

АНАЛІТИЧНА ЗАПИСКА

Значення інженерної біології для
імплементції Водної Рамкової Директиви
та Дорожньої карти ренатуралізації річок

■ ПЕРЕДУМОВИ

Угода про асоціацію між Європейським Союзом (ЄС) та Україною 2014 року спрямована на поглиблення політичних відносин та економічної інтеграції між ЄС та Україною. Ратифікувавши угоду, український уряд взяв на себе зобов'язання поступово привести своє законодавство у відповідність до норм і стандартів ЄС. У цьому контексті Україна повинна адаптувати свою водну політику до шести директив ЄС. У сфері водних відносин серед низки водоохоронних директив основним документом у Європейському Союзі є Директива Європейського парламенту та Ради ЄС, яка встановлює рамкову структуру дій Союзу в галузі водної політики від 23 жовтня 2020 року №2000/60 (далі – **Водна рамкова директива**, ВРД) та наголошує на необхідності інтегрованого і сталого якісного та кількісного управління водними ресурсами за басейновим принципом.

Для реалізації водної політики відповідно до принципів Водної рамкової директиви в Україні прийнято ряд Законів та нормативно-правових актів. Зокрема, Законом України від 04.10.2016 №1641-УШ „Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом“ на законодавчому рівні закріплено інтегровані підходи в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом. На виконання статті 132 Водного кодексу України відповідно до Водної рамкової директиви розробляються **плани управління** 9 річковими басейнами. Заходи з відновлення водних об'єктів та досягнення „доброго“ стану вод є основою Планів управління річковими басейнами, які мають бути подані до Кабінету Міністрів України на затвердження не пізніше 1 серпня 2024 року (див. Рисунок 1).



Рисунок 1: Графік імплементації Водної рамкової директиви в Україні
(Джерело: матеріали Державного агентства водних ресурсів України, 2021)

На підтвердження доброго статусу, якого вимагає ВРД, природні водотоки повинні мати як добрий хімічний, так і добрий екологічний стан. У випадку значно змінених водотоків місце доброго екологічного стану заступає добрий екологічний потенціал, що означає менш суворі вимоги до досяжних цілей. Якщо не досягнуто доброго екологічного стану, то нема і доброго стану як такого. В такому випадку слід спланувати та впровадити заходи, які на сталій основі усунуть ті недоліки, котрі є причиною недосягнення цієї мети (**вимога покращення**). У випадках, коли водотік вже має добрий екологічний стан, ВРД вимагає, щоб цей статус підтримувався постійно (**заборона погіршення**).

За результатами проведеної оцінки ризиків антропогенних впливів на стан вод у рамках першої оцінки стану водних об'єктів для підготовки планів управління річковими басейнами 62% масивів поверхневих вод визначені такими, що перебувають під екологічним ризиком, 40% – під ризиком гідроморфологічних змін.

Слід зауважити, що в Україні гідрографічна мережа і стан природних водотоків дуже неоднорідні. Тому на першому етапі Програми заходів планів управління річковими басейнами, які розробляються на підставі аналізу стану масивів поверхневих вод, потреби у відновленні екосистеми певної малої річки можуть бути врахованими не в повному обсязі. З цієї причини за дорученням Міндовкілля України Держводагентство розробило „Дорожню карту ренатуралізації річок“.

Цей документ сприятиме плануванню **заходів із відновлення екосистем малих річок на регіональному рівні**. Зокрема, йдеться про заходи, які не можуть бути включеними в перший етап реалізації Планів управління річковими басейнами, але є **пріоритетними для місцевих громад або окремих зацікавлених сторін**. Такі заходи допоможуть гарантувати, що більша кількість природних водотоків досягне як доброго хімічного, так і доброго екологічного стану, які є обов'язковими критеріями для доброго стану води відповідно до Водної рамкової директиви. **Дорожня карта ренатуралізації водотоків** розроблена у 2022 році на найближчі 10 років і містить **три основні блоки: законодавство, впровадження та публічно-промоційну діяльність**. Дорожня карта передбачає, зокрема, аналіз законодавства України та ЄС, підготовку пропозицій та розробку нових нормативно-правових актів, необхідних для реалізації

заходів, розробку та впровадження безпосередньо заходів з ренатуралізації, з урахуванням принципів європейських водних директив та соціальних потреб населення.

Враховуючи, що екологічний рух щодо відновлення річок в Україні тільки розпочинається, методичні рекомендації з відновлення водних об'єктів, зокрема максимально природнім методом інженерно-біологічного облаштування, на даний час є актуальними. Запровадження **природніх або інженерно-біологічних методів** дасть змогу наблизити процес відновлення річок до природного стану і сприяти досягненню екологічно доброго статусу річок, що й передбачено ВРД.

ВИМОГИ ДО ДОСЯГНЕННЯ ДОБРОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ

На підтвердження потрібного доброго статусу природні водотоки повинні мати добрий хімічний і добрий екологічний стан. Тоді як для статусу доброго хімічного стану вирішальним є те, чи не перевищив певний хімічний параметр свій поріг, то оцінка екологічного стану в першу чергу базується на стані біоценозів вибраних груп організмів. Деякі з цих груп організмів можуть бути індикаторами чистої води лише в тому випадку, якщо структури середовища існування достатньо природні. Ці важливі структури повинні перебувати в достатній щільності та високій якості. В цьому документі хімічний стан не є предметом подальшого розгляду.

Добрий екологічний стан – що ми можемо під цим розуміти?

Згідно з термінологією ВРД орієнтиром „правильного“ розвитку структур середовища існування є дуже добрий екологічний стан водотоку. Але що можна розуміти під дуже добрим екологічним станом? Дуже узагальнено – це стан, який настав би в кінці ось такої подорожі в часі: у басейні досліджуваного водотоку насамперед не ведеться жодна людська діяльність, а всі стаціонарні споруди у водоймі й на заплаві відсутні. Донної ерозії, яка сама собою збільшується, на старті цієї подорожі в часі немає. І така система розвивається упродовж кількох тисяч років за поточних кліматичних умов. Наприкінці цієї подорожі в часі ми побачимо водотік, природний у всіх його проявах, який відповідатиме дуже доброму екологічному статусу. Зазвичай він

стане набагато ширшим, пологішим та звивистішим, ніж на початку подорожі в часі, та матиме заплави, які затоплюватимуться протягом року в природному ритмі. У водоймі та на заплаві траплятимуться структури, котрі є результатом динамічної взаємодії транспортування твердих речовин і стоку, на який не впливає людина. Тому ця взаємодія також змінюватиметься природним чином. Водночас у водоймі та на заплавах сформується пристосований до описаних умов тваринний і рослинний світ. Популяції риб відображатимуть ці умови з точки зору видового складу та густоти популяції. Так само і чагарники уздовж водотоку, природний видовий склад яких і їхня густота забезпечать природне накопичення мертвої деревини у водотоці, що, у свою чергу, вплине на транспортування твердих речовин та ерозійні процеси. Така водойма відповідала б **еталонному статусу** в термінології ВРД. Еталонний статус також називають „**моделлю**“ і він є стандартом оцінки екологічного стану.

