

Звіт підготовлений для:

Звіт підготували:

**ПРОГРАМА ФІНАНСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ
(ПРОГРАМА USELF)**

**Технічний звіт з оцінки потенціалу
відновлюваної енергетики в Україні:**

Малі ГЕС

Один з п'яти технічних звітів з питань розвитку відновлюваної енергетики, підготовлений в рамках Стратегічного екологічного аналізу Програми USELF

ПРОЕКТНІ СЦЕНАРІЇ ДЛЯ ПРОГРАМИ ФІНАНСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ: МАЛІ ГЕС

ЗМІСТ

1.	ВСТУПНА ЧАСТИНА.....	4
2.	ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ І ПОТЕНЦІАЛ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ	4
2.1	В цьому розділі звіту визначаються і розглядаються ті райони України, в яких існують відповідні потужності і ресурси для розвитку малої гідроенергетики. Існуючі об'єкти	4
2.2	Райони концентрації ресурсів для розвитку гідроенергетики.....	5
3.	ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГІЙ БІОЕНЕРГЕТИКИ.....	7
3.1	Основні елементи і їхня конфігурація.....	7
3.2	Експлуатаційні показники, особливості експлуатації і технічного обслуговування	12
3.3	Огляд технологій гідроенергетики	14
3.4	Питання вибору майданчика	16
3.5	Будівельні роботи	16

Таблиці

Таблиця 2-1. Існуючі гідроенергетичні об'єкти в Карпатському регіоні*	6
Таблиця 3-1. Загальні характеристики турбін.....	8
Таблиця 3-2. Розміри конструкційних елементів і контури майданчиків ГЕС*	11
Таблиця 3-3. Ключові характеристики технологій малої енергетики	15

Рисунки

Рисунок 3-1. Типова схема греблевої гідроелектростанції.....	8
Рисунок 3-2. Вибір типів і моделей турбін залежно від рівнів напору і витрат стоку.....	9
Рисунок 2-1. Мапа розташування об'єктів гідроенергетики в Україні	19
Рисунок 2-2: Мапа розподілу потенціалу малої гідроенергетики за областями України.....	20

Інформація щодо процесу розробки та розгляду документу:

№ версії	Підготували:	Розглянули:	Затвердили до подання:	Дата подання:	Статус подання:
v1	Мон Хонг Нейл Грубер	Мон Хонг	Джей Ебботт	11 травня 2011	Проект звіту для ЄБРР
v2	Мон Хонг	Мон Хонг	Джей Ебботт	1 вересня 2011	Проект звіту для ЄБРР
v3					

№ проекту за
системою B&V 167767

№ проекту за
системою замовника TCS ID 29098

Примітка:

Цей звіт призначений виключно для ЄБРР. Якість наведеної в ньому інформації, висновків та оцінок відповідає зусиллям, витраченим спеціалістами компанії BV на його підготовку, а сам звіт базується на: i) інформації, наявній на час підготовки звіту, ii) даних, отриманих із зовнішніх джерел, та iii) припущеннях, умовах та оцінках, наведених в його тексті. Цей звіт призначений для потреб ЄБРР і має використовуватись у відповідності до умов, визначених контрактом між Банком і компанією BV. Використання цього документу або посилання на нього третіми сторонами в будь-яких інших цілях є питанням власного ризику цих сторін.

ПРОЕКТНІ СЦЕНАРІЇ ДЛЯ ПРОГРАМИ ФІНАНСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ: МАЛІ ГЕС

1. ВСТУПНА ЧАСТИНА

Метою цього технічного звіту є забезпечення Групи з підготовки Стратегічного екологічного аналізу (СЕА) Програми USELF інформацією про типовий сценарій використання енергії малих ГЕС в процесі її роботи над підготовкою Звіту з СЕА. В цьому звіті розглядаються потенційні місця розташування, варіанти технологій та умови експлуатації об'єктів, передбачених сценарієм використання потужностей малих ГЕС. Особлива увага приділяється обмеженням технічного характеру, пов'язаним з наявністю відповідних ресурсів і технологій для використання енергії води. В той же час, обмеження екологічного і соціально-економічного характеру не розглядалися в рамках цього звіту, оскільки вони вивчатимуться окремо в матеріалах Звіту з СЕА. Цей звіт жодною мірою не має на меті обмежити або виключити можливості майбутнього розвитку та використання інших технологій, які лишилися поза його рамками.

Цей документ містить два наступні розділи:

- Гідроенергетичні ресурси і потенціал їхнього використання
- Характеристики технологій малої гідроенергетики

Розділ 2 (Гідроенергетичні ресурси і потенціал їхнього використання) містить корисну для розробників СЕА інформацію щодо наявності та кількості гідроенергетичних ресурсів по всій країні, а також про ті її райони, які характеризуються найбільшими обсягами цих ресурсів.

Розділ 3 (Характеристики технологій малої гідроенергетики) присвячений технологіям використання водних ресурсів для виробництва електроенергії. В ньому розглядаються ключові експлуатаційні показники, особливості під'єднання установок до енергосистеми, їхньої експлуатації та обслуговування, а також питання наявності відповідного технологічного обладнання в Україні. В цьому розділі також розглядаються найтипівіші питання, пов'язані з вибором майданчиків та будівництвом гідроелектростанцій, які також є дотичними до процесу СЕА.

В контексті цього звіту термін «об'єкти малої гідроенергетики» означає установки потужністю до 10 МВт, які підпадають під дію схеми «Зелених тарифів», запровадженої в Україні.

2. ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ І ПОТЕНЦІАЛ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ

2.1 В цьому розділі звіту визначаються і розглядаються ті райони України, в яких існують відповідні потужності і ресурси для розвитку малої гідроенергетики. Існуючі об'єкти

Переважає більшість існуючих гідроелектростанцій в Україні є установками великої потужності з власними водосховищами, розташованими в основному руслі річок Дніпро і Дністер. Деякі станції використовують свої водосховища в комплексі з гідроаккумуляюючими станціями. Рисунок 2-16 відображує місця розташування існуючих гідроелектростанцій в Україні.

Україна також реалізує масштабний Проект реконструкції гідроелектростанцій, який частково фінансується Світовим Банком і передбачає реконструкцію 46 гідроенергетичних блоків і пов'язаного з ними обладнання на дев'яти гідроелектростанціях.

