

## ВПЛИВ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ІХТІОФАУНУ ПІВДЕННОГО БУГУ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Проаналізовано стан іхтіофауни Південного Бугу в результаті будівництва гідроелектростанцій. Запропоновано напрямки збереження і відновлення іхтіофауни Південного Бугу.*

**Ключові слова:** родина осетрових, іхтіофауна, рибиходи гідроелектростанцій.

### **Abstract**

*The state of ichthyofauna of the Southern Bug as a result of construction of hydroelectric power plants is analyzed. The directions of preservation and restoration of the ichthyofauna of the Southern Bug are offered.*

**Keywords:** sturgeon family, ichthyofauna, fish farms of hydroelectric power plants.

### **Вступ**

Південний Буг, протягом сторіч вважався однією з найбагатших на рибу річок. Рибальство було найважливішою галуззю всіх промислів низових козаків і поставляло їм найуживаніший продукт харчування й торгівлі, а річка П.Буг вважалася одним з найкращих в Запорозжжі місць для рибної ловлі. У Бузі, Інгулі, лимані, козаки ловили стерлядь (*Acipenser ruthenus*), севрюгу (*Acipenser stellatus*), білугу чорноморську (*Huso huso ponticus*), осетра російського (*Acipenser gueldenstaedtii*), сома європейського (*Silurus glanis*), ляща звичайного (*Abramis brama*), тараню (прохідна форма *Rutilus rutilus*) та річкову камбалу чорноморську (*Platichthys flesus luscus*). Але протягом ХХ ст. Південний Буг було перегороджено декількома греблями, які практично скалічили річку і перетворили її на низку суцільних водосховищ-відстійників, які поступово забруднюються і замулюються, що створює непридатні умови для життя представників іхтіофауни.

### **Катастрофічні наслідки будівництва ГЕС для іхтіофауни**

В 1929 році було введено в експлуатацію першу ГЕС та водосховище на Південному Бузі біля м. Первомайська. Відтоді на річці Південний Буг, заради отримання «дешевого» кіловата електроенергії, споруджено і функціонують десятки малих ГЕС потужністю до 10 МВт (таблиця 1). Енергетичний потенціал річки Південний Буг складає 27,735 МВт з річним обсягом виробництва електроенергії близько 94,34 ГВт-год.

Катастрофічні наслідки будівництва ГЕС поділяються на такі типи:

- 1) морфометричні – зміна окреслення та протягу берегових ліній, перерозподіл глибин, зміна площі-водного дзеркала;
- 2) гідрофізичні – збільшення та зменшення водності, перерозподіл водного стоку у просторі та часі, зміна швидкості течії, зміна водообміну та терморегіму;
- 3) гідрохімічні – зміна загальної мінералізації та іонного вмісту, зміна газового (кисневого) режиму, збільшення вмісту органічних та біологічних речовин;
- 4) токсикоекологічні та радіоекологічні: збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів, збільшення індексів біотестів;
- 5) гідробіологічні та біопродуктивні: зміна флори та фауни, в тому числі зменшення рідкісних, цінних та важливих господарських видів, розвиток шкідливих видів, поява цвітіння води, заростання та заболочення, погіршення умов самоочищення.

### **Стан Південного Бугу біля Сабарівської ГЕС**

Сабарівське водосховище утворено в результаті будівництва в 1962 році гідроелектростанції на р. Південний Буг. Рівні води р. Південний Буг в районі м. Вінниця повністю залежать від режиму роботи Сабарівської ГЕС. Гідротехнічні споруди складаються із водосхідної греблі, водозабору та будівлі ГЕС.

Сабарівське водосховище створене для цілей енергетики. Водосховище руслове, заповнене у 1963 р. Довжина водосховища - 25 км, середня ширина – 180 – 220 м, середня глибина – 2,5 м, максимальна глибина – 5 - 7 м. Повний об'єм водосховища становить 8,6 млн. м<sup>3</sup>, корисний – 1,8 млн. м<sup>3</sup>. Площа водного дзеркала – 339 га.

Таблиця 1 - Малі ГЕС на річці Південний Буг

№ п/п	ГЕС	Потужність, кВт
1	Ладизинська (діюча)	7500
2	Сабарівська (діюча)	1050
3	Брацлавська (діюча)	400
4	Глибочанська (діюча)	6130
5	Чернятська (діюча)	1400
6	Сандрацька (діюча)	640
7	Новокостянтинівська (діюча)	525
8	Щедрівська (діюча)	640
9	Березівська (діюча)	300
10	Савранська (діюча)	450
11	Гайворонська(діюча)	5700
12	Сугиська (діюча)	1400
13	Первомайська	600
14	Костянтинівська	400
15	Мигійська (діюча)	600
16	Всього	27735