На основі цього мисленнєвого експерименту стають зрозумілими дві речі:

1 У деяких групах організмів популяція залежить не тільки від забруднення водотоку відходами, а й також від **структур водного об'єкта** та їхньої динаміки. Також вони позитивно впливають на природний водний баланс поблизу водотоку.

2 Залежно від геологічних і кліматичних умов, які по-своєму впливають на процес стоку, та від інших умов природного середовища дуже добрий екологічний статус може проявлятися по-різному. Тому варто унаочнити це різноманіття для практичних потреб: згрупувати у типи водотоків ті водойми, які в дуже доброму екологічному статусі мають подібні морфологічні, фізико-хімічні, гідрологічні чи біоценологічні характеристики.

Згідно з ВРД ЄС виконати вимогу покращення, а саме забезпечити добрий екологічний статус означає також і змінити морфологію водних об'єктів до стану, наближеного до природного. Оскільки морфологічні структури водних об'єктів зі статусом, наближеним до природного, мають динаміку, то це означає також і те, що зміни русла внаслідок течій і транспортування наносів повинні в достатній мірі наслідувати процеси, наближені до природних.

Що стосується екологічного стану водотоків, то метою ВРД є не “дуже добрий екологічний стан”, а “лише” добрий екологічний стан. Він базується на діяльності людини у басейні водотоку і в певному обсязі допускає втручання людини.

Причини недосягнення в Україні доброго екологічного статусу

На стан малих річок передусім впливає рівень залежності від стану водозбору річки. Наразі вони є найбільш вразливими до антропогенного навантаження, зміни клімату і військового впливу. Водночас 20% водоспоживання в Україні припадає саме на малі річки. Водні ресурси малих річок десятиліттями використовувались без врахування здатності до самовідновлення та без врахування нормування антропогенного навантаження на водоохоронні зони. Особливо це стосується регіонів, де поширена меліорація земель або “агресивне” водокористування різними галузями промисловості.

Гідроморфологічні умови є ключовим елементом водних екосистем.

Гідроморфологічні зміни – одна з найсуттєвіших причин недосягнення доброго екологічного стану вод, особливо це стосується малих річок. Зміни у землекористуванні та інші види людської діяльності мають відчутний вплив на гідроморфологічні процеси, спричиняючи фрагментацію та втрату оселищ, що має прямі та опосередковані наслідки для структури та функціонування водних екосистем.



За останні десятиліття багато малих річок України повністю або частково зникли внаслідок штучного переформування русел, осушувальної меліорації, надмірного забору води для господарських цілей, будівництва водосховищ і інших штучних споруд, промислових об'єктів та автошляхів, вирубування лісів, розорювання земель, розширення меж населених пунктів та сільськогосподарських угідь тощо. Десятки малих річок “поховані” під асфальтом великих міст, або “закуті” в підземні труби.

Раніше водойми часто випрямляли (див. Рисунок 2). Як наслідок, це прискорює



Рисунок 2: Спрямлене русло транскордонної річки Киргизь-Китай (витік річки в Молдові, головне русло в Україні). (Джерело: Гричулевич, 2019)

формування дощових паводків навіть під час незначних опадів та пересихання малих річок у посушливі періоди, особливо в лісостеповій та степовій зонах. Водночас шляхом гідротехнічних втручань було оптимізовано поперечні профілі,

щоб мати змогу скидати якомога більше води за одиницю часу з найменшим можливим поперечним перерізом скидання. У свою чергу це, як правило, призводить до посилення донної ерозії та неприродного поглиблення дна, а отже, до роз'єднання водотоку та заплави. Рівномірна, сильна течія „монотонізує“ донні структури і як наслідок – біоценози.

Наразі використання річкових екосистем продовжує мати екстенсивний та часто руйнівний для них характер, що проявляється у несвідомому, часто неправомірному освоєнні річкової долини. Басейни малих річок практично позбавлені природних біофільтрів, оскільки їхні водозбори або розорані майже до урізу води, або нищівно експлуатуються іншими способами, що забезпечує майже безперешкодне потрапляння поверхневого стоку безпосередньо до русла річки.

Також війна внесла свої корективи – і тепер водні об'єкти України зазнають ще й специфічних забруднень та гідроморфологічних змін. Велика кількість важкої техніки, яка використовується під час війни, значним чином впливає на руйнацію сталих екосистем річок у зоні активних бойових дій. Під колесами техніки знищуються захисні смуги й берегоукріплювальні насадження, також під впливом військової техніки зазнають руйнації й ерозії береги річок. Внаслідок руйнування мостів і влаштування понтонних мостових переходів деформуються русла річок (див. Рисунок 3). Залишки знищеної техніки у річках та на їхніх берегах також призводять до деформування берегової лінії, особливо на малих річках.



Рисунок 3: Зруйнований міст через річку Ірпінь біля села Романівка (Джерело: Вишневецький, 2022)

ВАЖЛИВІСТЬ РОЗВИТКУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ У КОНТЕКСТІ ВРД ТА ДОРОЖНЬОЇ КАРТИ РЕНАТУРАЛІЗАЦІЇ

Стан малих річок визначає стан всієї річкової мережі кожної країни. Саме малі річки формують водні ресурси та гідрохімічний режим середніх і великих річок, створюють природні ландшафти великих територій. Втім, вирішення окремих проблем не гарантує загального покращення екологічного стану річок, тому важливо обрати комплексний екосистемний підхід. Зупинити процеси деградації малих річок можливо тільки за умови досягнення амбітної цілі – відтворення екосистем шляхом наближення річок до їхнього природного стану.

