

ВИКОРИСТАННЯ СТЕРЕОФОТОГРАМЕТРІЇ ПРИ ГІДРОЛОГІЧНИХ ВИШУКУВАННЯХ

Канд. техн. наук, доцент Белятинський А. О.

Вступ

Велика кількість зруйнованих мостових переходів, заплавлених насипів та регуляційних споруд на Україні, а особливо в Закарпатті, ставить питання про необхідність більш надійної організації безпечного руху на мостових переходах, для цього на стадії проектування необхідність більш достовірного визначення витрат води, встановлення руслових деформацій та ін. Останнім часом, підвищення надійності отримання вихідних даних досягають шляхом гідрологічного моделювання, яке з успіхом застосовується поряд з геоінформаційними системами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Стоки дощових паводків можуть бути розраховані за формулою МАДІ/Союздорпроекта, за формулою граничної інтенсивності, за редуційною формулою, за регіональними формулами України. Стоки талих вод можуть бути розраховані по СНиП 2.01.14-83 та за регіональними нормами України. Розрахунок виконується для штучної споруди мостового переходу, розташованого на відповідному пікеті вибраної полілінії.

Провідні системи гідрологічного моделювання і прогнозування повені такі, як HEC-RAS, MIKE 11, CREDO, SMS, та інші дають можливість прогнозувати не тільки дату початку повені, а й за допомогою цифрової моделі рельєфу місцевості установити зони, які будуть затоплені, що надзвичайно необхідно знати для організації безпечного руху та прийняття необхідних заходів для збереження від руйнування мостових переходів та інших інженерних споруд.

З цією метою 19 червня 2003 року відбулося відкриття першої української автоматичної гідрометеорологічної станції з супутниковим зв'язком у м. Свалява Закарпатської області. Початок роботи першої автоматичної гідрометеорологічної станції з супутниковим зв'язком виконано за фінансовою підтримкою в рамках заключеного Міжнародного меморандуму про взаєморозуміння.

Такі станції будуть надані Закарпаттяводгоспу, як об'єкту технічної допомоги і їх планується встановити у місцях, де передання даних спостереження з станції за допомогою радіозв'язку є ненадійним, а під час розвитку екстремальних метеорологічних ситуацій, як показує практика, не гарантованим. Нещодавно встановлені дві станції з супутниковим зв'язком на річці Латориця в м. Свалява та с. Підполоззі Закарпатської області, які використовуються для завчасного попередження паводкових ситуацій та пом'якшення наслідків катастрофічних паводків на Закарпатських річках через використання сучасних комп'ютерних технологій, космічного зв'язку, обробку та отримання даних через мережу Internet та щогодинного отримання даних в реальному масштабі часу. Це звичайно тільки початок великих технічних перетворень. Наприклад, для порівняння, в США, тільки на території штату Північна Дакота, що регулярно потерпає від паводкового затоплення, розташовано біля 6000 автоматизованих станцій комплексних гідрометеорологічних спостережень. На території Закарпатської області, яка хоч і менше за розмірами, знаходиться 10 метеостанцій, 2 автоматизованих та 36 неавтоматизованих гідропостів.

Постановка задачі

Для розв'язання наукових проблем, пов'язаних з проектуванням мостових переходів, застосовують аналітичні методи з розробкою математичних моделей, а також статистичні методи, що ґрунтуються на певних спостереженнях за конкретними явищами. Також доцільно використовувати космічну зйомку та аерометоди при вивченні руслового процесу, дослідженні кінематики потоку та визначення витрат води на річках. Найбільш перспективними методами натурних досліджень є методи із застосуванням стереофотограмметрії, які дозволяють отримати відповідну інформацію стосовно значної частини території, або на всій території що досліджується, однак ці дослідження пов'язані з подальшою обробкою. Тобто, зондування Землі з космічних апаратів дозволяє поряд з дослідженням глобальних процесів та явищ вирішувати практичні задачі. Маючи на увазі це, створено теоретичні основи та обґрунтування, а також комп'ютерні технології для дистанційного зондування при гідрологічних розвідуваннях при проектуванні, обстеженні та реконструкції мостових переходів. Матеріали космічного фотографування можуть широко застосовуватися

для аналізу та оцінки руслового процесу, тобто, по-перше, визначення типу руслового процесу на певній ділянці ріки. Тим самим, встановлюється схема деформації річкового русла та заплави, типових для досліджуваної ділянки, що дає можливість передбачити ті несприятливі наслідки, які можуть виникнути на ділянці споруди мостового переходу. Оцінка планової деформації русла проводиться за матеріалами аерофотозйомок, виконаних через певний проміжок часу. Співставлення аерофотознімків різних років, знімання великих по довжині ділянок рік показало, що точність визначення планових суміщень залежить від багатьох факторів: інтервалу часу між співставленими зніманнями, масштабу зйомок, виду матеріалів, (фотопласт, фотосхема, фотознімок), термінів виконання аерофотознімань та їх якості.