Якщо зараз піти до Сабарівської ГЕС, то можна побачити, що річка Південний Буг вся зелена та цвіте (рис.1, 2). У повітрі є запах квітучої води. Шлюзи перекриті на Сабарівській ГЕС повністю, вода в річці стоїть. На Сабарівській ГЕС тримають потрібний рівень, щоб Вінниця не залишилася без води. Коли спускають воду зі ставків у Хмельницькій області то кожен день її рівень у Південному Бугі піднімається на пару сантиметрів. Коли Сабарівське водосховище наповняється водою вище норми, її спускають через греблю, щоб вода не застоювалася. Кожного місяця вода береться на аналіз. **Вода абсолютно підходить для пиття та побутових потреб, — запевнює керівництво БУВР Південного Бугу [1].** Однак, продемонструвати придатність води для пиття керівництво не наважується.



Рисунок 1 – Південний Буг «цвіте і пахне» біля греблі Сабарівської МГЕС у м.Вінниці [1].



Рисунок 2 - Результат евтрофікації водойми

Дамби не тільки перекривають прохідним риbam шлях до місць нересту. Вони впливають і на самі нерестовища. Осетри, наприклад, відкладають ікру в місцях швидкої течії на кам'янисте або

галькове дно, до якого вона приклеюється. Великі водосховища поглинають більшість таких місць, замулюють їх і виводять з ладу як нерестовища. Прохідні осетрові відкладають ікру на галечному або чистому піщаному дні річки. При підпорі річок відбувається замулювання ґрунту, і нерестовища за таких умов втрачають своє значення. Шлях до місць нересту прохідних риб нерідко буває досить довгим і тривалим. Нерестовища деяких видів розташовані у верхів'ях річок, далеко від гирла. До числа риб, що йдуть на нерест з моря в річки, відносяться: осетрові - білуга, осетер, севрюга; чорноморський оселедець; деякі коропові, наприклад, сирть або рибець та ін.

### **Знищена родина осетрових риб Південного Бугу.**

Давайте проаналізуємо, яких представники іхтіофауни, за останні 80 років, ми втратили, створивши для них нестерпні умови існування. Природні ареали поширення осетрових риб представлені на рисунку 3.

Осетрові – прадавня родина прісноводних риб, що з'явилася 200-250 мільйонів років тому. За даними палеонтологічних досліджень рід людей з'явився билзько 2.8 млн років тому, а людина розумна, взагалі має вік всього 160 тис. років. Однак, самий молодий вид в біосфері Землі - людина розумна, менш чим за 100 років, зуміла майже повністю винищити родину осетрових, яка була окрасою гідросфери і в якій практично не було природних ворогів, окрім людини.

До родини осетрових, які мешкали у річках України відносяться: білуга, осетер російський, севрюга, стерлядь.



Рисунок 3 - Знищенні природні ареали поширення осетрових риб

Білуга (*Huso huso*) – найбільша прісноводна риба на Землі (рис.4). У Чорноморському басейні білуга здійснювала нерестові міграції у великі річки: Дунай (більше 2000 км від гирла), Дніпро, Південний Буг, Дністер і Ріоні. Тривалість життя білуги – до 100 років. Статевої зрілості вона досягає пізніше за інші види осетрових риб: самці в 12-14 років, самиці до 16-18 років. Міжнерестовий інтервал складає 4-5 років.



Рисунок 4 – Білуга – риба-цар. Повністю знищена у річці Південний Буг.

Основна частина чорноморської популяції білуги йде на нерест в Дунай, Дніпро, Дністер і Південний Буг. У Дніпрі великих особин (до 300 кг) ловили між сучасним Дніпром та Запоріжжям, а екстремальні заходи відзначались у Києві і вище: по Десні білуга доходила до села Вишеньки, а по Сожу - до Гомеля, де в 1870-х рр. була спіймана особина вагою 295 кг. У Дунаї, в минулому вид був

досить звичайний і піднімався до Сербії, а в далекому минулому доходив до міста Пассау в східній Баварії. По Дністрі нерест білуги відмічався біля міста Сороки на півночі Молдови і вище Могиліва-Подільського. По Південному Бугу білуга піднімалася до Вознесенська (північ Миколаївської області). У природі білуга гібридизує зі стерляддю, севрюгою, шипом та осетром. Найбільша будь-коли спіймана білуга показана на рис.5.



Рисунок 5 - Найбільша будь-коли спіймана білуга важила 1571 кг і сягала у довжину 7,2 м.

Будівництво ГЕС повністю зупинило міграцію білуги. По Дніпру білуга не може піднятися вище Каховської ГЕС, а по Дністру - вище Дубоссарської ГЕС.

### Короткий опис ікри Білуги

Найдорожча та найбільш делікатесна в світі ікра - чорна, яку отримують від риб родини осетрових. Пальму першості серед чорної ікри тримає ікра Білуги (лат. *Huso huso*), яка вважається найсмачнішою.