Як досягти доброго екологічного статусу шляхом розвитку водних об'єктів, наближеного до природного

Якщо добрий екологічний стан не досягнуто і причини цього криються (також і) в недоліках структури водних об'єктів, необхідно вжити заходів із розвитку водотоків. Цей термін об'єднує заходи, спрямовані на приведення водотоку до стану, наближеного до природного. У контексті ВРД ЄС метою розвитку водних об'єктів є стан, у якому морфологічні структури біотопів якісно та кількісно виражені настільки, що вони більше не перешкоджають досягненню доброго екологічного стану. Згідно з визначенням дуже доброго або доброго екологічного стану заходи розвитку водних об'єктів – це такі заходи, які впливають на гідроморфологічні компоненти якості, зазначені у ВРД, і спрямовані на те, щоб ці компоненти були максимально природними. Цими гідроморфологічними елементами якості є:

Водний баланс

- Стік і динаміка стоку
- Сполучення з підземними водними об'єктами

Прохідність водного об'єкта

Морфологічні умови

- Зміна глибини і ширини
- Структура і субстрат русла
- Структура прибережної зони

Поняття розвитку водного об'єкта не містить висновків про конкретні заходи та їхнє технічне виконання. Воно також не регулює, як саме відповідні заходи мають бути розподілені вздовж ділянок водотоку. Та оскільки добрий екологічний стан визначається для конкретного типу водотоку, слід впроваджувати лише такі заходи з його розвитку, які приведуть до структур, сумісних із типом саме цього водотоку.

Типи водотоків: з огляду на різноманіття водних об'єктів ВРД ЄС вимагає типізації, тобто групування водотоків зі спільними ознаками. Для цього водні об'єкти, які за природними умовами (геологічними, кліматичними тощо) мають схожі морфологічні, фізико-хімічні, гідрологічні чи біоценотичні характеристики, об'єднують у „типи“. В Україні з 2019 року виділено 52 типи масивів протічних вод: вісім типів для екорегіону Карпати, п'ять для екорегіону Угорська низовина, чотирнадцять для екорегіону Понтійська провінція та двадцять п'ять для екорегіону Східні рівнини. Таким чином, кожен із цих 52 типів має свій відмінний від інших прояв дуже доброго екологічного стану. Відповідно слід визначити еталонні умови для кожного типу водних об'єктів (з урахуванням його біотичних і абіотичних властивостей), які відповідають дуже доброму екологічному стану. Визначення цих наближених до природних характеристик 52 типів водотоків в Україні наразі лише проводиться.

У рамках розвитку водних об'єктів, як правило, неможливо забезпечити, щоб гідрологічні компоненти якості відповідали доброму екологічному статусу на кожній ділянці вздовж водного об'єкта. Ось тут і вступає в дію **концепція крайового ефекту**. Спрощено кажучи, вона передбачає чергування ділянок з добрим або дуже добрим і ділянок з гіршим структурним набором, дотримуючись певної процедури визначення їхньої довжини. На достатньо довгих ділянках з добрим або дуже добрим структурним набором біоценоз, який проявляє принаймні добрий екологічний статус, так би мовити, підтримує біоценози на суміжних структурно бідніших ділянках (див.). Таким чином також можна врахувати обмеження, які неможливо усунути у ближчому майбутньому. Типовий приклад таких обмежень – локації із забудовою майже до самої бровки схилу.

Тут водотоки, як правило, дуже бідні структурно. Ширші заходи з розвитку водних об'єктів у даний момент загрожували б забудові і тому неможливі. Однак для успішної реалізації концепції крайового ефекту важливо переробити існуючі поперечні гідроспороди на цих ділянках водотоків таким чином, щоб гарантувати прохідність. Зазвичай ця можливість існує, хоч і у вузькому масштабі.



Рисунок 4: Принцип дії концепції крайового ефекту. В цілому віддалені впливи можливі як у напрямку течії, так і проти неї. [GSK (Gewässerstrukturkartierung) = структурний розряд (одиниця) водного об'єкта] (Джерело: Федеральне агентство з навколишнього середовища Німеччини, 2014, змінено)

Самодинамічні процеси для наближеного до природного розвитку водного об'єкта

Удосконалення структур водних об'єктів, як правило, суперечить засадам сталості і є, до того ж, економічно не вигідним, якщо це робити, намагаючись відтворити такі структури суто технічним шляхом („майстрування біотопу“). Наприклад, можна знову і знову спостерігати, як у водотоки з гравійним дном „вбудовують“ гравійні мілини як нерестилища для відповідних видів риб. Але або цей матеріал змивається під час найближчої повені, або гравійні проміжки зсуваються дуже швидко навіть без надмірного внесення дрібного матеріалу, або нерестилище непридатне як габітат через використання матеріалу великого розміру. Куди кращим підходом до відновлення екологічної функціональності гравійної мілини було б, з одного боку, запобігти надлишковому скиданню дрібних фракцій у водотік, а з іншого –

використати силу проточної води для того, щоб привести річку до спроможності самій створити мілину правильної зернистості і шляхом постійного чергування ерозії та осаджування подбати про неушкоджену систему гравійних проміжків. Ця сила проточної води і є рушієм „самодинаміки“. Цим поняттям описують процеси, за яких водний об'єкт самотужки формує структури, наближені до природних, і постійно змінює їх у природному обсязі під дією сили проточної води і пов'язаних із цим донних переміщень або й зміщення самого дна і берегів. Виділяють два типи самодинамічних процесів:

- 1 самодинамічні процеси, що супроводжуються боковими зміщеннями;
- 2 самодинамічні процеси, які майже не пов'язані з боковими зміщеннями, а характеризуються зміною структур дна і процесами донних переміщень.



Самодинамічні процеси відіграють центральну роль в успішному розвитку водного об'єкта. За своєю суттю це ерозійні процеси. Для того, щоб вони проходили оптимально, необхідно врахувати ряд рамкових умов і створити передумови для них. На додаток до і так обов'язкового видалення берегових і руслових конструкцій особливе значення мають такі речі:

- На правому і лівому березі вбік від верхньої кромки схилу слід відвести достатньо площі, яку можна використовувати у разі перенесення чи розширення русла водних об'єктів (встановити т.зв. „коридор розвитку“).

- Необхідно зупинити процеси неприродної глибокої ерозії і підняти дно до природного рівня. Особливо це актуально, коли зі спрямлених водотоків видаляються поперечні гідроспороди.

- Слід запобігти неприродно високому надходженню дрібного матеріалу, особливо з сільськогосподарських угідь. Водні об'єкти до 5 м завширшки (за середнього рівня води) на обох берегах повинні мати звільнену від користування прибережну смугу по 30 м завширшки як частину коридору розвитку.

