

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Оцінка впливу на навколишнє середовище міні ГЕС»

Саянна Аліна Юріївна

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології  
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. \_\_\_\_\_

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Оцінка впливу на навколишнє середовище міні ГЕС»

Виконав студент групи ТЗНС-20

Спеціальність: 183 «Технології захисту  
навколишнього середовища»

Саянна Аліна Юріївна

Керівники: д.т.н., проф. Волошкіна О.С.

Київ 2024 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. \_\_\_\_\_

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

\_\_\_\_\_ Саянна Аліна Юріївна \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Оцінка впливу на навколишнє середовище міні ГЕС  
затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.
2. Керівники роботи: д.т.н., проф. Волошкіна О.С.  
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання студентом роботи до захисту \_\_\_\_\_
4. Зміст пояснювальної записки за розділами: Вступ. Аналіз науково-технічної літератури з досліджуваної проблеми. Загальна характеристика МГЕС. Найкращі технології будівництва МГЕС. Підбір та опис методів прогнозування наслідків впливів. Розробка заходів, спрямованих на запобігання негативного впливу та пошуки компенсаторних механізмів. Опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю проекту до ризиків надзвичайних ситуацій. Висновки. Список використаної літератури
5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 25 рисунків та 30 таблиць з вихідними даними та розрахунками.

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;  
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Аналіз науково-технічної літератури з досліджуваної проблеми	
Загальна характеристика МГЕС	
Найкращі технології будівництва МГЕС	
Підбір та опис методів прогнозування наслідків впливів	
Розробка заходів, спрямованих на запобігання негативного впливу та пошуки компенсаторних механізмів	
Опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю проекту до ризиків надзвичайних ситуацій	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Реферат

Робота викладена на 117 сторінках друкованого тексту, містить 27 рисунків та 32 таблиці. Перелік посилань включає 42 джерел.

Малі гідроелектростанції (МГЕС) України – гідроелектростанції в Україні із потужністю до 10 МВт. Згідно з сучасною міжнародною класифікацією за нормативом ООН, до МГЕС відносять гідроелектростанції потужністю від 1 до 30 МВт, до міні-ГЕС – від 100 до 1000 кВт, до мікроГЕС – не більше 100 кВт.

Далеко не всі види відновної енергії можна вважати екологічними для навколишнього середовища, після проведення ряду комплексних оцінок впливу на довкілля конкретного методу добування енергії. Особливо ці сумніви викликає гідроенергетика.

Джерела утворення енергії в якій різноманітні та по різному впливають на екосистемі компоненті таких як річки, моря та океани. В практиці України присутні лише приклади використання енергії річок. Проблема заключається у тому, що річку в гідроенергетиці розглядають виключно як об'єкт-носії кінетичної енергії, а не як складну водну екосистему з виключною цінністю й в других галузях господарства. Отже, навіть при рішенні встановлення ГЕС на руслі річки необхідно заздалегідь спрогнозувати всі наслідки які спричинить довкіллю діяльність станції.

***Ключові слова:** малі гідроенергостанції, гідроенергетика, відновні джерела енергії, порушення річкових екосистем, вплив на навколишнє середовище*

## Зміст

	Вступ.....	8
Розділ 1.	Аналіз науково-технічної літератури з досліджуваної проблеми.....	10
1.1.	Аналіз світового досвіду відновлювальної енергетики.....	13
1.2.	Аналіз українського досвіду відновлювальної енергетики.	15
1.3.	Технологічні особливості малих ГЕС.....	29
Розділ 2	Загальна характеристика МГЕС.....	38
2.1.	Характеристика місця проведення планової діяльності.....	46
2.1.1.	Фізико-географічна характеристика території розташування об'єкта .....	46
2.1.2.	Клімат території розташування об'єкта.....	48
2.1.3.	Геологічна характеристика .....	53
2.2.	Опис поточного стану довкілля .....	57
Розділ 3.	Найкращі технології будівництва МГЕС.....	59
3.1.	Деякі з найкращих технологій.....	59
3.2.	Використання найкращих технологій на МГЕС України..	72
3.3.	Огляд технологічних рішень МГЕС Карпатського регіону.....	75
Розділ 4.	Підбір та опис методів прогнозування наслідків впливів..	80
Розділ 5.	Розробка заходів, спрямованих на запобігання негативного впливу та пошуки компенсаторних механізмів.....	85
Розділ 6.	Опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю проекту до ризиків надзвичайних ситуацій.....	98
6.1.	Аналіз умов виникнення і розвитку аварій.....	105
6.2.	Забезпечення безпеки експлуатації МГЕС.....	108

6.3.	Демонтаж гідропоруд у разі припинення діяльності чи виникнення аварійних ситуацій.....	109
	Висновки .....	111
	Список використаної літератури.....	113

## Вступ

**Актуальність роботи.** Зважаючи на актуальну проблему енергетичної кризи нашої країни ситуація вимагає нових рішучих дій. Таких як перехід до використання значної частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) замість енергії добутої з викопних видів палива. До списку відновних джерел входять як сталі так і періодичні потоки енергії, що широко розповсюджені у природі й обмежені лише стабільністю планети, як космічного елемента. Це вітрова, променева сонячна, геотермальна енергія, енергія падіння води, приливів та відливів та інші.

З цього можна зазначити, що дані види енергії безкінечні та не спричиняють шкідливого впливу на навколишнє середовище, але чи справді це так? Далеко не всі види відновної енергії можна вважати екологічними для навколишнього середовища, після проведення ряду комплексних оцінок впливу на довкілля конкретного методу добування енергії.

Особливо ці сумніви викликає гідроенергетика. Джерела утворення енергії в якій різноманітні та по різному впливають на екосистемі компоненти таких як річки, моря та океани.

В практиці України присутні лише приклади використання енергії річок. Проблема заключається у тому, що річку в гідроенергетиці розглядають виключно як об'єкт-носіє кінетичної енергії, а не як складну водну екосистему з виключною цінністю й в других галузях господарства. Отже, навіть при рішенні встановлення ГЕС на руслі річки необхідно заздалегідь спрогнозувати всі наслідки які спричинить довілля діяльність станції. Ще одним величезним недоліком виступає затоплення затоплення ближніх територій.

Для цього приведемо приклад площ затоплення родючих земель: Київське водосховище затопило – 922 км<sup>2</sup>, Канівське водосховище – 675 км<sup>2</sup>, Дніпродзержинське – 567 км<sup>2</sup>, Канівське – 675 км<sup>2</sup>, а Кременчуцьке й Каховське – 2250 та 2155 км<sup>2</sup> відповідно [1]

**Мета роботи:** проведення екологічної оцінки діяльності малих гідроелектростанцій на території України.

**Об'єкт дослідження:** вплив діяльності малої гідроелектростанції на стан річок України.

**Предмет дослідження:** малі гідроелектростанції.

**Для вирішення проблематики поставленої мети було встановлено та опрацьовано наступні завдання:**

- аналіз досвіду світової та державної гідроенергетики;
- проведення статистичного аналізу даних у галузі відновної енергетики;
- огляд технологічних особливостей малих гідроелектростанцій;
- визначення впливу малих гідроелектростанцій на водні екосистеми;
- оцінка діяльності вітчизняних гідроелектростанцій в умовах дії зеленого тарифу;
- систематизація опис загальних впливів малих гідроелектростанцій на стан довкілля.

## Розділ 1

### Аналіз науково-технічної літератури з досліджуваної проблеми

Гідроенергетика належить до перевіреної часом надійної технології виробництва електроенергії без використання викопного органічного та ядерного палива. Вона характеризується досить гарантованим відновлюваним енергоресурсом, значним терміном служби та високою надійністю експлуатації, передбачуваністю та забезпеченістю режимів роботи, високою маневреністю і коефіцієнтом готовності, та надає можливості вирішення інших важливих господарських задач: таких як водопостачання, ведення рибного господарства, керованого захисту прилеглих територій від повеней, переводу земель з категорії негарантованого землеробства в гарантоване, зокрема завдяки зрошенню. Необхідно окремо зазначити, що виробництво електроенергії на гідроелектростанції (ГЕС) відбувається без споживання робочого тіла, тобто води. Вода з верхнього водосховища тече через гідротурбіну до русла річки без зміни свого об'єму. Технологічні втрати води в процесі виробництва електроенергії на ГЕС відсутні.

Гідроенергетика використовує природне поновлюване джерело енергії, тому виробництво кожної кВт·години економить у нинішніх умовах України близько 410 грамів умовного палива. За рахунок використання гідроелектроенергії зменшуються обсяги викидів в атмосферу шкідливих речовин в результаті заміщення викопного органічного палива, зокрема парникових газів, найбільшу частку яких складає вуглекислий газ. Тому гідроенергетика не сприяє процесу глобального потепління та випаданню кислотних дощів. Емісія шкідливих речовин в оточуюче середовище в Україні при виробництві електроенергії на теплових станціях складає для оксидів сірки – 9,2 г/кВт·год, оксидів азоту – 2,1 г /кВт·год, твердих часток – 5,3 г/кВт·год.

Обсяги викидів в атмосферу парникових газів в складі вуглекислого газу, водяної пари, озону, метану, оксиду азоту, гексафториду сірки та інших, дорівнюють 1000 г /кВт·год. Україна підписала і ратифікувала у 1998 році Договір до Енергетичної хартії з питань енергетичної ефективності та відповідних екологічних аспектів, підписані також Хельсінський і Софійський протоколи щодо викидів оксидів сірки і азоту, Кіотський протокол 1998 року щодо викидів парникових газів. В 2004 році був ратифікований протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату.

Гідроелектростанції та гідроакumuлювальні електростанції (ГАЕС) є найбільш мобільною групою генерувальних потужностей для забезпечення стійкості функціонування та регулювання частоти й потужності Об'єднаної електроенергетичної системи України. В умовах дефіциту регулювальних потужностей ГЕС та ГАЕС використання потужностей теплових електростанцій для покриття пікового навантаження супроводжується застосуванням неекономічних та неефективних режимів роботи з завищеними витратами палива та викидами в атмосферу. За умови спорудження додаткових потужностей ГЕС та ГАЕС на вже побудованих і введених в експлуатацію водосховищах досягається мінімальний рівень впливу на довкілля з одночасним зменшенням в електросистемі маневрових теплових електростанцій та обсягів їхніх викидів.

Збільшення потужності ГЕС та ГАЕС у складі електроенергетичної системи надає перспективу використання енергії вітро- та фотоелектричних станцій (ВЕС та ФЕС) в промислових обсягах. Рішенням Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства D/2012/04/МС-ЕпС [8] визначено, що в Україні обсяг використання енергії відновлюваних джерел (ВДЕ) в загальній структурі енергопостачання країни повинен складати 11% на кінець 2020 року. Національний план дій України з відновлюваної енергетики на період до 2020 року (затверджено Розпорядженням КМ України від 1 жовтня 2014 №902-р) передбачає в період 2014–2020 років збільшення потужності вітроенергетики з 497 МВт до 2280 МВт, а сонячної енергетики – з 819 МВт до 2300 МВт [9].

Інтегрування зазначених обсягів відновлюваної енергетики в діючі електроенергетичні системи потребує вирішення складних технологічних і організаційних завдань, зумовлених такими факторами:

- графік виробництва енергії ВЕС та ФЕС має імовірнісний характер і не збігається з графіком споживання енергії в електроенергетичній системі;

- процес виробництва енергії ВЕС та ФЕС характеризується нестабільністю параметрів електроенергії, зумовленою пульсаціями швидкості вітру та зміною інтенсивності сонячного випромінювання.

Найбільш ефективним регулятором для реалізації інтегрування ВЕС та ФЕС до складу електросистеми слугують ГЕС, проте їх потенціал в Україні практично вичерпано. Будівництво ж нових регуляторів для відновлюваної енергетики на органічному паливі є проблематичним (неприйнятним) у зв'язку з відсутністю вітчизняних паливних ресурсів в достатніх обсягах. Альтернативний підхід до вирішення проблеми інтеграції в електроенергетичну систему непередбачуваного надходження енергії відновлюваних джерел полягає в її накопиченні з подальшим використанням за заданим графіком для сталого функціонування електроенергетичної системи. Міжнародне енергетичне агентство в своїй Дорожній карті з акумулювання енергії (IEA, 2014) [10] надає перевагу використанню ГАЕС як єдино можливого комерційного проекту за потреби акумулювання електроенергії в значних промислових обсягах з урахуванням вартості та ризиків технології.

Перспектива масштабної інтеграції ВЕС та ФЕС до складу електроенергетичної системи України полягає в застосуванні ГАЕС. Взаємодоповнення випадкового переривчастого виробництва електроенергії станціями ВДЕ і можливості ГАЕС функціонувати в режимах навантаження-генерація дозволяє отримати необхідний графік потужності енергосистеми при зміні потенціалу енергії відновлюваних джерел та навантаження системи без використання викопного органічного палива. Проекти ГАЕС повинні

відповідати вимогам чинної нормативно-технічної та правової бази України в енергетичній, будівельній, природоохоронній та соціальній сферах.

Водосховища ГЕС впливають на природний режим річок, оскільки змінюють їхній гідрологічний і температурний режим, затоплюють значні території, викликають зсувні процеси берегів. Будівництво гребель і водосховищ перешкоджають міграції риб, погіршується якість води внаслідок зменшення проточності, дефіциту кисню, збільшення азоту і фосфору, появи синьо-зелених водоростей. Створення потужних гідроенергетичних об'єктів з великими водосховищами є серйозним втручанням у функціонування природних екосистем.

В той же час, водосховища малих гідроелектростанцій забезпечують регулювання природного стоку річки з метою найбільш повного використання водних ресурсів і діють на прилеглі території в межах зони впливу вже існуючих природних процесів паводкового затоплення, тому не вносять істотних змін у довкілля. Розміри їхнього впливу не перевищують, у більшості випадків, площ самих водосховищ [5]. Незважаючи на значно меншу шкоду від водосховищ малих ГЕС, у порівнянні з великими об'єктами, питання охорони довкілля залишаються вкрай важливими. Вони повинні визначати екологічні обмеження на використання стоку річки з огляду на ключові проблеми, викликані експлуатацією малих ГЕС: зміна природного режиму річки в зоні водосховища і в нижньому б'єфі, умов здійснення процесів природного самоочищення і формування якості води, перекриття шляхів міграції риб, вплив на рослинний та тваринний світ і т.д. [4].

Сучасний етап розвитку гідроенергетики потребує реалізації організаційних та технологічних заходів з мінімізації екологічних ризиків.

## **1.1. Аналіз світового досвіду відновлювальної енергетики**

В світі у 2022 році ВДЕ склали майже 40 % збільшення темпів виробництва загальної електроенергії – виробництво енергії піднялося на 450 ТВт·год, це на 7 % більше за минулорічні показники. Також було активізовано близько 180 ГВт новітніх джерел відновлювальної енергії (ВЕ), при цьому було збережено високий рівень попереднього року у генерації електроенергії, що зазначено у Статистичних даних, щодо продукування ВЕ в деяких регіонах країн світу станом на 2022 рік [2].

У секторі відновлювальної енергетики лідирують такі країни, як: США, Китай, Індія та провідні країни Європи. У структурному розподілі переважають сонячна, вітрова та гідроенергетика. При цьому гідроенергетика є лідером в виробленні ВЕ та показують стабільні щорічні показники зростання потужностей виробництва енергії. Безперечними лідерами у виробництві гідроенергії вважаються Китай, Бразилія та Індія. На сьогодні в Китаї впроваджують два гігантських гідроелектричних проєктів з найвищими у світі потужностями утворення енергії. Ще один такий проєкт здійснюється в Ефіопії.

Для нових та вже діючих ГЕС надзвичайно актуальним залишається питання екологічних та соціальних проблем. Відповідно до світових прогнозів до 2030 року середній приріст продукування енергій ГЕС буде збільшуватись на 2,5 % кожного року [2,3].

Розглянемо сучасні прогнози до 2025 року у сфері відновної енергетики в світі. Як і було раніше зазначено Китай планує й подальше нарощення виробничих потужностей в напрямку гідроенергетики.

Згідно до основного сценарію стабільного розвитку прогнозується, що до 2040 року в всьому світі енергія з ВДЕ буде задовільняти до 2/3 всієї енергетичної галузі та в перерахунку у відсотки – 37 % кінцевого споживання електроенергії (але при цьому споживання значно зросте від 990 мега тонн до 2260 мега тонн в 2040 році). До того ж загальний рівень виходу ВЕ заплановано возвести до показника 8300 ТВт·год, а сонячної енергії – до 7200

ТВт·год., що значно перевищує виробництво гідроенергії наразі (6950 ТВт·год.).

Згідно прогнозів, відновну енергію буде поширено використовуватися у промисловості, будівництві, в галузі перевезень (автомобільним та залізничним транспортом) та в інших галузях. При цьому частка тепла утворюємого від ВДЕ у 2040 році підвищиться до 30 % (1200 млн.т), а використання ВЕ в транспортному секторі – збільшиться до 600 млн т, з яких відсоток біопалива збільшиться до 60% і досягне майже 940 млн. т в 2040 році [2,3].

## **1.2. Аналіз українського досвіду відновлювальної енергетики**

За останнє десятиліття в Україні суттєво змінилась нормативно-правова база малої гідроенергетики та соціально-екологічні вимоги стосовно впливу на навколишнє середовище [14, 15].

Зокрема, потужність малих ГЕС обмежено величиною 10 МВт (до 2009 року – 30 МВт), запроваджено «зелений» тариф на вироблену електроенергію [16], змінено нормативно-правову базу природоохоронної сфери, визначено межі нових національних парків та біосферних заповідників, ратифіковано міжнародні угоди екологічного спрямування.

Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок України оцінюється за результатами досліджень, виконаних в Інституті відновлюваної енергетики (м. Київ), на рівні 375 МВт встановленої потужності з річним обсягом виробництвом електроенергії близько 1270 млн. кВт·годин на рік [17].

Кількісні результати отримані з урахуванням природоохоронних обмежень згідно з чинною нормативно-правовою базою України та міжнародними угодами стосовно використання територій для будівництва

малих ГЕС та використання води стоку річки для виробництва електроенергії [18, 19].

Соціально-екологічні вимоги стосовно будівництва малих ГЕС докладно наведені у багатьох вітчизняних законах і програмах з охорони, збереження та розумного використання природних ресурсів, а також в міжнародних договорах, конвенціях і протоколах до них. До основних нормативних документів можна віднести закони України про охорону навколишнього середовища, про Червону книгу, про природно-заповідний фонд України, водний та земельний кодекси, Бернську Конвенцію про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі, Рамкову конвенцію про охорону та сталий розвиток Карпат, Європейську ландшафтну конвенцію, директиви ЄС про збереження природного середовища. Також слід враховувати природоохоронні положення міжнародного документа «Керівні принципи розвитку гідроенергетики» [22], затвердженого 18–19 червня 2013 року в м. Сараєво (Боснія і Герцеговина) на зустрічі Міжнародної комісії із захисту річки Дунай. Ці принципи ґрунтуються на критеріях екологічної цінності території. Керуючись цим документом, громадські та екологічні організації України розробили «Критерії і принципи вибору місць для будівництва малих ГЕС на гірських річках Карпат» [23], які пройшли апробацію на громадських слуханнях і обговореннях.

Природоохоронні обмеження на використання гідроенергетичного ресурсу річки під час будівництва малих ГЕС можуть бути зведені до двох типів, а саме [15, 19]:

- обмеження на використання територій для будівництва малих ГЕС (національні природні парки, заповідники, пам'ятки природи, місця покладів корисних копалин і мінеральних вод, історико-культурні території, земельні ділянки спеціального призначення, значні площі затоплення);

- обмеження на використання води для виробництва електроенергії малою ГЕС (санітарний попуск, безперервне функціонування рибоходів,

межень, повені та паводки, оперативні заходи з регулювання водного потоку через гідроспороди, регулювання потужності ГЕС по водотоку).

Інтенсивне використання природних енергетичних ресурсів вже сьогодні викликає негативні наслідки, що полягають у їх виснаженні та зміні клімату місцевого й глобального масштабу.

На національному та міжнародному рівнях особлива увага приділяється питанням енергозбереження, екологічності та надійності енергетики [1, 2].

У довгостроковій політиці розвитку енергетичної галузі провідних країн світу пріоритетним напрямком є використання поновлюваних джерел енергії, до яких належить і гідроенергетика (велика та мала).

У великій гідроенергетиці регулювання та акумулювання стоку річки виконують, в першу чергу, задачу енергетичного водокористування. Важливе значення мають додаткові переваги: водопостачання населених пунктів та промислових підприємств, зрошення земель, водотранспортне сполучення, рекреаційний розвиток, реалізація заходів щодо запобігання повеней та інших природних непередбачених ситуацій небажаного характеру [3].

Однак слід зазначити, що створення потужних гідроенергетичних об'єктів з великими водосховищами є серйозним втручанням у функціонування природних екосистем і може призвести до негативних наслідків для навколишнього середовища, так як в значній мірі змінюються природні умови цілих регіонів [4].

Сучасний стан та перспективи розвитку гідроенергетики в нашій країні на наступне десяти-ліття висвітлені в «Програмі розвитку гідроенергетики на період до 2026 року», схваленій Розпорядженням КМ України від 13 липня 2016 року № 552-р [5].

Програма не проходила екологічну експертизу, так як спрямована на розвиток лише окремого сектору електроенергетичної галузі, а не галузі в цілому. Така ситуація на той час не суперечила чинному законодавству, яке передбачало проведення екологічної експертизи лише галузевих програм

розвитку та кожного окремого проекту будівництва електроенергетичних об'єктів і гідротехнічних споруд.

Проте доцільно зазначити, що з 2018 року введено в дію новий закон про оцінку впливу на довкілля (ОВД), який підсилює роль громадського обговорення для отримання Висновку з екологічних питань [6]. Зокрема, у Висновку визначаються вимоги до роботи майбутнього об'єкта (або до майбутньої діяльності), встановлюються умови використання території та природних ресурсів, вимоги щодо охорони довкілля та заходи запобігання надзвичайним ситуаціям.

Згідно таблиці 1.1 та рисунку 1.1 може виділити наступні аспекти:

1. В останньому році статистичної звітності (2019 рік) виробництво енергії ГЕС та ГАЕС показали найвищі показники, за ними йдуть показники генерування сонячної та вітрової енергії.

2. Загальна кількість сонячних електростанцій у 2019 році збільшилася до показника в 14790 станцій по всій країні, при цьому потужність підвищилася до 345 МВт (це на 69 МВт вище минулорічних показників).

3. Лідерство по областях, обладнаних СЕС, були такі області, як: Дніпропетровська – 1982 шт, з потужністю у 20 МВт, Київська – 1345 шт з потужністю генерування енергії у 27 МВт та Тернопільська – 1369 шт, з потужністю 37 МВт.

4. Загальна потужність ВЕ досягла достатньо високого рівня в 4505 МВт. Структура розподілу потужностей:

– сонячні електростанції – 3537 МВт, що становить 78,5 % від загального обсягу;

– вітрові електростанції (ВЕС) – 637 МВт, що становить 14,1 % від загального обсягу;

– сонячні електростанції малих домогосподарств – 243 МВт, що становить 5,4 % від загального обсягу;

– енергетична потужність біомаси та біогазу – 73 МВт, що становить 1,6 % від загального обсягу;

– малі ГЕС – 15 МВт, що становить 0,33 % від загального обсягу.

5. Частка екологічно «чистої» енергії в Україні збільшилася в три рази (6,78 ГВт). Тому Україна здатна продукувати більш ніж 4 млрд кВт·год енергії, яка складає 0,055 частку від загального обсягу виробництва електроенергії. Якщо раціонально використовувати ці 5,5 % ВЕ в господарствах (здатні забезпечувати понад 3,3 млн. домогосподарств), це дозволить значно знизити викид парникових газів та забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 9,2 млн тонн екв-СО<sub>2</sub> щороку.

Таблиця 1.1 – Змінення потужності відновлюваних джерел енергії в Україні в 2010–2019 роках [1]

Роки	ГЕС	ВЕС та СЕС	Енергія біопалива
2007	872	4	1508
2008	990	4	1610
2009	1026	4	1433
2010	1131	4	1476
2011	941	10	1563
2012	901	53	1522
2013	1187	104	1875
2014	729	134	1934
2015	464	134	2102
2016	660	124	2832
2017	769	149	2989
2018	897	197	3208
2019	560	426	3362

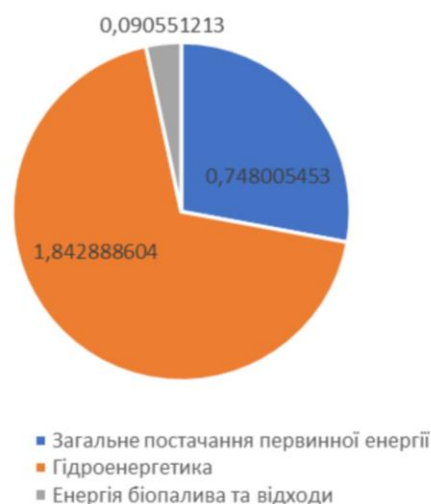


Рис.1.1. Структура відновлювальної енергетики України

Також коротко відзначаємо основні особливості діяльності комплексів відновлювальної енергетики за джерелами енергії:

1. Сонячна енергетика є досить перспективною для кліматичних умов України в особливості в Південних регіонах. Частка сонячних електростанцій займає особливе місце в загальній структурі та становить 52 % від всіх ВДЕ.

2. Вітрова енергетика в Україні має найбільший потенціал генерування енергії районі Карпат та Закарпатської області, але цей потенціал не застосовується в повній мірі.

3. Воднева енергетика в Україні може бути перспективною через запаси родовищ природного газу (Дашавське, Шебелінське, Полтавське родовища), які можуть сприятливо впливати на розвиток водневої енергетики країни. До того ж, з одного об'єму природного газу (метан) можна отримати два і більше об'ємів водню.

