

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ РУСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ

О.М. КОЗИЦЬКИЙ, С.М. ВОРОШНОВ, Т.І. МІХОНОША, І.А. ШЕВЧЕНКО

Інститут гідротехніки і меліорації НААН

*Висвітлено методологічні засади організації та ведення системи моніторингу руслових процесів, що включають принципи організації, структуру, вимоги до організації системи спостережень, програму і склад робіт та шляхи реалізації.*

**Ключові слова:** руслові процеси, моніторинг, деформації русел, наноси, система спостережень

**Актуальність проблеми.** Інтенсивне техногенне навантаження на навколишнє середовище протягом останнього століття зумовило значні зміни у функціонуванні природних екосистем, які в багатьох випадках набули незворотного характеру. Особливо загрозливих масштабів ці процеси сягнули в басейнах гірських річок, де відмічено значну активізацію ерозійних процесів на водозборах та інтенсивне зростання руслових і заплавних деформацій. Інтенсивне врізання русла, переформування берегів, блукання русел у межах заплав, масивні накопичення наносів, руслові затори, звали потоку і зростання швидкості, підмиви та розмиви основ гідротехнічних споруд спостерігаються практично під час кожного руслоформувального паводка. На гірських ділянках річок, де в межах річкових заплав і прибережних схилів розміщена основна житлова і комунальна інфраструктура, незворотні руслові деформації є одним з головних чинників паводкової небезпеки.

© О.М. Козицький, С.М. Ворошнов, Т.І. Міхонша, І.А. Шевченко, 2010  
Меліорація і водне господарство. 2010. Вип. 98

У зв'язку із зростанням частоти та інтенсивності катастрофічних паводків особливо актуально постало завдання створення ефективного плану управління паводковими ризиками, важливою складовою якого є управління русловими процесами. Необхідною умовою успішної реалізації зазначеного плану та забезпечення експлуатаційної надійності схем регулювання є створення системи прогнозування руслових деформацій, що базується на матеріалах комплексних моніторингових досліджень за русловими процесами. Потреба створення системи моніторингу річок, гідротехнічних споруд та екзогенних процесів на схилах передбачена Державною програмою комплексного протипаводкового захисту в басейні р.Тиса у Закарпатській області на 2002–2006 рр. та прогнозом до 2015 р.

**Сучасний стан проблеми.** Різноманіття форм прояву руслових процесів, мінливість морфологічної будови русел, складу наносів, гідрологічного режиму і особливо обмежуючих чинників є причиною відсутності єдиних загальноприйнятих теоретичних методів розрахунку руслових деформацій. На сьогодні практично відсутня система прогнозів, яка б на всіх структурних рівнях руслових процесів задовольняла практичні вимоги. Порівняльний аналіз розрахунків стоку наносів, початкових швидкостей розмиву й акумуляції наносів, планових і вертикальних деформацій, виконаних на основі існуючих теоретичних та емпіричних методик, показують значні розбіжності результатів, що інколи сягають десятків разів. Важливою причиною незадовільного стану розвитку руслових прогнозів є майже повна відсутність матеріалів безпосередніх натурних досліджень за динамікою процесів руслоформування, що зумовлено значними матеріальними затратами на виконання досліджень, складністю вимірювань (особливо в паводкові періоди), а також відсутністю необхідної інструментальної бази. Через відсутність матеріалів спостережень за стоком донних наносів та динамікою руслових форм є практично неможливою апробація теоретичних методів розрахунку, а також емпіричних регіональних розрахункових за-

лежностей, отриманих у процесі періодичних наукових натурних та лабораторних досліджень.

В Україні на базі існуючих систем спостережень уже частково функціонують окремі блоки державної системи моніторингу довкілля (ДСМД), що забезпечують отримання інформації про гідрологічний режим поверхневих вод і оцінку якості води. Ложе русла і заплави є такою самою складовою водного об'єкта, як і русловий потік, але будь-які режимні або систематичні спостереження за русловими процесами (окрім стоку завислих наносів) в Україні не проводяться, що негативним чином відображається на достовірності гідроморфологічних розрахунків.