Розвиток водотоку із використанням екскаватора успішний, як правило, лише в тому випадку, якщо створені передумови для здійснення процесів 1 і 2. Якщо передумови оптимізовано в достатній мірі, то успішність подальших заходів залежить від того, наскільки добре можна ініціювати, контролювати та зупиняти самодинамічні процеси. Сприяння природним самодинамічним процесам в природоохоронному сенсі слід розуміти як їхній захист. Контроль і зупинка самодинамічних процесів потрібні, коли необхідно дотриматися наявних обмежень культурного ландшафту. Контролювати самодинамічний розвиток водотоку з боковим зміщенням доводиться зазвичай тоді, коли досягнуто межі коридору

розвитку, і треба примусово повернути зміщення в наявний коридор. Зупинка самодинамічного розвитку зазвичай пов'язана з відсутністю коридору розвитку. Але й зупиняти самодинамічні процеси слід заходами, які все ще передбачають мінімальний рівень структурного вдосконалення.

Самодинамічні процеси як засіб ренатуралізації водотоків

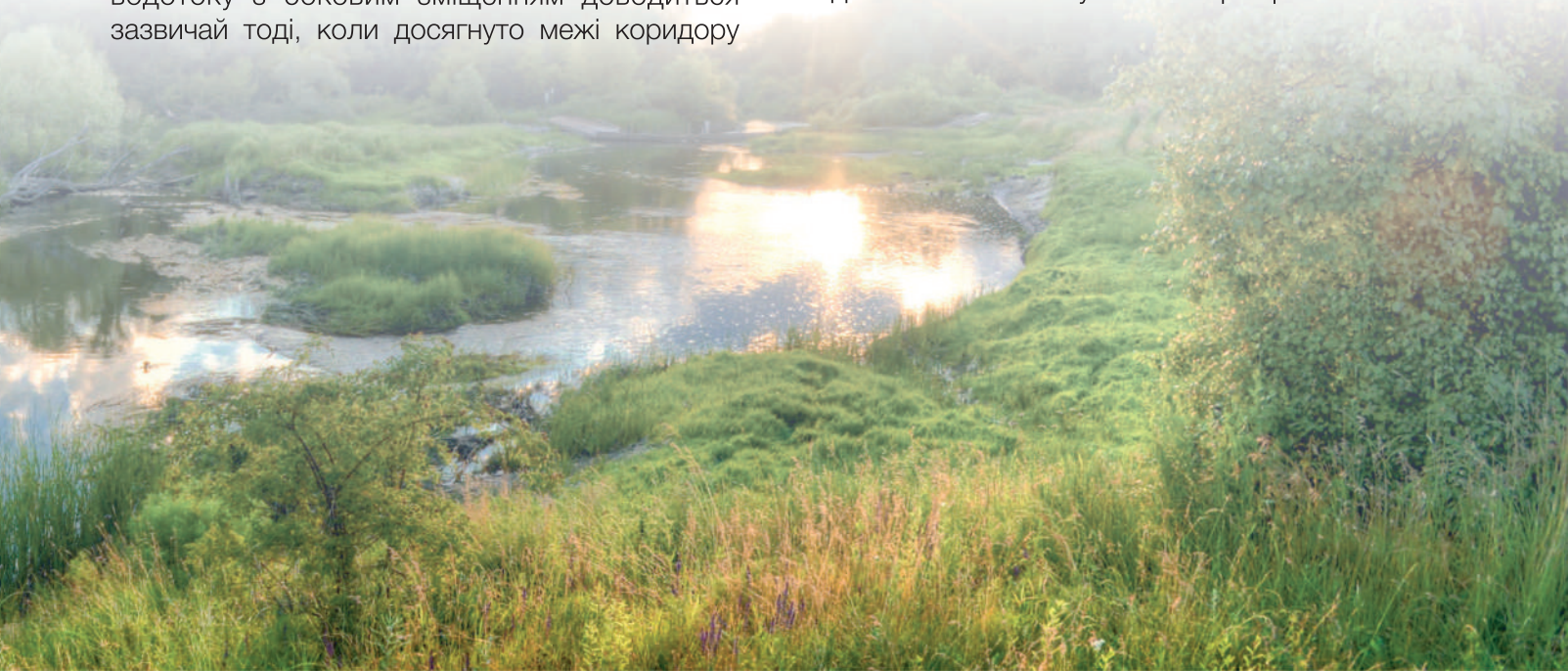
В Україні офіційно не затверджені такі визначення як „**ренатуралізація**“ та „**ревіталізація**“. В рамках реалізації Дорожньої карти з ренатуралізації річок ці визначення мають бути розроблені та затверджені у нормативно-правовій базі водної політики.

Але на даний час у Методичних рекомендаціях з відновлення водотоків та прісноводних екосистем терміни вживаються в такому значенні:

- відновлення (ревіталізація) водотоків – це діяльність, яка підтримує відновлення стану екосистеми або природних процесів, що відбуваються в екосистемі, яка була деградована, пошкоджена або зруйнована;

- ренатуралізація – це діяльність, спрямована на відновлення природного стану та функціональності річкової системи для підтримки біорізноманіття, рекреації, боротьби з повеннями та розвитку ландшафту.

При цьому слід зауважити, що відновлення річки повинно сприяти збільшенню динаміки водного об'єкта, гідрологічних процесів, що там відбуваються, а також покращенню екологічного стану відновлюваного об'єкта. У процесі відновлення слід виходити з того, що наслідки відновлення мають бути явно перевірені.



Однак у визначеннях немає вказівок на те, що слід розуміти під природним станом і на якій довжині водотоку його слід досягти. До речі, слід зазначити, що ренатуралізація стосується лише ділянок водного об'єкта і, як правило, ніколи не стосується його „цілого“. Радше важливо досягти доброго екологічного стану і, за можливості, відновити об'єднання заплави з водотоком. Користування на заплаві має бути безпечним для водного об'єкта і підлягати затопленням у природному ритмі.

Стосовно розвитку водних об'єктів, який після створення необхідних передумов відбувається в основному шляхом самодинамічних процесів, рекомендована наступна конкретизація методичних рекомендацій для відновлення водотоків та прісноводних екосистем:

Чим краще вдасться запровадити процес 1 (самодинамічні процеси, що супроводжуються боковими зміщеннями) на якомога довшій ділянці водотоку, тим швидше можна буде говорити про його ренатуралізацію. Мінімальна довжина відновлюваної ділянки водного об'єкта не повинна бути меншою, ніж 1000 м для малих водотоків, 2000 м для великих із площею водозбору < 5000 км² та 4000 м для басейнів > 5000 км². З точки зору концепції крайового ефекту ці ділянки повинні мати добрі або дуже добрі морфологічні характеристики.

Процес 2 (самодинамічні процеси, які майже не пов'язані з боковими зміщеннями, а характеризуються зміною структур дна і процесами донних переміщень) є засобом вибору для ревіталізації водних об'єктів. Це також стосується випадків, коли напрям та ширина водного русла значно відрізняються від еталонного стану. Так, результати тут будуть тим кращими, чим більше напрям і ширина водного русла відповідатимуть еталонному стану. З точки зору концепції крайового ефекту процес 2 в першу чергу підходить для гірших ділянок водотоків.