4. Біоенергетика. Україна як аграрна держава має величезний потенціал до вироблення біоенергії з відходів агропромислового комплексу. Цей потенціал становить якнайменше 7,8 млрд м<sup>3</sup> на рік (25% від споживання газу).

В Україні заплановано будівництво чотирьох електростанцій працюючих на біомасі в наступних областях: Харківська, Миколаївська, Одеська та Полтавська. В загалом вони будуть генерувати до 338,5 тисяч МВт енергії щорічно з сировини рослинних відходів (лушпиння соняшнику). Також запланована ще одна електростанція, яка буде працювати на соломі з потужність 130 МВт у Хмельницькій області.

5. Геотермальна енергетика в Україні на сьогодні є недостатньо вивченою. Проводяться різні досліджувальні та розвідувальні роботи у сфері використання геотермальних ресурсів (термальними водами) в енергетичних цілях які представлені термальними водами. За економічними оцінками потенціал енергетичної складової геотермальних ресурсів (термальних вод) України оцінюється у 8,4 млн т на рік. Зокрема, найбільші запаси встановлено у Чернігівській, Полтавській, Харківській, Луганській та Сумській областях.

6. Гідроенергетика. Згідно з національним планом дій з підвищення частки відновлюваної енергетики, через ряд наступних дій: модернізація існуючих потужностей ГЕС, відновлення старіє малих ГЕС, будівництва та введення в експлуатацію нових генеруючих потужностей гідроенергетики.

Такими діями можна вивести виробництво електроенергії до [4]:

– мікро- та міні-ГЕС – до 130 ГВт на год у 2020 році (при їх загальній потужності у 55 МВт);

– малі ГЕС – до 210 ГВт на год у 2020 році (при їх загальній потужності 95 МВт);

– великі ГЕС – до 12 950 ГВт на год у 2020 році (при їх загальній потужності у 5 200 МВт).

Згідно Конвенції низько вуглецевого розвитку та стратегії збільшення частки відновної енергії в Україні. До 2035 р. в Україні планується виробляти до 25% електроенергії з ВДЕ [1]

Нарощення виробничих потужностей відновлювальної енергетики в Україні можна пов'язати з встановленням «зеленого» тарифу на ВДЕ (таблиця 1.3). Також причинами даного підйому можуть персональні інтереси інвесторів.

Таблиця 1.3 – Коефіцієнти «зеленого» тарифу в малій гідроенергетиці

Об'єкт	Коефіцієнт «зеленого» тарифу для об'єктів, введених в експлуатацію				
	До 31.03.13	01.04.13-31.12.14	01.01.15-31.12.19	01.01.20-31.12.24	1.01.25-31.12.29
Мікро ГЕС потужністю не більше 200 кВт	1,20	2,00	1,80	1,60	1,40
Міні ГЕС потужністю від 200 кВт до 1 МВт	1,20	1,60	1,44	1,28	1,12
Малі ГЕС потужністю 1– 10 МВт	1,20	1,20	1,08	0,96	0,84

Тому, відповідно з чинним законодавством [18], «зелені» тарифи повинні включати місцеві компоненти (у сонячній та вітровій енергії ця

вимога стосується не лише обладнання для виробництва енергії в приватних будинках), що є частиною вартості послуг та матеріалів українського походження.

Однак ця вимога не стосується малої гідроенергетики. Тому (таблиця 1.4), він включає навіть техніко-економічні обґрунтування, конструкції, обладнання та обладнання (загальна вартість яких може становити до 50% і більше всіх загальних витрат [17]), включаючи будівельні та інші матеріали.

Таблиця 1.4 – Відносна доля затрат в загальній вартості МГЕС

Види затрат	Частка, %
Підготовчі роботи й будівництво	40-70
Гідромеханічне обладнання	1-2
Електротехнічне і гідроенергетичне устаткування	20-40
Під'єднання до електромережі	До 20
Інші (вишукування, проект тощо)	5-10

Однак привабливість малих ГЕС для інвестицій у країні може бути пояснена не лише "зеленою" ціною на електроенергію та її особливостями для розрахунків прибутків МГЕС. Однією з важливих причин може бути те, що малі гідроелектростанції, як інженерні споруди, мають дуже просту конструкцію та обладнання і можуть бути повністю автоматизованими. Струм, який вони виробляють, відповідає вимогам до частоти та напруги. Малі гідроелектростанції можуть працювати автономно для окремих споживачів або як частина об'єднаної енергетичної системи для вироблення найціннішої електроенергії в години пік.

У цьому випадку, порівняно з альтернативними технологіями, конкретними інвестиціями (таблиця 1.5), меншими експлуатаційними витратами та повним залученням інвестицій, весь термін служби МГЕС може досягати 75 років і більше, і це цілком прийнятно (виключно за умов дії «зеленого» тарифу). За 4-5 років прибуток може сягати понад 30%.

Не менш, важливою причиною, є й те, що на сьогодні, в Україні, навіть малі гідроелектростанції, які було реконструйовано чи збудовано без

належних інженерних вишукань та водноенергетичних технічних обґрунтувань, з практично декласифікованими, через виконання їх з грубими порушеннями чинних будівельних норм гідроспородами, та вони приносять величезні збитки власникам ГЕС.

Таблиця 1.5 – Специфічні інвестиції у відновлюваній енергетиці

Об'єкти відновлюваної енергетики	Специфічні інвестиції, євро/кВт	Термін використання, роки
ГЕС	1770	75
Вітросилова установка	880	40
Біомасова блочна ТЕЦ (лігноцелюлоза)	690	45
Біогазова блочна ТЕЦ (рідкий гній тощо)	2080	45
Фотогальванічні установки (сонячна енергія)	3850	30
Геотермальна електростанція	4230	40
Біомасовий опалювальний котел (лігноцелюлоза)	60	45
Сонячні теплові установки (сонячна енергія)	1080	30

У роки Другої світової війни значну частину МГЕС зруйнували. Після її закінчення, особливо у п'ятдесяті роки, будівництво МГЕС набуло значного розмаху і кількість побудованих станцій перевищувала 1500. Однак у подальшому, починаючи з шістдесятих, завдяки розвитку у країні централізованого електропостачання та концентрації виробництва електроенергії на потужних теплових і гідроелектростанціях, будівництво МГЕС призупинили.

Для стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії, у т. ч. гідроенергії, в Україні з 2009 р. на період до 2030 р. введені зелені тарифи. Відповідно до Закону України «Про альтернативні джерела енергії» зелені тарифи, залежно від потужності, присвоюють, для трьох класів МГЕС

Станом на 2018 р. в Україні працювало 109 МГЕС загальною потужністю близько 94 тис. кВт, які виробляють до 400 млн кВт·год електроенергії на рік.

Усі МГЕС в Україні, незалежно від потужності, необхідно проектувати виключно з режимом роботи по водотоку (на транзитних витратах води) та без будь-якого регулювання їхніми водосховищами стоку річки.

Після введення зелених тарифів за рахунок приватних інвестицій відновлено низку занедбаних МГЕС, побудовано МГЕС при існуючих водосховищах, а також споруджено низку нових МГЕС.

У сучасних типах МГЕС, які будують на річках, застосовують здебільшого звичайні схеми використання напору, і основні проектні рішення у них суттєво не відрізняються, порівняно з МГЕС, які будували в минулі роки.

За способом створення, значенням напору і потужністю малі ГЕС поділяють на кілька типів (табл. 1.6). Нижче наводимо короткий опис по кожній схемі створення напору, включаючи схему використання для МГЕС напору, створеного існуючими гідровузлами з підпірними спорудами і водосховищем.

Таблиця 1.6 - Класифікація МГЕС

Особливість	Тип	Характеристика
СПОСІБ СТВОРЕННЯ НАПОРУ	Руслові ГЕС	Напір води створюється за рахунок побудованої греблі, яка повністю перегороджує річку
	Дериваційні ГЕС	Напір води створюється за рахунок напірної чи безнапірної деривації (відведення води від русла річки по каналом або системою водовідводів)
ЗНАЧЕННЯ НАПОРУ	Низьконапірні до 20 м	Низьконапірний русловий гідровузол передбачає створення ГЕС з напором води у кілька метрів, водосховище якої, зазвичай, обмежується зоною природного затоплення заплави у випадку сильних паводків
	Середньонапірні від 20 до 70 м	Середня величина напору води виникає за рахунок існуючої греблі чи будівництвом деривації

	Високонапірні 70 м та більше	Напір виникає за рахунок деривації
ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ	Малі ГЕС	Від 1 до 10 МВт
	Міні-ГЕС	Від 200 до 1 000 кВт
	МікроГЕС	До 200 кВт

Пригреблеве компонування гідровузла (рис. 1.2) передбачає розміщення будівлі МГЕС за напірним фронтом. У цьому випадку будівля МГЕС не прийматиме напір води з боку верхнього б'єфу. За такого компонування воду до турбін МГЕС підводить турбінними водоводами, або тунелями, які приймають внутрішній тиск води. Такий тип компонування гідровузлів можна застосовувати на рівнинних річках з горбистою місцевістю і каньйонного типу, гірських та передгірських річках для створення на них низьконапірних ( $> 8$  м) і середньонапірних МГЕС ( $> 20$  м). В іншому випадку склад споруд за пригреблевого компонування є аналогічним до руслової схеми.

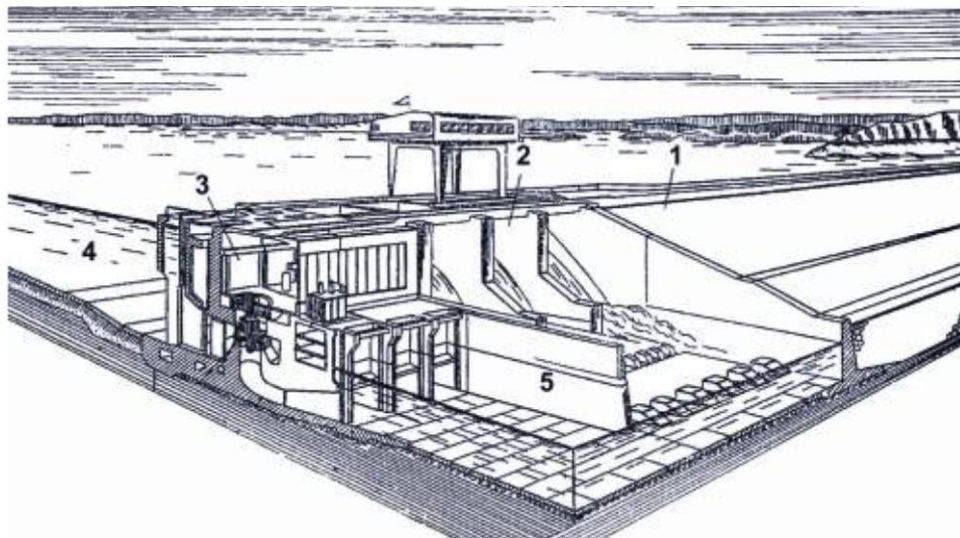


Рис.1.2. Типове руслове компонування низьконапірного гідровузла з МГЕС:  
*1 — глуха земляна гребля; 2 — водоскидна бетонна гребля; 3 — будівля МГЕС; 4 — підвідна ділянка обхідного каналу; 5 — відвідна ділянка обхідного каналу.*

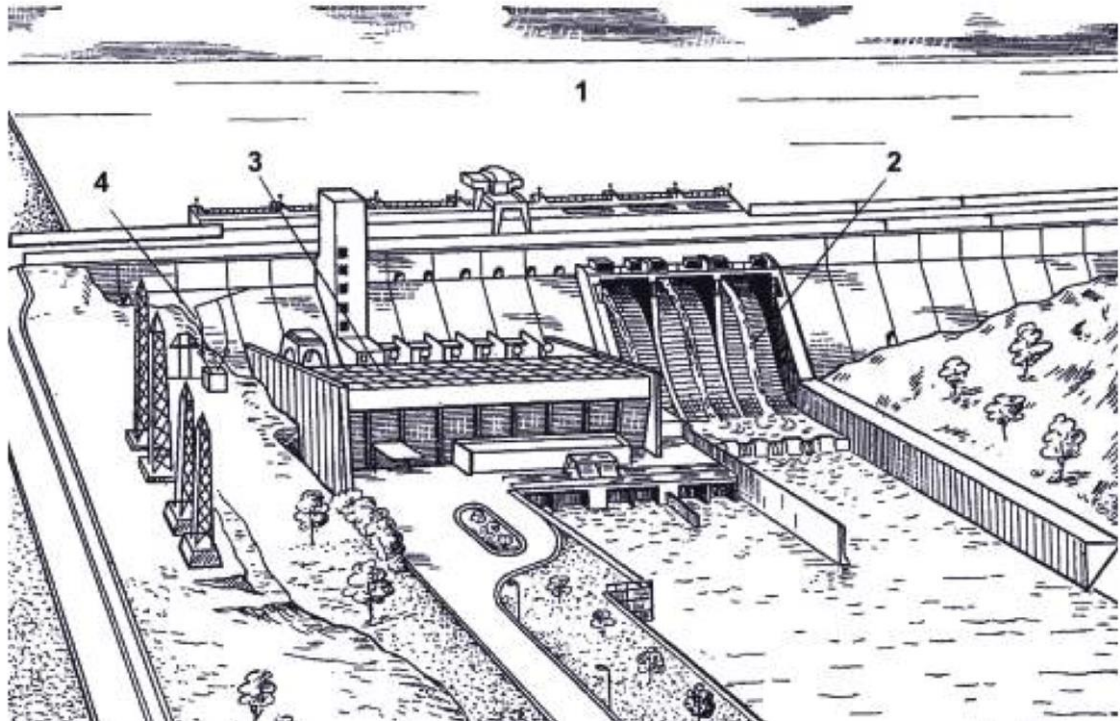


Рис.1.3. Типове пригреблеве компонування гідровузла з бетонною греблею і МГЕС:

*1 — водосховище; 2 — глуха бетонна гребля; 3 — водоскидна бетонна гребля; 4 — станційна бетонна гребля; 5 — будівля МГЕС; 6 — відвідний канал МГЕС; 7 — відвідний канал водоскидної греблі.*

Дериваційна схема дає змогу створити напір шляхом відводу води у штучний водотік — деривацію, яка має іншу трасу і похил, чим природне русло річки. Застосовують, зазвичай, на передгірських і гірських річках та системах водного господарства (штучні водоводи різного призначення) для низьконапірних, середньонапірних і високонапірних МГЕС.

Дериваційна схема МГЕС (рис. 1.4) складається з трьох характерних складових: головного вузла, деривації і станційного вузла МГЕС. Компонування споруд головного вузла дериваційної МГЕС майже аналогічне русловому компонуванню. Водночас, до складу споруд головного вузла дериваційних МГЕС, входить також рибопропускна споруда, водозабір (переважно боковий) з відстійником і водоприймачем та споруди з транспортування і промивання водосховища від наносів. Підпірні споруди головного вузла мають невелику висоту, достатню для забезпечення

оптимальних гідравлічних умов подачі проектних витрат води у деривацію. Невисокі підпірні споруди утворюють водосховище невеликих розмірів, завдяки чому мінімізується вплив на довкілля.

Для забезпечення обов'язкових санітарно-екологічних вимог на головному вузлі МГЕС передбачають організацію цілодобового санітарно-екологічного попуску води з водосховища у нижній б'єф гідровузла.

Залежно від топографічних і інженерно-геологічних умов деривація може бути безнапірною, напірною і комбінованою.

У безнапірній деривації воду від головного вузла до станційного вузла МГЕС подають безнапірним водопровідним трактом у вигляді відкритого каналу, лотка чи безнапірного водоводу. Канали для деривації використовують за слабо пересіченої місцевості і достатньої стійкості схилів річкової долини.

За греблево-дериваційної схеми напір для МГЕС створює як природний перепад висоти, так і висота греблі.

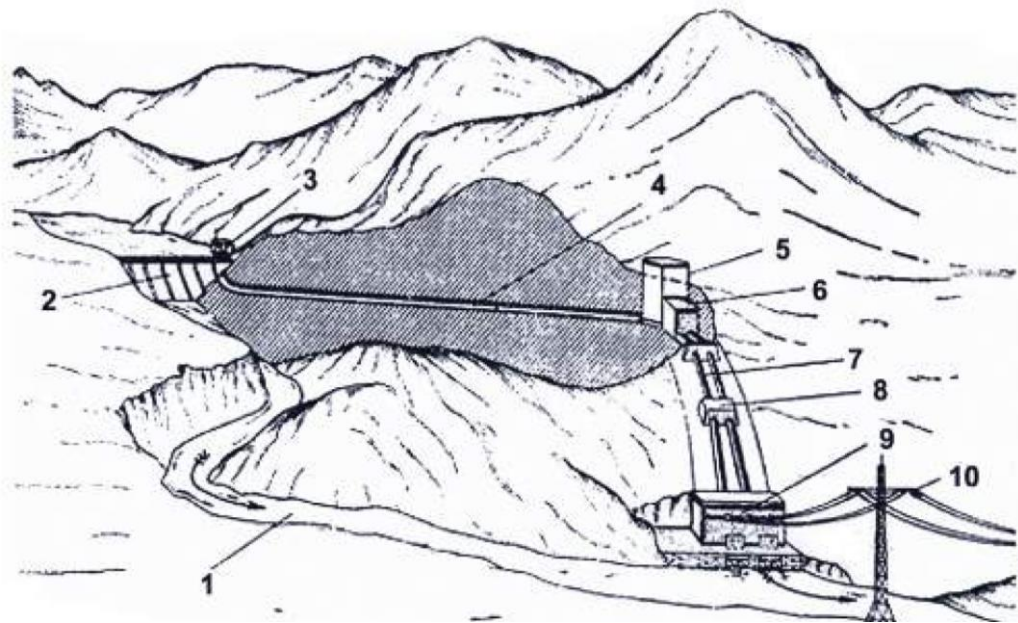


Рис. 1.4. Варіант дериваційної схеми МГЕС з напірною деривацією:

*1 — русло річки; 2 — головний вузол з підпірною греблею; 3 — водозабір; 4 — дериваційний закритий напірний тунель; 5, 6 — резервуар та затвори; 7 — турбінний водопровід, 8 — анкерні опори, 9 — будівля; 10 — ЛЕП.*

МГЕС з використанням існуючого напору. У створах існуючих гідровузлів з підпірними гідротехнічними спорудами і водосховищами неенергетичного призначення можуть розміщуватись МГЕС з виробітком електроенергії, за рахунок використання холостих скидів води. Холості скиди можливі:

- з водосховищ систем водопостачання (питного і технічного), зрошення, риборозведення, охолодження (ставки-охолоджувачі на ТЕС);
- з водопровідних скидних лінійних споруд, включаючи канали галузевого і комплексного призначення;
- з трубопроводів систем зрошення, водопостачання і каналізації тощо.

Використання гідроенергопотенціалу холостих скидів каналів і трубопроводів у світовій практиці прийнято називати прихованим гідроенергопотенціалом (Hidden hydro).

В Україні для різних галузей народного господарства створено значну кількість водосховищ неенергетичного призначення. Водночас із 90-х років минулого століття багато підприємств, які були споживачами води з неенергетичних водосховищ, унаслідок економічного спаду в країні значно знизили норму споживання води з водосховищ, а деякі підприємства цілковито припинили свою діяльність.

Отже, МГЕС доцільно розміщувати передусім на таких водосховищах, оскільки вони матимуть значно вищу ефективність капіталовкладень та значно менше впливатимуть на довкілля порівняно з розміщенням МГЕС на річках, де необхідне влаштування підпірних споруд та створення водосховищ. Експлуатовані водосховища неенергетичного призначення, зазвичай, мають у своєму складі греблю з місцевих будівельних матеріалів, водоскидну споруду для пропуску паводка (автоматичну чи з затворами) та спеціальні гідротехнічні споруди для забору води і подачі її споживачеві у заданому режимі з водосховища, яке знаходиться у нижньому б'єфі гідровузла.

Якщо ці споруди виконані у вигляді напірного тунелю чи трубопроводу, то доцільно підключити до них МГЕС з турбінними водоводами.

Компонування МГЕС, залежно від напору, топографічних і інженерно-геологічних умов, може бути русловим, пригреблевим чи дериваційним. У місцях наявності перепадів (концентрації напору) на каналах галузевого і комплексного призначення, трубопроводах систем зрошення, водопостачання і каналізації та на інших водопровідних скидних лінійних спорудах доцільно розглядати можливість влаштування МГЕС, тип та конструкція якої залежатиме від природних, ситуаційних умов та конструктивних особливостей і режиму роботи цих скидних споруд.

Слід зазначити, що такий вид компонування є максимально екологічним та пріоритетним.

### **1.3. Технологічні особливості малих ГЕС**

Відповідно до Закону України «Про електроенергетику», малою називають гідроелектростанцію, потужність якої не перевищує 10 МВт [14].

Малі гідроелектростанції споруджують на малих та середніх річках. До малих річок належать річки з площею водозбору до 2 тисяч квадратних кілометрів; до середніх належать річки, які мають площу водозбору від 2 до 50 тисяч квадратних кілометрів [8].

Вихід енергії базується на принципі використання кінетичної енергії води при існуючому перепаді висот. Під час падіння вода тече через турбіну. Для цього необхідний напір течії, яку вода створює за рахунок різниці двох точок висот. В процесі проходження турбіни вода річки повертає лопаті активуючи роботу електричного генератору.

Основні показники утворення кінетичної енергії води – це величина напору та витрата води. Визначити середню потужність течії ( $N_B$ ) можна за проміжок часу  $t$  на конкретній ділянці річки.

Середня потужність водотоку ( $N_B$ ) за час  $t$  на виділеній ділянці (кВт) дорівнює:

$$N_B = 9,81 * Q * H_B, \text{ кВт},$$

де

$H_B$  – це напір на конкретній ділянці річки, який еквівалентний показнику різниці рівнів вільної поверхні водотоку на конкретній зазначеній ділянці річки;

$Q$  – середня витрата річки на виділеній ділянці, м<sup>3</sup>/с [13]

Класифікація гідроелектростанцій:

1. За показником напору води ГЕС поділяються на – високонапірні (більше 60 м.); середньонапірні (більше 25 м), низьконапірні (3 – 25 м).

2. В залежності від потоку води ГЕС класифікують на дериваційні, руслові, пригребельні:

– руслові ГЕС включають в себе низьконапірні електростанції з напором, який створюють за допомоги збудованої греблі, яка перегороджує річку повністю та встановлює необхідний рівень води для рекомендованого показника напору. Даний вид ГЕС можна будувати виключно на повноводних річках або на гірських швидких річках з високими берегами та вузьким руслом. Будівля ГЕС встановлюється на греблі.

– пригребельні ГЕС включають в себе високонапірні станції з значно вищими греблями, а ніж у руслових ГЕС та з всиновленою поза греблею будівлею ГЕС. Течія річки подається до турбін через використання напірних лопаток або тунелей.

– дериваційні ГЕС включають в себе електростанції для яких створюється безнапірна або напірна деривація. Деривація – це сукупність гідроенергетичних технічних споруд з допомогою яких виводиться вода з русла річки, водойми або водосховища й сполучається з необхідними гідротехнічними споруджень.

Існують наступні види дериваційних споруджень:

– тунелі, лотки, канали, які відносяться до безнапірного виду гідротехнічних споруджень;

– напірний тунель та трубопроводи – відносяться до напірних видів гідротехнічних споруджень.

Напірні споруди використовуються лише за умови істотних перепадів висоти у місцях водозабору з сезонними або тимчасовими змінами рівня води. За допомогою лотка чи спеціально облаштованих каналів воду відводять з руса до штучно створених каналів. Якщо розглядати випадок напірної деривації гідротехнічних споруд, то водовідвідні канали будуть встановлюватися під великим кутом нахилу, або в іншому випадку будується гребля, яка створить необхідне водосховище [21].

Застосування дериваційних ГЕС починається при наявності широкому діапазону напорів (від кількох метрів на малих ГЕС й до 2000 метрів (наприклад, на ГЕС Райссек в Австрії має напір 1767 метрів). Зазвичай для даного виду ГЕС вибирають місця у гірських районах для максимізації виходу електроенергії.

Якщо необхідно встановити ГЕС на рівнинних місцевості, то станція буде відзначатися порівняно меншим напором води, але значно більшою витратою.

Будівництво ГЕС в рівнинних рельєфах значно ускладнюється тим, що будівництва самої греблі відбувається на порівняно м'якій геологічній породі.

Ще одною негативною стороною будівництва ГЕС на рівнині є потреба в встановленні великої греблі за для регулювання напору води та витрати стоків.

Встановлення ГЕС на рівнинних рельєфах спричиняє затоплення досить великих прилеглих територій, що зумовлює великі матеріальні втрати [21].

Складові всіх типів малих ГЕС є відносно подібними (рисунок 1.5):

- лопатеві турбіни;
- електрогенератори;
- будівля ГЕС;

- тунельний або трубний водопровід;
- водоприймальні/водозабірні спорудження;
- електротрансформаторний блок,
- водовідвідний канал [20].