Комплексні експедиційні гідроморфологічні дослідження на річках Українських Карпат виконувалися в 70-х і на початку 80-х років минулого століття, коли співробітниками Інституту гідротехніки і меліорації та Інституту гідромеханіки було виконано оцінку замулення та занесення найбільших водосховищ, закладено дослідні гідроморфологічні створи спостережень за інтенсивністю планових і глибинних деформацій та контрольні ділянки спостережень за динамікою руслових мезо- і макроформ. Результати виконаних досліджень наведено в наукових публікаціях, використано в методичних та нормативних документах, але вихідні матеріали досліджень, як і закладена мережа спостережень, переважно не збереглися. Практично втраченими також є багаторічні матеріали натурних гідроморфологічних досліджень (великомасштабні плани русел, поперечні і поздовжні профілі русел, склад наносів тощо), що виконувались під час проектних вишукувань на ділянках регулювання і гідротехнічного будівництва. Експедиційні гідроморфологічні спостереження в руслах річок Українських Карпат було відновлено тільки після проходження руйнівних паводків на Закарпатті в 1998–2001 рр. В останні роки такі роботи ведуться співробітниками кафедри гідрології і гідроекології КНУ імені Тараса Шевченка, якими закладено мережу стаціонарних гідроморфологічних створів та розпочато формування електронної бази даних на основі геоінформаційних технологій [1], а також інститутом Львівді-

проводгосп [2], яким на базі закладеної на місцевості в 1998 р. опорної топографо-геодезичної основи започатковано роботи з виконання комплексного гідроморфологічного моніторингу і проведення дослідження руслових процесів на окремих ділянках рр. Тиса, Прут, Стрий та Дністер. Закладена опорна геодезична мережа на р. Тересва включає 327 геодезичних пунктів, для яких складено каталог координат та картки закладання, де показано схеми місцезнаходження опорних знаків, їхні координати, опис місцевості та типи реперних знаків. Усі гідроморфометричні створи нанесено на топографічні плани річкової долини в масштабі 1:2 000. Виконані роботи можуть бути еталонною основою для закладання систем моніторингових спостережень на усіх річках Українських Карпат.

Важливим етапом у процесі організації МРП є створення геоінформаційних Інтернет-карт річкових басейнів, роботи над якими завершуються (для регіону Карпат) у Вінницькому національному технічному університеті на замовлення Держводгоспу.

У 2010 р. в Інституті гідротехніки і меліорації НААН (відповідно до Програми НДР, затвердженої рішенням Президії УААН від 21.04.2005 р., протокол № 6), підготовлено проект методичних вказівок «Організація і ведення моніторингу руслових процесів».

**Метою моніторингу руслових процесів (МРП)** є досягнення необхідного рівня інформаційного забезпечення про характер та інтенсивність руслових процесів на річках, каналах і внутрішніх водоймах, їхнього прогнозування та розроблення управлінських рішень щодо ефективного регулювання.

**Основними завданнями організації МРП є:**

- розроблення організаційної та територіальної структури моніторингу, забезпечення умов його функціонування на основі інтеграції відомчих та регіональних мереж в єдину систему спостережень;
- узгодження і координація дій між суб'єктами моніторингу щодо забезпечення повноти моніторингу, однорідності банку даних та сумісного прогнозу й управління процесами;

- організація системи спостережень за характером та інтенсивністю руслових деформацій, динамікою поздовжнього профілю річкових русел і руслових форм, переформуванням берегової зони озер і водосховищ, замуленням та занесенням водою, русловим і площинним стоком наносів, екзогенними гідродинамічними процесами на схилах тощо;

- розроблення програми робіт і методичного забезпечення для досягнення необхідної репрезентативності, однорідності й точності отриманих даних натурних та лабораторних досліджень;

- створення сучасних комунікаційних систем передачі даних, автоматизованих систем їхнього оброблення та систематизації з використанням сучасних геоінформаційних технологій;

- формування і систематизація басейнових і національної баз даних та створення єдиної геоінформаційно-довідкової системи МРП;

- інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі управління русловими процесами.