ІНЖЕНЕРНА БІОЛОГІЯ ЯК ЗАСІБ НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДНОГО РОЗВИТКУ ВОДОТОКІВ

Інженерна біологія – це технологія цивільного будівництва, яка використовує **рослини як біологічний матеріал** облаштування з метою зменшити, перенаправити чи посилити ерозійний вплив води. Таким чином ця технологія здатна впливати на структурне різноманіття як водотоку, створюючи

варіативність течії, субстрату та глибини, так і прибережної та заплавної зон шляхом заселення рослинністю, відповідною до місцезростання. Допоміжні засоби можна використовувати на тимчасовій або постійній основі. Наприклад, це можуть бути навіть камені.

Інженерно-біологічні методи облаштування для зменшення ерозійної сили води (тобто для захисту берегів) відомі в Україні давно.

Інженерно-біологічні методи облаштування з використанням рослин

Нижче буде йти мова лише про методи облаштування, які полягають у розвитку чагарникових насаджень з використаного рослинного матеріалу. Слід зазначити, що ступінь розвитку рослинності після завершення самого облаштування зазвичай не відповідає тому, яким він має бути по досягненню цільової функціональності. Так, напр., чагарники вводять зазвичай у вигляді молодих кущів або фрагментів, здатних до вкорінення. Однак метод облаштування досягає повної функціональності лише тоді, коли насадження доволі сильно виростуть. Так звана цільова рослинність, тобто структура рослинності, яка може і повинна розвиватися залежно від умов місцезростання і, ймовірно, також у результаті цілеспрямованих заходів догляду, може проявлятися у вигляді чагарникової чи деревної популяції або ж ярусної, наближеної до природного стану.

Для того, щоб посаджені чагарники згодом досягли оптимального ефекту, вони повинні відповідати місцезростанню, тобто зоні м'яких або твердих деревних порід.

Серед деревних матеріалів центральне місце у використанні займає **верба вузьколиста**. Вона характеризується наступними властивостями, які необхідно враховувати та які роблять її особливо придатною для використання у водогосподарському облаштуванні:

- висока здатність фрагментів рослини утворювати придаткові корені і нові пагони;

- стабілізація водного русла і підводного схилу берега – коріння може проникати до 0,6 м нижче середнього літнього рівня води;

- висока здатність до регенерації за наявності механічних пошкоджень;

- швидке зростання;

■ світлолюбність (потреба в освітленості – від середньої до високої)

■ як правило, матеріал можна заготовити поблизу місця використання, це здебільшого гарантує, що садивний матеріал буде місцевим.

Інженерно-біологічні методи облаштування для підтримання самодинамічних процесів

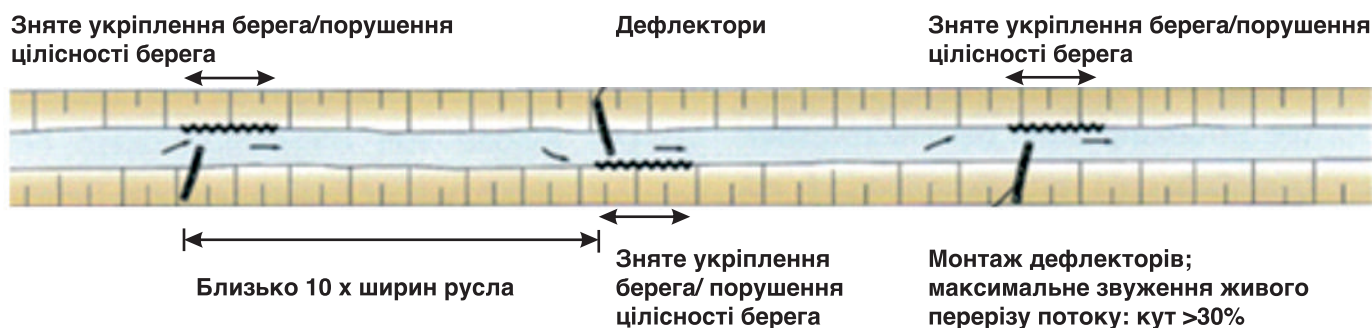
Оскільки, з одного боку, самодинамічні процеси мають центральне значення для успішного розвитку водотоків і є за своєю суттю

ерозійними процесами, а, з іншого боку, інженерно-біологічні методи облаштування здатні модифікувати ерозійний ефект води, то останні ідеально підходять для використання в рамках розвитку водних об'єктів. Якщо з їхньою допомогою зупинити самодинамічні процеси з боковими зміщеннями, то це можна зробити також і так, щоб гарантувати мінімальний рівень структурного поліпшення, навіть якщо цього недостатньо для забезпечення доброго екологічного стану.

Інженерно-біологічні методи облаштування для підтримання самодинамічних процесів – це передусім **споруди типу бун** (див. Рисунок 5).