2.2 Райони концентрації ресурсів для розвитку гідроенергетики

Окрім вищезгаданих великих станцій, у відкритих джерелах існує дуже мало конкретної інформації щодо гідроенергетичного потенціалу конкретних річкових басейнів України. Певні дослідження проводились спеціалізованою науково-дослідною організацією за фінансової підтримки Європейської Комісії в рамках Проекту сприяння розвитку і використанню потенціалу малої енергетики на Кавказі і в Карпатах (SHYCA) з метою вивчення стану існуючих об'єктів потужністю від 100 кВт до 30 МВт в Карпатському регіоні, а також інші дослідження, орієнтовані на конкретні річкові басейни. Були виконані розрахунки з оцінки потенціалу гідроенергетики в розрізі областей (дивіться Рисунок 2-27 наприкінці Розділу). Наведена на рисунку мапа відображує рівні повного і економічного потенціалу всіх річкових систем України¹. В той же час, на мапі не визначені ті річкові басейни і водотоки, які були включені до розрахунків з оцінки гідроенергетичного потенціалу, а також відсутні дані щодо кількості і масштабу розглянутих проектів.

(a) Існуючі малі ГЕС

В рамках Програми SHYCA був створений каталог існуючих гідроелектростанцій Карпатського регіону, який наведений в наступній таблиці (Таблиця 2-1). Як зазначено в таблиці, значна частка цих об'єктів зараз не працює і тому може бути включена до програми реконструкції.

(b) Потенціал для будівництва нових ГЕС

Пошук інформації в спеціалізованій літературі і консультації з експертами дали можливість визначити кілька річкових басейнів, які вважаються перспективними для майбутнього будівництва або реконструкції об'єктів малої гідроенергетики (потужністю до 10 МВт згідно з критеріями схеми «Зелених тарифів»). До їх числа відносяться наступні річкові басейни:

- Басейн річки Дністер
- Басейн річки Тиса
- Притоки Дніпра в Центральній Україні

Хоча потенційно перспективними є всі ці річкові басейни, відповідна інформація щодо місць розташування і ключових характеристик об'єктів для потенційного будівництва і реконструкції є тільки по Карпатському регіону.

¹ Програма Shyca, Робочий звіт 2 [shyca.org], 2005

Таблиця 2-1. Існуючі гідроенергетичні об'єкти в Карпатському регіоні*

Річка	Область	Потужність (кВт)	Обсяг виробництва (ГВт-годин/рік)	Коефіцієнт використання потужностей** (%)	Працює чи ні
Чорна Тиса	Закарпатська	н/д	н/д	н/д	Ні
Уж	Закарпатська	2650	10.6	0.46	Так
Уж	Закарпатська	1900	7.6	0.46	Так
Прут	Івано-Франківська	800	3.04	0.43	Так
Білий Черемош	Чернівецька	650	2.73	0.48	Ні
Сирет	Чернівецька	525	2.205	0.48	Ні
Стрий	Львівська	500	1.925	0.44	Ні
Стрий	Львівська	450	1.44	0.37	Ні
Тур'я	Закарпатська	450	1.35	0.34	Ні
Брустуриянка	Закарпатська	400	1.2	0.34	Ні
Теребля (рукав)	Закарпатська	360	1.08	0.34	Ні
Бистриця Надвірнянська	Івано-Франківська	320	0.96	0.34	Ні
Зубра	Львівська	300	0.9	0.34	Ні
Бистриця	Львівська	270	1.08	0.46	Ні
Дністер	Львівська	250	1.15	0.53	Ні
Боржава	Закарпатська	250	0.75	0.34	Ні
Черемош (рукав)	Чернівецька	200	0.64	0.37	Ні
Черемош (рукав)	Чернівецька	100	0.32	0.37	Ні
Черемош (рукав)	Чернівецька	100	0.32	0.37	Ні
Орява	Львівська	100	0.3	0.34	Ні

Джерело: РЗ2. Існуючі і перспективні малі ГЕС на Кавказі і в Карпатах – Робочий звіт 2 Програма Shyca Рисунок 1.3.

Примітки:
 *Більшість цих об'єктів були збудовані в 1950х роках.
 **Коефіцієнт використання потужностей розрахований за даними таблиці, підготовленої спеціалістами компанії Black & Veatch.

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГІЙ БІОЕНЕРГЕТИКИ

В цьому розділі звіту розглядаються об'єкти малої гідроенергетики двох типів – малі греблеві ГЕС² і переоснащення/реконструкція існуючих малих гідроелектростанцій в Україні. Цей розділ присвячений розгляду таких питань як ключові елементи, що входять до складу кожного з зазначених варіантів, конфігурація цих елементів, наявність основних елементів України, типові розміри елементів і витрати на реалізацію проектів, а також вимоги щодо підключення до централізованої енергомережі.

3.1 Основні елементи і їхня конфігурація

Традиційний спосіб виробництва електроенергії базується на використанні енергії води, що утворюється під час падіння води з висоти і проходить через турбіну, приводячи в дію електричний генератор. Кількість кінетичної енергії, що надходить до турбіни, визначається напором³ і рівнем витрат води, яка проходить через турбіну. Складові елементи об'єктів малої гідроенергетики, що є предметом розгляду в СЕА, є практично однаковими для обох типів об'єктів і включають турбіни, генераторні установки, будівлю електростанції, турбінний водовід, водоприймальну/водозабірну споруду, системи контролю і відвідний канал. Об'єкти малої гідроенергетики, що розглядаються в цьому звіті, включають такі самі елементи, але можуть мати різні конфігурації. Для цілей розгляду в рамках СЕА вважається, що сценарій розвитку малої гідроенергетики передбачає будівництво нових греблевих ГЕС і реконструкцію існуючих греблевих ГЕС. Іноді можна зустріти такі об'єкти як мікро-ГЕС (<0.1 МВт), які не мають греблі. Однак ці об'єкти є дуже нечисленними і доцільні тільки в тому випадку, якщо вироблена енергія споживається безпосередньо на місці без підключення до централізованої енергомережі. Оскільки підключення до централізованої енергомережі є вимогою схеми «Зелених тарифів», такі мікро-ГЕС не розглядаються в рамках СЕА.

- **Гребля, дериваційний водовід або загата:** Загата – це загальне визначення конструкції, яка будується поперек річки для забезпечення цілого ряду водогосподарських потреб. Гребля є окремим видом загати, яка може бути великою або малою за розміром, і використовується для накопичення річкового стоку або створення напору. Дериваційний водовід є ще одним видом загати. Зазвичай ця споруда будується з меншим ухилом, ніж ухил річки, для того, щоб відводити або направляти весь річковий стік або його частину до водозабірної або іншої гідротехнічної споруди. Часто напірні та водопропускні характеристики гідроенергетичного об'єкту можна значно покращити за рахунок будівництва греблі і водосховища для збільшення рівня встановленої потужності гідроелектричної турбіни і генератора. Це досягається шляхом підвищення повного напору, накопичення річкового стоку, збільшення рівня витрат води, яка подається до турбінно-генераторної установки, а також утримування надлишкового річкового стоку в верхньому б'єфі греблі для майбутнього використання. Типова схема роботи гідроелектростанції наводиться на наступному рисунку (Рисунок 3-1). Навіть якщо наведені цифри характеризують станцію більшої потужності, всі елементи конструкції є такими самими, як і у випадку малих ГЕС, що розглядаються в рамках Програми USELF.