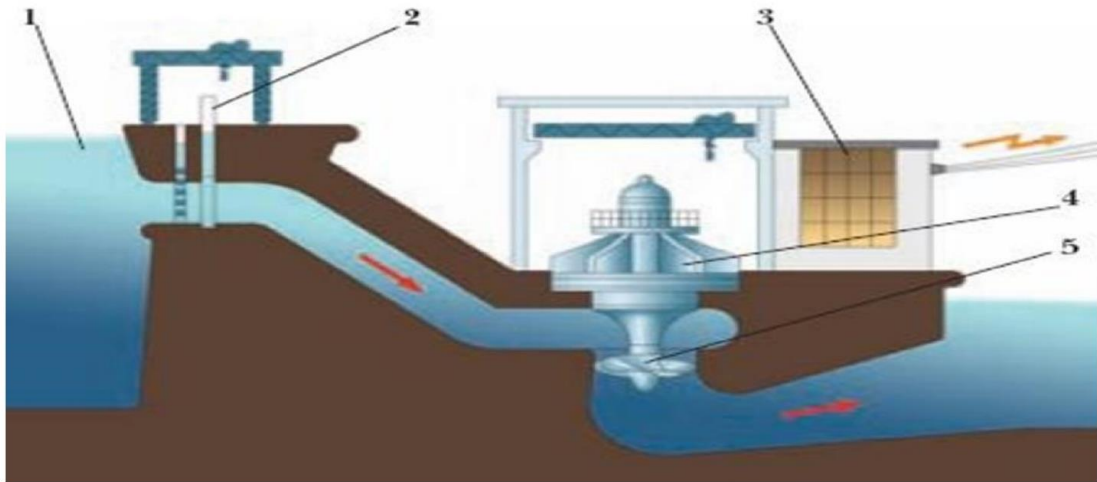


Рис.1.5. Схема будови малої ГЕС:

*1 – водосховище, 2 – затвор, 3 – трансформаторна підстанція, 4 – гідрогенератор, 5 – гідравлічна турбіна*

Принцип роботи малої ГЕС: лопатеві турбіни конвертують кінетичну енергію у механічну енергію оберту за рахунок ротору. Після цього генератор перетворює механічну енергію ротора у електричну. Сама турбіна змінює в зв'язці з генератором провертає вал, з вмонтованими м магнітами, які проходять близько до мідних пластин та генераторів. Вироблення електроенергії відбувається під час обертання ротору (стаціонарна обмотка).

Масштабне проектування та будівництво малих ГЕС на території України розпочалося ще у 1923 році. Наступного року були відкриті вже 84 малих гідроелектростанцій (загальна потужність – 4000 кВт). А у 1928 році їх кількість становила вже 3707 одиниць (загальна потужність – 32,4 тис кВт).

Початком технологіями були водні млини з встановленим електрогенератором для забезпечення потреб місцевих поселень. Піковим періодом генерування електроенергії на малих ГЕС вважається 1960-ті роки, загальна кількість ТЕЦ становила – 956 од. А періодом занепаду вважається

1970-ті роки під час набуття популярності атомної та теплової енергетики. В часи цього періоду електропостачання стало доступнішим та дешевшим.

Гідроелектростанції почали консервувати та закривати через втрату їх популярності. В результаті на кінець 1980-х років на території України залишилися лише 49 діючих малих ГЕС, які виробляли мізерну кількість електроенергії, але вимагали й продовжують вимагати чималих інвестицій для недопущення аварійних ситуацій [14].

Незважаючи на підтверджену роками економічну недоцільність малих ГЕС, через що вони прийшли в занедбаний стан, їх греблі залишилися на руслах річок, спричиняючи в річкових екосистемах цілу низку змін, вони продовжують будуватися та експлуатуватися.

До числа найрозповсюджених на річках України гідроелектростанцій відносяться руслові ГЕС. Даний вид станцій перегороджують річкове русло греблею. В результаті у верхньому б'єфі рівень води підіймається та створює перепад висот.

Наслідками встановлення гребель є:

1. Акумулятивні процеси річкових наносів. При чому чим менша водойма – тим швидше вона замулюється.
2. Сповільнення процесів водообміну гідрологічної мережі річок та на окремих ділянках річки.
3. Зниження стоку річок. В результаті порушення балансу річкових наносів та порушення структури морського краю дельт.
4. Загальне зниження якості води та зниження її самоочисних процесів, збільшення кількості органіки у водоймах, евтеріфікаційні процеси та зниження рівню кисню у воді.
5. Збільшення втрат води при випаровуванні та в результаті обміління річок.
6. Руйнування природних режимів водойм нижче греблі, а вище неї є певна температурна стратифікація, як наслідок теплові поверхні води затримуються.

7. Змінення характеру заплав й обсихання дельти річок, порушення русла.

8. Втрата природних місць для нерестування цінних видів риби, зокрема осетрових та лососевих.

9. Рекреаційна цінність місцевості поблизу ГЕС втрачається через накопичення мулових відкладень та цвітіння води.

10. Та інші негативні впливи, в тому числі: підвищення рівня ґрунтових вод, руйнування берегів річок, заболотнення водойм, зміна ґрунтово-рослинних покривів, руйнування споруд. Під всіма негативними впливами опиняється територія, яка у кращому випадку становить площу самого водосховища.

11. Протидія та попередження негативних наслідків потребує величезних грошових витрат, які не враховуються у відомості прибутків ГЕС

Всі вище зазначені негативні впливи можна прослідкувати на прикладі як річки Дніпро, так й інших малих річок [19].

Отже, будь-яка водойма після встановлення греблі на її руслі втрачає можливість самоочищення, що фактично означає «смерть» річки.

Наразі санітарний стан річок України коливається від незадовільного до катастрофічного й причина цьому не тільки в скиданні забруднюючих речовин в річки, а скільки втрата ними можливості якісно самоочищатись. Ще одним яскравим індикатором є втрата біорізноманіття річковими екосистемами.

Розглянемо жахаючу тенденцію у наступній цитаті: «У водах України протягом останніх 20 років просто обвалью впала чисельність риби, молюсків, ракоподібних, личинок комах. Практично зникли осетрові, середньорічний видобуток яких ще в 60-х роках 20 ст. в Азовському й Чорному морях був на рівні 2 тис т – на той час другий результат у світі (їх зникнення спричинене спорудженням гребель на річках, що зробило неможливим проходження цих риб у річки на нерест). Яскравий приклад – ситуація з рибними запасами на Нижньому Дніпрі.

Ще 60 – 70 років тому тут добували більше 40 % всієї риби України. Основу уловів становили цінні види: осетрові, оселедець, лящ, тарань, рибець, чехоня, судак, щука, сом, лин та ін.

Багато з цих видів на Нижньому Дніпрі просто вимерли, а інші вже близькі до цієї межі. Дослідження співробітників Інституту зоології НАН України показали, що з популяцій 45 видів риб, які колись тут мешкали, збереглося тільки 20, а їх улови становлять лише 3,4% від рівня 30-х років ХХ ст. Схожа ситуація тут склалася і з іншими групами тваринного світу: молюсками, раками, водоплавними птахами. Це справжня екологічна катастрофа. Причина все та ж – зарегулювання течії, в даному випадку греблею Каховського водосховища, яка стала не тільки на шляху нерестових міграцій, але й виявилася причиною замулення, забруднення і заростання дельти, засолення Дніпровського лиману, падіння його біологічної продуктивності» [19].

Не зважаючи на всі негативні створення руслових гідроелектричних станцій створення гребель та водоймищ на руслах річок продовжуються. Навіть після приєднання України до Європейської стратегії повернення водних об'єктів та зусиль у створенні загальноєвропейських екологічних мереж.

Розглянемо декілька прикладів жахливих наслідків створення малих ГЕС.

Перший приклад був зареєстрований у 2011 році на притоці Десни річці Сейм. До 2011 року Лівобережна Україна мала незрегульовану систему річок, а річка Сейм була повноводною з відмінними природними показниками якості та самоочищення, займала важливу роль у зарибненні всієї річки Десни.

Річка Сейм є популярним рекреаційним об'єктом для водного туризму всієї країни. В річці до моменту встановлення гребель нараховувалися чисельні види червонокнижних рослин та тварин, а у її заплаві планували створити новий Національний природний парк.

Всього лише через рік після зарегулювання Сейму, в Путивльському районі, річка перетворилася на мутну водойму перспективи якої досить не

радісні. Приклади подальшої деградації водойми можна зустріти на річках Псел, Ворска, Клевень та Сула – ось такий вигляд матиме майбутній Сейм» [19].

Також окремо слід розглянути проблему невдалого планування не достатніх інженерних рішень на прикладі українських ГЕС.

Незаконне та зловживання повноваженнями в Українській малій гідроенергетиці набуло широкого поширення. Приватні інвестори, переслідуючи прибуток, особливо вітчизняні інвестори, зовсім не звертають уваги на соціальні та екологічні наслідки чинних будівельних норм чи своїх рішень. Вони не тільки перевищують допустимий діапазон, але також перевищують розумний діапазон, повністю спотворюючи річки.

Не тільки завдаючи величезної та непоправної шкоди навколишньому середовищу, а й шкодити законним інтересам місцевих жителів прибережних районів. У той же час власники малих гідроелектростанцій часто спотворюють факти, навмисно обманюють населення та використовують грубе та нахальне шахрайство в оцінках впливу на навколишнє середовище.

Таблиця 1.6 – Кількість запроєктованих гідроелектро станцій на найближчій час

Область	Кількість запроєктованих ГЕС
Львівська область	330
Закарпатська область	До 20
Чернігівська область	До 20
Івано-Франківська область	Від 50 до 150

Шкідливою є і популяризація думок, в тому числі і серед науковців [14,15,22], що через малі розміри гідроспоруд (згідно з загальноприйнятими уявленнями, що від малого не може бути великої шкоди) МГЕС не можуть спричинювати значний вплив на довкілля.

Взагалі, все це призвело до того, що певні МГЕС спроектовані та побудовані таким чином, що вони працюють завдаючи найбільшої можливої шкоди річці, її екології, умовам водозбору, довкіллю та місцевим жителям.

Ще одною проблемою пов'язаною з гідроенергетикою, яка продовжує хвилювати екологів України це активна забудова карпатських річок спорудами гідроелектростанцій, так званих міні-ГЕС.

Експерти прогнозують величезні негативні активної забудови річок через те, що величезна кількість міні-ГЕС запроектовані на найближчий час, а деякі навіть знаходяться в процесі будівництва.

Отже, з таблиці 1.6 ми бачимо запроектовано дійсно величезна кількість ГЕС, які спираються на статус «зеленої енергетики». Але необхідно також зауважити, що така кількість станцій може призвести до справжньої екологічної кризи, яка впливе у забруднення річок, втрату рекреаційної привабливості Західних районів України та значної зміни ландшафтів.

## Розділ 2

### Загальна характеристика МГЕС

Площа ділянки на якій планується проводити планову діяльність складає 0,15га.

Територія ділянки вкрита високорослою трав'яною рослинністю чагарником та деревами самосівами (при експлуатації міждамбового простору територія має бути розчищена від дерев та чагарників для зменшення шорсткості русла).

Під'їзд до ділянки здійснюється по ґрунтовій дорозі вздовж русла р. Серет.

В цілому стан навколишнього середовища на території проектування можна характеризувати як добрий. За цільовим призначенням ділянка відноситься до земель промисловості (для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд підприємств переробної, машинобудівної та іншої промисловості).

На території опрацювання ДПТ об'єкти культурної спадщини не виявлені. За функціональним призначенням територія проектування передбачається під розміщення, будівництва, експлуатації та обслуговування будівель і споруд об'єктів енергогенеруючих підприємств, установ і організацій.

Передбачаються наступні види використання території:

- для будівництва і експлуатації будівлі і споруд мікрогідроелектростанції (надалі - МГЕС);
- для будівництва і експлуатації ПЛ 10 кВ;
- для влаштування майданчиків тимчасового зберігання сміття (побутового та з сміттєзатримуючих решіток).

Житлова та інша забудова в межах ДПТ не передбачена.

Будівля та споруди МГЕС розміщені з урахуванням технологічних процесів, раціональної компоновки, зручності транспортних і пішохідних зв'язків, вимог безпеки та пожежних норм України.

Планування розташування будівель, майданчиків та споруд гідровузла забезпечує найбільш сприятливі умови для виробничого процесу та праці на їх території.

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов на території підприємства передбачені заходи щодо благоустрою і озеленення території.

Інженерна підготовка передбачається біля будівлі МГЕС – влаштування дренажної системи для відводу ґрунтових вод від фундаментів будівлі, стоянів водозливної греблі, а також для зняття гідростатичного тиску під подошвою споруд.

До складу споруд зовнішнього благоустрою входять огорожа, освітлювальна апаратура.

Для запобігання підтоплення території гідротехнічні споруди передбачається будувати та відновлювати з умовою проходження паводків 3% забезпеченості ( $P=3\%$  основний розрахунковий випадок, та % - перевірочний згідно ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні споруди. Основні положення)

Будівництво і подальшу експлуатацію МГЕС загальною встановленою потужністю до 85 кВт, на річці Серет на території Тернопільської сільської ради, планується здійснити для генерації електроенергії за рахунок відновлюваного джерела енергії - води, орієнтовний термін експлуатації МГЕС-50 років.

Метою експлуатації запланованої МГЕС є вироблення електроенергії для надійного енергозабезпечення західної території України та зменшення залежності України від зовнішніх джерел енергії.

Реалізація планових рішень з виробництва електроенергії за рахунок води (Будівництво та експлуатація МГЕС) дозволить покращити стан навколишнього природного середовища за рахунок скорочення викидів парникових газів у атмосферу, забезпечити екологічно чистою

електроенергією, створити нові робочі місця та інвестувати в місцеву економіку додаткові фінансові ресурси, покращить гідрологічний режим річки, та забезпечить покращення її до самоочищення, що позитивно вплине на екологічну ситуацію на прилеглий до створу території

Об'єктом планової діяльності ПМП "Люкс", після будівництва є експлуатація МГЕС, розташованої на річці Серет, експлуатація та вироблення електроенергії встановленою отужністю до  $N = 85\text{кВт}$ . Електроенергія буде поставлятися в єдину енергосистему України.

Сучасна гідроенергетика, порівняно з другими традиційними видами електроенергетики, є найбільш економним і екологічно безпечним способом отримання електроенергії. Використання енергії невеликих річок з допомогою малих, міні та мікро гідроелектростанцій - один з найефективніших напрямів розвитку альтернативної енергетики. Мікро гідроенергетика є прекрасною альтернативою централізованому енергопостачанню для віддалених і важко доступних районів з обмеженою передавальною потужністю ЛЕП, а також вирішує проблему перебоїв постачання електроенергії.

Основні переваги використання мікро ГЕС:

- значно зменшений вплив на навколишнє середовище, в т. ч. порушення природного ландшафту, в процесі будівництва і на етапі експлуатації;
- відсутній негативний вплив на якість води, вона не втрачає первинних природних якостей і може використовуватись для подальших потреб населення;
- практично відсутня залежність від погодних умов, тому подача споживачам електроенергії забезпечується в любую пору року;
- відсутні проблеми, характерні великій гідроенергетиці (будівництво складних і дорогих гідроспоруд, затоплення місцевості і т. п.).

Напір води МГЕС створюється «концентрацією» потоку річки на вибраній ділянці.

З екологічної точки зору мікро ГЕС не порушують біологічні і гідрохімічні процеси, фактично не впливають на природній режим водотоку і стан берегів, сприяють скороченню ерозії ґрунтів.

Будівництво і експлуатація мікро ГЕС на руслах рік країни забезпечують можливість регулювання і захисту регіонів від повеней.

Після вивчення існуючого положення в даній місцевості і стану існуючих умов, зроблений висновок про можливість будівництва мікро гідроелектростанції на річці Серет на території села Мишковицької сільської ради Тернопільського району Тернопільської області

Об'єкт в період експлуатації не відноситься до об'єктів забруднення атмосферного повітря. Вплив на атмосферне повітря здійснюється тільки в будівельний період і є тимчасовим.

В процесі функціонування об'єкту передбачається утворення відходів життєдіяльності - твердих побутових відходів, відходів спецодягу, взуття, засобів захисту. З метою зниження рівня забруднення навколишнього середовища відходами, передбачаються заходи щодо поводження з відходами, у відповідності з Законом України «Про відходи»

Реалізація планових рішень з виробництва електроенергії за рахунок води (Будівництво та експлуатація МГЕС) дозволить покращити стан навколишнього природного середовища за рахунок скорочення викидів парникових газів у атмосферу, забезпечити екологічно чистою електроенергією, створити нові робочі місця і інвестувати в місцеву економіку додаткові фінансові ресурси. Робота МГЕС покращить гідрологічний режим річки та забезпечить покращення її до самоочищення, що позитивно вплине на екологічну ситуацію на прилеглий до створу території. В низ по течії після проходження будівлі МГЕС здійснюється додаткова аерація потоку. Що позитивно впливає на природне середовище.

Для ГЕС в с. Мишковичі на р. Серет пропонується встановлення одного гідроагрегату з турбіною горизонтальною пропеллерною гідротурбіною Т-90.

Встановлена потужність МГЕС складе 85кВт. Щорічна генерація екологічно чистої електроенергії очікується на рівні приблизно 744600 кВт\*год.

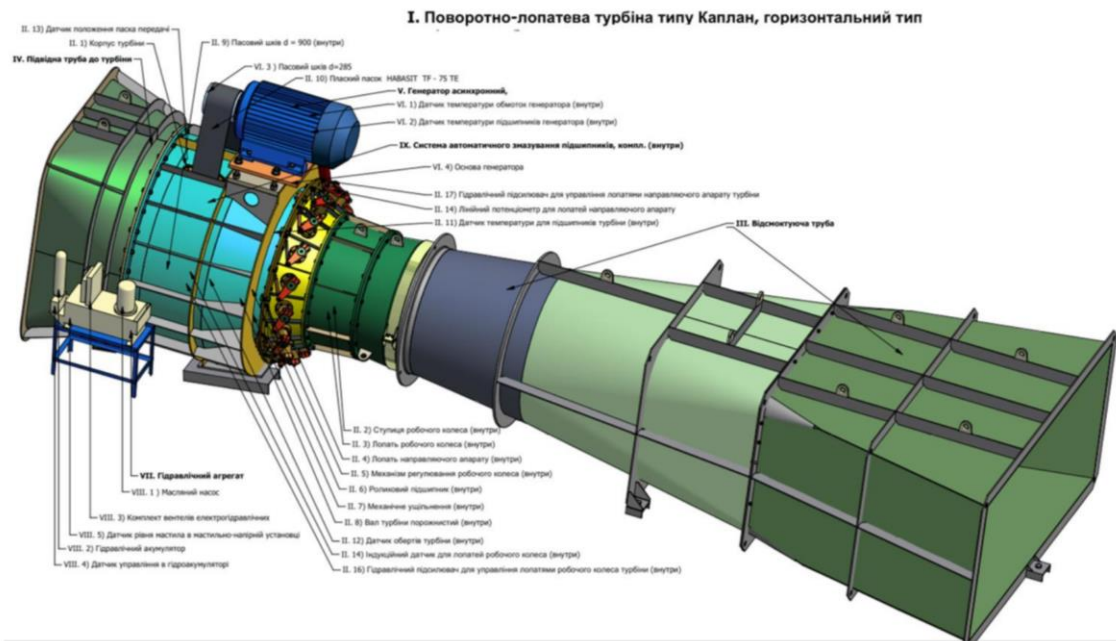


Рис.2.1. Загальний вигляд горизонтального типу турбіни Каплан

Гідравлічна турбіна є двигуном, який перетворює енергію потоку води в механічну енергію обертання. Поворотно-лопатева турбіна типу „Каплан” – це турбіна, лопаті якої можуть повертатись навколо своєї осі, за рахунок чого регулюється її потужність. Також потужність може регулюватись за допомогою лопаток направляючого апарату. Такий тип турбіни називається турбіною з подвійним регулюванням. В даному типі турбіни вісь розташована горизонтально.

Загальна вага описаної турбіни у зборі складає орієнтовно 5,5т. Турбіна поставляється з комплектуючими, які є невід’ємними частинами та дозволяють їй коректно та ефективно працювати, а саме:

- Корпус турбіни, що має циліндричну форму і виготовлений з зварної сталі марки S265JR. Корпус призначений для жорсткого кріплення частин турбіни, що обертаються, прикріплення корпусів підшипників та направлення води на ротор при самих маленьких втратах напору.

- Ступиця робочого колеса, що виготовлена з чавуна призначена для закріплення лопаток робочого колеса та механізму регулювання. До ступиці також прикручений вал турбіни.

- Лопатки робочого колеса, що виконані з нержавіючої литої сталі. Їх завдання перетворення енергії води на механічну енергію.

- Лопатки направляючого апарата, що виконані з чавуна, призначені для регулювання кількості води яка подається на робоче колесо. Вони також перекривають потік в разі робочої або аварійної зупинки турбіни.

- Механізм регулювання робочого колеса, що виготовлений з нержавіючої сталі. Його завдання встановлення лопаток робочого колеса під кутом, який гарантує максимальну потужність.

- Роликові підшипники підтримують обертаючі частини турбіни і переносять сили, що впливають з їх ваги. Переносять сили натягу плоского ремня передачі і натиску води на робоче колесо.

- Механічне ущільнення охороняє від проникання води всередину турбіни.

- Вал турбіни пустотілий, що виготовлений з сталі 18G2A, та призначений до передачі потужності з робочого колеса турбіни на пасковий шків турбіни. В порожнині валу встановлено жердину, яка є складовою частиною механізму

- регулювання робочого колеса. Пасковий шків, що виготовлений з сталі, призначений для передачі потужності від турбіни до генератора за допомогою плоского паска.

- Плаский пасок, що призначений для переводу обертаючого моменту з турбіни на генератор.

- Датчики температури підшипників (фірми LUMEL) подають сигнал в командо контролер, що дозволяє здійснювати постійний моніторинг і відключення агрегату в разі переходу допустимих температур підшипників.

- Гідравлічний підсилювач для управління лопатями робочого колеса, що призначений для регулювання відкриття робочого колеса під час роботи

турбіни. Підсилювач обертається разом із валом турбіни. Він працює через гідравлічне з'єднання під тиском мастила.

- Гідравлічний підсилювач для управління лопатями направляючого апарату, що призначений для регулювання відкриття направляючого апарату турбіни. Він є типовим гідравлічним підсилювачем.

Асинхронний генератор, 90 кВт.

Генератор приєднаний до турбіни допомогою пасової передачі і перетворює механічну енергію в електричну.

Відсмоктуюча труба - це пристрій для відводу води від робочого колеса турбіни. Відсмоктуюча труба виконана з зварної сталі марки S265JR і має циліндричну форму

Проектом передбачається зведення будівлі МГЕС з плановим розміром 10x10м. Зі сторони верхнього б'єфу збудований водоприймач з сміттєзатримуючими решітками та плоскими аварійними затворами, з сторони нижнього б'єфу відвіний канал водопровідного тракту.

Будівлю МГЕС віднесено до основних гідротехнічних споруд.

Класифікація об'єкта згідно «Державного класифікатора будівель та споруд ДК018-2000» - 2302 «Споруди виробництв енергетики». Конструкція запроєктованої будівлі МГЕС, має бути розрахована на сприйняття тимчасових і постійних навантажень згідно з ДБН В. 1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».

Клас наслідків (відповідальності) об'єкта - СС2, категорія складності IV згідно ДСТУ-Н Б В. 1.2-16:2013. Будівля МГЕС виконана із наземної частини та підземної частини де влаштовано гідромеханічне обладнання та гідроагрегат. Передбачено встановлення нового комплексу гідроенергетичного обладнання.

Підземна частина виконана у вигляді докової залізобетонної конструкції, надземна частина виконується з металокаркасів. Що обшиваються сандвіч-панелями. Будівля перекривається дахом з дахових

сандвіч-панелей товщиною не менше 150мм, з ізоляційним матеріалом-скловатою.

До будівлі МГЕС вода потрапляє по від русла через водоприймач. Напір створюється за допомогою водозливної греблі автоматичної дії. Перед водозабором споруди МГЕС планується встановити сміттеутримуючі решітки з кроком ламелей 50 мм, які попереджують проникнення разом з потоком води сміття та великої риби в турбіни.

В якості рибозахисту також передбачений акустичний рибозахисний пристрій для відлякування риби ELZA-3.

Пристрій встановлюється перед водозабором споруди МГЕС. Акустичний рибозахисний пристрій для відлякування риби ELZA -3 реалізує принцип відлякування риби від водозабору за допомогою високоградієнтного звукового загороджувального поля, яке формується у вигляді загороджувальної смуги вздовж кордону відлякування. До складу пристрою входять два підводних випромінювальних модуля та блок управління, які розташовуються на вхідній частині водозабору. Випромінюючі модулі посиляють у воду імпульсно-модульні сигнали на частоті  $\sim 2.5$  кГц, характеристики яких підібрані таким чином, що створюване ними акустичне поле має відлякуючий вплив на живих мешканців частини водойми, яка захищається.

Таблиця 2.1 - Характеристики гідроагрегату виробництва ТОВ «Мінігідро»

Найменування показника	Значення показника
Робочий напір, м	3
Діаметр робочого колеса, мм	1200
Тип турбіни	Каплан
Швидкість обертання валу турбіни, об/с	375
Максимальна пропускна здатність турбіни. м <sup>3</sup> /с	3
Мінімальна пропускна здатність турбіни. м <sup>3</sup> /с	1,55
Потужність турбіни, кВт	90

Для запобігання звикання живих істот до акустичного впливу, генератор блоку управління запрограмований на автоматичну зміну характеристик сигналу в процесі роботи.

Швидкість води на водозабірній споруді МГЕС не перевищує 0,8 м/сек, що забезпечує можливість риби не потрапляти на гідроагрегати.

У зв'язку із тим, що гребля не будується то рибопропускні споруди не передбачаються.

## **2.1. Характеристика місця проведення планової діяльності**

### **2.1.1. Фізико-географічна характеристика території розташування об'єкта**

Тернопільська область знаходиться в західній частині України між 24°44' і 26°44' сх. д. та 48°30' і 50°16' пн. ш. Вона межує з Рівненською, Чернівецькою, Львівською, Івано-Франківською, Хмельницькою областями. Межі області на значному протязі природні: на сході - р. Збруч, на півдні та південному заході - р. Дністер, на північному заході - Кременецьке горбогір'я.

Область займає західну частину Подільської височини. Рельєф її рівнинний. Поверхня області має нахил з півночі на південь. Це підтверджують напрями русел рік. Абсолютні висоти поверхні тут коливаються від 443 м (біля с. Мечищів Саранчуківської сільської територіальної громади Тернопільського району) до 116 м (в гирлі річки Збруч).

На території Подільської височини в межах області можна виділити окремі частини: Тернопільське плато, Подільське і Кременецьке горбогір'я, Товтровий кряж і Придністровську рівнину.