ТРИВАЛИЙ РОЗВИТОК РУСЛА ВОДОТОКУ, СПРЯМЛЕНОГО РАНІШЕ

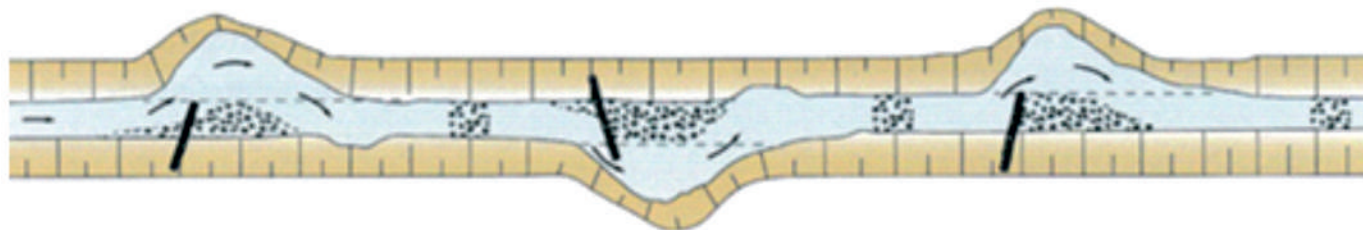
■ Вихідний стан



■ Стан через 10 років розвитку



■ Стан через 20 років розвитку



■ Стан через 50 років розвитку

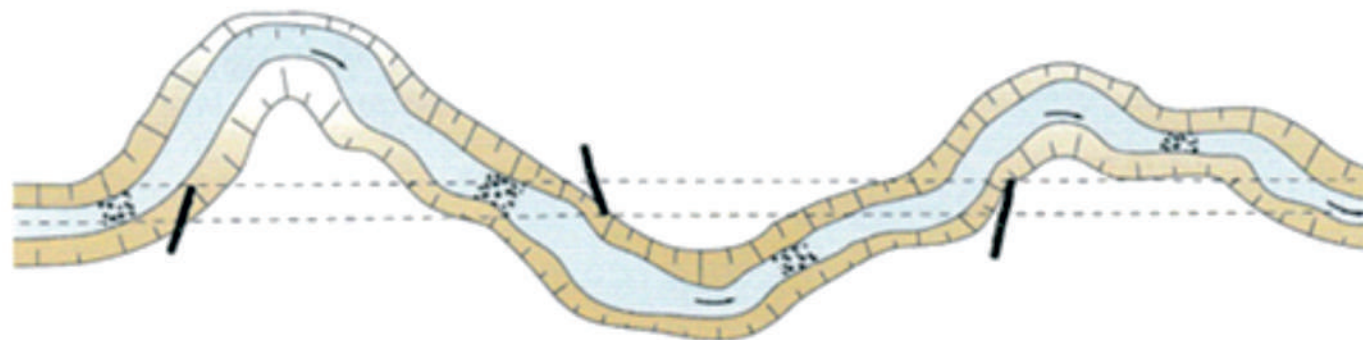


Рисунок 5 : Часова послідовність можливих сценаріїв розвитку раніше спрямованого водотоку, розвиток якого ініційовано спорудами типу бун. (Джерело: Gebler, 2005)

Використовуючи подібні методи, потрібно заздалегідь прояснити такі питання:

- Яка орієнтація бун відносно течії?
- Яка висота встановлення споруд буде ефективною з гідрологічної точки зору – напр., відносно середнього рівня води?
- Як саме слід розташувати буни уздовж русла водойми?

Для ініціювання зміщення русла доцільно використовувати трикутні або спрямовані за течією буни такої висоти, щоб вони перебували над рівнем води навіть за більшої витрати. Буни повинні перемістити водотік у поперечному перерізі принаймні на дві третини і розташовуватися по черзі на правому та лівому березі таким чином, щоб підтримувати проявлені тенденції подальшого розвитку меандрування. Відстань між бунами має значно більше, ніж у 2,5 рази, перевищувати довжину буни до її верхівки у водотоці. Протилежний до буни берег слід пошкодити. Водотоки з меншим неприродним поглибленням дна часто більше здатні до розвитку, ніж ті, дно яких поглиблене значно. В таких випадках, можливо, слід спершу підняти дно: в малих водних об'єктах цього можна досягти, всього лиш залишивши мертву деревину у водотоці і припинивши видобувати відкладення. Залежно від місцевих умов слід розраховувати на тривалі терміни розвитку – роки.

Інженерно-біологічні методи облаштування для захисту берегів

Інженерно-біологічні методи облаштування для захисту берегів за принципом своєї дії поділяються на два варіанти – із керуванням течією та без неї. Нижче розглядатимуться лише методи без керування течією. Їхній **вплив на стабілізацію берегів** пояснюється тим, що надземні частини рослин уповільнюють потік, а корені зчіплюють ґрунт. Такі методи варто передусім використовувати, коли є певні місцеві обмеження. Тому у виборі придатних методів облаштування слід керуватися, серед іншого, такими аспектами:

- Якщо переріз стоку невеликий, а береги круті, то на місці облаштування під час розрахункового паводку може виникнути високе гідравлічне навантаження. У свою чергу, це висуває високі вимоги до здатності ділянки витримати це навантаження.

- Вимоги до конструкції зростають ще більше, якщо матеріал берегового схилу дуже чутливий до ерозії.

- Якщо за середнього літнього рівня глибина води більше 0,6 м, то може знадобитися зміцнити основу берегового схилу, особливо якщо матеріал схилу здатний сильно розмиватися і з чагарників використовуватиметься лише верба.

- Потреба обраного методу в просторі повинна корелювати із площею, доступною для проведення облаштування на береговому схилі. Ця площа класифікується на основі довжини схилу – відстані, вимірної перпендикулярно до водної поверхні, між середнім рівнем води та верхньою бровкою схилу.

- Якщо згодом чагарники наросли пізніше, слід очікувати погіршення пропускної здатності та, як наслідок, підвищення рівня води на місці проведення облаштування під час розрахункового паводка.

- Чим ближче об'єкт користування розташований до бровки схилу та чим ціннішим він є, тим меншою має бути допустима тривалість початкової стадії (періоду часу від завершення власне облаштування до його бажаної повної ефективності). Протягом цього періоду повені є ризиком для ділянки. І він зростає разом зі зменшенням ерозійного захисту після завершення робіт. Так зване суцільне облаштування берега зумовлює добрий протиерозійний захист у цій ситуації.

- Важливо: передумовою для успішного берегоукріплення є відсутність або попереднє припинення процесів глибинної ерозії, наприклад, шляхом розширення водотоку, а також залишення в ньому мертвої деревини.

Методом із середньою тривалістю початкової стадії, високим ступенем протиерозійного захисту берегового схилу вже невдовзі після завершення робіт та з високою гідравлічною стійкістю є вистилання вербовим хмизом (див. Рисунок 6). Цей метод облаштування підходить для струмків шириною до 7,5 м і може займати площу довжиною 2-10 м на береговому схилі.

Рисунок 6: Вистилання вербовим хмизом з укріпленням основи схилу в місцевості Лаасдорф, незадовго до завершення 20 квітня 2013 року (Джерело: Dittrich, 2013)

Переваги інженерно-біологічних методів облаштування

Інженерна біологія працює з природою, а не проти неї. Інженерно-біологічні методи облаштування довговічні, з низькими витратами на догляд та обслуговування. У порівнянні зі звичайними методами водогосподарського облаштування вони дають змогу бути „ближче до природи“. Саме для невеликих водотоків вони можуть бути більш економічно виправданою альтернативою, ніж технічні методи. Методи інженерної біології дають змогу впроваджувати ВРД ЄС на сталій основі. Наведений нижче список можливих переваг не претендує на повний:

- Розмаїття типів облаштування дає змогу вибрати підходящий для відповідного типу річки.
- Місцеві чагарникові насадження вводяться відповідно до місцезростання.
- Зімкнення крон чагарників над довшим відрізком водотоку поліпшує температурний баланс.
- Створені чагарникові угруповання достатньої ширини мають суттєво більшу захисну функцію, ніж внесення дрібнозернистого матеріалу та поживних речовин.