**Принципи організації.** Моніторинг руслових процесів є складовою системи багатоступеневого моніторингу довкілля, яка передбачає узгодження і координацію дій між окремими відомствами ведення моніторингу шляхом його диференціації в межах окремих підсистем, побудований на принципах сумісності з іншими системами ДСМД, має єдині з ними форми обліку і водночас враховує особливі вимоги до інформаційного забезпечення завдань прогнозу й управління русловими процесами. Його функціонування передбачено у вигляді відкритої геоінформаційної системи, пріоритетами якої є захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства, збереження річкових природних екосистем, забезпечення стійкості русел та запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Організація МРП базується на загальних принципах концепції Державної системи моніторингу довкілля України (ДСМД):

- узгодженні нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення, сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення її складових;
- систематичності спостережень за русловими процесами та техногенними об'єктами, що впливають на них;
- своєчасності отримання, комплексності оброблення та використання інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу;
- об'єктивності первинної, аналітичної і прогнозної інформації та оперативності її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення України, зацікавлених міжнародних установ та світового співтовариства.

Організаційна структура МРП обумовлена особливостями процесу руслоформування, як інтегрального результату взаємодії низки чинників, що досліджуються в інших блоках ДСМД. Ефективне функціонування МРП можливе на основі поєднання спеціальних спостережень за динамікою руслових переформувань та гідрологічних, гідроморфологічних і геологічних матеріалів, тому система МРП ґрунтується на використанні існуючих організаційних структур суб'єктів виконання і функціонує на основі єдиного нормативного, організаційного, методологічного і метрологічного забезпечення, об'єднання складових та уніфікованих компонентів цієї системи. Організаційна інтеграція суб'єктів МРП на всіх рівнях здійснюється згідно з програмами, поданими суб'єктами МРП та укладеними між ними угодами про спільну діяльність під час здійснення МРП на відповідному рівні. Угоди про спільну діяльність між суб'єктами системи моніторингу повинні забезпечити раціональний розподіл завдань і обов'язків, взаємну інформаційну підтримку рішень та координацію дій під час проведення спільних заходів, ефективне використання наявних організаційних структур, засобів спостережень, сприяння ефективному розв'язанню завдань [3].

Враховуючи просторовий і динамічний характер руслових процесів, ведення МРП повинно виконуватися з використан-

ням ГІС-технологій, що є найбільш зручним, ілюстративним і ефективним методом дослідження руслових процесів, який забезпечує найбільш якісне збереження і представлення інформації, демонстративну наочність процесів і можливість оперативної оцінки кількісних та якісних показників динаміки руслових деформацій. Основою ГІС є дані з просторовими координатами, зв'язаними з конкретними об'єктами на місцевості. Просторова організація систем даних, які оформляються в окремі тематичні шари цифрової карти, дає можливість зіставляти різні типи даних та виявляти кореляційні залежності між ними. Тематичні шари карти можна довільним способом накладати один на одного, що дає змогу виявити нові закономірності природних процесів.

**Структура моніторингу.** Вищою ланкою МРП на національному рівні є центр МРП у складі Національного центру моніторингу довкілля (НЦМД), який забезпечує організаційне і фінансове забезпечення МРП, узгоджує програму моніторингу, що надається Держводгоспом (склад робіт, терміни і періодичність виконання, форми звітності й передачі інформації, завдання для суб'єктів нижчих рівнів МРП), здійснює координацію робіт з іншими блоками ДСМД, науковими, проектними, господарськими установами. Безпосередня організація і ведення МРП здійснюються Держводгоспом (на який покладено основні розпорядчі функції щодо догляду за річками, переформуванням берегів водойм і управління паводковими ризиками), Держгідрометом (базовою структурою в системі моніторингу вод у частині спостережень за гідрологічним режимом річок і водойм), їхніми структурними підрозділами на місцях, а також іншими зацікавленими відомствами, установами та організаціями, що є суб'єктами господарювання в долинах річок. Фінансування робіт зі створення і функціонування системи МРП здійснюється відповідно до порядку фінансування природоохоронних заходів за рахунок коштів, передбачених у державному та місцевих бюджетах згідно з законодавством, а також за рахунок інноваційних фондів у ме-

жах коштів, передбачених на природоохоронні заходи, міжнародних грантів та інших джерел фінансування.