² Термін «мала гідроенергетика» в цьому документі охоплює мікро-, міні- і малі ГЕС разом, якщо у тексті явним чином не зазначається інше.

³ Вертикальна висота води, яка вимірюється від відмітки верхнього б'єфу турбіни (наприклад, відмітки рівня води у водосховищі або річковому водозабірні) до відмітки рівня води в нижньому б'єфі турбіни (відвідний канал турбіни або рівень води у приймаючому водному об'єкті).

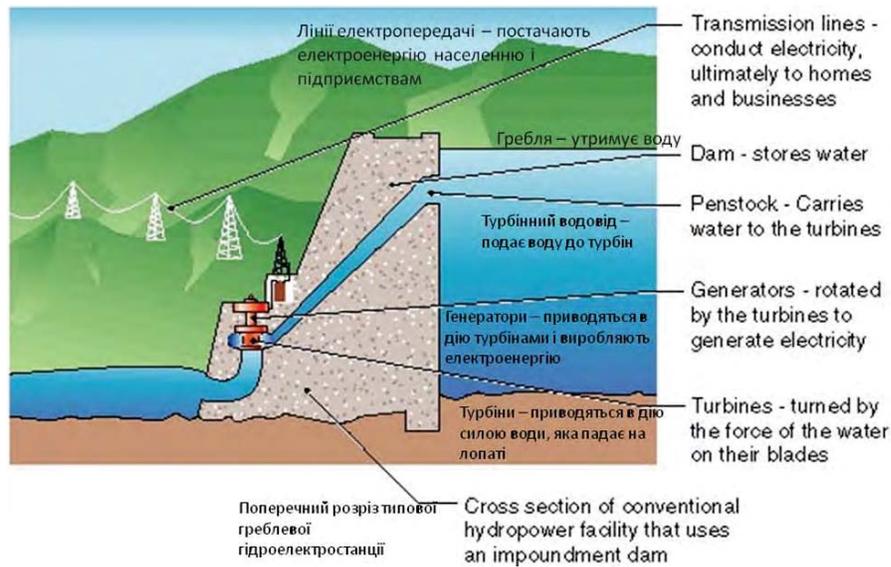


Рисунок 3-1. Типова схема греблевої гідроелектростанції

- Турбіни:** До складу всіх гідроенергетичних об'єктів входять турбіни, які виробляють енергію. Існуючі типи гідроелектричних турбін розділяються на два основних класи – імпульсні турбіни і реактивні турбіни, причому в кожному класі існують турбіни різної конструкції. Таблиця 3-1 містить перелік типів турбін за класами, рівнями потужності і видами гідроенергетичних об'єктів, на яких вони встановлюються. Слід звернути увагу на те, що різні типи турбін можуть мати абсолютно однакові характеристики, і тоді у виборі турбінного обладнання необхідно керуватись іншими факторами (наприклад, вартість або мінливість обсягів стоку), які також є важливими. Якщо подивитись на Рисунок 3-2, можна побачити, що для установки потужністю 10 МВт або менше (класи мікро-, міні- та малих ГЕС) можуть підходити всі моделі турбін, наведені у вищезгаданій таблиці (Таблиця 3-1), в залежності від умов конкретного майданчика. Показники екологічного впливу в цілому ідентичні у турбін будь-якого типу. Те ж саме можна сказати про показники якості води у верхньому і нижньому б'єфі. Робота турбін і малих гідроенергетичних установок може призвести до змін у рівнях вмісту розчиненого кисню в бік збільшення через скидання води через водозлив. Деякі відмінності у конструкції турбін можуть стосуватись можливості облаштування рибопропускних устроїв, яка існує у випадку реактивних турбін, але відсутня у випадку імпульсних турбін.

Таблиця 3-1. Загальні характеристики турбін

Модель турбіни	Клас турбіни	Діапазон потужності (МВт)	Типи об'єктів *
Турбіна Пелтона (ковшова)	Імпульсна	0.5 - 150	M, Mi, S, Med, L
Турбіна Crossflow (проточна)	Імпульсна	0.1 – 1.0	M, Mi
Турбіна Turgo (ковшова)	Імпульсна (модифікація турбіни Пелтона)	0.75 – 5.0	M, Mi, S

Турбіна Френсіс (радіально-осьова)	Реактивна (з фіксованою геометрією лопатей)	0.5 – 800.0	Mi, S, Med, L
Турбіна Каплан (поворотно-лопатєва)	Реактивна (зі змінюваною геометрією лопатей)	0.1 - 100	M, Mi, S, Med
Примітки: * M = Мікро (<0.1 МВт) Mi = Міні (0.1 МВт – 1.5 МВт) S = Малі (1.5 МВт – 30 МВт) Med = Середні (30 МВт – 100 МВт) L = Великі (100 МВт+)			

На наступному рисунку (Рисунок 3-2) міститься більш детальна інформація щодо потенційних збігів між експлуатаційними показниками турбін різних моделей в залежності від рівнів напору і витрат стоку в кожному окремому випадку.

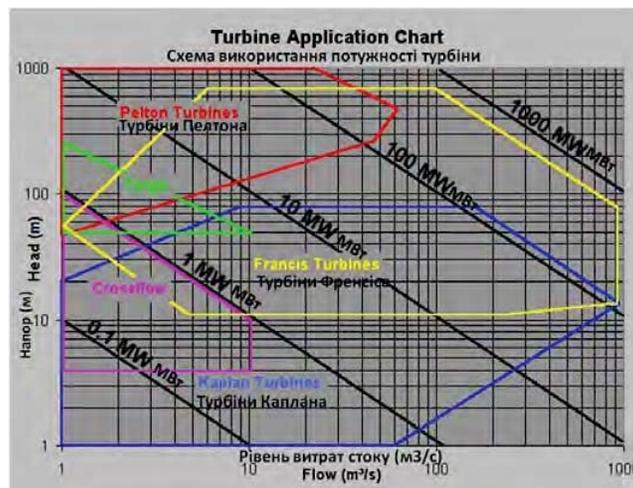


Рисунок 3-2. Вибір типів і моделей турбін залежно від рівнів напору і витрат стоку

- Генератор:** Генератор з'єднаний з турбіною, яка приводить його в дію (дивіться Рисунок 3-1). Турбіна повертає вал зі встановленим на ньому рядом магнітів повз мідні пластини і генератор. Електроенергія виробляється під час обертання ротору в стаціонарній обмотці. Гідроенергетичні генератори (так само, як і інші види генераторів) підбираються відповідно до розміру і потужності турбін, які приводять їх в дію. На попередньому рисунку (Рисунок 3-2) чорні лінії з позначкою МВт (мегавати) є нічим іншим як показником потужності генератора, який вироблятиме енергію на тому рівні, який відповідає типові турбіни і визначеним рівням стоку і напору.