■ Всередині водотоку структурні поліпшення можливі вже навіть у ході берегоукріплювальних заходів.

■ За межами водотоку створюються середовища існування тварин і рослин.

■ Рослинний матеріал, необхідний для облаштування, зазвичай можна недорого отримати поблизу майданчика облаштування. Використання місцевих і відповідних місцезростання видів та матеріалів сприяє збереженню, охороні й примноженню природніх ресурсів.

■ Низькі затрати на виконання заходів із розвитку водотоків, особливо невеликих, без необхідності використання техніки.

■ Впроваджуючи заходи на невеликих водотоках і без використання техніки в не надто критичних ситуаціях, можна не боятися невдач. Навіть у такому випадку значних економічних втрат не буде, зате є можливість чомусь навчитися – „Learning by Doing“.

■ Покращення мікроклімату в шарах повітря поблизу поверхні ґрунту.

■ Покращення здатності до самоочищення.

■ Підвищення рекреаційної та естетичної цінності ландшафту.



Методи інженерної біології будуть відігравати значну роль також і в поствоєнний період відновлення України. Адже саме низькозатратні заходи, прості в подальшій експлуатації, дадуть можливість відновити екосистеми прибережних територій, які понівечені військовою технікою та впливом військового протистояння. Водночас застосування біологічних методів, таких як створення лісових і чагарникових захисних смуг уздовж річок сприятиме берегоукріпленню та зменшить проникнення у русла поверхневих стоків, а також залишкових забруднень після військових дій.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДНОГО РОЗВИТКУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В УКРАЇНІ

На даний час в Україні майже відсутній практичний досвід з відновлення водних екосистем, відсутні підходи і механізми відновлення річок, які у 70-80-ті роки минулого століття були понівечені меліоративними системами (які сьогодні, здебільшого, не працюють). Дані про гідрологічний, а тим більше – про екологічний стан малих річок відсутні. Іноді є змога знайти гідроморфологічні характеристики 50-річної давності. Але природний стан малих річок невідомий. Тобто відсутня „відправна точка“ для планування заходів із відновлення. Тому на даний час дуже важливо напрацювати підходи до розробки заходів із відновлення гідроморфологічних ознак.

Пілотні проекти як навчальний простір для планування та впровадження гідроморфологічних заходів

З метою набутти досвід складання планів заходів рекомендовано проводити пілотні проекти. Для цього по всій країні потрібно вибрати ряд поверхневих водних об'єктів. Вони обов'язково повинні перебувати за межами зон, уражених війною, і бути вільними від мін і нерозірваних снарядів. Під час вибору слід враховувати річковий ландшафт, тип річки, а також вид і ступінь пошкоджень. Пілотні проекти повинні включати для кожного водного об'єкта такі тематичні блоки:

- інвентаризація та її документування;
- розробка заходів та їхнє документування;
- робота з громадськістю та її документування в рамках розробки заходів;
- супровід впровадження хоча б одного заходу.

Для кожного поверхневого водного об'єкта слід створити робочу групу, яка збиратиметься щотижня. Принаймні один співробітник повинен знати ГІС (з міркувань вартості та продуктивності рекомендуємо Q-GIS). Кожну робочу групу очолює координатор, який має бути технічно компетентним, комунікабельним, готовим навчатися, приймати рішення та бути визнаним більшістю учасників.



Крім того, слід створити координаційний офіс для цих робочих груп, який відображає структуру, що відповідатимуть за комунікацію між Україною та ЄС у майбутньому. Завданнями координаційного офісу є організація та структурування щомісячних робочих зустрічей з координаторами (тривалістю від пів дня до цілого дня), які не в останню чергу слугують майданчиком для обговорень та обміну досвідом, реєстрація результатів, виявлення проблем, створення своєчасних і практичних рішень, тайм-менеджмент загального проекту, організація навчання для робочих груп, забезпечення необхідними робочими матеріалами та офісними ресурсами, розробка єдиної платформи даних включно з інфраструктурою для обміну даними, стандартизація методів і, за потреби, визначення специфікацій для тестування нових методів.

Інвентаризація шляхом картографування водних об'єктів

У проведенні інвентаризації центральну роль відіграє **картографування водних об'єктів**. Добра процедура картографування всебічно охоплює компонент „морфологія екосистеми“ та частково – компонент „процес стоку“. Таким чином згодом можна робити диференційовані висновки про дефіцити. Таке картографування структур веде до оптимальних результатів тоді, коли польові карти робив умілий персонал. Картографи також повинні вміти розпізнавати та документувати особливі ситуації, які виявляють під час польових робіт, але які не зазначені у списку критеріїв, належних до картографування (якщо вони, можливо, важливі для розробки заходів із покращення структури водного

об'єкта). Дані повинні бути доступні у відповідних базах даних. Для візуалізації та дослідження даних структурного картографування рекомендовано систему ГІС.

Розробка заходів із покращення структури водного об'єкта

Розпізнавання дефіцитів

Дефіцити отримаємо в результаті порівнянн між моделлю (еталонним станом) і поточним станом. Однак причини цих дефіцитів можуть розташовуватися зовсім в іншому місці, ніж те, де проявляються самі дефіцити. Тому обов'язковою основою для розробки заходів є гідроморфологічна модель. Гідроморфологічних моделей в Україні досі немає, тому рекомендовано розробляти їх просто зараз.

- Знання теорії режимів
- Знання гідравліки потоку (достатньо 1D-гідравліки)
- Інформацію про потенційно природний прояв структур водного об'єкта можуть містити:
 - ▶ історичні карти;
 - ▶ історичні аерофотознімки;
 - ▶ історичні картини ландшафту;
 - ▶ карти ґрунтів (протяжність колишніх заплав, якості ґрунтів);
 - ▶ геологічні карти (інформація про якості природних осадів);
 - ▶ за наявності – дані лазерних сканувань для розпізнання структур колишнього рельєфу;
 - ▶ ділянки водного об'єкта у стані, ще достатньо наближеному до природного.

Щоб скласти гідроморфологічні моделі, необхідна достатня експертність: тут може бути корисним обмін досвідом з гідротехніками, гідроморфологами та географами. Міркування повинні бути спрямовані на те, які фактори є вирішальними для прояву якісних гідроморфологічних компонентів у стані, що не зазнає впливу людини, і яке їхнє структурне співвідношення.

І лише на основі цієї моделі та фактичної ситуації, задокументованої в рамках картографування структури водного об'єкта, можна розпізнати дефіцити і мати змогу зробити наступні висновки:

- Розвиток яких ділянок вже є добрим? → Ймовірно, потрібен лише захист!
- На яких ділянках є незначні дефіцити? → Ймовірно, розвиток потребуватиме незначних затрат!
- На яких ділянках є значні дефіцити, і вони потребують покращення? → Ймовірно, розвиток потребуватиме значних затрат!