Чорну ікру у давні часи називали «царською», і це не дарма. Її подавали на стіл найбагатшим людям, в тому числі й царям. Сьогодні її купити не так вже й дешево, але отримане задоволення багато чого коштує.

Раніше популяція білуги дозволяла ловити її у великій кількості, а делікатесне м'ясо та ікра сприяли попиту. Згодом кількість цього виду сильно скоротилася, тому його вилов суворо регулюється, а ікра білуги є набагато більшим делікатесом, ніж раніше.

Білуга - вид анадромних риб родини осетрових, прохідна риба; для нересту вона заходить далеко у річки. Відкладає до 1,5 млн. ікринок. Мальки білуги скочуються в море. Вона здатна вирости в довжину до 5,2 метрів, і важити при цьому близько 1,5 тонн. Однак, такими бувають далеко не всі екземпляри, в середньому виловлюють білугу вагою від 60 до 80 кг.

Зустріти цю рибу можна найчастіше в Каспійському морі, рідше в Азовському та Чорному. Для нересту білуга йде у річки, як це роблять і лососі.

Будучи настільки великим видом, вона і ікру викидає собі до пари - у великій кількості та великого розміру. Історія зберігає дані про те, що з однієї спійманої білуги витягли понад 100 кг ікри. Крупність зерен ікри білуги і їх кількість також залежить від величини рибини. Ікра, яку можна отримати з білуги, відрізняється своїм красивим сріблясто-сірим або чорно-сірим кольором, розміром в діаметрі до 2,5-3 мм та незвичайним присмаком з відтінком горіхів. За все це чорну ікру білуги високо цінують у всьому світі. А оскільки білуга відноситься до видів риби, вилов яких суворо обмежений, то її ікра коштує досить дорого (рис.6). Одного разу спробувавши чорну ікру білуги, вам напевно захочеться спробувати її ще раз.

Чорна ікра білуги була на столах ще у древніх греків. Її можна додавати в різні страви, в будь-якому випадку ви отримаєте масу захоплень з боку своїх гостей, Чорна ікра добре підходить для різних закусок: бутербродів, канапе, тарталеток. Вона легко поєднується з білими соусами, яйцями, картоплею, рибою (наприклад, лососем), білим хлібом, м'ясом, зеленню, стає інгредієнтом для салатів і супів.

Якісна ікра білуги відрізняється блискучими зернами, що не злипаються між собою і мають однаковий розмір. Її не рекомендується зберігати поряд з продуктами з гострими пахощами, щоб вона не ввібрала сторонні запахи.

Харчова цінність чорної ікри досить велика. Завдяки відмінному набору мінеральних речовин її можна рекомендувати до вживання в їжу тим, хто має проблеми з кров'яним тиском, зором або шлунком. Її корисно їсти, щоб уникнути ракових пухлин, судом м'язів, низького гемоглобіну.



## Caviar Huso huso



Рисунок 6 - Чорна ікра Білуги (500 г) – 24930 грн

**Осетер російський** - прохідна придонна риба, яка постійно живе в морі, а на нерест заходить у річки (рисунок 7). Поширений у басейнах Чорного, Азовського, Аральського і Каспійського морів. В Україні трапляється в пн.-зах. частині Азовсько моря, біля берегів Криму і в пн.-зах. частині Чорного моря. З Чорного моря він входив в річки Дунай і Дніпро, в незначній кількості в Ріоні, Мзимту, Псоу й інші річки. По р.Дніпро піднімався до м. Могильов і зрідка до Дорогобужа.



Рисунок 7 - Осетер російський.

В останні роки чисельність осетра російського невпинно падає. У невеликій кількості заходить у Дунай, поодинокі в Дніпро, зрідка в Дністровський лиман і фактично не заходить в Пд. Буг, Сів. Донець і річки Пн. Приазов'я. Зникнення типових біотопів, потрібних для природного відтворення, відбулося в результаті: зміни гідрологічного, хімічного, біологічного режимів водойм, спричиненої гідротехнічним будівництвом; забруднення води, надмірного вилову.

Севрюга - прохідний вид (рисунок 8) населяє Каспійське, Чорне і Азовське моря, в Адріатичному і Егейському морях зустрічається рідко. Річки Волга, Урал, Терек, Сулак, Кура, Дунай, Дон і Кубань є основними нерестовими річками для севрюги. Протяжність її нерестової міграції в р. Дон до р. Павловськ, в р. Кубань до м. Армавір, в середньому і Верхньому Дунаї до м. Братислава і навіть до м. Страсбург; у р. Дністер до гирла р. Збрюх. Севрюга також заходила на нерест в річки Південний Буг, Дніпро і Десна.