На регіональному рівні створюються головні басейнові управління (ГБУ), якими здійснюється оброблення і аналіз матеріалів спостережень, що надходять зі спостережної мережі, формується регіональний банк даних, забезпечується координація робіт та збір даних спостережень інших регіональних блоків ДСМД, виконується аналіз руслоформувальних чинників та руслових деформацій, забезпечується зв'язок з користувачами інформації на регіональному рівні. ГБУ забезпечують організацію роботи спостережної мережі та постійно співпрацюють з науковими, проектними і громадськими організаціями, виконують розрахунки прогнозів руслових деформацій, розробляють рекомендації щодо управління русловими процесами та на договірних умовах передають їх користувачам. ГБУ створюються в басейнах річок що безпосередньо впадають в Чорне море (Дністер, Південний Буг, Дніпро), в річки вишого порядку, які протікають за межами України (Тиса, Сян, Сірет, Прут, Західний Буг, Сіверський Донець), а також басейни малих річок Криму і Азовського моря (включаючи безстічні райони). Їм підпорядковуються басейнові управління річок нижчого порядку (БУ), що створюються за необхідності. Кількість БУ визначається залежно від розвитку гідрографічної мережі в басейні (кількості річок нижчого порядку), інтенсивності руслових процесів і техногенного навантаження.

На найнижчому локальному рівні МРП представлений стаціонарною системою гідроморфологічних полігонів, що включають руслові дослідні ділянки загальних і детальних досліджень, створи стаціонарних спостережень (самостійних або суміщених з постами гідрологічних чи інших спостережень) та ділянки маршрутних спостережень. Локальна мережа спостережень забезпечується постійним штатом, що виконує регулярні спостереження, первинне оброблення і передачу результатів у басейнові управління. Спостереження на



стаціонарних та маршрутних ділянках відповідно до програми робіт можуть виконуватися (самостійно або сумісно) персоналом постів, басейнових управлінь, експлуатаційних організацій відомств, що є суб'єктами господарювання в басейні річки. Інформація з локальної мережі МРП передається в БУ, а за необхідності — безпосередньо в ГБУ.

**Організація системи спостережень.** Інфраструктура системи спостережень створюється на підставі відповідних технічних завдань і проектів, затверджених у встановленому порядку. Технічні завдання і проекти підлягають реєстрації в Мінприроди. Організація системи спостережень включає:

- рекогносцирувальне обстеження ділянки запланованих моніторингових досліджень з метою організації системи спостережень;

- визначення ділянок розміщення полігонів гідроморфологічних досліджень, ділянок загальних та детальних спостережень, рейдових маршрутів і гідроморфологічних створів, закріплення їх на місцевості та топографічній основі;

- топографо-геодезичне забезпечення спостережної мережі та облаштування опорних знаків виконання спостережень.

Спостереження в системі МРП ведуться на спеціально обладнаних гідроморфологічних полігонах (ГМП) та включають ділянки детальних (ДДС), загальних (ДЗС) і спеціальних (ДСС) спостережень. У межах дослідних ділянок розміщується не менше двох гідроморфологічних створів (ГМС). ГМП включає від однієї до трьох ДЗС і стільки ж ДДС залежно від морфологічних умов річки, наявності ділянок регулювання та інших впливів [4]. За необхідності визначають ділянки спеціальних досліджень у місцях розміщення гідротехнічних споруд та в зоні їхнього впливу, на ділянках формування конусів виносу наносів, інтенсивних гравітаційних процесів на схилах, в районі впадіння приток, локальної активізації руслових процесів, у місцях звалів потоку тощо. Усі вимірювання на ГМП і ГМС повинні бути пов'язані з матеріалами багаторічних гідрологічних спостережень на гідрологічних постах. Якщо

ГМП знаходяться на значній відстані від гідрологічних постів, то на ГМС влаштовуються тимчасові гідрологічні пости. Детальними режимними гідрогеографічними дослідженнями повинні бути охоплені усі фази гідрологічного режиму. Періодичність виконання досліджень встановлюють залежно від інтенсивності руслоформувальних процесів на ділянці, її народногосподарського і природоохоронного значення.