Розміщення Тернопільської області в межах Східно-Європейської платформи зумовило утворення тут корисних копалин осадового походження. Серед них - найбільшою є група нерудних корисних копалин. На території області розвідано і обстежено понад 300 родовищ корисних копалин цієї групи. Серед них вапняки, крейда, мергелі, гіпс, піски, пісковики, глини, гравійногалечникові матеріали, доломіти та ін. Вони розміщені по всій території області і є сировиною для виробництва різноманітних будівельних матеріалів.

Значне поширення в області мають суглинки і глини (понад 95 родовищ), пісковики, вапняки. Родовища крейди знаходяться в околицях м. Кременця. Гіпсові родовища розміщені в Придністров'ї. Поклади мергелю є у західній частині області. Гравій зустрічається в долинах і на прирічкових схилах Дністра, Серета, Золотої Липи. Використовується переважно в шляховому будівництві.

Родовища піску поширені найбільше в західній, північній та центральній частинах області. В основному це будівельні піски.

Рівнинний рельєф і достатнє зволоження впливають на формування густої річкової мережі.

По території області протікає понад 2400 річок і потічків. З них 120 річок мають довжину понад 10 км. Більшість їх протікає в меридіональному напрямі по нахилу території. Це ріки, які належать до басейну Дністра (Золота Липа, Коропець, Стрипа, Серет, Збруч, Нічлава, Джурин). Ці ріки мають добре вироблені, а в нижніх течіях навіть каньйоноподібні, долини.

Ріки басейну Прип'яті - Іква, Вілія, Горинь течуть на північний схід і гирла їх виходять за межі області. Вони мають пологі береги, повільну течію, слабо вироблені долини, заболочені заплави.

Ріки області мають змішаний тип живлення. Атмосферні опади складають 70%, а підземні води - 30% загального стоку.

Найбільша ріка області - Дністер. Він протікає на її південному заході і півдні і виступає природною межею між Тернопільською, Івано-Франківською

і Чернівецькою областями. Його довжина в межах нашої області - 215 км. Дністер на території області дуже звивистий і утворює 20 великих меандр. Долина його глибока, вузька, має каньйоноподібну форму. Найдовша притока Дністра - річка Серет, її довжина - 242 км.

На межі Тернопільської і Хмельницької областей протікає р. Збруч, її довжина 244 км. Річка Стрипа має довжину 147 км. Річка Горинь належить до числа найдовших правих приток Прип'яті.

Тернопільська область має значні запаси підземних вод. Вони складаються з ґрунтових вод і власне підземних вод. Ґрунтові води залягають на глибині 4-10 м. Запаси підземних вод є в трьох водоносних горизонтах, які знаходяться на глибині 5-16 м, 30-40 м і 60-80 м.

В області є мінеральні води, які можуть використовуватися для лікування при захворюванні внутрішніх органів, опорнорухового апарату. Їх виявлено в Тербовлянському, Тернопільському, Борщівському, Гусятинському, Збараському, Бережанському районах.

### **2.1.2. Клімат території розташування об'єкта**

Клімат Тернопільщини — помірно континентальний із неспекотним літом, помірною зимою і достатньою кількістю опадів — формується під впливом радіаційних умов, циркуляції повітряних океанічних та континентальних повітряних мас. Перші з них поширюються у вигляді циклонів із Атлантичного океану; влітку вони зумовлюють хмарність, опади, зниження температури повітря, взимку — снігопади. З цими повітряними масами пов'язані західні та південно-західні вітри. Суха і холодна погода в зимовий період спричинена дією східних антициклонів.

Холодні повітряні маси, що проникають на територію області з півночі, зумовлюють пізні весняні й ранні осінні приморозки.

Таблиця 2.2 – Кліматичні параметри Тернопільщини

Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, °С	12,2	17,3	25,0	30,0	30,2	37,8	38,4	36,1	32,1	25,7	19,9	13,9	38,4
Середній максимум, °С	-1,9	-0,4	4,7	12,7	18,8	21,4	23,2	23,0	18,1	12,1	4,8	-0,4	11,2
Середня температура, °С	-4,4	-3,4	0,7	7,8	13,6	16,5	18,1	17,5	12,9	7,4	1,9	-2,8	7,1
Середній мінімум, °С	-7,3	-6,4	-2,8	3,1	8,2	11,3	13,0	12,3	8,1	3,4	-0,8	-5,4	3,0
Абсолютний мінімум, °С	-31,6	-31	-23,9	-6,1	-2,2	-1,7	4,0	3,6	-4	-10,5	-18	-27	-31,6
Норма опадів, мм	33,0	27,7	34,1	46,6	71,8	77,6	83,5	78,2	60,6	37,1	34,6	35,0	619,8
Днів з опадами	19,5	18,2	16,3	11,3	11,0	11,4	9,6	8,1	10,0	10,1	15,2	19,4	160,1
Вологість повітря, %	85,8	84,3	78,6	67,7	67,1	71,6	73,6	73,0	75,8	79,6	86,2	87,0	77,5

Кількість денної сонячної радіації — від 532 кал/см<sup>2</sup> у червні до 130 кал/см<sup>2</sup> у грудні. Радіаційний баланс становить майже 40 ккал/см<sup>2</sup> за рік. Висота Сонця над горизонтом у червні в полудень досягає 63-65°, у грудні 17-19°, під час рівнодення — 40-42°. Тривалість дня — 8-16,5 год.

Клімат усієї території області сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур лісостепової зони, зокрема озимої та ярої пшениць, ячменю, жита, вівса, цукрових буряків, картоплі, овочевих і кормових культур, у південній частині — винограду, абрикос, персиків, ранніх овочів тощо. В окремі роки в області можливе вимерзання посівів озимих культур, трапляються пізні весняні й ранні осінні заморозки, змивання посівів під час злив, вилягання зернових та інше. Інколи влітку низькі температури повітря у поєднанні з похмурою погодою гальмують розвиток сільськогосподарських культур. Загалом умови зволоження і температурний режим забезпечують потреби рослин лісостепової зони у теплі, світлі та волозі.

Упродовж року на клімат області впливають повітряні маси з Атлантики, що зумовлюють циклональну погоду, континентальне повітря: взимку проникають відроги сибірського антициклону, що спричиняють холодну погоду, влітку впливає азорський максимум, навесні й на початку осені — холодні арктичні повітряні маси.

Вітри (найчастіше північно-західні та південно-західні, найменше — північні та південні) характерні для всіх пір року, особливо для літа. Активна циклонна діяльність зумовлює велику кількість опадів. У межах Тернопільщини випадає достатня кількість опадів (550—700 мм за рік). Найбільше — на заході та північному заході (понад 650 мм за рік), найменше (550 мм за рік) — на крайньому південному сході. Переважна більшість опадів (70–75 %) випадає в теплий період року, найменше — взимку. Влітку часто бувають зливи, нерідко — грози, іноді — град.

Сніговий покрив на території області випадає зазвичай — у другій половині листопада і тримається до початку березня. Товщина — 8-10 см, максимуму досягає у другій декаді лютого. Дати танення снігового покриву

припадають на кінець березня, з коливанням від другої декади лютого до першої декади березня. Найбільша висота снігового покриву (9–16 см) буває в другій декаді лютого.

Річний коефіцієнт зволоження — 1,11 на півночі і заході, 1 — у центральній частині, 0,92 — у південно-східній районах області.

Термічний режим характерний рисами континентальності. Амплітуда річних коливань повітря — 23-24 °С. Середня температура найтеплішого місяця (липень) — +18 — +19 °С, найхолоднішого (січень) — -4,5 — -5°С. Найвищі показники середньої температури повітря у липні характерні для південної частини області (+18,8°С), найнижчі — для західної і центральної частин (+18 — +18,5°С). У січні температура повітря у центральній частині нижча (-5,4°С) від температури в інших частинах області, що зумовлено тим, що це найвища, безліса частина височини.

Вторгнення континентальних мас повітря призводить до значних коливань температури: влітку — до +39°С, а у 2012 році сягнули 42°С, взимку — до -34°С. Розподіл сум активних температур (за період із середньодобовими температурами вище +10°С) в області нерівномірний: у південній і південно-східній частинах вони становлять 2600—2700°, у зниженнях північної частини — 2550°С, на піднятих ділянках північної та центральної частин — 2450—2470°С.

Тривалість безморозного періоду — 165—170 днів на південному сході, 150—165 на решті території. Вегетаційний період рослин — 205—209 днів: із 1-ї декади квітня до кінця жовтня, період активної вегетації у середній піднятій частині області — 156—167 днів, у долинах північної частини і на півдні — 162—163 дні.

Найхолоднішою є центральна частина Тернопільщини, яку називають «Холодне Поділля»; середньорічна температура тут становить +6,9°С. Найтепліше в області у Придністров'ї, так зване «Тепле Поділля» — 7,4°С.

#### **Абсолютний максимум температур**

Абсолютний максимум температур для метеостанцій Тернопільської області:

- місто Чортків — + 38,8° С
- місто Тернопіль — + 36° С (обидва — серпень 1946 р.)
- місто Кременець — + 37,3° С
- місто Бережани — + 36,6° С (обидва — серпень 1952 р.).

Найтеплішим на Тернопільщині був 1989 р., коли середньорічна температура повітря становила + 8,9° С. при кліматичній нормі + 7,1° С.

### **Абсолютний мінімум температур**

Абсолютний мінімум температур для метеостанцій Тернопільської області зафіксований до 1944 р:

- село Білокриниця Кременецького району — мінус 36° С
- місто Тернопіль — мінус 34° С
- місто Бережани — мінус 33° С.

Згодом найнижча температура була зафіксована:

- село Білокриниця Кременецького району — мінус 30,9° С (1949—1950), мінус 31,6° С (1986—1987 рр.)
- місто Бережани — мінус 30,5° С (1962—1963 рр.)
- місто Чортків — мінус 31,6° С (1962—1963 рр.).

Найхолоднішим був 1980 р. із середньорічною температурою плюс 5,7° С.

В області виділяють три кліматичні райони:

- **Північний** — найнижчі ділянки північної частини області. Середні температури січня — 4,5°, липня — +18,5°, сума активних температур досягає 2550 °С. Випадає понад 650 мм опадів на рік, зволоження надмірне. Безморозний період — 160—165 днів;

- **Центральний** — найвищі ділянки північної і центральної частин області. Цей кліматичний район називають «холодним Поділлям» — середня температура повітря за рік — +6,8 °С, сума активних температур — 2400—2500 °С, найкоротше літо (98-90 днів), найкоротший безморозний період

(150—165 днів), найбільше днів із сніговим покривом (85-93 дні), випадає понад 600—650 мм опадів на рік;

- **Південний** — Борщівський, Заліщицький, Чортківський райони, південні частини Гусятинського і Бучацького районів. Цей кліматичний район називається «теплим Поділлям»: середньорічна температура повітря  $+7,3^{\circ}\text{C}$ , січня —  $-4,5^{\circ}$ -  $-5^{\circ}\text{C}$ , липня —  $+19^{\circ}\text{C}$ , сума активних температур —  $2700^{\circ}\text{C}$ . Весна настає на 2 тижні раніше, ніж на решті території області. Тут добрі умови для вирощування теплолюбних культур, особливо на південних схилах долини річки Дністер. У районі найсприятливіші кліматичні умови для відпочинку — на берегах Дністра і його приток, особливо у місті Заліщики, що у меандрі Дністра.

### 2.1.3. Геологічна характеристика

Тернопільщина розташована у межах Волино-Подільської плити Східно-Європейської давньої платформи.

Ця плита має двочленну будову: кристал. фундамент та осадовий чохол. Глибина залягання фундаменту: 1000-1500 м на крайньому сході області, 2500—3000 м на заході. Порід фундаменту сягає низка глибинних свердловин: Залізці-1 (1680 м), Кременець-1 (1328 м), Бучач-1 (2032 м); ці кристал. породи представлені середньопротерозойсько-архейським комплексом (граніти, гранодіорити та ін.). Осадовий чохол становлять породи віком від пізнього протерозою (риффею) до антропогену включно. Породи риффею, венду, кембрію та ордовику зустрінуті тільки свердловинами, і на поверхні ніде не відслонюються.

Найдавнішими осадами, що можна спостерігати у південно-східній частині області, є відклади силурської системи палеозою. Вони відслонюються

у каньйоні р. Дністер та в долині р. Збруч, багато їх на схилах р. Дністер від с. Трубчин до с. Дністрове Чортківського району Тернопільської області.

Дністровський розріз силуру — один із найкращих у світі за безперервною послідовністю наверстування порід, багатством та різноманітністю решток скам'янілих організмів, тому окремі його ділянки оголошено заповідними (біля с. Трубчин).

Породи силурської системи — це типові морські та лагунні утворення: зеленкувато-сірі, світло-сірі, темно-сірі чи кремово-сірі вапняки, доломіти, мергелі, домерити. У породах трапляються рештки організмів, що вказують на фізико-географічну обстановку того часу: умови седиментації змінювалися від відкрито-шельфових до прибережно-лагунних. У відкладах силуру трапляються численні проверстки бентонітових глин. Загальна потужність силурських порід у межах області — 450 м.

На породах силурської системи в області залягають осади нижнього девону. Добре відслонюються нижньодевонські породи в долинах річок Дністер, Нічлава, Серет, Джурин, Стрипа, Коропець, Золота Липа та ін. Нижній девон складений породами 2-х серій: тиверської і дністровської. Тиверські породи (перешарування сірих вапняків, аргілітів і алевролітів) — з рештками фауни, які вказують на те, що тоді південна частина області залишалася неглибоким теплим (тропічним) морським басейном.

Лише підняття в кінці тиверського часу призвели до остаточного відступу (регресії) моря і формування акумулятивної рівнини з численними озерами, затоками, дельтами рік, у яких відклалися породи дністровської серії: червоноколірні (забарвлені оксидами заліза) піщано-глинисті осади з рештками прісноводних панцирних риб та відбитками вологолюбних рослин (псилофітів). Потужність порід нижнього девону у Подністров'ї перевищує 800 м.

У середині девонських періодів (біля 380 млн. р. тому) море затоплювало лише невелику ділянку на заході області (лагуна), відклади цього часу трапляються у середній течії р. Золота Липа (темно-сірі до чорних

доломіти з прошарками глин і аргілітів) загальною потужністю до 20 м. Континентальні умови, що встановилися в межах області у верхньому девоні, тривали впродовж кам'яно-вугільного, пермського, тріасового та більшої частини юрського періодів (понад 200 млн. р.).

Відклади юрської системи відомі в долинах річок Золота Липа (біля с. Завадівка), Коропець (нижче від м. Монастириська та с. Устя-Зелене) і складені аргілітами, алевролітами, пісковиками, гравелітами та конгломератами, доломітами, вапняками оолітовими, органічно-уламковими та ін. Загальна потужність порід верхньоюрського віку перевищує 270 м.

Відклади крейдової системи залягають на розмитій поверхні різновікових осадків. Власне ранньокрейдові відклади (альбські) відомі лише у Подністров'ї, де представлені мілководними осадками: зеленувато-сірими, кварцово-глауконітовими пісками й органічними вапняками, інколи з піщаним цементом. Відслонення таких вапняків можна спостерігати на берегах Касперівського водосховища; потужність пісковиків до 20 м. Відклади сеноманського ярусу верхньої крейди відслонюються у долинах річок Збруч, Нічлава, Джурин, Стрипа, Коропець. Складені вони глауконітовими пісками та пісковиками, вапняками, мергелями, опоками, конгломератами.

У північних районах області поширені літологічно досить одноманітні відклади туронського ярусу верх. крейди. Переважно це біла писальна крейда та крейдоподібні вапняки, інколи збагачені конкреціями, стяжіннями чорних кременів. Кращі відслонення є в околицях Кременця, Вишнівця, Почаєва. Вище за розрізом туронові відклади переходять у літологічно близькі осадки коньякського ярусу. У західній і північно-західній частинах області поширені сантонські відклади верхньої крейди, представлені мергелями, мергелистими пісковиками тощо. Загальна потужність порід верхньої крейди зростає зі сходу на захід, де може досягати понад 150 м.

До кінця крейдового періоду (65 млн. р. тому) море повністю відступило з території області, й континент. умови зберег. до серед. палеоген. періоду.

Відклади еоцену поширені спорадично у північній частині Тернопільщини. Це морські осадки — кварцово-глауконітові піски та пісковики незначної потужності (до 15—20 м). Відомі в околицях Шумська, Ланівців, Вишнівця, Кременця та ін.

Кінець палеогенперіоду був характерний на Поділлі новою регресією моря. Однак уже в середині міоцені спостерігається нова морська трансгресія, й осадки цього віку мають у Тернопільській області значне поширення. Вони представлені двома ярусами: гельветським і тортонським. Породи гельветського ярусу відомі у західній частині Тернопільщини на вододілах річок Стрипа, Коропець і Золота Липа. Складені вони із малопотужних (до 6 м) морських й озерних осадків: пісків, пісковиків, мергелів, вапняків.

У тортонському віці відкладалися кварцові піски, пісковики, мергелі, багрянкові вапняки, прошарки бурого вугілля. Останні можна спостерігати на схилах яру Жаб'як, неподалік від Вишнівця і Старого Почаєва та ін. Розріз верхнього тортону складений гіпсами, кварцовими, кварцово-глауконітовими пісковиками, багрянковими (водорослевими), хемогенними та органічно-уламковими вапняками.

Гіпсова товща поширена тільки у пд. ч. області ( Чортківський район Тернопільської області) і містить унікальні утвори — гіпсові печери, найдовші у світі. У східній частині неоген. моря в тортонському і сарматському віках сформувався великий бар'єрний риф, що після відступу моря (бл. 10 млн. р. тому) залишився у рельєфі невисоким горбкуватим пасмом. Риф складений органічно-уламковими, рідше хемогенними вапняками. Породоутворюючими організмами були багрянні водорості (літотамнії), корали, моховатки, молюски, черви (верметуси). Пасмо відоме в літературі як Подільські Товтри (нар. назва «Медобори»); невисокі горби (до 60 м).

Сарматські відклади збереглися лише у північно-східній та східній частинах області. Складені вони зеленкуватими кварцово-глауконітовими пісками та пісковиками, піщанистими глинами, мергелями й органічно-уламковими вапняками. Органічно-уламковий вапняк відомі вздовж рифових споруд,

вершини Кременецьких гір — це вапняки оолітові. Загальна потужність неогенових осадків — 100—120 м.

## 2.2. Опис поточного стану довкілля

Потенційними джерелами забруднення ґрунту під час проведення робіт є просипи сипучих матеріалів при розвантажувально- навантажувальних та перевантажувальних роботах, випадкові проливи дизельного палива. Після закінчення виконання будівельних робіт передбачається благоустрій території з будівництвом рослинного покриву.

При здійсненні будівельно-монтажних робіт утворення неорганізованих забруднених стоків, які можуть потрапити у ґрунт, не передбачається.

Газові викиди не вплинуть на геохімічний склад ґрунту.

Негативний вплив на ґрунти не передбачається.

Вплив на довкілля зумовлений викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря при виконанні будівельних робіт по будівництві мікро ГЕС для виробництва електроенергії не носить довгостроковий характер. Транскордонний вплив не передбачається.

Враховуючи відсутність перевищень концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та відповідність викидів забруднюючих речовин екологічним та санітарним нормативам під час будівництва, негативного впливу (в тому числі значного) від планованої діяльності на атмосферне повітря не очікується. Передбачається незначний допустимий вплив на довкілля викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря тільки в процесі будівництва об'єкту та під час експлуатації носять тимчасовий характер.

Запланований об'єкт господарської діяльності відноситься до мікро гідроелектростанцій (до 200 кВт). Для виробничих потреб планується

вилучення частини води з річкового потоку, використання її кінетичної енергії для отримання електроенергії, а потім повернення до загального русла, що не впливає на якість води, вона не втрачає первинних природних якостей і може використовуватись для подальших потреб населення.

При плануванні прийняті заходи по максимальному зменшенню негативного впливу діяльності об'єкту на водне середовище. При виконанні прийнятих планових рішень, введення в експлуатацію запроектованого об'єкту передбачає вплив на водне середовище в межах нормативного та позитивно вплине на стан водного середовища порівняно з існуючим положенням.

Плановою діяльністю не передбачається споживання води для господарсько-побутових потреб з місцевих джерел з подальшим її забрудненням та скидів забруднених стоків.

В процесі планової діяльності по мікро ГЕС джерелами шуму є технологічне обладнання, а також автотранспорт в процесі виконання будівельних робіт по будівництві об'єкту.

Вплив на довкілля за фактором шумового впливу під час підготовки та будівництва не буде носити довгостроковий характер, в той час за рахунок відповідності діючим нормативам негативного впливу (в тому числі значного) від планованої діяльності на довкілля від шумового впливу не очікується.

Вплив на довкілля за рахунок шумового забруднення атмосферного повітря є допустимим.

Вплив на довкілля за фактором здійснення операцій у сфері поводження з відходами буде носити довгостроковий характер, в той час за рахунок відповідності діючим нормативам негативного впливу (в тому числі значного) від планованої діяльності на довкілля за рахунок поводження з відходами не очікується.

Передбачається допустимий вплив на довкілля зумовлений операціями у сфері поводження з відходами.

## Розділ 3

### Найкращі технології будівництва МГЕС

#### 3.1. Деякі з найкращих технологій

Як впливає з виконаного аналізу технологічних особливостей МГЕС, основним обладнанням, яке застосовується при виробництві електроенергії на ГЕС є гідротурбіна.

Устаткування для малих ГЕС в теперішній час виробляють численні фірми багатьох країн, зокрема США, Японії, Швеції, Франції, Австрії, Чехії, Польщі, Італії та ін. Українські підприємства також володіють необхідним потенціалом виробництва устаткування для малої гідроенергетики. Так, “Турбоатом” здійснює виробництво гідротурбін, гідроелектричних агрегатів, Полтавський турбомеханічний завод (підйомномеханічне обладнання гідроспород), Ніжинський ремонтно-механічний завод (шлюзове обладнання), “Електротяжмаш”(потужні гідрогенератори), “Електронмаш” і “Хартрон” (системи управління).

Стандартизоване устаткування для малих ГЕС виробляється у широкому діапазоні параметрів<sup>78</sup>: потужність – від 2 кВт до 15 МВт; діаметр робочого колеса турбіни – від 190 до 3000 мм; частота обертання – від 50 до 2000 об./хв.

Значну увагу приділяють підвищенню економічної ефективності малих ГЕС за рахунок спрощення їх проектування, будівництва та експлуатації, типізації проектних рішень, стандартизації устаткування та повної автоматизації роботи ГЕС.

З огляду на досвід країн, які мають різний рівень економічного розвитку, можна стверджувати, що розвиток малої гідроенергетики є прогресивним кроком у світовій енергетиці і вартий наслідування.

Серед європейських країн лідерами у розвитку малої гідроенергетики є Австрія та Італія, природні умови яких подібні до природних умов Закарпаття. Австрійський винахідник Франц Цотлётерер (Franz Zotlöterer) з містечка Оберграфендорф (Obergrafendorf) придумав незвичайну схему для малих ГЕС. Його проект називається "Техніка виру" (Wasserwirbeltechnik), а міні-ГЕС - "Гравітаційно-коловоротна станція".

З метою уникнення негативних екологічних наслідків при спорудженні гребельних міні-ГЕС винахідник запропонував частину потоку поблизу берега відводити в спеціальний канал, що направляє воду до греблі у вигляді циліндру (Рис. 3.1).



Рис.3.1. Гравітаційно-коловоротна міні ГЕС

Гребля являє із себе бетонний циліндр, до якого вода підходить по дотичній та зривається в центрі в глибину. Так в центрі циліндра утворюється вир, який і закручує турбіну. Цей тип міні-ГЕС найбільш оптимальний для електростанцій потужністю до 150 кВт. Задовільний ККД з'являється, починаючи з перепаду висот більше 0,7 м (Рис. 3.2).

ККД перетворення енергії падаючої води в такий міні-ГЕС в електричний струм досягає 73%. Експериментальний зразок, встановлений на

струмку, виробив понад 50 МВт-год електроенергії при робочому перепаді висот води 1,3 м і витраті 1 м<sup>3</sup>/сек. Максимальна електрична потужність такої міні-станції досягає 9,5 кВт.

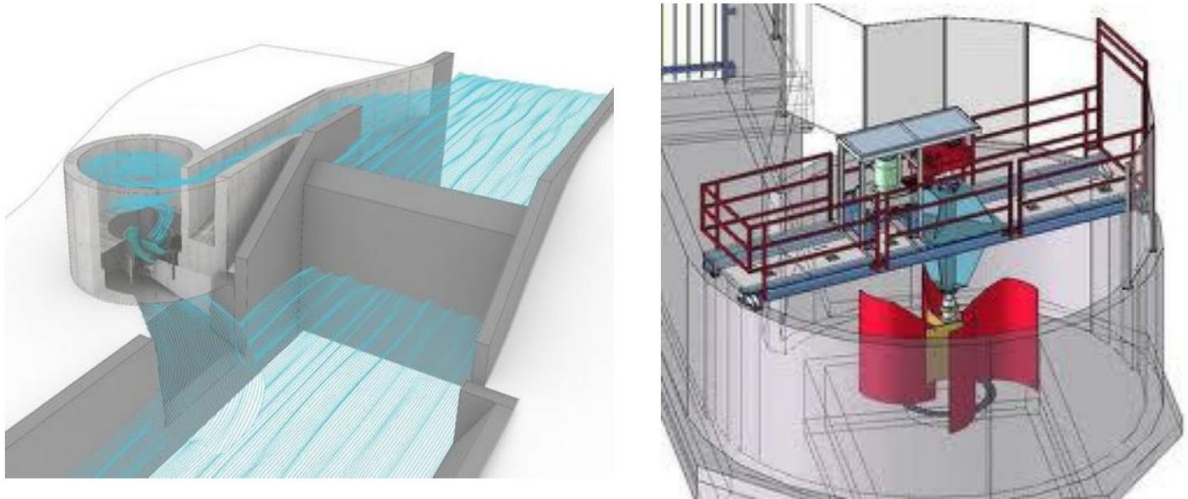


Рис. 3.2. Конструктивні особливості гравітаційно-коловоротної міні ГЕС

При дії такої міні-ГЕС швидкість обертання турбіни низька і для риби, що потрапила у вир, лопаті колеса не являють небезпеки. До того ж лопаті не розсікають воду, а повертаються синхронно з виром.