В Україні дуже малочисельна, була об'єктом промислу заради цінної чорної ікри. Існують гібриди севрюги з осетром, шипом, стерляддю.



Рисунок 8 – Севрюга.

Стерлядь (рисунок 9) населяє річки басейнів Чорного, Каспійського і Балтійського морів. Зустрічається також в річках Північна Двіна, Об і Єнісей. Раніше вона мешкала в р. Дніпро до м. Могильов і його притоках: річках Прип'ять, Десна і Тетерів. Вона також мешкала в р. Дністер і зустрічалася в р. Південний Буг і Дніпровському лимані. Нині в річках Дніпро і Південний Буг стерлядь зустрічається дуже рідко, але можливо, зберіглася в р. Дністер вище за греблю Дубосарської ГЭС.

Більшість риб, що зникли з водойм області, – прохідні риби, які мешкали в морях і гирлах річок басейну Чорного моря, а на нерест піднімалися ("проходили") у річки. Це – осетер російський, севрюга, білуга, стерлядь, синець, чехоня, тараня та ін. Ці риби майже припинили своє існування у річках Дністер, Південний Буг через будівництво дамб ГЕС, які перешкоджали риbam "проходити" на нерест.



Рисунок 9 – Стерлядь.

#### **Рибні популяції Південного Бугу які зникають**

У водоймах Вінницької області мешкає 1 вид круглоротих (мінога українська) і 30 видів кісткових риб. За чисельністю і видовим складом домінують 2 ряди: Коропоподібні (18 видів) і Окунеподібні. Найбільш чисельними видами коропоподібних є: карась сріблястий звичайний, короп звичайний, краснопірка звичайна, плітка звичайна, лящ звичайний, ялець головень, пічкур звичайний, верховодка звичайна та ін.; окунеподібних – окунь річковий, судак звичайний, йорж звичайний. Решта рядів (Щукові, Сомові, Слижові) представлені поодинокими видами, чисельність яких є відносно невеликою. Цінними промисловими рибами є: плітка, окунь, карась звичайний і сріблястий, краснопірка, сазан європейський, товстолоб білий, щука, судак, йорж, лин озерний, амур білий, короп звичайний, лящ звичайний та ін. Рідкісними стали види, для яких умови існування суттєво погіршилися. Фактично, на межі вимирання знаходиться менш вибагливий у порівнянні із осетровими другий ешелон іхтіофауни, який представлений на (рисунках 10-12).

Синець звичайний (*Ballerus ballerus*) — риба родини корошових (рис.10). Довжина до 30 см (іноді більше), вага до 1 кг (найчастіше 200 — 300 г). Поширений у річках і великих озерах басейнів Балтійського, Каспійського, Чорного й Азовського морів. Об'єкт промислу. В Україні малочисельний.



Рисунок 10 - Синець звичайний

Чехоня (*Pelecus cultratus*) — риба з родини корошових (рис.11). Єдиний вид роду Чехоні (*Pelecus*). До 35 см довжиною, вага — 300 — 400 г, іноді й більше. Поширена в басейнах Балтійського (східної частини), Чорного, і Азовського морів, також у Каспійському та Аральському морях та водах їхніх басейнів. Промислова риба. Чехоня дуже вимоглива до умов розмноження. Вона нереститься в місцях із значними швидкостями течії води, на ділянках з щільно задернованим дном, протягом двох-трьох діб, що залежить від температури води. Через значне забруднення водойм — на межі зникнення.

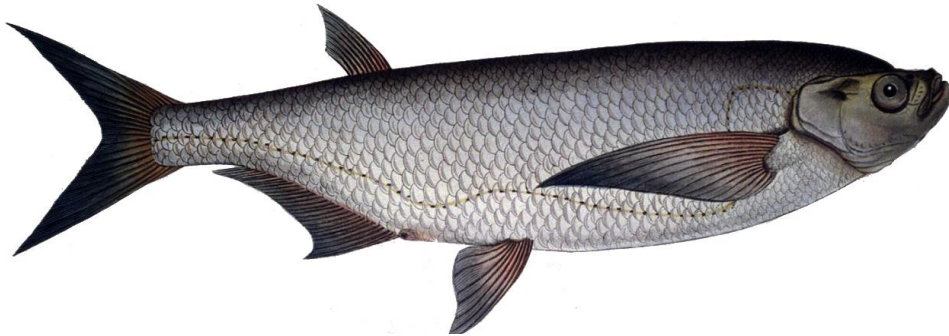


Рисунок 11 – Чехоня

Плітка-вирозуб, вирозуб, також вирезуб (*Rutilus frisii*) - вид риб роду плітка (*Rutilus*) родини корошових. У нього струнке, валькувате, видовжене тіло, вкрите дрібною лускою (рисунок 12).