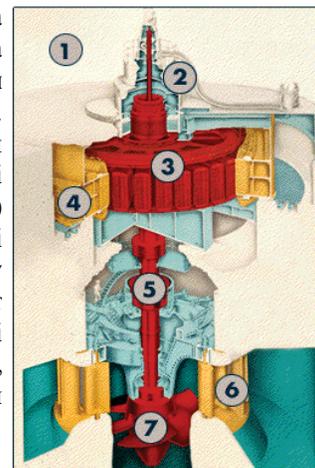


Рисунок 3-3. Поперечний розріз блоку турбіна-генератор

- Будівля електростанції:** Будівля електростанції зазвичай представляє собою одно-дворівневу залізобетонну споруду, головним призначенням якої є розміщення турбін(и), генераторів(у), систем контролю і допоміжного

обладнання. В залежності від місця розташування будівлі електростанції, вона може бути спроектована як водонепроникна споруда (у разі розташування на заплавах ділянках) з метою запобігання шкоди, якої вода може заподіяти генератору та іншому електричному обладнанню, що розміщується всередині будівлі. Часто електроенергія направляється з електростанції до енергомережі через підвищувальний трансформатор, який може бути розташований як за межами будівлі, так і всередині або на даху.

Інші вузли і елементи, які зазвичай розміщуються всередині будівлі електростанції, можуть включати затвори водовипусків і відсічні вентиля, які використовуються тоді, коли необхідно відключити турбіну, або коли обсяги стоку перевищують пропускну потужність турбіни. У разі неможливості розміщення цих елементів всередині будівлі електростанції має бути передбачене окреме приміщення для гідротехнічних затворів. З будівлею електростанції також пов'язані такі елементи як відсмоктувальна труба і відвідний канал, якими стік з турбіни надходить до приймаючого водного об'єкту. Деякі мікро- і малі ГЕС можуть працювати взагалі без будівлі електростанції, оскільки вони пристосовані до роботи в будь-яких погодних умовах. Трубопровідні конструкції з турбінами є прикладом систем, для яких наявність спеціальної будівлі електростанції не завжди є потрібною.

- **Турбінний водовід:** Турбінний водовід є трубою, якою вода надходить зі впуску водозабірної споруди або дамби до будівлі електростанції. У випадку малих гідроелектростанцій турбінні водоводи розміщуються на поверхні землі, але також можуть прокладатись у підземному тунелі. У разі потреби турбінні водоводи можуть прокладатись у вигляді надземного трубопроводу і можуть включати наступні елементи: упорні підшипники, компенсаційні стики, опори (роликіві або фіксовані), витратоміри, затвори і їхні складові. Необхідно передбачити доступ до турбінного водоводу для його огляду і обслуговування.
- **Водоприймач:** Водоприймач направляє воду до турбінних водоводів. Оскільки водоприймачі є частиною конструкції греблі або водозабірної споруди, вони повинні бути оснащені певними елементами, які є обов'язковими. Наприклад, водоприймач має бути оснащений сталеву решіткою, яка захищатиме турбінний водовід від надходження сторонніх предметів – таких як великі колоди. Також у водоприймачі має бути встановлений відсічний ventиль, за допомогою якого може бути припинене надходження стоку до турбінного водоводу з метою проведення технічного огляду і обслуговування останнього, або на випадок аварійного відключення турбінного водоводу.
- **Відсмоктувальна труба і відвідний канал:** Відсмоктувальна труба транспортує пропущену через турбіну воду до відвідного каналу і допомагає розсіяти енергію цієї води для того, щоб звести до мінімуму її вплив на приймаючий водний об'єкт. Ця гідравлічна система є настільки важливою, що будь-які недоліки в її конструкції можуть призвести до значного зростання рівнів втрат гідравлічного опору, результатом чого може стати падіння повного напору і загального енергетичного потенціалу. Відвідний канал є з'єднувальним елементом, який зазвичай має вигляд відкритого каналу, що повертає пропущену через турбіну воду до приймаючого водного об'єкту, забезпечуючи прийнятні рівні витрат стоку. Ці елементи можуть мати різну конструкцію, яка визначається типом турбіни. Будь-які конструктивні недоліки в роботі відвідних каналів також можуть призвести до падіння чистого напору і зростання рівнів втрат гідравлічного опору. До складу конструкції відвідних каналів зазвичай входять секторні затвори або шандронні загородження для того, щоб відокремити

відвідний канал від відсмоктувальної труби для проведення ремонту і обслуговування турбінного обладнання і відсмоктувальної труби.

- **Системи контролю:** Маються на увазі системи, які використовуються для регулювання роботи турбіни і генератора, а також для управління передачею електроенергії з електростанції на підстанцію. Важливою природоохоронною рисою систем контролю є використання телеметричних даних про стан навколишнього середовища в якості підґрунтя для прийняття рішень щодо режиму роботи гідроелектростанції. Можливі види даних можуть включати, наприклад, дані щодо рівнів витрат річкового стоку в верхньому і нижньому б'єфах, параметри якості води для підтримання прийнятного стану річкової системи в умовах меженного стоку, забезпечення інтересів рибного господарства, контролю якості води (рівнів забруднення), підтримання рівнів води у водосховищі, планування екологічних та інших необхідних попусків.

Гідроенергетичні об'єкти, що розглядаються в цьому звіті, включають більшість або всі ці елементи. Оскільки вони мають потужність до 10 МВт, вони належать до трьох класів – міні-, мікро- та малі ГЕС. В наступній таблиці (Таблиця 3-2) наведені характеристики ключових елементів конструкції цих об'єктів. На практиці розміри можуть змінюватись в дуже широких межах залежно від особливостей кожного окремого майданчика.

(а) Малі греблеві ГЕС (з греблевою, загатною або дериваційною спорудою)

Малі ГЕС з греблею, загатою або дериваційним водоводом вважаються найтипівішими гідроенергетичними об'єктами, які будуватимуться або відновлюватимуться в Україні. Вони можуть включати або не включати водосховище для зберігання води. Граничні рівні води у водосховищах і загатах дуже залежать від розміру річки, рельєфу і характеристик водозбірного басейну. Гідроелектростанції з греблями і водосховищами можуть впливати на екологічний стан водотоків. Ретельне управління експлуатацією цих об'єктів відповідає принципам належної екологічної практики, яка дозволяє ефективно вирішувати питання якості води, контролю паводків, забезпечення потреб рибного господарства, рекреації і поповнення стоку в умовах межени.