Суттєвим із точки зору екології є і те, що у вирі хороша аерація води, що сприяє кращій терморегуляції у водоймі та поліпшенню роботи мікроорганізмів у воді, які очищають її природним шляхом.

Вир, що утворюється в міні-ГЕС, сприяє терморегуляції у водоймі - збільшена площа контакту води з повітрям призводить до її охолодження влітку; взимку ГЕС продовжує працювати під льодом, найбільш щільна вода тяжіє до центру виру, по краях циліндра утворюється крижана скоринка, яка виступає в ролі утеплювача, що не дає занадто сильно охолодитися центру.

Вартий особливої уваги винахід італійських фахівців, які розробили і впровадили в практику систему решіток «Grizzly», що запобігає потраплянню риби і навіть ікринок при заборі води на ГЕС.

З використанням таких решіток можливе спорудження міні-ГЕС практично без порушення гідробіологічного режиму водотоку (Рис. 2.3). Важливо також, що при цьому не порушується естетичний вигляд ландшафту.

Решітки Grizzly Power дозволяють захистити водозабори МГЕС від:

- потрапляння крупного бруду (> 30 мм до 50 мм) до водозабірних пристроїв;

- потрапляння риби та інших представників іхтіофауни (розміром > 0,2-2 мм, в залежності від ширини зазору) до гідротурбін;

Крім захисту риб від потрапляння до турбін та запобігання потрапляння бруду до водозабору застосування решіток Grizzly Power дозволяє звести до мінімуму обслуговування обладнання МГЕС.

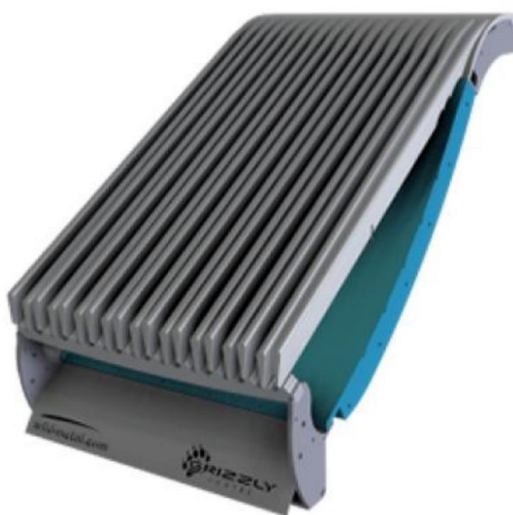


Рис. 3.3. Система решіток «Grizzly Power»

Практичне застосування решіток Grizzly Power можливо на дериваційних ГЕС (Рис. 3.4). Такі решітки розташовують на водозаборі, з якого вода направляється до дериваційного каналу. При цьому, риба та інші живі істоти, а також бруд, які знаходяться в потоці води проходять з потоком і не потрапляють до водозабору.

В Україні водозабірні решітки Grizzly Power впроваджені на МГЕС Шипот-2 потужністю близько 1000 кВт<sup>86</sup>. Це друга міні-ГЕС на річці Шипот, яка була введена в експлуатацію в грудні 2014 року.

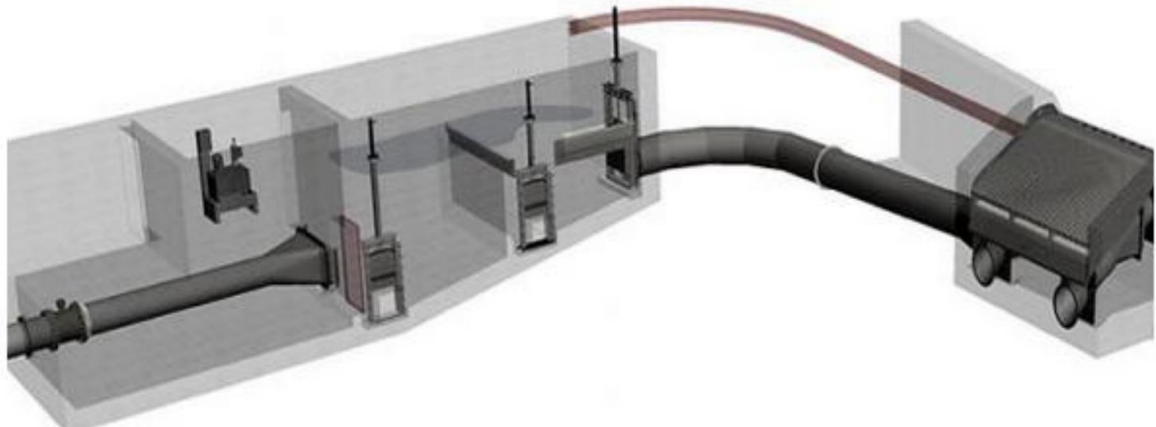


Рис. 3.4. Решітки Grizzly Power на дериваційній ГЕС

Водозабірні решітки Grizzly Power, які впроваджені на МГЕС Шипот-2 за своєю структурою здатні не пропускати частинки розміром 0,3 мм, тобто здатні не пропускати у водозабірні споруди ікринки. Крім цього, внутрішня обробка дериваційного трубопроводу харчовими емалями унеможливорює будь-який вплив на склад води.

Компанією «МНТО ІНСЭТ» (Росія, м. Санкт-Петербург) була розроблена сучасна гідротурбіна для мікро ГЕС з діапазоном потужностей від 5 кВт до 100 кВт. Гідроагрегати для малих і мікроГЕС, що випускаються МНТО "ІНСЕТ", призначені для експлуатації в широкому діапазоні напорів і витрат з високими енергетичними характеристиками і випускаються з пропелерними, радіально-осьовими і ковшовими турбінами. У комплект поставки входять, як правило, турбіна, генератор і система автоматичного управління гідроагрегатом (Рис. 3.5).

МікроГЕС "ІНСЕТ" - надійні, екологічно чисті, компактні, джерела електроенергії для сіл, хуторів, дачних селищ, фермерських господарств, а також млинів, хлібопекарень, невеликих виробництв у віддалених, гірських і важкодоступних районах, де немає поблизу ліній електропередач.

Основні характеристики мікроГЕС "ІНСЕТ" наведені в таблиці 3.1.

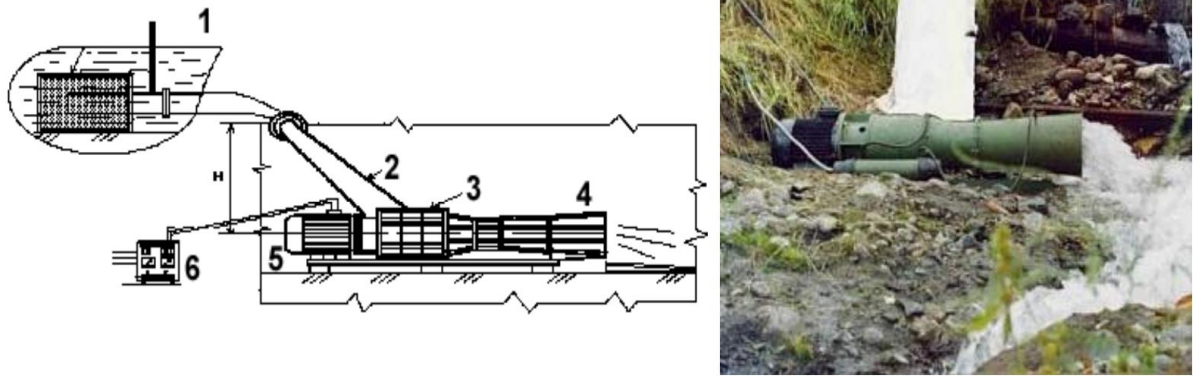


Рис. 3.5. Схема мікро ГЕС "ІНСЕТ":

1 – Водозабірний пристрій, 2 – водовід, 3 – турбіна, 4 – випускний колектор, 5 – генератор, 6 – пристрій автоматичного регулювання

Таблиця 3.1 – Основні характеристики мікроГЕС "ІНСЕТ"

Найменування	Потужність, кВт	Напір, м	Витрата, м <sup>3</sup> /с
МГЭС-10Пр	До 5	2-4,5	0,07 - 0,14
МГЭС-10Пр	До 10	4,5-10	0,10 - 0,21
МГЭС-15Пр	До 15	4,5-12	0,10 - 0,3
МГЭС-50Пр	До 50	2-10	0,30 - 0,90
МГЭС-100Пр	До 100	6-18	0,50 - 1,20

Представлені в таблиці мікро ГЕС призначені для роботи за греблево-дериваційною схемою (Рис. 3.6), коли за допомогою невеликої греблі створюється необхідна витрата води, а напір створюється за допомогою перепаду висот дериваційним каналом (трубопроводом).

Австрійська компанія Andritz Hydro є світовим лідером з виготовлення і постачання устаткування для гідроелектростанцій. Діяльність Andritz Hydro зосереджена на розробці рибопродуктивних рішень для збереження життєздатності рибних популяцій при одночасному застосуванні високоефективних енергетичних технологій.

Починаючи з 90-х років, компанія Andritz Hydro дотримувалася комбінованої стратегії розробки гідроенергетичного обладнання, яка спрямована на забезпечення високих показників виживання риби. Різні конструктивні особливості турбогенераторів, які можуть мінімізувати

механізмами травми, викликаними різними стресовими факторами (вимірюваними, фізичними величинами, які можуть бути пов'язані з кожним механізмом травми). Варто зазначити, що оптимальний вибір конструктивних параметрів для виживання риби може дещо відрізнитись від тих дизайнерських міркувань, в яких єдиним завданням є максимізація виробництва енергії або мінімізація витрат.

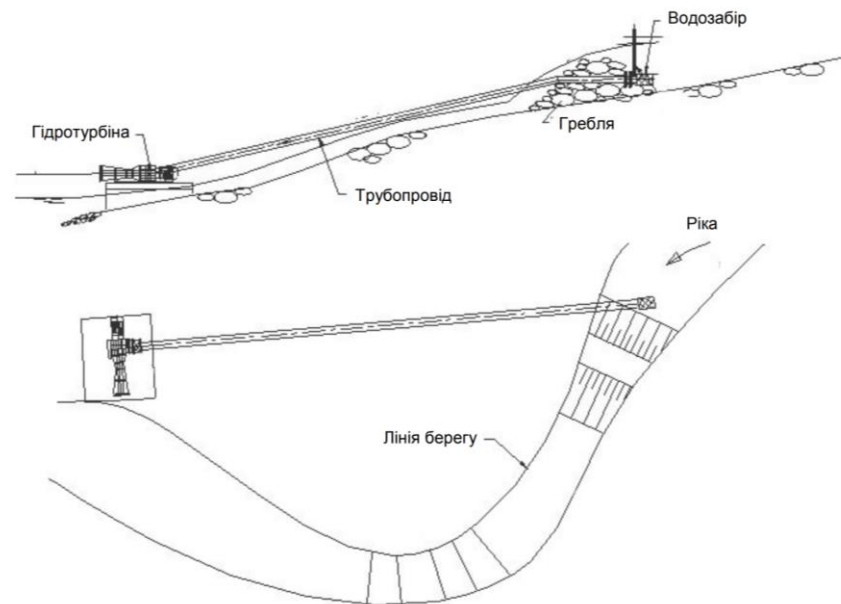


Рис. 3.6. Робота мікро-ГЕС "ІНСЕТ" за греблево-дериваційною схемою

В гідротурбінах компанії Andritz Hydro реалізовані конструктивні та експлуатаційні особливості, які забезпечують рибу від потрапляння в турбіни (Рис. 3.7).

Серед таких конструктивних та експлуатаційних особливостей наступні:

- змінна швидкість обертання турбіни у широкому діапазоні. Це дозволяє зменшувати частоту обертання турбіни в період міграції риби та запобігти її потраплянню у робоче колесо і загибелі;

- оптимізація режиму експлуатації турбіни. Зокрема припиняти роботу ГЕС у період активної міграції риби;

- максимальна мінімізація зазорів між лопатками ротору (робочого колеса) турбіни та її нерухомим корпусом. Це унеможливило потрапляння риби до робочого колеса і її загибелі;

- мінімізація турбулентності водного потоку дозволяє уникнути травмування риби через її закручування, згинання та розтягування. Це також запобігає дезорієнтації риби в потоці.

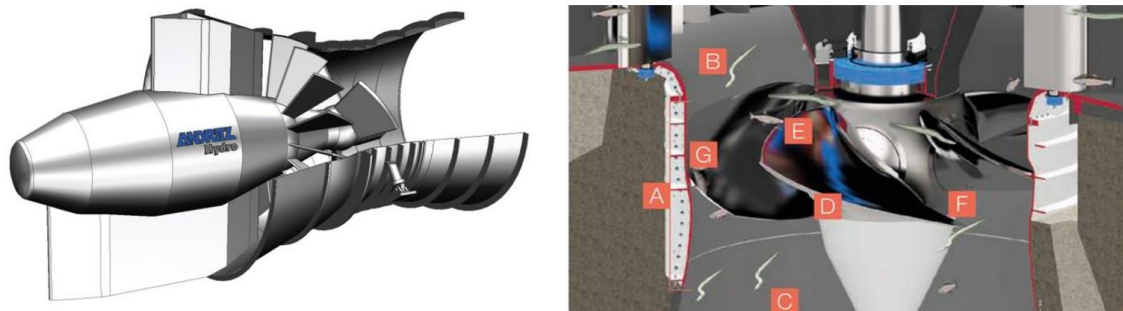


Рис. 3.7. Гідротурбіна fish-friendly компанії Andritz Hydro:

*A – Швидко змінюється тиск; B – Допустима напруга; C – Турбулентність; D – Кавітація; E – Вплив на вал та інші компоненти; F – Тертя; G – Абразивне зношування*

Однією з сучасних технологій, яка має практичне застосування для МГЕС є шнекові турбіни, або Archimedes Hydropower Screw. Такі турбіни знайшли широке застосування на малих ГЕС у всьому світі. Зокрема польською компанією HYDROMEW91 виготовляються сучасні шнекові турбіни (Рис. 3.8).

З 2012 року понад 400 гідроустановок Archimedes Hydropower були встановлені в основному в Європі. Одна з таких турбін з 2011 року експлуатується у Великобританії для забезпечення електроенергією замку Віндзор. Ця міні ГЕС, яка має 2 гідроустановки мають електричну потужність 300 кВт.

Archimedes Hydropower перша установка на річці Темза, а турбіни діаметром 4 метра є найбільшими гвинтами Архімеда у Великобританії<sup>92</sup> (Рис. 3.9).



Рис. 3.8. Шнекова гідротурбіна (Archimedes Hydropower)

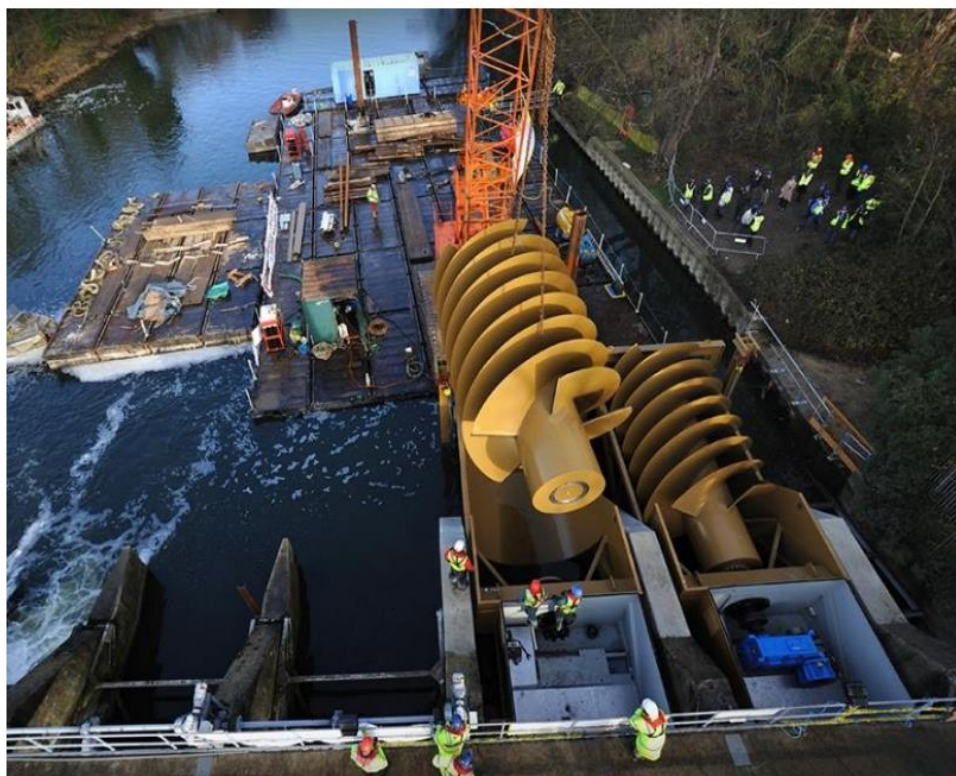


Рис. 3.9. Будівництво міні ГЕС на р. Темза

Однією з переваг шнекової турбіни є висока ефективність роботи (більше 80 %) при малій швидкості обертання валу. При цьому такі турбіни

можуть працювати на великих потоках води (від 0,5 м<sup>3</sup>/сек до 12 м<sup>3</sup>/сек) та малих перепадах (від 1 м). Діапазон потужності складає від 10 кВт до 650 кВт.

Основними перевагами шнекових турбін є:

- простота конструкції з мінімальною кількістю рухомих частин, які потребують ремонту або заміни;
- простота управління на базі існуючих систем автоматичного управління;
- завдяки самоочищенню гідротурбін, вони можуть працювати в забрудненій воді, без додаткових зусиль для їх очищення та обслуговування;
- повна безпека для риб та інших видів іхтіофауни, які вільно проходять скрізь турбінну не ушкоджуючись (для міграції риб вверх за течією будуються додаткові рибоходи);
- відсутність необхідності встановлення рибозахисних споруд та сіток для бруду (встановлюється лише решітка для запобігання потрапляння великого бруду);
- відсутність кавітації та турбулізації потоку води.

З метою підвищення ефективності роботи всієї ГЕС рекомендується встановлення двох шнекових турбін, кожна з яких розрахована на мінімальні гідротехнічні показники ріки (витрата та перепад).

Друга турбіна використовується як резервна та для збільшення потужності у багатоводні періоди року. Шнекові турбіни можуть працювати як безпосередньо в потоці ріки, так і на відвідному каналі (Рис. 3.10).

Одним з найбільш перспективних технологічних рішень при будівництві малої ГЕС є впровадження кількох турбін різної потужності. Це аргументується тим, що створити ємне верхнє накопичувальне водосховище при будівництві нової малої ГЕС, сьогодні практично неможливо, за винятком проектів станцій у малонаселених гірських районах. Тому режим роботи гідротурбін повинен відповідати графіку витрат води в річці, тобто ГЕС повинні працювати «по водотоку».

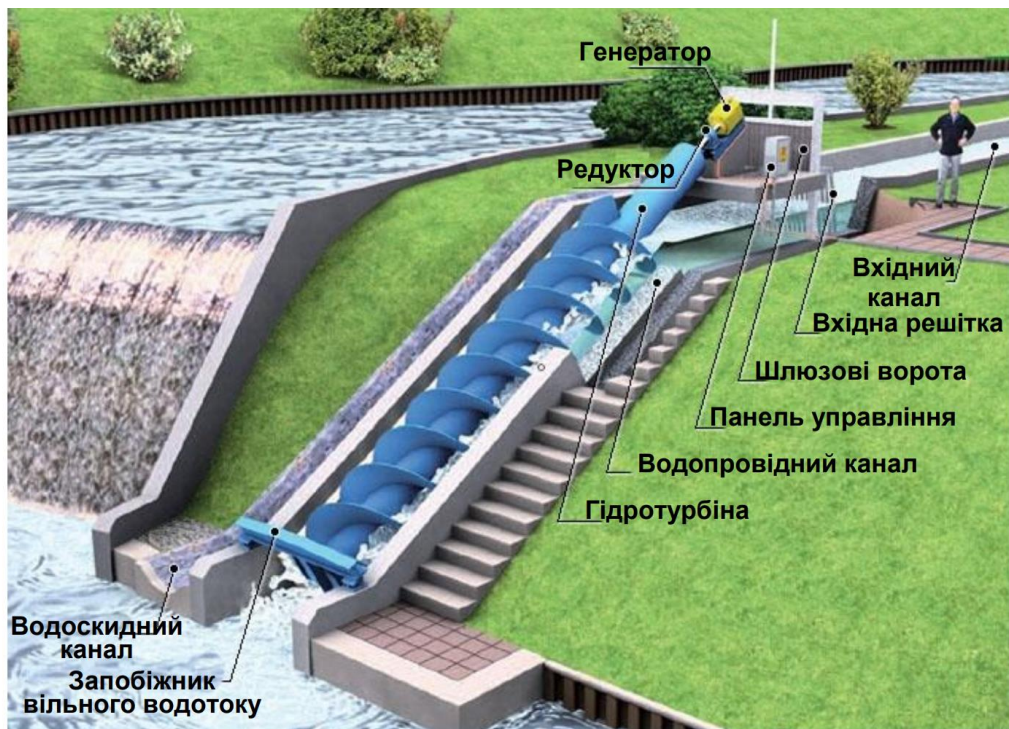


Рис. 3.10. Основні конструктивні елементи ГЕС зі шнековою турбіною

Оскільки річні графіки витрат води в малих річках досить нерівномірні, установка на ГЕС однієї турбіни для режиму роботи «по водотоку» неефективна, і як правило, на ГЕС встановлюють дві - три турбіни, що підвищує економічність використання водних ресурсів, показники надійності, а також дозволяє залишати в руслі ріки санітарних протік.

Для низьконапірних ГЕС з напорами приблизно до 15 м найбільшого поширення набули горизонтальні осьові трубні пропелерні гідротурбіни. Такі турбіни є екологічно «чистими», адже масляне мастило деталей в межах проточної частини не застосовується.

Установка на малій низьконапірній ГЕС кількох турбін різних типорозмірів з різними характеристиками і з різною пропускною здатністю дозволяє відмовитися від досить складної конструкції турбіни подвійного регулювання типу Каплан. А для високонапірних ГЕС це допомагає розширити діапазон роботи станції від номінальної розрахункової витрати через ГЕС до мінімальної, що становить іноді менше 10% від розрахункового.

Так на введених в експлуатацію в 2012 р. – 2013 р. малих ГЕС Прочовци-1 і Прочовци-2 в Сербії, де встановлено по дві турбіни Френсіса різної потужності, в маловодні періоди малі турбіни несуть навантаження при витраті через ГЕС близько  $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ , видаючи в мережу приблизно 40 ... 45 кВт, а при великій воді потужності малих агрегатів становлять від 280 .. 300 кВт і до 600 .. 700 кВт на великих агрегатах.

Крім сучасних підходів при будівництві малих ГЕС та використання основного гідротехнічного обладнання (гідротурбін), важливим елементом переважної більшості МГЕС є сучасні рибоходи.

В переважній більшості станцій дериваційного типу вся вода, що відбирається для пропуску через турбіну, потрапляє назад у річку в нижній б'єф в повному обсязі через дериваційний тунель певної відстані. Тому питання санітарних попусків для таких станцій в природне русло, де постійно буде знаходитись тільки обсяг санітарного попуску і вода переливів під час повені і паводків, визначатиме життєдіяльність водних живих ресурсів. Основні вимоги до санітарного попуску – це забезпечення прийнятної для риби швидкості потоку та прийнятних глибин. На думку Інституту гідробіології НАН України 97, що у 2012 р. проводив ґрунтовні іхтіологічні дослідження на р. Білий Черемош, з такою задачею найкраще справляється рибохід типу Деніла (Denil Fishway). Рибохід Деніла (Рис. 3.11) є комбінацією типових секцій для руху риби та басейнів для відпочинку риби. Його легко застосувати для різних перепадів висот, оскільки в секціях руху риби зберігається стала швидкість течії.

Перевага рибоходу Деніла полягає в тому, що він діє над нижнім б'єфом величиною  $0,91 - 1,06$  метра напірними водами, що є достатнім для того, щоб покрити потоки на самих маленьких ГЕС (Рис. 3.12).