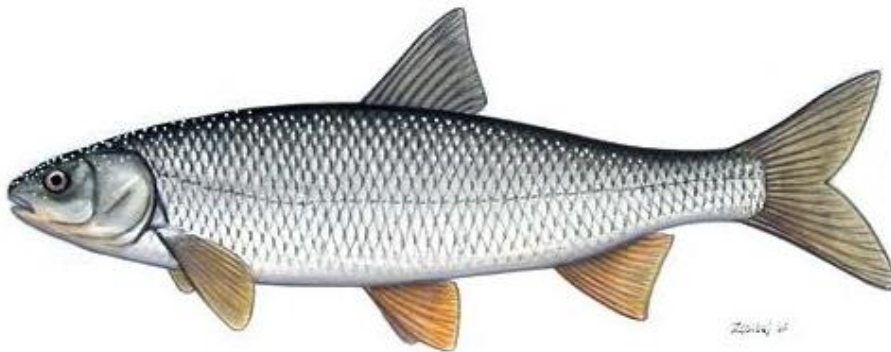


Рисунок 12 - Вирозуб

У недалекому минулому був поширений у багатьох річках України, а в пониззі Південного Бугу вважався навіть промисловою рибою. Внаслідок зарегулювання стоку річок і забруднення їх вод чисельність цього виду значно зменшилась, він став рідкісною і одночасно рибою що зникає.

Існує потреба в охороні і навіть штучному розведенні вирезуба. Без цього він може зникнути. Одним із заходів, спрямованих на збереження вирезуба, є заборона його вилову.

Риби, які постійно живуть у прісних водах, тобто не можуть виходити в пригирлові лимани річок, де кормова база значно багатша, ростуть повільніше.



### Пошкодження риб при проходженні гідротурбін ГЕС

Міграція іхтіофауни відбувається з метою пошуку найбільш оптимальних умов існування, кормової бази і нересту. Якщо шляхи міграції штучно перекриваються греблями МГЕС, то природна популяція повністю гине. Місце втраченої природної популяції може бути зайнято менш вибагливою і менш цінною популяцією. На жаль, трагедія втрати цінних природних видів іхтіофауни буде тривати доти, поки не залишиться жодної популяції здатної вижити за даних умов.

При проходженні через турбіни у риб спостерігаються механічні та біологічні пошкодження, а також аномальна поведінка. Візуальні обстеження тіла, а також результати розтину загиблих риб дозволили виявити такі основні види травм: випинання очей, рвані рани і розрізи, пошкодження покривів тіла, бульбашки газу в м'язах спини, на зябрових пелюстках, плавниках і в кровоносних судинах, крововиливи в очах, в основах плавників, м'язах, органах черевної порожнини і в мозку, баротравми плавального міхура, розрив стінок плавального міхура, аритмія дихання. У деяких загиблих риб спостерігалось знебарвлення тіла, а в інших, навпаки, його підвищена пігментація. У більшості випадків у риб відзначалися крововиливи в тканинах і органах.

Характер травм багато в чому залежить від розмірів тіла риб. У дрібних риб найбільш сильно ушкоджувався плавальний міхур, а у великих - крім того, спостерігалось порушення покривів тіла, розрив м'язів і перелом хребта. У загиблих риб спостерігаються: рубані рани, пошкодження тулуба, відсутність частин тіла (рисунок 13).



а) смертельні пошкодження риби, яка йшла на нерест через греблі ГЕС



б) загибель риби в турбінах ГЕС.

Рисунок 13 – Фото загиблих риб, які вимушені йти на нерест через греблі ГЕС

Дамби не тільки перекривають прохідним риbam шлях до місць нересту. Вони впливають і на самі нерестовища. Осетри, наприклад, відкладають ікру в місцях швидкої течії на кам'янисте або галькове дно, до якого вона приклеюється.

Великі водосховища поглинають більшість таких місць, замулюють їх і виводять з ладу як нерестовища.

Прохідні осетрові відкладають ікру на галечному або чистому піщаному дні річки. При підпорі річок відбувається замулювання ґрунту, і нерестовища при за таких умовах втрачають своє значення.

Нерестові міграції роблять і інші риби. Проводячи зиму зазвичай в пониззі річки, в більш глибоких її ділянках (і з цієї причини звані іноді «ямними»), вони для розмноження теж піднімаються по річці, хоча і не так далеко від місць зимівлі, як прохідні. Після нересту вони спускаються в передгірлової райони моря. Таких риб називають напівпрохідними. У цю групу входять багато коропових риб басейну Чорного моря, наприклад, лящ, сазан, жерех, сом, судак, вобла, тарань і ін.

Наразі в Україні для перешкоджання потраплянню риби, яка йде на нерест через турбіни ГЕС, використовуються варварські електрозагороджувальні пристрої (рис. 14) для відлякування риб. В результаті риба отримує електротравми наслідки яких досі не досліджені. Використання електрозагороджувальних пристроїв можливо тільки після проведення додаткових досліджень поведінки риб в електричних полях.