Таблиця 3-2. Розміри конструкційних елементів і контури майданчиків ГЕС*

	Мікро (<100кВт)	Міні (100кВт – 1.5 МВт)	Малі (1.5 МВт – 30 МВт)
Елементи			
Довжина греблі (м)	0-10	10-25	15-50
Водосховище (га)	0	0- 10	0 -50
Турбінний водовід			
Довжина (м)	0 – 100	10 - 1000	25 – 1000
Діаметр (м)	0.3 – 1.0	0.5 – 1.5	1.0 – 2.25
Будівля ГЕС (м ²)	Немає** – до 30	20 -120	100 – 225
Довжина відвідного каналу (м)	0 – 10	25 – 100	50 - 300
Примітки:			
*Всі розміри змінюються в широких межах залежно від особливостей місця розташування.			
**Можуть не мати будівлі ГЕС—споруда може бути розташована на відкритому майданчику.			

(b) Реконструкція існуючих гідроелектростанцій

Проекти реконструкції існуючих гідроелектростанцій передбачають реконструкцію та/або заміну одного або кількох елементів на існуючих об'єктах з використанням кількох або всіх елементів існуючої інфраструктури. Таблиця 1-1 містить перелік певних гідроелектростанцій в Карпатському регіоні, які можуть стати потенційними об'єктами для реконструкції (вони наразі не працюють). В багатьох випадках греблі на цих об'єктах є дуже старими. В процесі реконструкції старого об'єкту критично важливою умовою є ретельне вивчення стану будівель, електричних і механічних елементів, оскільки це дасть можливість належним чином оцінити склад і вартість робіт з реконструкції. Поєднання робіт з реконструкції з новим будівництвом є дуже складним завданням, особливо якщо мова йде про такі гідротехнічні споруди як греблі, турбінні водоводи, затвори, відсмоктувальні труби, водозабори і будівлі ГЕС. Механічне і електричне обладнання (генератори, турбіни, поворотні затвори, затвори і решітки водозаборів, регулятори, підстанції і панелі управління) потребують ретельного і детального обстеження з метою оцінки технічної і економічної доцільності реконструкції у порівнянні з повною заміною обладнання. Застарілі елементи панелей і систем управління зазвичай підлягають заміні, оскільки ці елементи мають бути сумісними з механічним і електричним обладнанням.

Впливи на навколишнє середовище також мають бути вивчені і враховані. Спектр цих впливів може бути різним і залежатиме від характеру запланованої реконструкції і складу обладнання, яке підлягатиме заміні.

Будівництво нового об'єкту зазвичай виглядає більш простим завданням, але рівень витрат на кіловат встановленої потужності в цьому випадку є вищим. Знесення старої споруди і будівництво абсолютно нового об'єкту виглядає простішим рішенням у порівнянні з реконструкцією і переоснащенням старих споруд. Однак останній варіант все ж має певні переваги, пов'язані з тим, що він передбачає реконструкцію існуючих об'єктів, які вже стали джерелом впливу на навколишнє середовище, і не має на меті створення нових об'єктів на ділянках, де гідроенергетичних споруд раніше не існувало.

3.2 Експлуатаційні показники, особливості експлуатації і технічного обслуговування

Існує кілька факторів, які визначають ефективність роботи гідроелектростанції. Комплекс умов, які існують на виробничому майданчику (рівень стоку, напір тощо), проектні рішення і обмеження екологічного/експлуатаційного характеру визначатимуть річний коефіцієнт використання виробничих потужностей. Належне визначення необхідних розмірів об'єкту в процесі його будівництва або реконструкції дозволить значно покращити значення коефіцієнту використання виробничих потужностей і річні обсяги виробництва енергії. Більшість малих ГЕС функціонують головним чином для того, щоб продавати вироблену енергію, не маючи при цьому значних потужностей. Тому для забезпечення максимальної прибутковості на цих ГЕС збільшується тривалість роботи обладнання, результатом чого є збільшення обсягів виробництва енергії і підвищення коефіцієнту використання робочих потужностей.⁴

⁴ Деякі об'єкти – наприклад, станції компенсації пікових навантажень – призначені для конкретних цілей і здатні працювати з нижчим рівнем використання виробничих потужностей, який може становити лише 25-35% у тому разі, якщо вартість енергії (визначена погодинно, щодобово або в рамках довготривалого контракту) є достатньо високою.

Крім того, станції з греблями або іншими гідротехнічними спорудами для регулювання всього обсягу або частини річкового стоку мають певний рівень експлуатаційної гнучкості. Ця гнучкість може використовуватись для забезпечення максимальної прибутковості процесу виробництва енергії в періоди пікової потреби, оптимізації використання ємності водосховища (у разі його наявності), задовольняючи при цьому екологічні вимоги до режиму експлуатації станції. Якщо гідроелектростанція має власне водосховище, режим використання його ємності може бути орієнтований на досягнення певних виробничих цілей, які мають бути відповідним чином збалансовані задля забезпечення успішної роботи станції. До числа таких цілей можна віднести виробництво енергії, контроль посух і паводків, дотримання стандартів якості води, дотримання вимог до режимів меженого стоку, забезпечення потреб рибного господарства в річці і у водосховищі, підтримка належних умов існування живих організмів, забезпечення потреб рекреації, зрушувальних систем та водопостачання.

На відміну від станцій з водосховищами, робота руслових ГЕС регулюється або встановленими нормативами, або режимами річкового стоку, або поєднанням цих обох факторів. Русловий режим роботи станції означає, що обсяги річкового стоку, який надходить до її установок і скидається з них, будуть однаковими. Робота руслової ГЕС не передбачає накопичення річкового стоку або змінення умов його проходження. Руслові ГЕС можуть включати кілька генераторних установок для того, щоб пропускати різні обсяги стоку. Таким чином і за умови належного врахування особливостей річкового створу і режимів стоку на стадії проектування можна забезпечити досягнення більш високих рівнів використання виробничих потужностей – в межах від 50 до 80%.

Гідроелектростанції з греблями можуть досить оперативно і постійно змінювати рівень заповнення водосховища (який вимірюється від гребня дамби) в залежності від розміру дамби і водосховища. В цьому випадку велике значення для належного планування роботи станції матимуть регулярні вимірювання рівнів річкового стоку з метою визначення обсягів притоку води до водосховища. Робота невеликих водосховищ може призвести до змін в рівнях стоку в нижньому б'єфі в тих випадках, коли певна частина ємності водосховища використовується для нарощування обсягів виробництва енергії.

На цій стадії дуже важко оцінити фактичні показники ефективності роботи ГЕС в Україні в сезонному або внутрішньорічному розрізі через те, що пошук опублікованих ретроспективних даних щодо роботи існуючих ГЕС в Україні не приніс жодних результатів. У тих випадках, коли інформація щодо рівнів витрат річкового стоку відсутня, для оцінки місячних обсягів виробництва енергії можуть використовуватись такі показники як зміни в рівнях опадів, товщина снігового покриву і інтенсивність сніготанення. Також використовуються інші методи гідрологічних досліджень (комп'ютерне моделювання, стохастична гідрологія тощо) для створення бази даних щодо режимів річкового стоку, які містять дані щодо умов формування стоку в межах водозбірного басейну. Ці методики дають можливість враховувати дані щодо атмосферних опадів та іншу метеорологічну інформацію. Характерною особливістю Карпатського регіону є значна внутрішньорічна мінливість умов формування і проходження стоку, обумовлена гірським рельєфом і значною крутизною схилів в басейнах річки. Взимку в горах накопичується велика кількість снігу, який дуже затримує проходження річкового стоку. Коли настає весняне потепління, інтенсивне сніготанення призводить до різкого зростання рівнів витрат річкового стоку, результатом чого можуть стати повеневі явища тощо. Літо є досить сухим, і тому рівні витрат річкового стоку значно скорочуються. Під час осінніх дощів ці рівні знову зростають.

