок електричної енергії : Закон України від 13 квітня 2017 року. Офіційний вісник України. 2017. № 49. Ст. 1506.
6. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20 лютого 2003 року. Офіційний вісник України. 2003. № 12. Ст. 522.
7. Рудь Ю.М. Правове регулювання енергозбереження у сільському господарстві України : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.06. Київ, 2015. 18 с.
8. Про Комплексну програму будівництва вітрових електростанцій: Постанова Кабінету Міністрів України від 3 лютого 1997 року № 137. Офіційний вісник України. 1997. № 8. код акта 228/1997.
9. Про ефективність використання бюджетних коштів на виконання Комплексної програми будівництва вітрових електростанцій. Державна фінансова інспекція України. Аналітичні звіти (січень - березень 2009 р.). URL: <http://www.dkrs.gov.ua>. (дата звернення 14.09.2021)
10. Носенко Ю. Вітроенергетика – практичні аспекти і перспективи. Агробізнес сьогодні. 2012. № 1/2. С. 42–44.
11. Про Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та

відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики: постанова Кабінету Міністрів України від 31 грудня 1997 року № 1505. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1505-97-п> Text (дата звернення 17.09.2021)

14. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605-р. Урядовий кур'єр від 08 вересня 2017 року № 167.

15. Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 року. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 3–4. Ст. 27.

16. Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів : Закон України від 09 липня 2010 року. Відомості Верховної Ради України. 2011. № 1. Ст. 1.

17. Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких інших законодавчих актів України щодо покращення адміністрування та перегляду ставок окремих податків і зборів : Закон України від 23 листопада 2018 року. Офіційний вісник України. 2018. № 98. Ст. 3220.

18. Харитонova Т.Є. Деякі проблеми використання об'єктів альтернативної енергетики на землях сільськогосподарського призначення. Актуальні правові проблеми інноваційного розвитку агросфери: матер. наук.-практ. конф. (Харків, 20 листопада 2020 р.). Харків, 2020. С. 273–276.

19. Мілімко Л.В., Остринський В.О. Проблеми правового регулювання договору оренди та встановлення права земельного сервітуту для потреб альтернативної(відновлюваної) енергетики. Юридичний електронний науковий журнал. 2017. № 6. С. 180–183.

20. Третяк Т.О. Процедура визначення видів діяльності та об'єктів, що підлягають оцінці впливу на довкілля в Україні. Право і громадянське суспільство. 2016. № 1. С. 112–127.

21. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23 травня 2017

року. Офіційний вісник України. 2017. № 50. Ст. 1549.

22. Вітряні електростанції та зміни клімату / Василюк О., Кривохижа М., Прекрасна Є., Норенко К. Київ : UNCG, 2015. 32 с.

23. Врятуй Боржаву. ГО «Екосфера», 2020. URL: <https://ekosphaera.org/4/> (дата звернення 20.09.2021)

24. Восьмий ААС скасував дозвіл на виконання будівельних робіт з будівництва вітрової електростанції на Закарпатті. URL: <https://8aa.court.gov.ua/sud4857/pres-centr/general/990651/> (дата звернення 20.09.2021)

25. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17 лютого 2011 року. Офіційний вісник України. 2011. № 18. Ст. 735.

26. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 13 с.

27. Про внесення змін до деяких законів України щодо інвестиційної привабливості будівництва об'єктів відновлюваної енергетики: Закон України від 4 вересня 2018 року. Офіційний вісник України. 2018. № 78. Ст. 2585.

28. Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії: Закон України від 25 квітня 2019 року. Відомості Верховної Ради України. 2019. № 23. Ст. 89.

29. Про затвердження Кодексу системи передачі: Постанова НКРЕКП від 14 березня 2018 року № 309. Урядовий кур'єр від 18.04.2018. № 75.

30. Рибнікова Е.Ю. Економіко-правовий механізм стимулювання виробництва та використання альтернативної енергії в Україні.

31. Південноукраїнський правничий часопис. 2017. № 3. С. 62–65.

32. Вітроенергетичний сектор України 2019 (УВЕА, 2020). 87 с. URL: <http://uwea.com.ua/ru/library/reviews/> (дата звернення 26.09.2021)

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