Також слід мати на увазі, що при зведенні споруд, здатних змінити водний режим і стік наносів, руслові та заплавні утворення також можуть зазнавати значних змін, від зміни одного руслового процесу іншим. Зміна водного режиму чи зміна наносів може сприяти послабленню чи посиленню деформацій. Визначення типу руслового процесу і оцінка планових руслових деформацій мають велике практичне значення при проектуванні і будівництві мостових переходів. Невраховування цього фактору може призвести до руйнування вже існуючих споруд чи потребує проведення захисних заходів. Тому проведені дослідження мають безперечно допомогу щодо установаження оптимальних місць розміщення споруд, їх конструкції і найбільш ефективних захисних заходів. Матеріали космічного фотографування дають наочне уявлення про уявлення про зміну руслового процесу вздовж ріки. На широких заплавах ділянках можливе дешифрування будови заплави.

Використання аерофотознімків для морфологічних досліджень руслового процесу допоможе отримати типові кількісні характеристики розмірів мікроформ в руслі, виявити різновидності мандрування, створити розрахункові формули для визначення граничних глибин розмиву і наміву русла і зміщення брівок підмитих берегів, визначити критеріальні і осереднені гідроморфологічні залежності. Дуже важливо те, що аерофотознімання може бути виконане в різних масштабах для різноманітних ділянок досліджуваного об'єкту при різних рівнях води в річці, тобто, буде освітлювати різні морфологічні утворення. Дослідження динаміки затоплення і опорожнення заплав має велике наукове та практичне значення, та розробка способів фіксування зовнішньої картини розливів, тобто врахування всіх різноманітних факторів, впливаючих на ступінь затоплення заплави при проходженні хвилі повені а також способ послідовних аерофотозйомок затопленої заплави при повенях різної повторювальності. Слід враховувати, що повінь, викликана різними причинами, такими як: танення снігу навесні, довготривалі та сильні зливи, льодові затори, руйнування дамб і гребель. Залежно від кількості води, що стікає із водозабірної площі та характеру повені, рівень води в річках підіймається на висоту 1-3 м, а іноді і вище. Тому буде спостерігатися погіршення якості води в період повені, зумовлений руйнуванням берегової смуги та зливом із затоплених територій біологічних, хімічних та радіаційних забруднень і перерозподіл мулових відкладень. Регіональні дослідження процесів затоплення і опорожнення річкових заплав на всьому протязі ріки можливе лише за матеріалами космічних знімань. Використання матеріалів космічної зйомки дозволяє розробляти заходи щодо попередження руйнувань штучних споруд. Для цього провадиться визначення динаміки танення снігу, меж водозбірних басейнів та льодоставу, розміру незамерзаючої поверхні води, границь підтоплення під час паводку берегової смуги та рівня заповнення водоймищ. Одним з методів контролю розвитку весняної повені і прогнозування її можливих наслідків є порівняльний аналіз розвитку повені і прогнозування її можливих наслідків в поточному році в порівнянні із попередніми роками.

До того ж, слід зауважити, що інформативність матеріалів космічного фотографування (в масштабі 1:1000000) при зазначеному масштабі наближається до інформативності аерофотознімків. За даними космічних знімків надійно дешифруються межі заплави і її елементи.

Таким чином, матеріали космічного фотознімання в руслових дослідженнях можуть бути використані при розв'язанні таких задач: типізація руслового процесу і оцінка планових характеристик руслових форм, вивчення заплавних процесів і характеру заплав, визначення планових деформацій русел великих та середніх рік.

Дистанційне зондування дає можливість вирішувати гідрологічні завдання, а саме, оцінка еколого-санітарного стану річок, виявлення місць стічних вод, дослідження процесів абразії та ерозії, зсувів та розмивів берегів, визначення акумулювання відкладень на дні річок та обмілень, осушення та заболочення заплав.