В тих районах, де особливості рельєфу і режими річкового стоку обумовили формування значного потенціалу для розвитку і використання гідроенергетики, вже існує або може бути створена велика кількість гідроелектростанцій. За таких обставин робота кожної станції має бути відповідним чином скоординована з роботою розташованих вище об'єктів для того, щоб уникнути ситуацій, коли скиди розташованого вище об'єкту створюють ризик затоплення або, навпаки, занадто зменшують обсяги стоку, що надходять до розташованого нижче об'єкту або об'єктів. Належна координація роботи каскаду станцій може забезпечити максимально ефективне використання їхніх виробничих потужностей при одночасному збереженні або навіть покращенні екологічного стану річки, водотоку і водосховища. Скоординовану і узгоджену роботу всіх станцій на певній ділянці легше забезпечити, коли всі вони є власністю однієї компанії, служби або структури. Процес координації ускладнюється, коли на одній ділянці річки працюють кілька власників гідроенергетичних об'єктів, яким важче домовитись про режими роботи своїх об'єктів, враховуючи при цьому екологічні потреби самої річки. Кожен окремих власник може бути зв'язаний умовами контрактів або виробничими цілями, які не дуже узгоджуються з цілями інших власників, а дотримання екологічних вимог і цілей взагалі становиться надскладною задачею. Це може стати серйозною проблемою в Україні, оскільки малі ГЕС в більшості випадків належать незалежним виробникам енергії, і їхня робота має бути скоординована як з іншими малими ГЕС, розташованими вище або нижче за течією, так і з великими гідроелектростанціями, які можуть бути розташовані в зоні впливу.

3.3 Огляд технологій гідроенергетики

Виробництво електроенергії з використанням енергії води вважається добре відпрацьованою і перевіреною технологією. Будь-яких значних проривів в плані технічного удосконалення навряд чи можна очікувати, оскільки технологія вже зараз характеризується високим рівнем ефективності і надійності. Показники ефективності і вартості турбін залишаються відносно стабільними, але методи будівництва і пов'язані з цим витрати продовжують змінюватись. Коефіцієнт використання виробничої потужності ($CF = \text{фактичний річний обсяг виробництва електроенергії в кіловат-годинах, поділений на ідеальний річний обсяг виробництва енергії в кіловат-годинах}$) значною мірою залежить від наявності водних ресурсів. Значення коефіцієнту CF можуть змінюватись від 25 відсотків до більш ніж 80 відсотків, хоча зазвичай вони перебувають в межах від 40 до 80 відсотків для руслових ГЕС і від 50 до 80 відсотків для греблевих ГЕС. Аналіз ретроспективних даних щодо значень коефіцієнту CF для гідроелектростанцій, розташованих в румунській частині Карпатського регіону, свідчить про те, що вони мали тенденцію перебувати в нижній частині визначеного діапазону (дивіться Таблицю 3-2). Рівні капітальних витрат також змінюються в широких межах залежно від умов конкретного річкового створу.

На наступній таблиці (Таблиця 3-3) наведені дані щодо розрахункової вартості будівництва нових і капітального переоснащення існуючих об'єктів, включаючи рівні експлуатаційних витрат, рівні фіксованих витрат тощо, які дають можливість оцінити обсяги витрат на реалізацію проектів будівництва нових і переоснащення існуючих гідроенергетичних об'єктів.

Таблиця 3-3. Ключові характеристики технологій малої енергетики

Тип	Нова греблева ГЕС	Переоснащення існуючої ГЕС
Експлуатаційні показники		
Типовий робочий цикл	Змінюється від об'єкту до об'єкту	Змінюється від об'єкту до об'єкту
Чиста виробнича потужність (МВт)	0.1 – 10	.1 -10
Коефіцієнт використання потужності (відсотків)	50-80	50-80
Економічні показники (\$, ціни 2010 року)		
Загальна вартість проекту (\$/кВт)	2600 – 4100	1500 - 4500
Фіксовані експлуатаційні витрати (\$/кВт-рік)	5 – 26	5 -25
Перемінні експлуатаційні витрати (\$/МВт-годину)	5 – 6	5 -8

(а) Особливості під'єднання до енергомереж

Гідроелектростанції використовують енергію води, що розкручує турбіну, яка, в свою чергу, приводить в дію індукційний генератор. Індукційні генератори є генераторами реактивної потужності – це означає, що в залежності від рівня вихідної потужності і компенсації коефіцієнта потужності може виникати таке явище як самозбудження генератора, яке приводить до зростання вмісту вищих гармонік в струмі. Це, в свою чергу, може впливати на стабільність підключення до енергомережі, особливо у випадку енергетичних систем меншої потужності (наприклад, радіальних розподільчих мереж). Індукційні генератори також створюють зверхперехідний реактивний опір, який призводить до виникнення високого струму пошкодження за умов нижчої напруги. Існують різні моделі трансформаторів на бетонній подушці, які також можуть впливати на зростання або скорочення рівнів струму пошкодження в системі, і тому дуже важливо спроектувати таку систему, яка буде здатна утримувати опір нульової послідовності на мінімальному рівні і при цьому мати певну ємність відносно землі (для того, щоб уникнути стрибків напруги). Для збільшення опору нульової послідовності до з'єднань нейтралі мережі можуть бути підключені реактори нейтралі або резистори, які зменшуватимуть рівень струму пошкодження. Більш детальна інформація з цих питань міститься у Додатку В.

Гідроелектростанції потужністю до 10 МВт зазвичай підключаються до низьковольтних розподільчих мереж. Підключення до мереж вищої напруги вимагає значних фінансових витрат, але будь-яких технічних перешкод для цього не існує. При підключенні до низьковольтних мереж більш надійним рішенням буде під'єднання до підстанції, а не безпосередньо до мережі, оскільки це дасть можливість уникнути утворення струму пошкодження в системі. Для підключення до підстанції необхідно передбачити прокладання з'єднувальної лінії між проектним майданчиком і підстанцією, і вибір маршруту проходження траси цієї лінії може бути пов'язаний з певними проблемами.