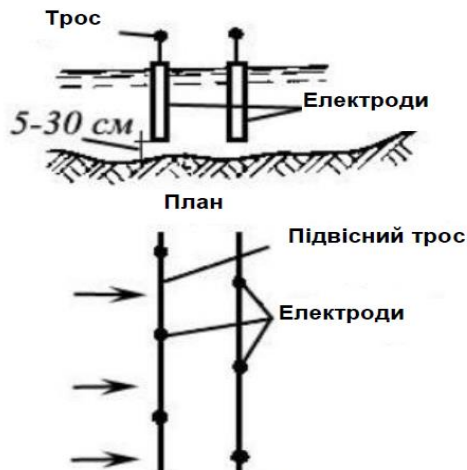


Рисунок 14 - Електрозагороджувальні пристрої

Проблема збереження і збільшення рибних запасів в умовах, створених гідроелектростанціями на найголовніших річках, вирішується різними шляхами. При спорудженні гребель в деяких випадках влаштовуються обхідні канали, так звані рибоходи. Посилюється і раціоналізується заводське риборозведення. Вживаються заходи для штучного формування іхтіофауни в створюваних водосховищах.

### Чому в Україні немає нормальних умов для міграції іхтіофауни?

Річки – єдині, комфортні, природні ареали існування представників іхтіофауни. Будь-яка зміна природного, гідрологічного режиму річки обов'язково відображається на умовах існування видів, які її населяють. Перетворення річок на суцільний каскад водосховищ із сповільненою течією призводить: до підвищення рівня забруднення води; зміни температурного режиму; підвищення процесу евтрофікації; замулення русла; зупинення шляхів міграції, знищення природних нерестовищ і кормової бази представників іхтіофауни.

Проблема міграції іхтіофауни вперше була вирішена в 1909 році бельгійським вченим Г. Денілом, який запропонував конструкцію рибоходу (рис.15).

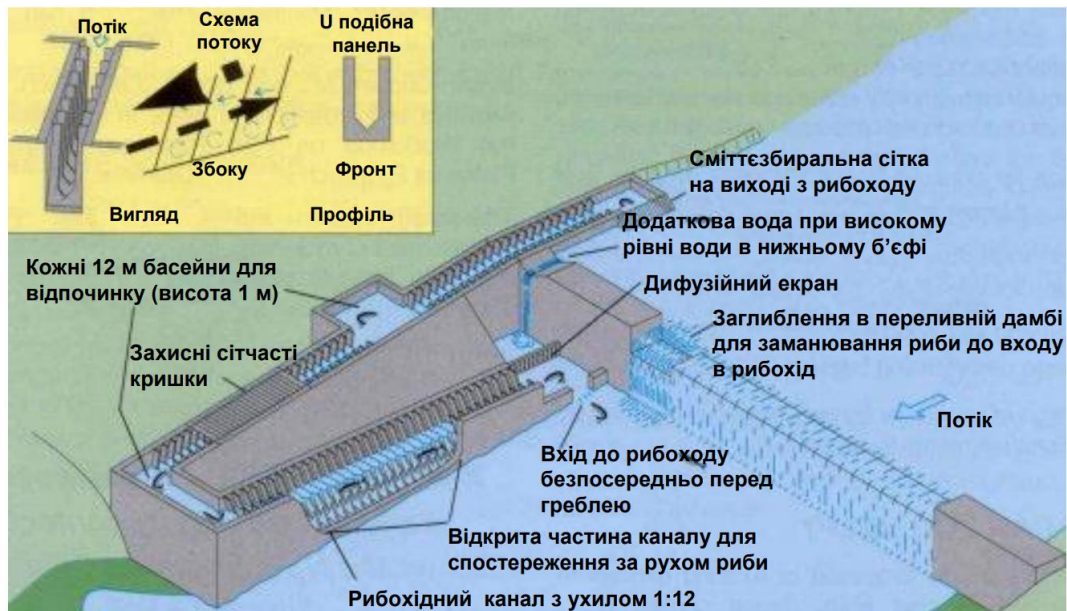


Рисунок 15 – Конструктивні особливості рибоходу Деніла [4]

Перегородки розташовувались таким чином, щоб створювати зворотний потік у стінок і дна, що в свою чергу уповільнює основний потік. Рибохід в такому випадку може бути встановлений на відносно крутому схилі, зазвичай з відношенням висоти до довжини 6/1 і зберігати максимальну швидкість менше 1,21 м/сек. Ці моделі рибоходів ефективно застосовуються в місцях, де мало простору [4-6].