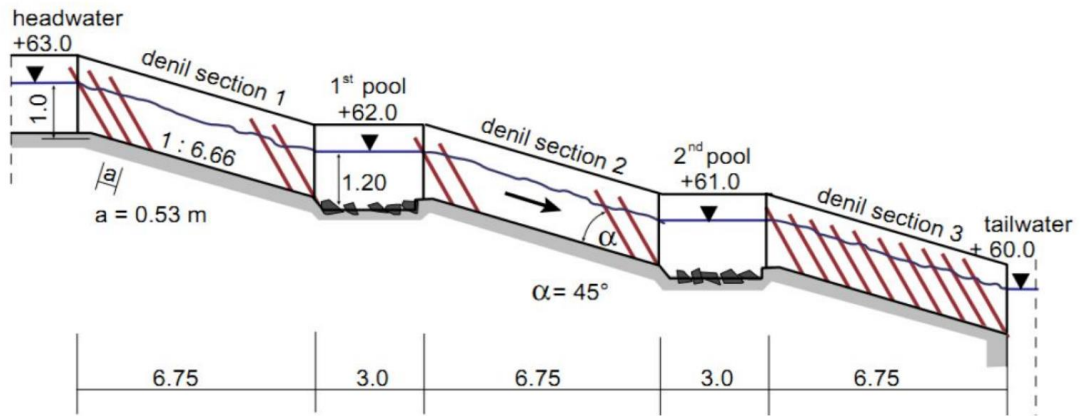


Рис. 3.11. Рибохід Деніла

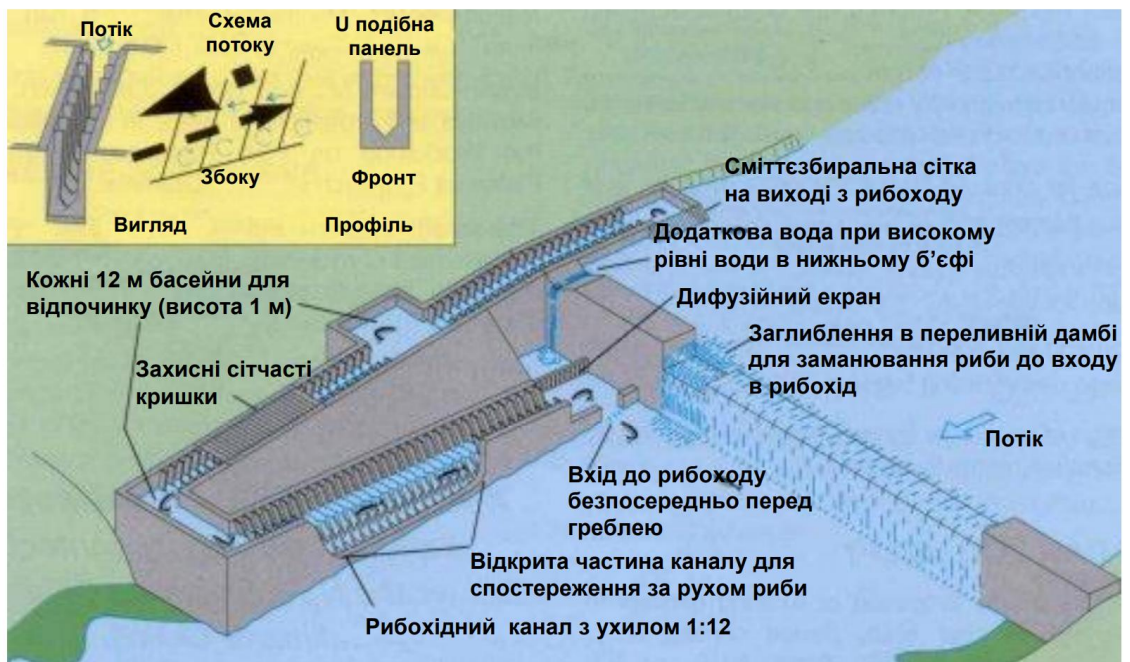


Рис.3.12. Конструктивні особливості рибоходу Деніла

Таким чином, на сьогоднішній день існують технології будівництва малих ГЕС, які базуються як на традиційному сучасному гідротехнічному обладнанні (гідротурбіни типів Каплан, Пельтон та інші), так і на інноваційному. При чому, при жорсткому дотриманні правил будівництва і експлуатації МГЕС і традиційне, і інноваційне гідротехнічне обладнання може бути використане з мінімальним негативним впливом на довкілля

### 3.2. Використання найкращих технологій на МГЕС України

На сьогоднішній день деякі з передових гідроенергетичних технологій вже знайшли застосування на МГЕС України.

Однією з компаній яка застосовує інноваційні технологічні рішення при будівництві МГЕС є групи енергетичних компаній "RENER".

Діяльність групи енергетичних компаній "RENER" розпочалася у 2005 році і на сьогоднішній день компанія займає провідне місце у розвитку та впровадженні відновлювальної енергетики в Карпатському регіоні, а саме у спорудженні сонячних та гідроелектростанцій з подальшим виробництвом електричної енергії та передачею її місцевим локальним мережам. Зокрема компанією збудовано та уведено в експлуатацію такі гідроенергетичні об'єкти:

- мала ГЕС потужністю 1,16 МВт на р. Красна (с. Красна, Тячівський р-н, Закарпатська область);
- мала ГЕС-1 потужністю 1,02 МВт на р. Шипіт (с. Тур'я Поляна, Перечинський р-н, Закарпатська область)
- міні ГЕС-2 потужністю 999 кВт на р. Шипіт (с. Тур'я Поляна, Перечинський р-н, Закарпатська область);
- міні-ГЕС «Брустурянка» потужністю 996 кВт на р. Брустурянка (с. Лопухів, Тячівський р-н, Закарпатська область);
- міні-ГЕС "Яновець" потужністю 994,3 кВт на р. Яновець (с. Руська Мокра, Тячівський район, Закарпатська область).

Основні характеристики МГЕС групи енергетичних компаній "RENER" наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні характеристики МГЕС групи енергетичних компаній "RENER"

Найменування	Значення				
	Міні ГЕС на р. Красна	Міні-ГЕС "Шипіт 1"	Міні-ГЕС "Шипіт 2"	Міні-ГЕС «Брустуриянка»	Міні-ГЕС «Яновець»
Місце розташування	с. Красна, Тячівський район, Закарпатська область	с. Тур`я Поляна, Перечинський район, Закарпатська область	с. Тур"я Поляна, Перечинський район, Закарпатська область	с. Лопухово, Тячівський район, Закарпатська область	с. Руська Мокра, Тячівський район, Закарпатська область
Введення в експлуатацію	січень 2011 (I черга) липень 2013 (II черга)	березень 2012 року	вересень 2014 року	серпень 2016 року	жовтень 2017 року
Встановлена потужність	800 кВт (I черга) 360 кВт (II черга)	1,02 МВт	999,0 кВт	996,0 кВт	994,3 кВт
Тип	Дериваційна	Дериваційна	Дериваційна	Дериваційна	Дериваційна
Довжина деривації	1850 м	2950 м	2769 м	750 м	4110 м
Діаметр трубопроводу	1,2 м	1,4 м	1 м	2,2-2,4 м	1,4-1,2 м
Напір брутто	52 м	59,5 м	124,7 м	16,5 м	86,21 м
Максимальна витрата води	2,8 м <sup>3</sup> /с	2,3 м <sup>3</sup> /с	0,9 м <sup>3</sup> /с	7,8 м <sup>3</sup> /с	1450 л/с
Тип турбіни	Френсіс (Тов Міні-Гідро", Харків)	поперечноструменева (CINK Hydro-Energy, Czech Republic)	4-х форсункова, вертикальна, Пельтрон (Troyer AG, Італія)	«Каплан» з подвійною регуляцією (Geppert, EN-CO, Італія)	Pelton TPV-825-6-295 (Sora SRL, Італія)
Очікуваний річний виробіток електроенергії	4,0 млн. кВт.год	4,3 млн. кВт.год	4,7 млн. кВт.год	5,2 млн. кВт.год	4,8 млн. кВт.год

Під час проектування та будівництва МГЕС група енергетичних компаній "RENER" впроваджує сучасні гідротехнічні технології. Зокрема на МГЕС Шипот-2 впроваджено водозабірні решітки Grizzly Power, які за своєю структурою здатні не пропускати частинки розміром 0,3 мм, тобто здатні не пропускати у водозабірні споруди ікринки.

На МГЕС Шипот-2 встановлена перша в Україні турбіна типу Пельтона, яка здатна працювати як на малих витратах води, так і на великих, що значно відрізняє цю ГЕС існуючих.

Однак, зі слів екологів МГЕС Шипот-2 побудована із порушенням. Зокрема МГЕС збудована у верхів'ї ріки Шипот із порушенням схеми комплексного використання водних ресурсів з близькістю до природно-заповідного фонду. При будівництві ГЕС не було виконано екологічних та гідрологічних досліджень. На МГЕС «Яновець» у селі Руська Мокра також встановлено запатентована система водозабору Grizzly Power. Також при проектуванні Міні-ГЕС «Брустурянка» (с. Лопухово, Тячівський район, Закарпатська область) передбачено цілий спектр сучасних удосконалень, котрі сьогодні практикують у Європі.



Рис. 3.13. МГЕС «Брустурянка»

Міні-ГЕС «Брустурянка» побудована за сучасними стандартами з врахуванням усіх аспектів збереження навколишнього середовища. Більше того, її унікальні особливості, що спроектовані провідними італійськими експертами, кардинально відрізняють її від інших аналогів в Україні. Завдяки новітнім технологіям міні-ГЕС не тільки робить внесок в енергетичну незалежність України, але й турбується про довкілля (Рис. 3.13).

На МГЕС встановлено систему очищення річки Брустурянка від сміття: воно регулярно збирається, вивозиться та утилізується у відповідності до санітарних норм, не приносячи шкоду довкіллю і не турбуючи західних сусідів України.

Склопластик, з якого виконано трубопровід (АМІАНТИТ, Німеччина), та біорозкладне мастило Rapolin (Швейцарія) забезпечують екологічно безпечну взаємодію з водою.

Окрім того, гідроелектростанція обладнана додатковою протиаварійною системою: автоматичний шлюз-регулятор дозволяє регулювати рівень води та мінімізувати негативні наслідки від можливих повеней, ризик виникнення яких на Закарпатті дуже високий.

За словами італійських експертів станція відповідає найвищим європейським стандартам якості. На станції збудовано рибохід та суворо дотримується пропуск санітарних витрат води, впроваджено сучасні берегоукріплюючі споруди, водовгамовуючі конструкції. Оптимальне розміщення рибоходу визначено інженерними, гідравлічними, біологічними і економічними міркуваннями і базується на вивченні світового досвіду та особливостей поведінки місцевих видів риб.

На будівництво МГЕС пішло більше 5 років та 150 мільйонів гривень.

### **3.3. Огляд технологічних рішень МГЕС Карпатського регіону**

Крім сучасних МГЕС на Закарпатті також працює одна із старих електростанцій (не відноситься до малих ГЕС) - Теремле-Ріцька ГЕС (Рис. 3.14).

Теремле-Ріцька гідроелектростанція (не належить до малих ГЕС) — ГЕС у Хустському районі (Закарпаття); розташована в долинах річок Теремлі й Ріки. Збудована в 1949–1955 роках. Перший промисловий струм одержано в 1956 році. Потужність 27 000 кВт, щорічне виробництво електроенергії в середньому (залежно від рівня води в річках) 123 млн. кВт-годин



Рис. 3.14 – Зовнішній вигляд Теремле-Ріцької ГЕС (не належить до малих ГЕС)

Унікальні природні умови району будівництва дозволили народитися незвичайному інженерному рішенню. Дві річки Теремля і Ріка розташовані майже паралельно, з невеличким вододілом по Бовцарському хребту, але на різних за висотою рівнях. При такому розташуванні гідроелектростанції виникала можливість використання натурального перепаду: воду із басейну р. Теремля пропонувалося скидати у басейн р. Ріка, що значно підвищувало потужність водного потоку.

Між річками споруджено дериваційний тунель, яким води річки Теремлі через ГЕС потрапляють до річки Ріка (Рис. 3.15).

Залізобетонна водозливна гребля на річці Тербля має довжину 153 м, ширину 3 м і найбільшу висоту 45,8 м. Ця гребля утворює невеличке Вільшанське водосховище площею 1,6 км<sup>2</sup>. Через дериваційний тунель завдовжки 3700 м вода поступає до напірно-станційного вузла та далі по металевому турбінному водоводу фінського виробництва (довжина 350 м, діаметр 2,2 м) подається в машинний зал ГЕС, що розташований на річці Ріка.



Рис. 3.15. Схема Тербле-Ріцької ГЕС

На станції встановлено три струйно-ковшових турбіни («турбіна Пелтона», Pelton) потужністю по 9 МВт кожна, які працюють без перерви до цього часу.

Гідросилове обладнання ГЕС зараз уже вважається (майже) зношеним і застарілим, але знаходиться у робочому стані. Основним видом діяльності компанії «Акванова Девелопмент» (входить до складу холдингу «Акванова») є будівництво нових, відновлення старих та експлуатація малих гідроелектростанцій на території України.

На сьогоднішній день холдинг експлуатує 20 малих гідроелектростанцій загальною встановленою потужністю понад 20 МВт. Однією з таких малих гідроелектростанцій є МГЕС «Нижній Бистрий» на р. Ріка, Закарпатської області, Хустського району, с. Нижній Бистрий.

Зі слів інвесторів збудована мала ГЕС долатиме екологічні негаразди, що з часом виникають, зокрема паводки и пересихання річки. І таким регулюючим чинником буде слугувати надувна гребля, яка заповнюється водою, створюючи водосховище. Обладнання цього типу вперше використовується в Україні і може бути гарним прикладом для інших проектів. Під час водопілля гребля буде автоматично здуватись і пропускати воду по звичайному руслу річки, не затоплюючи при цьому верхнього б'єфу. Що ж до пересихання річки, то воно неможливе завдяки передбаченій в проекті рибопропускній споруді (Рис. 3.16).



Рис.3.16. Зовнішній вигляд МГЕС «Нижній Бистрий» на р. Ріка

В кінці каналу ГЕС знаходиться розширювальний резервуар за яким розташовані сміттєзатримуючі решітки, які запобігають попаданню сміття до приточної частини ГЕС (в основному листя та дрібні гілки залишаються на захисних решітках водозабірної споруди).

Науково-експертна рада Всеукраїнської екологічної ліги (громадська організація, що спеціалізується на екологічній безпеці та підвищенню рівня екологічної освіти та культури населення) схвалила інспектований проект МГЕС на р. Ріка в с. Нижній Бистрий та визнала його доцільним і таким, що відповідає екологічним критеріям безпечності.

Схема МГЕС «Нижній Бистрий» на р. Ріка наведена на рис. 3.17.



Рис. 3.17. Схема МГЕС «Нижній Бистрий» на р. Ріка

## Розділ 4

### Підбір та опис методів прогнозування наслідків впливів

Серед найвживаніших методик можна розглядати:

- методики моделювання взаємодій;
- використання геоінформаційних систем для складання карт;
- ресурсів / рецепторів щодо місця і сфери впливу; аналіз літературних даних; статистичну оцінку;
- результати теоретичних і польових досліджень. Така оцінка, зазвичай, вимагає послуг відповідних професійних фахівців.

Коротко методи прогнозування проаналізовано в таблиці 4.1

Серед офіційних методик, що необхідно використовувати при ОВД, варто зазначити:

- порядок здійснення державного моніторингу вод;
- методику віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод;
- методику оцінки екологічних ризиків, що виникають унаслідок впливу джерел забруднення на водні басейни;
- методику гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорій річки та озера;
- методику розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушень правил рибальства та охорони водних живих ресурсів.

Таблиця 4.1 - Пропонована схема опису ймовірного впливу будівництва та експлуатації МГЕС на довкілля

Розділ	Обов'язкові питання що освітлюються в розділ	Обов'язкові кількісні дані оцінки	Джерела інформації, методи
ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ГІДРОМОРФОЛОГІЮ ТА ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧКИ	Прогнозують наслідки впливу <ul style="list-style-type: none"> <li>• зміни швидкості течії;</li> <li>• зміни режиму стоку;</li> <li>• зміни режимів рівнів (добових та сезонних)</li> <li>• зміни режиму наносів та каламутності;</li> <li>• зміни гранулометричного складу донних відкладів та замулення;</li> <li>• укріплення та розмив берегів;</li> <li>• підтоплення;</li> <li>• зміни глибин;</li> <li>• зміни термічного режиму;</li> <li>• зміни льодового режиму та ін.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дані щодо добових та річних змін стоку та коливання рівнів;</li> <li>• об'єми води, що зазнає регулювання та випаровуватиметься;</li> <li>• об'єми твердого стоку, що зазнають змін;</li> <li>• зміни швидкості течії, глибин, складу донних відкладів та швидкості і об'ємів замулення;</li> <li>• запаси/втрати води;</li> <li>• кількісні дані щодо морфологічних змін русла, берегів;</li> <li>• площі, що зазнаватимуть шкідливого впливу вод;</li> <li>• протяжність русла, де спостерігатиметься підпір або штучне обміління;</li> <li>• площі територій можливого підтоплення/осушення</li> </ul>	Аналітичний метод на основі результатів досліджень
ПРОГНОЗ ВПЛИВУ НА ГІДРОХІМІЧНИЙ ТА САНІТАРНИЙ РЕЖИМ РІЧКИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зміни гідрохімічного режиму, зокрема, режиму кисню;</li> <li>• скидання стічних вод з будівельних територій, які можуть вплинути на якість води, у тім числі скидання води, що використовують для миття бетонозмішувальної (лужність) та іншої техніки;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Об'єми забруднюючих скидів (стічних вод, санітарно-побутових відходів, промислові скиди та ін.);</li> <li>• об'єми матеріалу, що буде використаний для закріплення річища/ берегу</li> </ul>	Аналітичний метод на основі результатів досліджень

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• скидання промивної води, що використовують при підготовці залізобетонних конструкцій, та інші скиди води до річкової системи;</li> <li>• осадження твердих наносів промислового походження які є потенціалом для збільшення концентрації, забруднювачів, у тому числі специфічних;</li> <li>• скиди санітарно-побутових відходів з робочих таборів та інших санітарних приміщень, що можуть впливати на вміст біогенних та органічних речовин у річці;</li> <li>• збільшення бактерій групи кишкової палички;</li> <li>• санітарно-паразитологічна ситуація та аналіз розвитку комах кровососів</li> </ul>		
<p>ПРОГНОЗ ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зміни швидкості течії;</li> <li>• зміни гідрохімічного режиму;</li> <li>• зміна режиму стоку наносів та каламутність;</li> <li>• зміна гранулометричного складу донних відкладів та замулення;</li> <li>• розмив берегів;</li> <li>• підтоплення;</li> <li>• обміління та осушення;</li> <li>• механічні та гідравлічні пошкодження організмів;</li> <li>• зміни термічного режиму;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Протяжність ділянки, де можлива зміна класу МПВ, термічного та кисневого режиму;</li> <li>• у випадку каскаду гідроспоруд — протяжність ділянки між ними;</li> <li>• площа (%) можливих втрат оселищ, що охороняються Оселищною директивою;</li> <li>• площа (га) можливих втрат родючого шару ґрунту;</li> <li>• кількісні дані щодо можливих змін чисельності популяцій раритетних видів та угруповань</li> </ul>	<p>Аналітичний метод на основі результатів досліджень.</p> <p>Метод розрахунку екологічних та санітарних попусків з метою імітації природних явищ (водопілля)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зміна трофічного статусу вод;</li> <li>• поява/зникнення оселищ;</li> <li>• можливий розвиток чужорідних видів;</li> <li>• оцінка ризику недосягнення «доброго» екологічного стану/потенціалу</li> </ul>		
ПРОГНОЗ ВПЛИВУ НА ТВАРИННИЙ СВІТ	<p>Аналізують вплив на тваринний світ у межах зони впливу планової діяльності:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перешкоди міграціям та фрагментація середовища існування, «критичні точки»;</li> <li>• зміни швидкості течії;</li> <li>• зміни гідрохімічного режиму;</li> <li>• зміна режиму стоку наносів та каламутність;</li> <li>• зміна гранулометричного складу донних відкладів та замулення;</li> <li>• розмив берегів;</li> <li>• підтоплення;</li> <li>• обміління та осушення;</li> <li>• механічні та гідравлічні пошкодження організмів;</li> <li>• зміни термічного режиму;</li> <li>• прогноз появи та розвитку чужорідних видів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оцінюють (т/га) рибничий потенціал зони впливу планової діяльності;</li> <li>• можливі втрати продукційного потенціалу екосистеми внаслідок зміни екологічного режиму</li> <li>• протяжність міграційних шляхів та площі місць нерестовищ, що можливо, зазнають втрат</li> </ul>	Аналітичний метод на основі результатів досліджень
ПРОГНОЗ ВПЛИВУ НА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНУ СКЛАДОВУ	<p>Прогнозують наслідки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• можливі зміни (у тім числі і територіальні) в громаді;</li> <li>• зміни енергетичного потенціалу регіону;</li> <li>• зміни фінансових надходжень;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кількість потенційно можливих водокористувачів;</li> <li>• кількості людей, яких доведеться пересилити у разі затоплення територій;</li> </ul>	Аналітичний метод на основі результатів досліджень

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зміни типу земле- та водокористування;</li> <li>• розбудови/зміни інфраструктури</li> <li>• появи/втрати сировинних ресурсів тощо</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• економічні вигоди/втрати від переселення, появи нових робочих місць, надання послуг громадою, надходження податків тощо;</li> <li>• дані щодо кількості нових робочих місць;</li> <li>• дані щодо об'єму електроенергії та її використання в регіоні;</li> <li>• дані щодо територій захищених від шкідливого впливу вод;</li> <li>• економічні вигоди/втрати від надходження податків та появи/зникнення нових ресурсів</li> </ul>	
--	---	--	--

## Розділ 5

### Розробка заходів, спрямованих на запобігання негативного впливу та пошуки компенсаторних механізмів

Розділ звіту має містити опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на довкілля, у тому числі (за можливості) компенсаційних заходів (див. табл.3.3, № з/п 7).

Для забезпечення запобігання та мінімізації можливого негативного впливу під час будівництва/реконструкції та експлуатації МГЕС у складі проектної документації розробляють комплекс взаємозв'язаних природоохоронних, захисних, відновлювальних і компенсаційних заходів, включаючи:

- санітарну підготовку території будівництва і ложа водосховища МГЕС;
- зняття родючого шару ґрунтів з ділянки розміщення водосховища і споруд МГЕС та нанесення його на малопродуктивні землі;
- рекультивацію тимчасово відведених земель; інженерний захист прилеглих до водосховища МГЕС територій і об'єктів від затоплення, підтоплення і переробки берегів (наприклад, будівництво захисних дамб, дренажу, кріплення берегів, влаштування в водосховищах МГЕС протипаводкових ємностей тощо);
- протипожежні заходи та заходи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій, оповіщення людей у разі їхнього виникнення;
- заходи з локалізації та ліквідації наслідків аварійних ситуацій і аварій на гідровузлах з МГЕС; організацію водоохоронних зон уздовж водосховища та створення захисних лісонасаджень у прибережній смузі;

- заходи проти замулювання водосховища МГЕС і забезпечення якості води;
- забезпечення обов'язкових екологічних попусків води в нижній б'єф з водосховища;
- або на ділянки річки, що частково осушуються унаслідок забору води на деривацію;
- заходи з забезпечення сприятливої медико-екологічної ситуації; заходи з запобігання шкоди іхтіофауні з визначенням збитків рибному господарству та розробку компенсаційних заходів (наприклад, рибогосподарське використання водосховища, влаштування рибозахисного пристрою, будівництво рибопропускної споруди, організація нерестовищ, режими попусків і витрат, необхідних для забезпечення безперешкодних міграцій риб (іхтіологічний мінімум стоку та ін.);
- захисні і компенсаційні заходи зі зниження можливих негативних впливів на біологічні ресурси (рослинний і тваринний світ наземних і біляводних екосистем);
- заходи зі збереження пам'яток культури, історії та археології; озеленення і благоустрій території;
- забезпечення туристично-рекреаційного використання водосховищ і прибережної зони; у випадку розміщення водосховища МГЕС поблизу об'єкта природно-заповідного фонду (ПЗФ) України можна розглядати можливість його включення до складу цього ПЗФ;
- заходи з забезпечення сприятливих соціально-економічних умов проживання місцевого населення в зоні впливу водосховища і споруд МГЕС за рахунок:
  - вирішення соціальних питань, таких як, реконструкція чи виконання певного обсягу ремонтно-відновлювальних робіт у таких соціальних об'єктах, як школи, дитячі садки, лікарні, сільські амбулаторії, будинки культури та ін. В окремих випадках можливе будівництво нових соціальних об'єктів;
  - захисту прибережних зон від паводків;

- використання будівельної інфраструктури, покращення транспортних умов завдяки покращенню технічного стану існуючих і будівництва нових під'їзних доріг;

- покращення умов водопостачання, електропостачання;

- притоку в регіон інвестицій під час будівництва МГЕС;

- розвитку туристичної та рекреаційної інфраструктури в зоні водосховища МГЕС, яке розміщують, наприклад, у Карпатському регіоні України;

- створення додаткових робочих місць для місцевого населення в період будівництва та експлуатації МГЕС;

- збільшення податкових надходжень у місцеві бюджети.

- організація в процесі будівництва та експлуатації МГЕС моніторингу стану навколишнього середовища, включаючи контроль природоохоронних заходів.

Зазначимо, що більший негативний вплив на довкілля матимуть МГЕС, у яких водосховища (площі осушувальної ділянки при деривації) великих розмірів. МГЕС з невеликими водосховищами, які повністю розміщуються в руслі річки і частково на заплавах, що затоплюються паводками 1—5% забезпеченості і в зоні яких не допускається будівництво житлових будинків, громадських будівель та споруд, значно менше впливатимуть на довкілля. При влаштуванні МГЕС у створі існуючих гідровузлів з підпірними спорудами і водосховищем чи на водопровідних скидних лінійних спорудах негативний вплив цих МГЕС на довкілля буде практично відсутнім.

Отже, обсяги наведеного вище комплексу взаємозв'язаних природоохоронних, захисних, відновлювальних і компенсаційних заходів для забезпечення запобігання і мінімізації можливого негативного впливу під час будівництва/реконструкції та експлуатації МГЕС залежатимуть насамперед від розмірів водосховища (площі осушувальної ділянки при деривації), та результатів виконаної оцінки його впливу на довкілля.

За умови чіткого дотримання технологічних схем під час будівельних робіт і вимог до технічного стану машин і механізмів, автотранспорту, а також природоохоронних заходів та рекомендацій, передбачених проектною документацією, негативного впливу від будівельних робіт можна уникнути або звести його до мінімуму.

З метою зниження викидів забруднюючих речовин у період виконання будівельних робіт від будівельної техніки, а також зниження негативного впливу загалом на атмосферне повітря необхідно передбачити заходи технічного характеру, до яких належать:

- підтримка техніки у справному стані за рахунок проведення у встановлений час техогляду, техобслуговування і планово-запобіжного ремонту;
- заборона експлуатації техніки з несправними або не відрегульованими двигунами і на паливі, що відповідає стандартам;
- використання техніки сучасного зразка, при роботі якої викиди забруднювальних речовин утворюються в мінімальній кількості;
- вантажопідйомне обладнання, монтажне оснащення допускають в експлуатацію лише після перевірки;
- перевезення сипких матеріалів тільки у зволоженому вигляді або під накриттям;
- фарбування труб та металевих конструкцій у заводських умовах, а в місці їхнього монтажу — фарбування лише зварних швів.