Розпізнавання обмежень

Після виявлення дефіцитів поточного стану в порівнянні з моделлю необхідно сформулювати граничні рамкові умови. Обмеження пов'язані з часом, тобто слід брати до уваги ті, які

неможливо виправити протягом терміну, визначеного ВРД включно з можливим продовженням. Як показує німецький досвід, обмеження у розвитку водотоків можна згрупувати у три категорії:

1 Правомірні об'єкти: населені пункти, будівлі, протипаводкові споруди (водосховища, дамби, водозбірники, греблі), транспортні споруди, об'єкти інфраструктури (електростанції, очисні споруди, наземні та підземні траси трубопроводів) тощо.

2 Правові підстави: права на водовідведення, водозабір та загачування, охоронні постанови для територій та об'єктів заповідного фонду, водного господарства та охорони пам'яток, погоджені проекти будівництва.

3 Плани та програми розвитку територій: плани землекористування та забудови, програми охорони природи тощо.

Розробка заходів

Для розробки заходів слід застосовувати наступні принципи:

■ Застосовуйте мислення процесами замість мислення результатами. Заходи мають спершу



створити передумови для якнайкращого перебігу самодинамічних процесів або ж для підтримання їх. Під таким кутом зору може бути цілком доцільною ренатуралізація з використанням екскаватора.

■ Аналіз першопричин вимагає експертних знань морфодинаміки, бо першопричини не обов'язково знайдуться там, де проявляються дефіцити.

■ Метою розвитку природних водних об'єктів є „лише“ добрий екологічний стан. Для цього не обов'язково всі дефіцитні ділянки водотоку слід покращувати до такого стану. Концепція крайового ефекту променя (див. вище) дає змогу використовувати підхід, за якого структурно добрі ділянки покращуватимуть структурно погані відтинки.

■ Заходи розробляють, пов'язуючи їх із процесом прогнозування. Спершу роблять прогноз щодо зміни окремих параметрів картографування в результаті екологічно обґрунтованих заходів структурного поліпшення. Тоді прогнозують нову, кращу структуру водного об'єкта. Якщо є змога водночас розробити заходи, які мінімізують надлишкове надходження дрібнодисперсного матеріалу, то, використовуючи цю прогнозовану „нову“ структуру водного об'єкта і ґрунтуючись на концепції крайового ефекту, можна передбачити, чи можливе досягнення доброго стану. Рекомендовано залучати лімнологів / водних екологів з експертним розумінням та не

доручати розробку заходів виключно класичним інженерам-гідротехнікам.

■ Заходи, передбачені у програмі, не обов'язково повинні виглядати як готовий до впровадження план. Радше, їх слід підпорядкувати типам заходів, які пізніше можна впровадити як окремі дії в рамках конкретного плану. Тим не менш, необхідно мати хоча б приблизне уявлення про ці можливі окремі дії.

■ З огляду на часової досяжності розроблені заходи можна розділити на „короткострокові“ (1-2 роки), „середньострокові“ (3-5 років) і „довгострокові“ (> 5 років).

■ Пріоритет слід віддавати заходам, які є сталими та недорогими.

■ Розробку заходів слід розуміти як повторюваний процес.

■ Адміністративні заходи, а саме санкції проти незаконної діяльності, також можуть бути відповідним заходом.

■ Рекомендовано зберігати результати планування заходів у системі ПС, щоб на цій основі, наприклад, можна було роздрукувати карти ділянок, на яких запланований розвиток, з короткими поясненнями (включно із вихідним та прогнозованим класами структури водного об'єкта) для інформування чи залучення громадськості.



Врахування думки громадськості

Із проектами запланованих заходів слід ознайомити тих, кого це стосується, для обговорення в рамках пілотного проекту, наприклад, у формі семінарів. Рекомендовано поінформувати про мету ВРД та причину робіт, а також пояснити, що думку громадськості згодом буде включено до планування фактичних заходів. Учасників обговорення слід попросити об'єднатися в невеликі робочі групи та записати свої коментарі до окремих заходів у заздалегідь підготовлених формах. Незалежно від цього можливі усні виступи. Заповнені форми додають до протоколу обговорення. Їх можна використовувати як основу для можливого коригування заходів, які, у свою чергу, слід задокументувати в GIS.

Впровадження заходів та моніторинг для отримання досвіду

Впровадження окремих обраних заходів рекомендовано доручити робочій групі. Це повинні бути заходи як для самостійного виконання, так і ті, що потребують аутсорсингу. Навчаючись на помилках, ви гарантуєте, що впровадження подальших заходів зможе відбуватися вже з необхідним досвідом. Щоб набути досвіду, слід перевіряти впроваджені заходи та моніторити їх, відвідуючи місця впровадження принаймні час від часу.



Цю аналітичну записку було підготовлено в рамках проекту „Розбудова потенціалу управління водними ресурсами на місцевому рівні в окремих регіонах України“. Цей проект фінансувало Федеральне міністерство довкілля Німеччини за кошти Програми консультативної допомоги (ВНР (ПКД)) для захисту довкілля в країнах Центральної та Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії та інших, що межують з Європейським Союзом, і за підтримки Федерального агентства з питань довкілля. Відповідальність за зміст цієї публікації несуть її автори та автори.

Видавець:

Незалежний інститут з питань довкілля
Greifswalder Straße 4
10405 Берлін
info@ufu.de
<https://www.ufu.de/>

У співпраці із:

Eco-Tiras
Str. Teatrala 11A
Кишинів
<https://www.eco-tiras.org/>

Автори:

Мартін Діттріх, Інститут прикладної екології та гідрології & Лілія Гричулевич, Чорноморський жіночий клуб

Редактор і координатор:

Ніколь Возни, Незалежний інститут з питань довкілля

Переклад:

Олеся Степанишин

Макет:

Ігор Слесаренко

лютий 2023 р.



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection

Umwelt
Bundesamt

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții din Republica Moldova

Діттріх, Мартін.

Значення інженерної біології для імплементації Водної Рамкової Директиви та Дорожньої карти ренатуралізації річок : Аналітична записка / Мартін Діттріх, Лілія Гричулевич ; редактор і координатор: Ніколь Возни ; переклад: Олеся Степанишин ; Eco-Tiras. – [Кишинів] : Б. и., 2023 (Arconteh). – [16] p. : fot., il.

Aut. indicați în caseta tehn. – [200] ex.

ISBN 978-9975-3602-0-3.

504.453(477)

Д 494