Для створення нормальних умов міграції представників іхтіофауни у розвинених країнах на ГЕС застосовуються рибохідні канали (рис.16), і fish-friendly турбіни (рис.17). Навіть у Російській Федерації будуть зручні рибоходи для іхтіофауни (рис.18).



Рибохід ГЕС Джон Дей на річці Колумбія штат Вашингтон в США



Невеликий рибохід на річці Оттер у Великобританії



Рибохід із відновленим природним рельєфом на річці Рейн у Німеччині

Рисунок 16 - Приклади рибоходів.



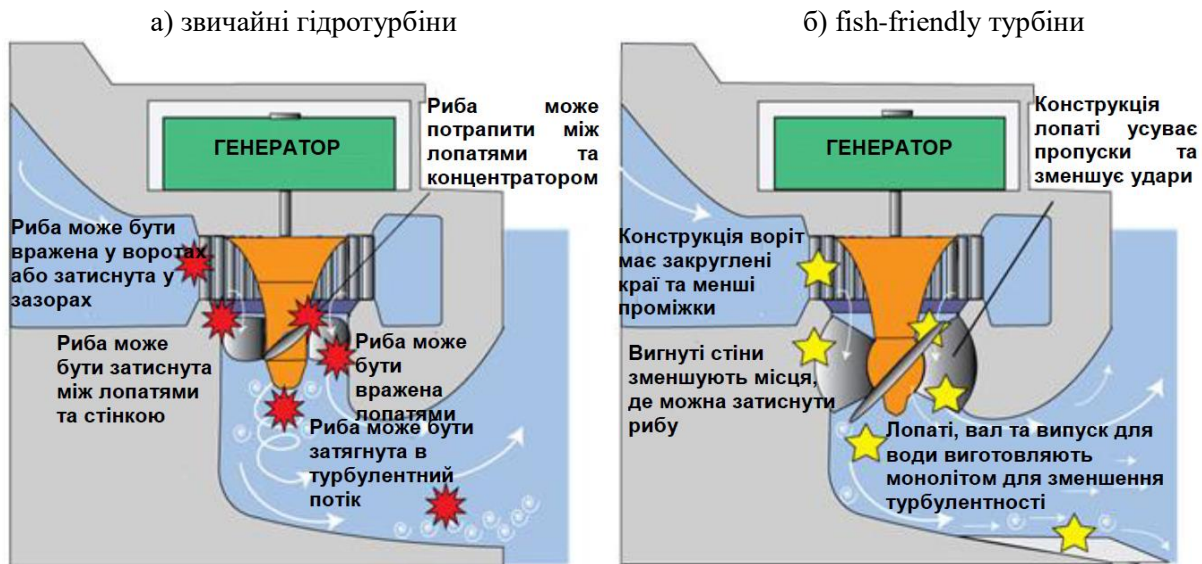


Рисунок 17 - Конструктивні особливості звичайних гідротурбін та fish-friendly турбін [5]



а) Сходовий рибохід на річці Печа у Мурманській області РФ.



б) Сходовий рибохід Аушигерського гідровузла на річці Черек в Кабардіно-Балкарській республіці РФ.

Рисунок 18 – Рибоходи у РФ.

Крім вдосконалення конструкцій традиційних гідравлічних турбін, розробляються та знаходять широке застосування спеціальні турбіни, які не мають негативного впливу на рибу, при її потраплянні до конструктивних елементів турбіни. Однією з таких турбін є шнекові турбіни. Схема та зовнішній вигляд шнекової турбіни наведено на рисунки 19 і 20 відповідно.

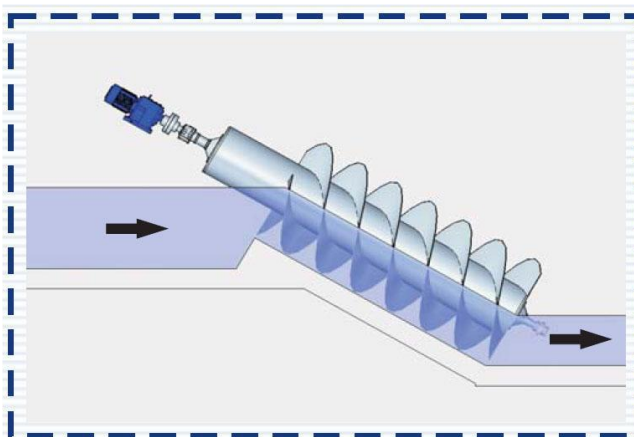


Рисунок 19 – Схема шнекової турбіни



Рисунок 20 – Зовнішній вигляд шнекової турбіни



Шнекова турбіна – це гідродинамічна турбіна, яка використовується для передачі потенційної енергії водного потоку в обертальний рух власне турбіни для вироблення електроенергії, по використанню схожа з водним колесом, але з набагато більш високою ефективністю. Турбіна складається з ротора в формі гвинта Архімеда, який обертається в напівкруглому жолобі. Вода тече в жолобі і своєю вагою тисне на лопаті турбіни, яка, в свою чергу, змушує обертатися електрогенератор. Вода витікає вільно з кінця турбіни в річку. Верхній кінець гвинта з'єднаний з електрогенератором через редуктор.