Для унеможливлення забруднення річки і підземних вод необхідно передбачити рішення технічного та організаційного плану, а саме:

- ремонт і технічне обслуговування автотранспорту проводять тільки на базі будівельно-монтажної організації;
- забороняють злив відпрацьованих мастил на поверхню землі;
- забороняють миття автотранспорту поза спеціально встановлених місць;

- заправка автомобілів можлива тільки на стаціонарних організованих АЗС;

- необхідний контроль за станом транспортних засобів і будівельних механізмів, щоб уникнути витоків мастил і паливно-мастильних та речовин, бетонних розчинів на поверхню ґрунту.

Для господарсько-побутових стоків використовують біотуалети.

**Заходи щодо зниження впливу відходів на навколишнє середовище на період будівництва:**

- будівельні відходи сортують за класами небезпеки, збирають, зберігають і накопичують у контейнерах, що запобігають їхньому можливому переходу з одного агрегатного стану в інший під впливом атмосферних опадів, у спеціально встановлених місцях тимчасового зберігання на майданчику з твердим покриттям;

- регулярне транспортування будівельних матеріалів, без складування великих партій на будмайданчику;

- наявність на ділянках виконання робіт пересувних контейнерів для твердих побутових відходів;

- обов'язкове вивезення і подальша утилізація будівельного сміття, що надходить з будівельного майданчика; укладення договору між будівельною підрядною організацією та організаціями з переробки/утилізації будівельних відходів.

**Для запобігання негативного впливу на навколишнє середовище в період будівництва та експлуатації МГЕС необхідно передбачити такі заходи:**

- дотримання заходів і правил з охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів;

- забезпечення жорсткого контролю за дотриманням усіх технологічних і технічних процесів, зберігання паливно-мастильних матеріалів у герметичній тарі;

- регулярне проходження технічного обслуговування для всіх механізмів, будівельної техніки і транспортних засобів;
- обов'язкове дотримання меж території, відведеної для будівництва;
- рекультивація території після закінчення будівництва, організація санітарного очищення території будівництва з вивезенням будівельного сміття;
- рекультивація відвалів для зберігання родючого шару ґрунту;
- озеленення вільної від забудови території для захисту ґрунтів від вітрової та водної ерозії;
- благоустрій водоохоронних зон та відновлення втрачених деревних насаджень

Дотримання природоохоронних вимог під час будівельних робіт та передбачена подальша рекультивація допоможуть мінімізувати негативний вплив на ґрунтовий покрив цієї території.

Кількість заходів та їхній масштаб залежить від конструктивних особливостей об'єкта планованої діяльності та основних видів тиски, які він створює на елементи довкілля.

Головна їхня мета — сприяти підтриманню чи непогіршенню екологічного стану або екологічного потенціалу масиву поверхневих вод, на якому встановлять такий об'єкт планованої діяльності, як МГЕС.

Залежно від пріоритетності компенсаторних заходів їх поділяють на першочергові (обов'язкові) та другорядні.

Необхідність першочергових (обов'язкових) компенсаторних заходів регламентовано та нормовано положеннями статті 66 Водного кодексу України.

У таблицях 5.1—5.2 наведено приклади компенсаторних заходів, спрямованих на запобігання негативних впливів за основними складовими довкілля.

Таблиця 5.1 - Приклади компенсаторних заходів, спрямованих на запобігання негативних впливів за основними складовими довкілля

СКЛАДОВІ	КОМПЕНСАТОРНІ ЗАХОДИ
ГІДРОМОРФОЛОГІЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дренажні мережі;</li> <li>• руслорегулювання з метою покращення умов природної міграції гідробіонтів та водного стоку (потребує окремої ОВД);</li> <li>• берегоукріплення (за умови не погіршення режиму природної міграції гідробіонтів, водного стоку чи експлуатації МГЕС —потребує додаткової ОВД);</li> <li>• інші компенсаторні заходи, які сприятимуть підтриманню екологічного стану масиву поверхневих вод річки;</li> <li>• попередження гравітаційних процесів;</li> <li>• попередження карстових процесів;</li> <li>• попередження підтоплення</li> </ul>
ЯКІСТЬ ВОДИ ТА САНІТАРНИЙ СТАН	<ul style="list-style-type: none"> <li>• очисні споруди;</li> <li>• заходи зі зменшення поверхневого змиву;</li> <li>• Заходи з недопущення потрапляння в річки промивних вод</li> </ul>
ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розробка заходів та рекомендацій щодо збереження основних структурно-функціональних характеристик угруповань гідробіонтів;</li> <li>• заходи щодо винесення в природу меж прибережних захисних смуг та дотримання водоохоронних вимог;</li> <li>• режими санітарно-екологічних попусків і витрат, необхідних для запобігання погіршенню екологічного стану річки (в межах вимог Водної Рамкової Директиви ЄС);</li> <li>• у разі ризику недосягнення «доброго» екологічного стану/ потенціалу аналіз вимог для послаблень відповідно до статті 4.7. ВРД ЄС [6].</li> <li>• розробка програми моніторингу;</li> <li>• коригування структури оселищ (створення нових чи втрачених) та благоустрій водоохоронних зон</li> </ul>

РОСЛИННИЙ СВІТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розробка заходів та рекомендацій щодо охорони водної флори загалом, а також конкретних раритетних видів, заходів щодо відновлення їхніх популяцій;</li> <li>• розробка програми подальших досліджень процесів біологічного забруднення фітосистем за умови реалізації проекту;</li> <li>• перенесення популяцій раритетних видів поза зони впливу Проекту;</li> <li>• рекультивація порушених земель та рослинних комплексів;</li> <li>• створення водоохоронних насаджень, у тому числі і заліснення;</li> <li>• фітомоніторинг.</li> </ul>
ТВАРИННИЙ СВІТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розробка заходів та рекомендацій щодо охорони фауни безхребетних загалом та конкретних раритетних видів, заходів щодо відновлення їхніх популяцій;</li> <li>• розробка заходів щодо запобігання збитків рибному господарству;</li> <li>• розробка заходів та рекомендацій щодо охорони іхтіофауни загалом та конкретних раритетних видів риб, а також щодо відновлення їхніх популяцій;</li> <li>• розрахунок іхтіологічного мінімального стоку для ділянок деривації;</li> <li>• розробка конструкцій та розрахунок рибопропускних споруд, рибозахисту (обов'язково, відповідно до частина 4 статті 66 частина 3 статті 97, пункт 4 частина 1 статті 98 Водного кодексу України [17]);</li> <li>• розробка інших можливих компенсаторних заходів з відтворення рибних запасів (зариблення, штучні нерестовища тощо);</li> <li>• розробка заходів щодо відновлення міграційних шляхів;</li> <li>• розробка програми встановлення «Періоду тиші»;</li> <li>• розробка програми моніторингу</li> </ul>

Таблиця 5.2 - Приклади компенсаторних заходів, спрямованих на запобігання негативних впливів за основними соціально-економічними впливами

ВПЛИВ/РИЗИК	Заходи, спрямовані на усунення впливу/ризик	Значення залишкового впливу/ризик (зелене штрихування означає «позитивний» залишковий вплив)
Залишкові впливи на економіку, зайнятість та дохід під час будівництва		
Можливість тимчасової зайнятості — місцевий і регіональний рівень	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Співпраця з місцевими органами влади і центрами зайнятості з метою забезпечення доступу населення і громад до інформації щодо наявних робочих місць.</li> <li>• Гарантування того, що процес набору персоналу буде справедливим і прозорим, гласним і відкритим для всіх, незалежно від етнічної приналежності, релігії або статі.</li> <li>• Прозорі практики найму на роботу і чітка інформація щодо можливості праце-влаштування</li> </ul>	<p>НЕЗНАЧНИЙ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Приблизно 70—80 % трудових позицій будуть заповнені кваліфікованими робітниками.</li> <li>• Здебільшого будівельні та обслуговуючі робочі місця будуть короткотерміновими</li> </ul>
Тимчасовий економічний вплив — місцевий і регіональний рівні	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Своєчасне надання інформації про тендерні можливості, доступні для місцевих підприємств, через торгово-промислову палату і місцеві бізнес-організац</li> </ul>	<p>НЕЗНАЧНИЙ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тимчасовий вплив</li> <li>• Вплив буде помітнішим у населених пунктах поблизу підстанцій за рахунок більшої тривалості робіт</li> </ul>
Вплив на землю та засоби існування	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Надання компенсації за втрату активів з відновної вартості.</li> <li>• Покращення/відновлення засобів до існування та рівня життя переміщених сторін.</li> <li>• Заходи, спрямовані на особливу увагу до потреб вразливих груп</li> </ul>	-
Впливи дорожній рух та транспорт	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Суворе обмеження швидкості та дотримання правил дорожнього руху</li> <li>• Завчасне попередження про будь-які зміни або закриття доріг.</li> </ul>	Основним ризиком безпеки є високий рівень надто

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Облаштування інформаційних стендів, знаків і сигналів;</li> <li>• Регулярне обслуговування транспортних засобів.</li> <li>• Призначення відповідних маршрутів руху важкої техніки від і до робочої зони.</li> <li>• Підтримання у належному стані під'їзних доріг і майданчиків</li> </ul>	повільного руху будівельних машин, який може становити загрози для безмоторних учасників дорожнього руху. Проте вплив на місцеву дорожню мережу носитиме тимчасовий і короткотерміновий характер. Загальний залишковий вплив не матиме істотного значення
Залишковий вплив на здоров'я та безпеку громадян під час будівництва		
Загроза зростання передачі інфекційних і статевих захворювань	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Впровадження рекомендацій МФК і ЄБРР відносно будівництва та управління будівельними майданчиками робітників.</li> <li>• Впровадження перевірки стану здоров'я під час прийняття на роботу всіх робітників, підрядників та субпідрядників.</li> <li>• Впровадження перевірки стану здоров'я всіх робітників, підрядників та субпідрядників</li> </ul>	НЕЗНАЧНИЙ <ul style="list-style-type: none"> <li>• У випадку виникнення епідемії будуть впроваджені нові заходи швидкого реагування. Такий ризик для громади є незначним.</li> </ul>
Доступ до закладів медичної допомоги	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підрядник забезпечить першу медичну допомогу та засоби для неї на будівельних майданчиках.</li> <li>• Підрядник забезпечить доступ до закладів медичної допомоги травмованих</li> </ul>	НЕ МАЄ ІСТОТНОГО ЗНАЧЕННЯ
Зловживання та травми на майданчиках	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Підрядник впровадить навчальні програми для громад щодо потрапляння в зону проекту.</li> <li>• Підрядник забезпечить доступ до закладів медичної допомоги травмованим.</li> <li>• Підрядник забезпечить встановлення знаків навколо ділянок проекту із попередженнями щодо потрапляння на небезпечні території</li> </ul>	СЕРЕДНІЙ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Залишається ризик від отримання травм або смерті. Ризик буде мінімальним на час будівництва</li> </ul>
Управління працівниками під час будівництва		

Здоров'я та безпека працівників	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Будуть розроблені, заплановані та впроваджені засоби та діяльність для попередження нещасним випадкам.</li> <li>• Будуть впроваджені програми нагляду за станом здоров'я.</li> <li>• Впровадження системи управління охорони здоров'я та безпеки, що включатиме всіх підрядників та субпідрядників.</li> <li>• У всіх договорах з підрядниками буде вказано на необхідність дотримання українського законодавства, міжнародних стандартів та політики «Укренерго».</li> <li>• У рамках процесу вибору підрядників та постачальників прийматимуть до уваги критерії щодо здоров'я та безпеки працівників згідно з законодавством України, міжнародними стандартами та політикою «Укренерго».</li> <li>• Договори підрядників включатимуть права «Укренерго» здійснювати моніторинг та аудит усіх підрядників та субпідрядників. Договори субпідряду включатимуть такі ж самі стандарти</li> </ul>	<p><b>СЕРЕДНІЙ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Залишається ймовірність виникнення нещасних випадків із травмами або смертністю зі зменшенням такої вірогідності за рахунок впровадження системи управління.</li> <li>• Будь-які травми та смертельні наслідки можуть мати довготерміновий вплив на працівників та їхні сім'ї</li> </ul>
Права працівників	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замовник запровадить механізм найму робітників, який гарантує, що жодний працівник або заявник не буде дискримінований через стать, національність, вік, релігію або сексуальну орієнтацію.</li> <li>• У всіх підрядних договорах буде висвітлено необхідність дотримання українського законодавства, міжнародних стандартів та політики НЕК «Укренерго» стосовно стандартів праці та безпеки.</li> <li>• Підрядник забезпечить навчання для працівників щодо їхніх прав відповідно до законодавства України.</li> <li>• Замовник вимагатиме від усіх підрядників та субпідрядників запровадити механізм подання скарги працівниками із доступом усім працівникам</li> </ul>	<p><b>НЕЗНАЧНИЙ</b></p>
Культурна спадщина		

<p>Пряме фізичне порушення або пошкодження об'єктів культурної спадщини</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стан і структурна цілісність ділянок надземних об'єктів культурної спадщини будуть зареєстровані ще до початку будівництва.</li> <li>• Для подальшої оцінки об'єктів і схвалення методів будівництва задіюватимуть відповідні органи державної влади.</li> <li>• Переміщення, заміна і компенсація пам'ятників або об'єктів нематеріальної культурної спадщини відбудеться після обговорення з відповідними зацікавленими сторонами</li> <li>• Маркування і захист об'єктів, що мають важливе значення для культурної спадщини у безпосередній близькості від Проекту здійснюватимуться завдяки тимчасовим бар'ерам, таким як яскравий кольоровий пластиковий або дротяний сітчастий паркан з добре видимими позначками або прикріпленими стрічками.</li> <li>• Реалізація Процедури Випадкових Знахідок, у тому числі моніторинг будівельних робіт професійними археологами і зобов'язаннями тимчасового припинення роботи в безпосередній близькості від будь-якого нового археологічного відкриття</li> <li>• Будівельні роботи на випадковій знахідці будуть відновлені після реалізації схвалених урядом заходів з мінімізації</li> <li>• Якщо для випадкової знахідки потрібен археологічний порятунок, він буде проводитися відповідно до міжнародних і національних стандартів та контролюватися відповідними державними установами.</li> </ul>	<p>НЕ МАЄ ІСТОТНОГО ЗНАЧЕННЯ</p>
<p>Погіршення або пошкодження об'єктів культурної спадщини через забруднення повітря або вібрації</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• У разі, якщо структурна оцінка вказує на ризик впливів від забруднення, ділянка покриють або в інший спосіб захистять від можливих впливів. Якщо проблемою є пил, навколо ризикових об'єктів застосують стратегії мінімізації пилу, такі як обприскування.</li> <li>• У випадку, якщо структурна оцінка вказує на ризик впливу від вібрації, об'єкт буде конструктивно посилено або іншим чином укріплено і захищено від такого впливу.</li> </ul>	<p>НЕЗНАЧНИЙ</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стан і структурна цілісність надземних особливостей у безпосередній близькості від Проекту періодично контролюватимуть на наявність ознак деградації, спричинених вібрацією, та ознак забруднення.</li> <li>• Для дорожнього руху будуть реалізовані методи мінімізації вібрації, такі як обмеження швидкості транспортного засобу, мінімізація нерівностей поверхні (вибоїни, кришки люків, промоїни, булижники) за рахунок покращення доріг або повторного покриття, а також монтаж ізоляційних прокладок на більше обмежених ділянках дороги.</li> <li>• У випадку, коли частина або весь об'єкт культурної спадщини пошкоджені через вібрації від Проекту, будуть негайно викликатимуть фахівці зі збереження для відновлення структури звичайними методами збереження</li> </ul>	
<p>Перешкоджання доступу відвідувачів до місць культурної спадщини</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Консультації з користувачами об'єктів культурної спадщини, щоб зрозуміти використання об'єкта і як Проект може вплинути на доступ відвідувачів</li> <li>• Забезпечення альтернативного доступу до місць культурної спадщини, там де заборонено нормальний доступ, шляхом консультацій із зацікавленими сторонами</li> </ul>	<p>НЕ МАЄ ІСТОТНОГО ЗНАЧЕННЯ</p>

## Розділ 6

### Опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю проекту до ризиків надзвичайних ситуацій

Стратегічні плани розвитку малої гідроенергетики в Україні, оприлюднені в «Енергетичній стратегії України до 2030 року» (збільшення встановленої сумарної потужності малих ГЕС з 72 до 1140 МВт), передбачають зарегулювання майже всіх малих річок Західної та Центральної України 48 . Зважаючи на таку значну кількість запланованих до будівництва малих гідроелектростанцій необхідно визначити всі негативні наслідки та доцільність введення їх в експлуатацію для національного господарства в умовах стратегії сталого розвитку. Зважаючи на це при плануванні будівництва малих ГЕС, необхідно виконувати комплексні роботи щодо:

- 1) дослідження еколого-економічних факторів на які впливає спорудження гідроелектростанцій дериваційного та греблевого типу на малих річках;
- 2) формування методичного підходу до оцінки ефективності функціонування малої ГЕС.

Негативний вплив на екосистему внаслідок будівництва та експлуатації великих та малих ГЕС останнім часом досліджується багатьма вченими всього світу. Зокрема вчені з Австралії і КНР вивчили шкоду різних видів відновлюваної енергетики. В останні роки нових електростанцій такого типу вводиться набагато більше, ніж теплових і атомних. Це обумовлює актуальність дослідження екологічного збитку, що наноситься «зеленою» енергетикою. Виявилось, що в цілому він досить низький, за винятком гідроелектростанцій.

Дослідники відзначають, що загальна площа земель, затоплених великими ГЕС по всьому світу дорівнює 340000 км<sup>2</sup> (близько до площі Німеччини). Раніше на цих землях знаходилася низка специфічних заплавних

екосистем, пов'язаних з регулярними розливами річок. Тепер вони припинили своє існування, що знизило різноманітність видів флори та фауни в цих регіонах.

З затоплених водосховищами площ переселено десятки мільйонів людей, переміщено промислові підприємства, дороги, лінії електропередач, трубопроводів та ін. Передовсім, це стосується створення водосховищ, які затоплюють великі площі сільськогосподарських угідь та лісів. На кожний кіловат потужності гідроелектростанції затоплюється близько 300 м<sup>2</sup> землі. Нині на території колишнього СРСР під водою поховано близько 100 тисяч км<sup>2</sup> родючих земель.

Інша негативна характеристика ГЕС - те, що водосховища ГЕС викидають багато вуглекислого газу і метану, парникових газів. Відразу після затоплення земель під водосховище, на їхньому дні починають гнити затоплені рослини. Вуглекислий газ і метан, що виробляються під час гниття, з часом потрапляють в атмосферу, посилюючи парниковий ефект.

У сезон низького рівня води трава покриває обезводнені берега водоймищ, а потім (у високий сезон) затоплюється знову, що відновлює гниття і викиди парникових газів в атмосферу. Так, бразильська ГЕС Куру-Уна, за підрахунками, викидає в 3,6 раз більше парникових газів, ніж ТЕС з тим же щорічним виробництвом електроенергії.

Завдяки наявності досить розгалуженої річкової системи на території України, що налічує більш ніж 63 тис. малих річок та водотоків загальною площею 135,8 тис. км, мала гідроенергетика має значний енергетичний потенціал, який оцінюється в 3750 млн. кВт·год. або 1387,6 тис. т. у. п.54

Бажання зменшити енергозалежність української економіки від постачання енергоносіїв з сусідніх країн спонукало владу до створення умов для освоєння цього енергетичного потенціалу приватними енергокомпаніями. Введені в дію податкові пільги для енергокомпаній, що працюють з альтернативними джерелами енергії, відміна оподаткування на обладнання відновлюваних джерел енергії, а також впровадження «зеленого» тарифу

зробили малі гідроелектростанції одними з найбільш інвестиційно привабливих в енергетиці. Зазвичай строк окупності малої ГЕС не перевищує 5 років при економічно доцільному строку експлуатації в 30-50 років.

Економічні показники будівництва, експлуатації та окупності різних видів електростанцій, приведених до потужності 1000 МВт наведені в таблиці 6.1.

Зважаючи на те, що більшість існуючих на поточний час в Україні малих гідроелектростанцій збудовано на існуючих гідровузлах, де вартість будівництва не перевищує 1100-1800 долл. США за 1 кВт потужності, термін окупності таких ГЕС зменшується до 3-4 років<sup>56</sup>. Отже, можна стверджувати, що приватні енергокомпанії дуже зацікавлені в подальшому розвитку малої гідроенергетики.

Головним аргументом щодо доцільності масового будівництва малих гідроелектростанцій на річках України як з боку центральної влади, так і з боку зацікавлених енергокомпаній є твердження про майже повну екологічну безпеку цих споруд. Дійсно, якщо порівнювати малі ГЕС з іншими видами електрогенеруючих станцій за кількістю шкідливих викидів в атмосферу вони виглядають набагато екологічно «чистішими».

Емісія різних електростанцій по повному циклу виробництва електроенергії (г/кВт·год) наведена в таблиці 6.2.

Дослідження проведені іспанською асоціацією відновлюваної енергетики показали, що виробництво 1 кВт·год. електроенергії малими ГЕС в цілому в 31 раз більш екологічно «чисте», ніж 1 кВт·год. електроенергії вироблене на ТЕС.

Незважаючи на таку екологічну та комерційну привабливість малої гідроенергетики в Україні існує сукупність негативних наслідків від її впровадження, що ставить питання про доцільність розвитку цього напрямку енергетики.

На рис. 5.1 наведені можливі негативні наслідки будівництва малих ГЕС на річках України.

Таблиця 6.1 – Економічні показники будівництва, експлуатації та окупності різних видів електростанцій, приведених до потужності 1000 МВт

Тип електростанції (ЕС)	Будівництво		Експлуатація		Вивід з експлуатації		Загальні витрати	Строк окупності, років
	Строк, років	Вартість, млрд. \$ США	Строк, років	Вартість, млрд. \$ США	Строк, років	Вартість, млрд. \$ США		
Комплекс вітрових ЕС	2	3,6	20	0,2	1	0,3	4,1	3,5-6,0
Комплекс сонячних ЕС	2	14,3	10	0,2	0,1	0,5	15	4,5-8,0
Комплекс малих ГЕС	3	3,5	50	0,5	1	1	4,8	5
АЕС	13	5,0-8,0	29	1,2	50-130	3,0-5,0	9,2-14,2	15-20
ПГЕС	2	0,7	30	2,0	0,8	0,4	3,1	4,8
Газомагутна	2	1,1	30	2,8	0,8	0,4	4,3	5,7
Вугільна	2	1,3	30	3,2	1,0	0,9	5,4	7,3

Таблиця 6.2 – Емісія різних електростанцій по повному циклу виробництва електроенергії (г/кВт·год)

Викиди, г/кВт·год	Малі ГЕС	Великі ГЕС	Сонячні фотоелектростанції	Вугільні електростанції	Газомазутні електростанції
CO <sub>2</sub>	11,6	9	98-167	1026	402
SO <sub>2</sub>	0,024	0,03	0,2-0,34	1,2	0,2
NO <sub>x</sub>	0,006	0,07	0,18-0,3	1,8	0,03

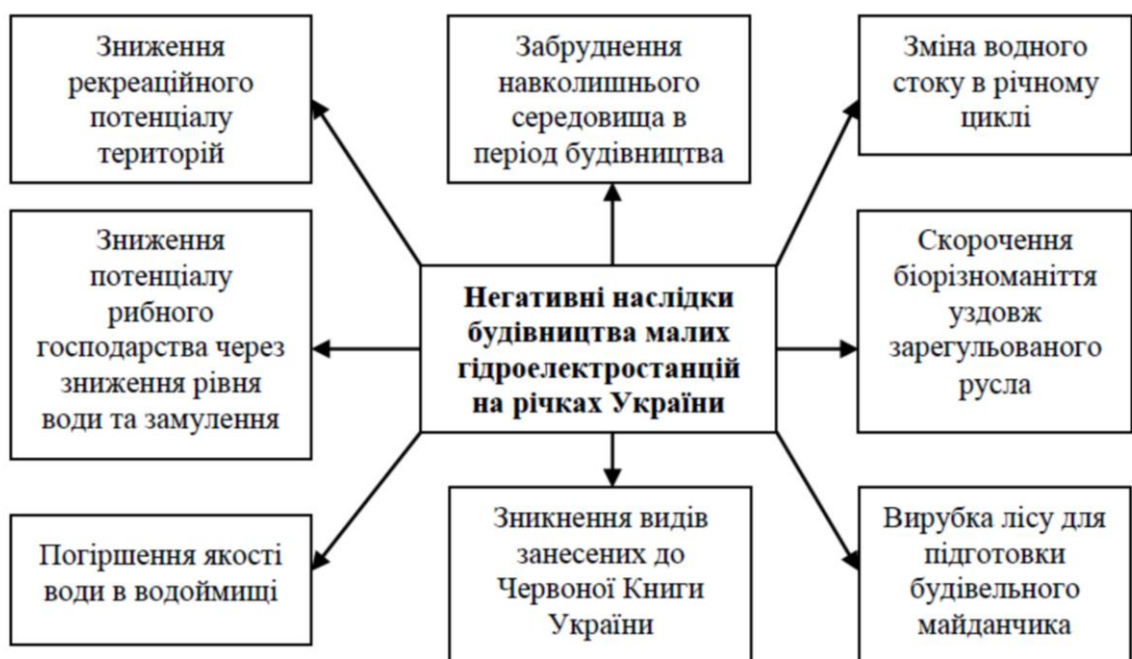


Рис. 6.1. Можливі негативні наслідки будівництва малих ГЕС на річках України

Дослідження показали, що ще на етапі будівельно-монтажних робіт будівництво МГЕС має негативний вплив на навколишнє середовище, а саме:

- тимчасове вилучення земель під будівельні майданчики для будівництва гідротехнічних споруд, траси і для будівництва виробничих автодоріг;

- знищення лісу на схилах при вибірці ґрунту;

- порушення цілісності надр при прокладанні в них дериваційного тунелю, будівництві гідротехнічних споруд;

- утворення під час будівництва виробничих відходів у вигляді витягнутої породи (грунту);
- зміна якості води річок (збільшення вмісту завислих речовин) при будівництві водозаборів і тимчасових гребель;
- забруднення атмосферного повітря при роботі автотранспортної техніки та роботі установок, проведенні буро-вибухових робіт;
- забруднення водотоків стічними водами від будівельних містечок;
- втрата середовища існування об'єктів тваринного світу та порушення шляхів міграцій внаслідок відчуження земель під будівельні майданчики.