(b) **Наявність необхідного обладнання в Україні**

Гідроенергетика в Україні є добре розвинуеною і вивченою галуззю. Історія гідроенергетики в Україні свідчить про наявність дуже широкого кола сторін, зацікавлених в її розвитку, яке включає інженерно-будівельні компанії, постачальники обладнання, розробники (власники) проектів, оператори об'єктів і підрядники з великим досвідом роботи в галузі. В країні діє Всеукраїнська асоціація «Укргідроенерго», метою якої є сприяння розвитку галузі і об'єднання зусиль всіх зацікавлених сторін для досягнення цієї мети.

3.4 **Питання вибору майданчика**

Існує багато факторів, які визначають доцільність використання потенційної ділянки для будівництва нових гідроелектростанцій і допомагають визначити, який тип станції найбільш підходить до умов конкретної ділянки. Найголовнішими з цих факторів є характеристики напору і витрат стоку в конкретному створі, оскільки вони визначають потужність і пропускну спроможність планованого об'єкту. Наявність відповідних даних також має велике значення для вибору відповідного майданчика. Ще одним важливим питанням є геотехнічні умови в районі розташування майданчика. Нова гребля має зводитись на підмурку з відповідного матеріалу, і це так само стосується турбінного водоводу і будівлі ГЕС. Верхні частини схилів на території будівельного майданчика також повинні мати належний геотехнічний стан для того, щоб виключити ризик впливу таких явищ як осипання породи і ерозія на технічний стан споруд і під'їзних шляхів, а також на умови їхнього технічного огляду і обслуговування. Екологічні і соціально-економічні питання відіграватимуть важливу роль в процесі прийняття рішення щодо перекриття певної ділянки річки греблею, оскільки заповнення водосховища призведе до розкладання рослинного матеріалу на затопленій ділянці (це буде пов'язане з надходженням CO₂ в атмосферу в процесі розкладання органіки протягом одного-двох десятиліть), трансформації природного стану місць існування живих організмів, а також потребуватиме попереднього вилучення наявних об'єктів історичної або архітектурної спадщини. Близькість розташування проектного майданчика відносно існуючих ліній електропередачі матиме вирішальне значення для економічної життєздатності проекту – так само, як і тривалість будівельних робіт, яка залежатиме від ступеню доступності майданчика і наявності ресурсів, необхідних для виготовлення залізобетонних конструкцій.

3.5 **Будівельні роботи**

Склад і обсяги будівельних робіт дуже відрізняються у випадку будівництва нового об'єкту у порівнянні з реконструкцією і переоснащенням існуючого об'єкту. Тому загальний перелік видів будівельних робіт наводиться окремо для кожного з цих видів проектів.

(a) **Мала греблева ГЕС (<10МВт)**

Склад та обсяги основних видів будівельних робіт, пов'язаних з будівництвом нової греблевої електростанції, в кожному окремому випадку мають індивідуальні особливості, але типовий перелік робіт може виглядати наступним чином:

- Роботи з топографічного обстеження майданчика
- Гідрологічний аналіз ретроспективних даних щодо умов стоку
- Геотехнічні дослідження і буріння свердловин
- Будівництво під'їзних шляхів
- Облаштування дериваційної споруди
- Використання кранового і іншого габаритного обладнання

- Земляні роботи, пов'язані з будівництвом тимчасових і постійних споруд (гребля, водовід, будівля ГЕС)
- Будівництво бетонної або земляної дамби, включаючи віброущільнення матеріалу
- Встановлення сталевих гідравлічних конструкцій
- Встановлення і монтаж ключового обладнання, затворів, турбін і генератора
- Встановлення електричного обладнання (кабелепроводи, станційна електромережа, трансформатор, лінії електропередачі)

(b) Реконструкція / переоснащення існуючих / виведених з експлуатації об'єктів

Найскладнішими питаннями є необхідність не виходити за межі існуючого майданчика, обмежений робочий простір, ризик ушкодження існуючих елементів обладнання і споруд, які збереглися в придатному стані, а також забезпечення безпеки праці на майданчику. Ще більш складними питаннями, пов'язаними з проектами реконструкції існуючих об'єктів у порівнянні з новим будівництвом є контроль екологічних властивостей твердих і рідких будівельних матеріалів, розміщення відходів і протипаводковий захист. Найважливішими інструментами вирішення цих питань є плани організації будівельних робіт і ситуаційний план майданчика. Ще одним важливим документом є план заходів щодо запобігання забруднення, який є складовим елементом плану будівельних робіт. Весь персонал, присутній на майданчику, повинен отримати відповідну підготовку з цих питань. Склад та обсяги основних видів будівельних робіт, пов'язаних з реконструкцією існуючих об'єктів, в кожному окремому випадку мають індивідуальні особливості, але типовий перелік робіт може виглядати наступним чином:

- Встановлення сталевих гідравлічних конструкцій
- Встановлення і монтаж ключового обладнання, затворів, турбін і генератора
- Встановлення електричного обладнання (кабелепроводи, станційна електромережа, трансформатор, лінії електропередачі)
- Ремонт і реконструкція існуючих інженерних споруд і конструкцій.

РИСУНКИ

Рисунок 2-4. Мапа розташування об'єктів гідроенергетики в Україні

Рисунок 2-5: Мапа розподілу потенціалу малої гідроенергетики за областями України