**Програма і склад спостережень.** До спостережень у системі МРП повинні входити наступні етапи виконання: підготовчі камеральні роботи, організація системи спостережень, виконання спостережень, оброблення та аналіз матеріалів спостережень, звітна документація.

Підготовчі камеральні роботи включають:

- загальний фізико-географічний аналіз природних умов, оцінку антропогенного навантаження в басейні та його впливу на функціонування річкової екосистеми, зокрема руслові процеси і стік наносів;

- ретроспективний (історичний) аналіз умов формування річкової долини та русла.

Виконання спостережень передбачає:

- загальні спостереження на стаціонарних гідроморфологічних полігонах;

- детальні спостереження на морфологічних створах і ділянках;

- періодичні маршрутні спостереження на рейдових магістралях;

- епізодичні візуальні та інструментальні маршрутні спостереження вздовж річки, за межами стаціонарних гідроморфологічних полігонів

Звітна документація повинна охоплювати комплекс попередньо опрацьованих текстових, табличних та картографічних матеріалів, що вміщують усі результати виконаних спостережень.

Організація системи спостереження МРП і виконання програми робіт, що передбачені в проекті Методичних вказівок, потребують значних фінансових витрат, тому його створення

планується на базі існуючих систем спостережень Державного моніторингу вод, моніторингу геологічного середовища, структурних підрозділів Держгідромету і Держводгоспу та інших установ, що є суб'єктами господарювання в межах річкових долин.

**Висновки.** Утворення системи спостережень МРП (в передбаченому обсязі) — тривалий процес, що потребує значних затрат, тому його організація потребує поетапного виконання робіт протягом періоду, що може тривати декілька десятиріч залежно від умов фінансового забезпечення.

Головною метою на першочерговому етапі організації МРП є:

- збір і систематизація матеріалів натурних спостережень, що виконувалися в попередні роки в ході проведення наукових та проектних вишукувань ;
- створення геоінформаційної картографічної основи річкових басейнів і долин та нанесення на неї матеріалів попередніх вишукувань;
- розроблення єдиного нормативного, організаційного, методологічного і метрологічного забезпечення виконання робіт;
- узгодження завдань проектних та інших гідроморфологічних вишукувань (виконання яких передбачається в долинах річок) з басейновими програмами моніторингу.

На наступних етапах організації МРП складаються коротко- і довготермінові басейнові програми моніторингу, що узгоджуються між суб'єктами моніторингу. Довготермінові басейнові програми МРП повинні передбачати перспективну структуру організації мережі спостережень (кількість і розміщення дослідних полігонів, ділянок та створів), яка б максимально забезпечила інформацію відповідно до потреб користувачів МРП. Короткотермінові програми мають забезпечувати поетапний розвиток мережі спостережень і її технічного оснащення. Черговість вибору ділянок спостережень визначається залежно від інтенсивності руслових деформацій та ймовірності їхньої активізації на ділянці річки, рівня па-

водкового ризику, наявності інфраструктури спостережень, на зарегульованих ділянках русла або в зоні можливого гідротехнічного проектування тощо.

1. *Ободовський О.Г., Онищук В.В., Гребінь В.В., Розлач З.В., Коноваленко О.С., Яцюк М.В.* Руслові процеси річки Лімниця. — К.: Ніка-центр, 2010. — С. 110–124.

2. *Якушев А.* Гідроморфологічний моніторинг річок Українських Карпат – основа підвищення надійності гідротехнічних споруд // Водне господарство України. — 2010. — № 5. — С. 7–9.

3. *Постанова* Кабінету Міністрів України №391 від 30.03.98 р. «Положення про державну систему моніторингу довкілля» (зі змінами).

4. *Методические рекомендации УГКС по сетевым русловым наблюдениям.* — Л.: Гидрометеиздат, 1981.

*Отражены методологические принципы организации и ведения системы мониторинга русловых процессов, которые включают принципы организации, структуру, требования к организации системы наблюдений, программу, состав работ и пути реализации.*

*The article presents the methodological principles of monitoring system organization and control for river bed evolutions, that include the principle of organization, structure, monitoring system requirements, programme, work scope and implementation ways.*