Через зарегульованість малих річок та зменшення водного потоку у випадку будівництва нових малих ГЕС перед місцевими громадами стає загроза зменшення чи повного зникнення туристичного потоку, що подекуди є єдиним способом заробітку для населення. Особливо актуальна ця загроза для Карпат, де згідно «Програми енергозбереження та енергозабезпечення на період до 2015 року», розробленої на замовлення Закарпатської облдержадміністрації, заплановано будівництво 330 малих ГЕС. Масове будівництво МГЕС на малих річках Карпат повністю знищить сферу водного туризму (рафтинг, гребний слалом та інші) та скоротить обсяги зеленого туризму, що приносять прибутки в розмірі 57,5 млн. долл. США на рік.

Також зарегулювання малих річок має негативний вплив на рибне господарство. Спорудження малих гідроелектростанцій на гірських річках призводить до повного зникнення осетрових і лососевих риб, через замулення водоймищ та зменшення рівня води в них, а також заняття їх ніші озерними видами (найчастіше щукою та окунем). Отже, будівництво гідроелектростанцій на річках Карпат ставить під загрозу вільні шляхи міграції до нерестилищ, природні нерестилища та місця нагулу рідкісних, зникаючих та занесених до Червоної книги України видів риб (такими видами є стерлядь прісноводна, дунайський лосось, харіус європейський, марена, струмкова форель та інші) та видів, які на території України зустрічаються лише в Закарпатському регіоні (ялець-андруга європейський (закарпатський),

мінога (угорська), що в загальному є унікальною національною цінністю фауни України.

Особливістю зарегульованих малих річок є те, що рівень води в них коливається в залежності від потреб ГЕС. Найчастіше такі коливання відбуваються щоденно в межах 1 метра. Береги річки стають крутими і вузькими, а складові їх речовини (пісок, глина і ін) регулярно вимиваються. Як результат відбувається замулення річки, а також прибережна рослинність уздовж руслових водосховищ часто утворює вузьку смугу без ознак зональності близько самого високого рівня води, а внизу зрідка можна виявити болотні і водні рослини.

Також в значній мірі від зарегульованості річки залежить біорізноманіття видів нижче рівня гідроелектростанції (нижній б'єф). Так, наприклад, зарегулювання малої річки призводить до того, що площа рослинного покриву після гідроспоруд скорочується в середньому з 42 % від площі берегової зони до 2 % <sup>63</sup>, без найменших ознак відновлення, а площа рослинного покриву з трав і чагарників падає приблизно з 50 % до 30 % площі берегової зони. Таким чином, вплив малих гідроелектростанцій на біорізноманіття прибережних рослин зберігається приблизно 70 років після його початку, і можливо, є необоротним.

На рис. 5.2 наведено коливання рівня води на зарегульованих та незарегульованих річках протягом року.

Проаналізувавши основні негативні наслідки впливу малих ГЕС на навколишнє середовище та господарську діяльність важливим є формування методичного підходу до оцінки еколого-економічної ефективності їх функціонування, що враховував би перелічені вище фактори. До теперішнього часу не розроблено такої методики, а при експертній оцінці найчастіше користуються методиками розробленими для великих ГЕС.

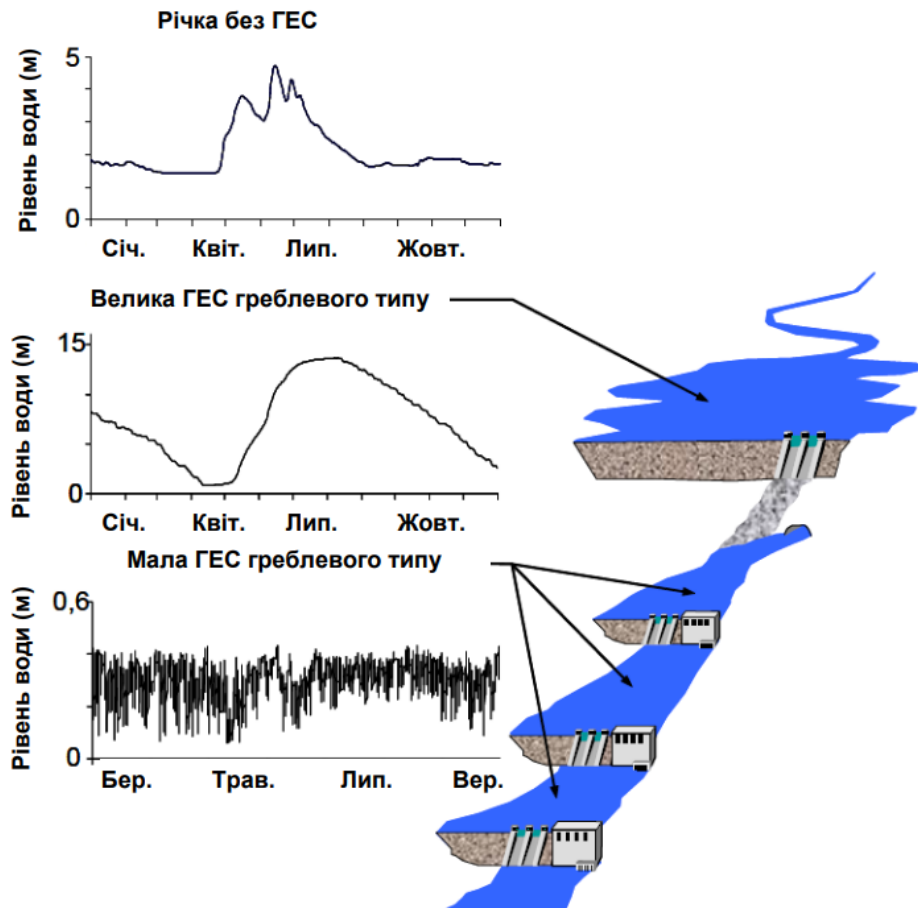


Рис. 6.2. Коливання рівня води на зарегульованих та незарегульованих річках протягом року

### 6.1. Аналіз умов виникнення і розвитку аварій

Причинами виникнення та розвитку аварій можуть бути:

- відмова устаткування; помилки персоналу;
- зовнішні дії природного і техногенного характеру.

До основних причин і чинників, пов'язаних з відмовами устаткування, належать:

- корозія устаткування та арматури,
- фізичне зношення, механічне пошкодження або температурна деформація устаткування і арматури.

Корозія устаткування може стати причиною часткової розгерметизації технологічного та іншого устаткування. Аналіз аварій на аналогічних об'єктах дає підстави для висновку: корозійне руйнування, за достатньої міцності конструкції або трубопроводів, найчастіше, має локальний характер.

Фізичне зношення, механічне пошкодження або температурна деформація устаткування може спричинити як часткове, так і повне руйнування технологічного устаткування. Окремі елементи конструкції устаткування (трубопроводів) відрізняються низьким рівнем надійності (особливо фланцеві з'єднання), що є джерелом витікання горючих речовин і може спровокувати до локальні вибухи і пожежі, які, за їхнього розвитку, можуть стати джерелами ланцюгового залучення в аварію устаткування з великими об'ємами небезпечних речовин.

Ємнісне устаткування також є джерелом підвищеної небезпеки через значні об'єми потенційно небезпечних речовин, що знаходяться в них.

Причинами порушення герметичності систем найчастіше є залишкові напруги в поєднанні з напруженнями, що виникають під час монтажу, ремонту та змін температури, які можуть спричинити пошкодження елементів устаткування, запірних пристроїв, утворення тріщин, розриви трубопроводів, вібрацію, перевищення тиску, температури.

Рівень автоматизації технологічного процесу вимагає від обслуговуючого персоналу високої кваліфікації та підвищеної уваги. Доволі небезпечні помилки під час запуску та зупинки устаткування, під час виконання ремонтних робіт та робіт, що пов'язані зі звільненням і заповненням устаткування небезпечними речовинами. У разі неправильних дій персоналу існує небезпека порушення герметичності систем і виникнення аварій.

Причинами помилок персоналу можуть бути неуважність, звичні асоціації, помилки альтернативного вибору, неадекватне урахування побічних ефектів і неявних умов, варіативність рухів рук, невелика точність, слабе рельєфне та просторове орієнтування.

Важливим засобом запобігання аваріям у цьому випадку є чітке дотримання галузевих правил, норм та інструкцій.

До зовнішніх дій природного і техногенного характеру можна зачислити: грозові розряди і розряди статичної електрики; смерч, ураган, землетрус; снігові заноси та аномальне зниження температури повітря; навмисні дії (диверсія); падіння літальних апаратів.

Усі перелічені вище чинники можуть спричинити порушення герметичності устаткування і трубопроводів, виникнення на об'єкті аварійних ситуацій різних масштабів, а також гідродинамічні аварії.

Гідродинамічні аварії та пов'язані з ними надзвичайні ситуації здебільшого виникають унаслідок аварій на гідротехнічних спорудах, насамперед під час їхнього руйнування (прориву).

Руйнування (прорив) гідротехнічних споруд відбувається у результаті дії сил природи (землетрусів, ураганів, розмивання гребель) або впливу людини (нанесення ударів зброєю по гідротехнічним спорудам), а також через конструктивні дефекти чи помилки проектування.

До основних гідротехнічних споруд МГЕС на річці, руйнування (прорив) яких може спричинити до гідродинамічної аварії, належать споруди напірного фронту: глуха і водоскидна греблі, будівля МГЕС (за руслового компонування).

Прорив греблі (напірного фронту) є початковою фазою гідродинамічної аварії, процесом утворення прорану і некерованого потоку води з верхнього б'єфу, що спрямовується через проран у нижній б'єф.

Глуха і водоскидна греблі доволі стійкі споруди, які проектують з великими коефіцієнтами запасу як щодо стійкості, так і щодо зсуву.

Руслова будівля МГЕС є напірною спорудою і має складну конструкцію, містить ряд механізмів, робота яких супроводжується змінними динамічними зусиллями. Водночас час існує ймовірність руйнування під впливом людського чинника, зокрема велика ймовірність підриву будівлі МГЕС тощо. В результаті може утворитися проран, на ширину споруди, і хвиля прориву

почне свій рух у нижній б'єф гідровузла. Чим менша висота підпірних споруд і об'єм водосховища, тим менша хвиля прориву може утворитись у випадку надзвичайних ситуацій.

Для гідровузлів, у яких висота підпірних споруд і об'єм водосховища може вплинути на виникнення суттєвої хвилі прориву за надзвичайних ситуацій, необхідно під час проектування МГЕС виконати відповідні розрахунки проривної хвилі з оцінкою параметрів зони можливого затоплення у випадку виникнення гідродинамічної аварії або руйнування гідротехнічних споруд МГЕС та впливу аварії на роботу об'єкта, його персоналу і населення.

Вказані розрахунки виконують на основі розгляду трьох методик оцінки інженерної обстановки за виникнення гідродинамічної аварії, у тім числі.

а) визначення параметрів хвилі прориву й зони затоплення при прориві (руйнуванні) споруд напірного фронту;

б) визначення параметрів хвилі прориву та зони затоплення унаслідок руйнування гідротехнічних споруд на малих річках;

в) наближена оцінка глибини затоплення території в нижньому б'єфі у випадку прориву фронту низьконапірних гідровузлів.

Для оцінки можливих впливів моделюють аварійну ситуацію на об'єкті, яка може виникнути за тих чи інших обставин (людський фактор, непроекtnі умови експлуатації, перевищення розрахункових навантажень тощо).

## **6.2. Забезпечення безпеки експлуатації МГЕС**

Для забезпечення безпеки експлуатації гідротехнічних споруд і водосховища МГЕС необхідно:

- передбачити на станції протипожежну сигналізацію, систему пожежогасіння, вільні аварійні ємності, у які можна закачати мастило у випадку аварії на мастилонаповненому обладнанні, пожежні крани, гідранти,

первинні засоби пожежогашіння, запаси піску та ґрунту для обвалування місця можливого проливу;

- проведення моніторингу за станом гідротехнічних споруд (установка контрольно-вимірної апаратури);

- чітко дотримуватись правил експлуатації водосховища і гідротехнічних споруд та інструкції маневрування затворами водоскидної греблі з виконанням обслуговування споруд і обладнання кваліфікованим персоналом;

- планово виконувати ремонтно-профілактичні роботи щодо споруд і технологічного обладнання МГЕС;

- у випадку зниження надійності гідротехнічних споруд виконувати аналіз причин зниження, вчасно виконувати розробку та реалізацію заходів щодо забезпечення їхнього стану вимогам безпеки і запобігання виникненню аварій;

- підтримувати у постійній готовності системи оповіщення про надзвичайні ситуації;

- негайно інформувати місцеві виконавчі органи влади про загрозу виникнення аварії, а у випадку безпосередньої загрози прориву напірного фронту гідровузла — населення та організації в зоні можливого затоплення.

### **6.3. Демонтаж гідроспоруд у разі припинення діяльності чи виникнення аварійних ситуацій**

Після закінчення проектного терміну експлуатації технологічного обладнання і/чи споруд МГЕС виконують їхнє інструментальне обстеження, за результатами якого визначають їхній поточний технічний стан, на основі чого розробляють проект реконструкції МГЕС з заміною обладнання чи виконання комплексу ремонтно-відновлювальних робіт з продовженням

терміну експлуатації споруд і технологічного обладнання МГЕС, включаючи розробку заходів щодо охорони навколишнього середовища та попередження надзвичайних ситуацій.

У випадку недоцільності подальшої експлуатації МГЕС (наприклад, за технічних, економічних, екологічних, аварійних чи інших чинників) на основі спеціально розробленого проекту виконуватиметься спорожнення водосховища, демонтаж технологічного обладнання і знесення споруд МГЕС з виконанням заходів щодо рекультивації земель, організації водоохоронних зон, протиерозійних заходів, озеленення території, інших заходів.

Демонтоване обладнання і будівельні відходи переробляють, а непридатні для переробки — вивозять у спеціально відведені постійні відвали для утилізації, що визначатиметься в проекті організації робіт з демонтажу.

Залізобетонні відходи, утворені після демонтажу споруд МГЕС, можуть переробляти, наприклад, на стаціонарних або мобільних дробильно-сортувальних комплексах, на яких відбувається:

- первинна переробка залізобетону з подрібненням і відділенням магнітним сепаратором металевих елементів;
- утворену подрібнену масу відправляють на подрібнення, де розділяють на окремі фракції щебеню.

Отримані металеві елементи можуть переплавляти та використовувати для виготовлення, наприклад, арматури. Отримані окремі фракції щебеню можуть повторно використовувати для виготовлення, наприклад, бетону.

Об'єми ґрунтів, що утворилися після знесення земляних споруд МГЕС, можуть повторно використати як насипи, а непридатні для використання в цих насипах можуть використати для засипання ярів.

## Висновки

Під час виконання кваліфікаційної роботи було комплексно розглянуто питання впливу вітчизняних МГЕС на екосистему річок України. Були виконанні всі поставлені завдання та були підведені наступні висновки:

- В світі у 2022 році частка відновних джерел енергії складала майже 40% збільшення темпів виробництва загальної електроенергії. Загальне виробництво енергії піднялося на 450 ТВт·год, це на 7% більше за минулорічні показники. Відповідно до світових прогнозів експертів у галузі енергетики до 2030 року середній приріст продукування енергій ГЕС буде збільшуватись на 2,5% кожного року.

- Згідно даних Державної служби статистики України в останньому році офіційної статистичної звітності (2019 рік) виробництво енергії ГЕС та ГАЕС показали найвищі показники, за ними йдуть показники генерування сонячної та вітрової енергії. Лідерство по областях, обладнаних СЕС, були такі області, як: Дніпропетровська - 1982 шт., з потужністю у 20 МВт, Київська – 1345 шт. з потужністю генерування енергії у 27 МВт та Тернопільська – 1369 шт., з потужністю 37 МВт.

- Гідроелектростанції мають свої технологічні відмінності в залежності від розміщення, розмірів та потужностей. До основних відносяться класифікації за показником напору води ГЕС (високонапірні, середньонапірні, низьконапірні), в залежності від потоку води ГЕС класифікують на дериваційні, руслові, та пригребельні ГЕС.

- Привабливість МГЕС для інвестицій у країні може бути пояснена не лише "зеленою" ціною на електроенергію та її особливостями для розрахунків прибутків МГЕС. Струм, який вони виробляють, відповідає вимогам до частоти та напруги. Малі гідроелектростанції можуть працювати автономно для окремих споживачів або як частина об'єднаної енергетичної системи для вироблення найціннішої електроенергії в години пік.

- До основних негативних наслідків встановлення ГЕС на руслі річки відносять: сповільнення процесів водообміну, зниження стоку річок, евтеріфікаційні процеси та зниження рівню кисню у воді, загальне зниження якості води та можливостей до саморегенерації, збільшення втрат води при випаровуванні, втрата рекреаційної цінності прибережних місцевостей та багато інших.

- Оцінку стану водойм проводять з використанням коефіцієнтів комплексної оцінки є коефіцієнт екологічної якості (КЕЯ), який вказує на відношення біологічних показників водойми та референсних умов для даного водного об'єкту.

- В загалом можна наголошувати на те, що основні соціальні та екологічні проблеми малих ГЕС пов'язані з низьким напором та їх рівнинним розтаванням, особливо в літні періоди маловоддя. Одна з головних проблем – це недостатнє забезпечення водного стоку у нижньому б'єфі малих гідроелектростанцій. При цьому в порівнянні з малими, великі ГЕС мають значно більші можливості для вирішення екологічних проблем в нижніх б'єфах. Але навіть на великих ГЕС ці можливості використовуються далеко не в повній мірі та через це навколишнє середовище зазнає колосальних збитків.

## Список використаної літератури

1. Кучерява І. М. Відновлювана енергетика в світі та Україні станом на 2019 р. – початок 2020 р. / І. М. Кучерява, Н. Л. Сорокіна. – 2020. – №1. – С. 38– 44.
2. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлюваних джерел енергії. Частина 1: [http://www.nas.gov.ua/siaz/Ways\\_of\\_development\\_of\\_Ukrainian\\_science/article/16026.3.1.006](http://www.nas.gov.ua/siaz/Ways_of_development_of_Ukrainian_science/article/16026.3.1.006).
3. Бегун С. В. Виклики та пріоритети розвитку гідроенергетики в Україні // Стратегічні пріоритети. – К.: НІСД, 2013, № 3(28). – С. 70-77.
4. До 2020 року в Україні 11% енергії вироблятиметься з відновлюваних джерел: <http://ecotown.com.ua/news/Do-2020-roku-v-Ukrayini-11-enerhiyi-vyroblyatymetsya-z-vidnovlyuvanykh-dzherel/>
5. Довідка стан малих ГЕС на р. Псел 1996р.: Управління водних ресурсів в Сумській області. Суми, 1996
6. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Розп. КМ України від 18 серпня 2017 р. № 605-р
7. Мала гідроенергетика України. Аналітичний огляд. Том I, II / Інститут проблем екології та енергозбереження Київ. 2018.
8. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року / О. Дячук та ін. Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с. URL: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai--ni.pdf>
9. Пояснювальна записка до проекту Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання розвитку малої гідроенергетики України»
10. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Розп. КМ

України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80/paran2#n2>.

11. Енергетика <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-2/section-2/2-1>

12. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії»: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5485-17>

13. Мала гідроенергетика України. Аналітичний огляд. Том I, II / Інститут проблем екології та енергозбереження Київ. 2018.

14. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. EU Water Framework Directive. Definitions of Main Terms – К., 2006. – 240 с.

15. Zarko Janic. Small Hydro Power Plants in Croatia. URL: <https://www.scribd.com/document/126795750/205957-Small-Hydro-Power-Plants-in-Croatia>.

16. Васильев Ю. С., Елистратов В. В. Реконструкция малых ГЭС на примере северозапада России. Вісник НУВГП. Зб. наукових праць. Вип. № 2 (34). Рівне: НУВГП. 2009. С. 38-45

17. Закон України «Про електроенергетику». 19. Ландау Ю. О., Сташук І. В. Перспективи створення Верхньодністровського каскаду ГЕС. Гідроенергетика України. 2016. № 1-2. С. 2 – 6.

18. Стефанишин Д. В. Про негативні наслідки будівництва малої гідроелектростанції на р. Случ біля с. Губків. Перспективи розвитку сільського та екологічного туризму в Україні. Зб. тез I Міжнародної наук.-практ. конф. Березне. 20-21 травня 2016 р. «Рівненський центр маркетингових досліджень». Рівне: Видавець Олег Зень. 2016. С. 145 – 147.

19. Стефанишин Д. В. Про перспективи розвитку вітчизняної гідроенергетики в контексті планів будівництва каскаду гідроелектростанцій у Дністровському каньйоні. Екологічна безпека та природокористування. Зб. наук. праць. Вип. 23 (№ 1-2). Київ: ІТГП НАНУ, КНУБА. 2017. С. 5 – 191

20. Васько П. Ф., Васько В. П., Ібрагімова М. Р. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України. Відновлювана енергетика. 2015. № 3. С. 53-61.

21. Стефанишин Д. В. Соціально-екологічні проблеми відновлення та модернізації малих гідроелектростанцій в Україні. Гідроенергетика України. № 1-2. 2015. С. 18-22.

22. Ігнат'єв С. 7 трендів енергетики: [http://biz.nv.ua/ukr/experts/ignatyev\\_s/7-trendiv-energetiki-1666805.html](http://biz.nv.ua/ukr/experts/ignatyev_s/7-trendiv-energetiki-1666805.html).

23. Закон України «Про охорону праці». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668. 26. Наказ № 1352, 26.11.2012 «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок».

24. Наказ 15.05.2015 № 285 «Про затвердження Правил безпеки систем газопостачання».

25. Наказ 30.12.2014 № 1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні». 2

26. Власюк Ю.С. Про проблеми та перспективи малої гідроенергетики в Україні/ Ю.С. Власюк, Д.В. Стефанишин// Математичне моделювання в економіці. – 2018. – С. 126–138.

27. Доклад Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию, Йоханнесбург, Южная Африка, 26 августа–4 сентября 2002 года [Електронний ресурс] // Организация Объединенных Наций, 2002. – Режим доступу: <http://www.preventionweb.net/files/resolutions/N0263695.pdf>

28. Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth [Електронний ресурс] // European Commission, Brussels, 3.3.2010, COM (2010) 2020. – Режим доступу: <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf>

29. Гидроэнергетика: Учебник для вузов / А.Ю. Александровский, М.И. Кнеллер, Д.Н. Коробова и др.; Под ред. В.И. Обрезкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 512 с.

30. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под общ. ред. Ю. Ландау, Л. Сиренко: Монография. – К.: Либра, 2004. – 484 с.

31. Розпорядження КМ України № 552-р від 13.07.2016 «Програма розвитку гідроенергетики на період до 2026 року» [Електронний ресурс] // Верховна Рада України, 2016. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80/page>

32. Закон України № 2059-VIII від 23.05.2017 «Про оцінку впливу на довкілля» [Електронний ресурс] // Верховна Рада України, 2017. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>

33. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 42/184 от 11 декабря 1987 року A/RES/42/184 Международное сотрудничество в области окружающей среды [Електронний ресурс] // Генеральная Ассамблея ООН, 1987.– Режим доступу: <http://www.un.org/ru/documents/ods.asp?m=A/RES/42/184>

34. D/2012/04/MC-EnC: Decision on the implementation of Directive 2009/28/EC and amending Article 20 of the Energy Community Treaty [Електронний ресурс]// Energy Community, 2012. – Режим доступу: [https://www.energy-community.org/dam/jcr:f2d4b3b8-de85-41b2-aa28-142854b65903/Decision\\_2012\\_04\\_MC\\_RE.pdf](https://www.energy-community.org/dam/jcr:f2d4b3b8-de85-41b2-aa28-142854b65903/Decision_2012_04_MC_RE.pdf)

35. Розпорядження КМ України № 902-р від 1.10.2014 «Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року» [Електронний ресурс] // Верховна Рада України, 2014. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>

36. Technology Roadmap. Energy storage [Електронний ресурс] // International Energy Agency, 2014.– Режим доступу: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapEnergyStorage.pdf>

37. Васько П.Ф. Сучасний стан, потенційні можливості та передумови подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні // Відновлювана енергетика. – 2006. – №1. – С. 60–65.

38. Васько П.Ф., Мороз А.В. Законодательные стимулы и природоохранные ограничения использования гидроэнергетических ресурсов малых рек Украины // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2014. – №15. – С. 82–92.

39. Бриль А.О., Васько П.Ф., Мороз А.В. Оцінка технічного потенціалу гідроенергетичних ресурсів малих річок України // Матеріали XVIII міжнар. наук.-практ. конф. «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті», 27–29 вересня 2017 р., Київ, 2017. – С. 551–553.

40. Васько П.Ф., Бриль А.О., Мороз А.В., Озорин Д.Ф. Расчёт теоретического значения гидроэнергетического потенциала малых рек с учётом обеспеченности стока воды // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2012. – №7. – С. 126–132.

41. Васько П.Ф., Ибрагимова М.Р. Энергетическая эффективность малой гидроэлектростанции при экологических ограничениях на использование стока воды реки для производства электроэнергии // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2017 – №04–06 (216–218). – С. 103– 115.

42. Поп С.С., Ганзел А.В., Шароді І.С., Шароді Ю.В. Гідроенергетика Закарпаття. Стан та перспективи розвитку// Український географічний журнал. – 2015. – №4. – С. 65–71.