Шнекова турбіна застосовується на річках з відносно низьким перепадом рівня (від 1 м до 10 м) і з низькою витратою води (до приблизно 10 м<sup>3</sup>/сек. на одну турбіну). Завдяки унікальній конструкції і повільного руху лопатей, турбіна вважається безпечною для водної дикої природи, зокрема для риб. Шнекові турбіни можуть бути використані на різних гідроелектричних станціях, де є жорстка вимога до обладнання щодо охорони навколишнього середовища і дикої природи [2,4,5].

Зовнішній вигляд МГЕС зі шнековою турбіною наведено на рисунку 21.



Рисунок 21 – Зовнішній вигляд МГЕС зі шнековою турбіною (Німеччина)

### Висновки

Створення водосховища порушує століттями сформовані умови життя і розмноження іхтіофауни. Скалічені греблями ГЕС річки України поступово перетворюються на суцільні каскади відстійників для поверхневого і підземного стоку, який містить неочищені стічні води. Підвищення інтенсивності евтрофікації у штучних водосховищах на річках є свідченням постійного притоку неочищених стічних вод, що позначається на зміні видового і кількісного складу іхтіофауни. Очевидним є факт скорочення кількості видів іхтіофауни. В першу чергу зникають види іхтіофауни існування яких стає нестерпним і неможливим при погіршенні гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних і мікробіологічних показників річкової води.

Всі стаціонально-деструкційні зміни річок, здійснені заради отримання «дешевого» кіловата електроенергії, у підсумку, призвели до втрати цінних природних видів іхтіофауни.

Для відновлення втраченої іхтіофауни українських річок необхідно здійснити наступні першочергові заходи:

- 1) провести реконструкцію і будівництво нових ОСК та припинити скид стічних вод без очистки;
- 2) збудувати рибохідні канали і створити умови для міграції прохідних видів риб через греблі ГЕС;
- 3) розчистити замулені водосховища і русла річок, та облаштувати нерестовища для прохідних видів риб;

- 4) заборонити використання на ГЕС електрозагороджувальних пристроїв, які завдають електротравми личинкам і молоді риб;
- 5) замінити звичайні гідротурбіни ГЕС та fish-friendly турбіни;
- 6) провести інвентаризацію об'єктів інфраструктури в зоні санітарної охорони водного об'єкта і досягнути виконання вимог водного кодексу України;
- 7) збільшити кількість штучно вирощуваного малька цінних порід риб і зарибнити чисті водойми.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://vlasno.info/spetsproekti/2/ecology/item/6279-na-vinnychchyni-pivdennyi-buh-tsvite-i-pakhne>
2. Василь Вовчак, Олександр Тесленко, Олексій Самченко. Мала гідроенергетика України. Технологічні особливості малих ГЕС. Том II.
3. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. Миграции рыб в зарегулированных реках. – М.: Товарищество научных изданий КМК. 2014. 413 с.
4. Наукова еколого-експертна оцінка проектів малих ГЕС в Івано-Франківській області / Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова, С. В. Пернеровська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2013. - № 2. - С. 26-31. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp\\_2013\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2013_2_6)
5. Fish Friendly Technology. <https://sites.google.com/site/betasaveourdams/fish-friendly-technology>
6. NSW Department of Primary Industries. Fishways. <https://www.dpi.nsw.gov.au/fishing/habitat/rehabilitating/fishways>

**Повстянко Катерина Олександрівна** – магістр факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [ekaterina.povstyanko@gmail.com](mailto:ekaterina.povstyanko@gmail.com)

**Петрук Василь Григорович** – д.т.н., професор, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Відмінник освіти України, Заслужений природоохоронець України, м. Вінниця, e-mail: [petrukvg@gmail.com](mailto:petrukvg@gmail.com)

**Васильківський Ігор Володимирович** – канд. техн. наук, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [igor.vntu@gmail.com](mailto:igor.vntu@gmail.com).

**Povstyanko Kateryna Oleksandrivna** - Master of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [ekaterina.povstyanko@gmail.com](mailto:ekaterina.povstyanko@gmail.com)

**Petruk Vasyl Hryhorovych** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Excellence in Education of Ukraine, Honored Environmentalist of Ukraine, Vinnytsia, e-mail: [petrukvg@gmail.com](mailto:petrukvg@gmail.com)

**Vasylovsky Igor Volodymyrovych** – the candidate of technical sciences, profesor asistent of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [igor.vntu@gmail.com](mailto:igor.vntu@gmail.com).