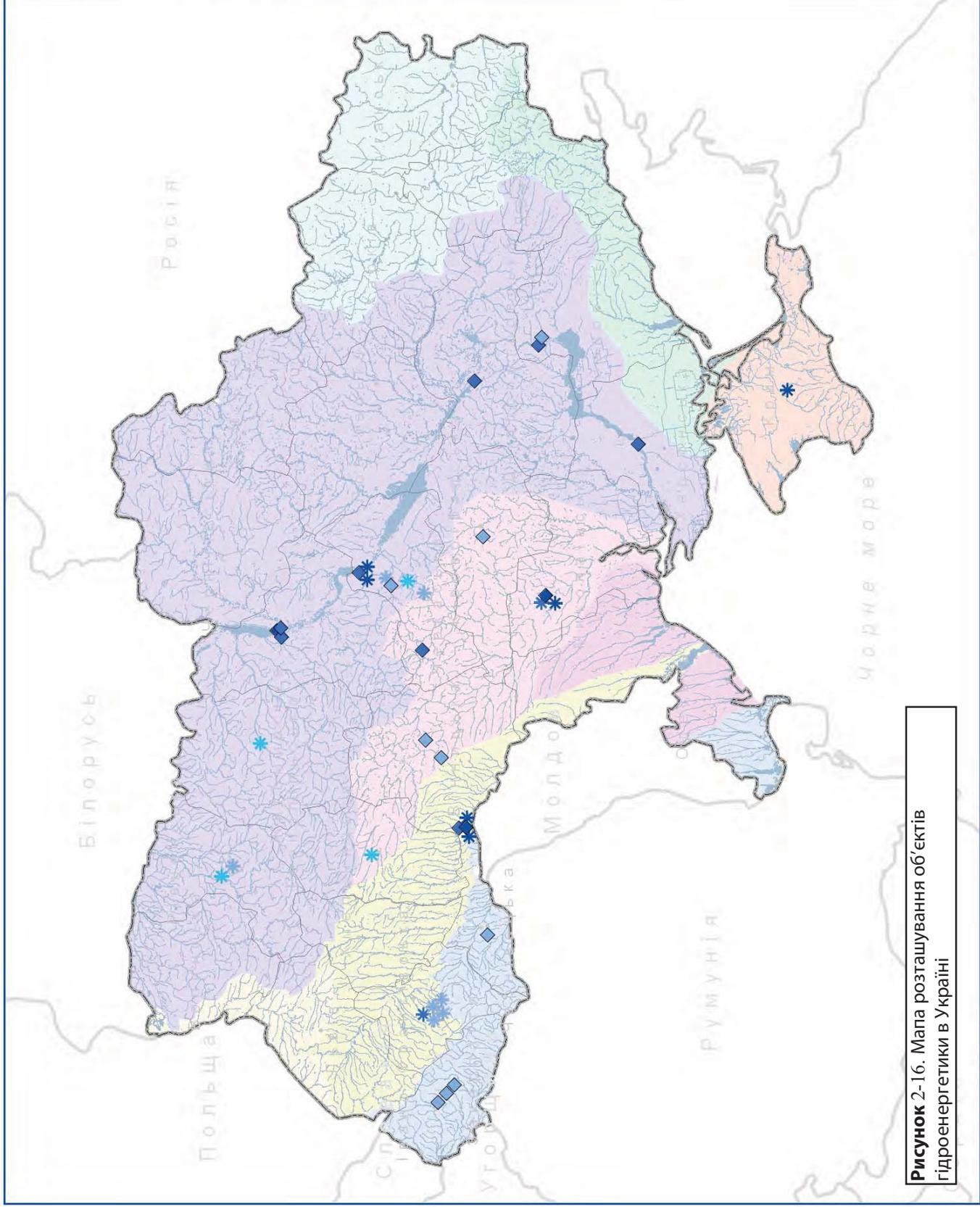


Рисунок 2-16. Мапа розташування об'єктів гідроенергетики в Україні

Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні
Стратегічний екологічний аналіз

Ресурси гідроенергетики

- Умовні позначки існуючі об'єкти**
- ★ Малі ГЕС (<30МВт), плановані
 - ◆ Малі ГЕС (<30МВт), діючі
 - ★ Великі ГЕС (≥30МВт), плановані
 - ◆ Великі ГЕС (≥30МВт), діючі
 - ★ ГАЕС, плановані
 - ◆ ГАЕС, діючі
 - ★ Об'єкти реконструкції, плановані

- Водозбірні басейни**
- Водотоки
 - Ріки Азову
 - Ріки Чорного моря
 - Ріки Криму
 - Дунай
 - Дністер
 - Дніпро
 - Дон
 - Південний Буг
 - Вісла

Примітка: місця розташування деяких об'єктів вказані приблизно

0 50 100
 Кілометри
 1 см = 60 km



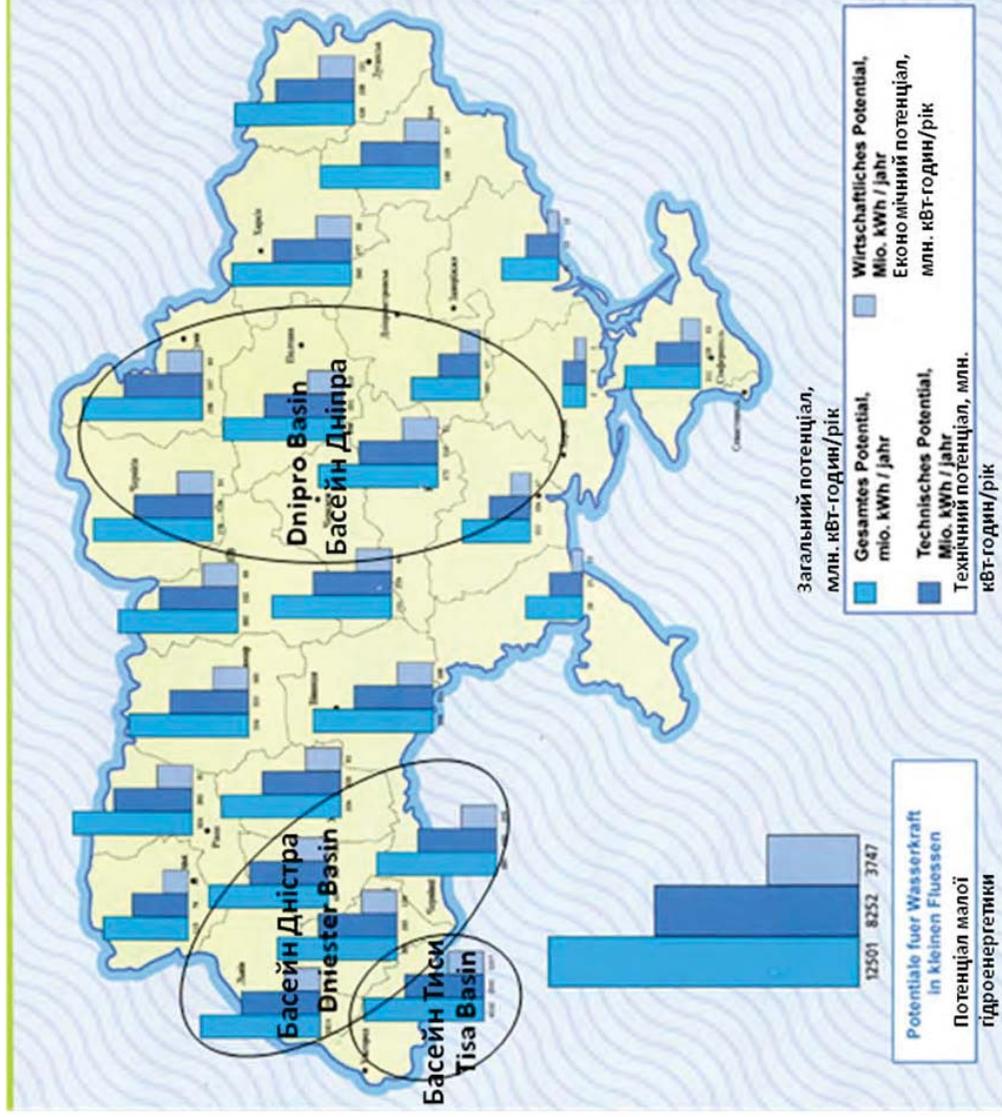


Рисунок 2-27: Мапа розподілу потенціалу малої гідроенергетики за областями України