Завдання гідрологічних вишукувань також були розглянуті на основі створення електронних карт та баз даних по гідрології району вишукувань, з використанням зібраних матеріалів.

Методика проведення вишукувань напрямку «Геоінформатика» базується на використанні геоінформаційної системи (ГІС) Sinteks ABRIS версія 2.3. для Windows. Сучасна ГІС — це автоматизована система, що

має велику кількість графічних і тематичних (векторних та атрибутивних) баз даних, поєднана з модельними та розрахунковими функціями для перетворення їх у просторову картографічну інформацію, тобто, для рішення кожної окремої задачі створюється в ГІС свій модуль.

Бази даних є необхідними компонентами ГІС, завжди повинні бути 3 типа даних: графічні, тематичні, і база даних умовних позначень. В графічних базах зберігається те, що умовно прийнято називати топографічною основою (перелік координат об'єктів). Тематичні або атрибутивні бази даних утримують в собі опис об'єктів графічних або векторних баз даних, так звану навантаження карти і доповнюючі дані, які відносяться до просторових, але не можуть бути нанесені прямо на карту — це описи території чи інформація, що знаходиться у звітах.

Растрове зображення — отсканована карта — лише прямокутна матриця точок (чи пікселів екрана). На практиці пропонується працювати з растром як з картою «підкладкою», що має координати кожної точки, для накладання координатно заданих об'єктів. Растровий прошарок уявляє собою картографічне зображення, елементарною чарункою якого є елемент регулярної прямокутної сітки. Картографічне зображення є інтегрованим, тобто, кожний окремий елемент растрового прошарку не несе в собі іншої інформації крім закодованої у кольорі. В рамках інтегрованого середовища Sinteks Skiller растрові прошарки слугують в якості підкладки під векторні прошарки і дозволяють уникнути багатовартої та тривалої процедури векторизації тієї картографічної інформації, яка необхідна лише для візуального аналізу, орієнтування та сприйняття електронної карти, ці завдання виконуються в растровому редакторі системи Sinteks abris — raster mapping. Особливістю використання ГІС є наявність матричної бази даних, яка базується на цифровій моделі рельєфу. Матрична база даних (прошарки типу поверхні) — це прямокутна сітка з однаковим кроком по X та Y, сторони якого орієнтовані по довготі та широті, а координата Z, являє собою абсолютну відмітку рельєфу у вузлах сітки. Таким чином, матрична база даних являє собою об'ємну цифрову модель рельєфу.

Усі види баз даних представляють собою набори даних (файли), що зберігаються на магнітних носіях. Також необхідними компонентами є системи введення і виведення інформації. Система введення — програмний блок, що відповідає за отримання даних, джерелами яких є різне електронне обладнання, такі як, дигітайзер, на якому виконується цифрування карт, сканер, інформація може бути введена вручну, з клавіатури чи отримана з іншої комп'ютерної системи. Система виведення ГІС призначена для представлення результатів роботи в виді, що зручний для користувача, для цього використовуються різноманітні принтери.

За матеріалами аерофотознімання та наземної стереофотограмметрії визначають витрати води на річках. Метод рідинних поплавків-інтеграторів в сполученні з аерофотографуванням виходу поплавків на поверхню води, а також використання натурних залежностей, забезпечують точність визначення витрати води 5-6 %. Також представлена методика для визначення витрати в процесі аерофотознімання з використанням спеціальних посудин, заповнених рідким індикатором. Установлені умови, коли потрібно використовувати той чи інший метод.

За допомогою методів фотограмметрії проводять дослідження з метою визначення умов відміток рівнів води, глибин і побудови профілів живого перерізу. В багатьох випадках виникає необхідність у визначенні умовних відміток рівнів води, особливо це стосується проведення таких вимірювань під час повені. Різниця між відмітками рівнів води під час повені та під час межені характеризує висоту затоплення заплави. Умовні відмітки рівнів води можна встановлювати звичайними методами за допомогою геодезичних інструментів, але найбільш ефективним є застосування методів фотограмметрії та космічних методів, за допомогою яких умовні відмітки рівнів води під час повені можна встановлювати на значних територіях регіона одночасно, не вкладаючи в цю роботу значних затрат. Профіль живого перерізу отримується як переріз лінії дна, проведений між нанесеними точками всіх вимірювань. Відхилення окремих вимірювань від осереднюючої профільної лінії не повинно перевищувати 10 % від середньої глибини ріки. Для русел що розминаються, профіль живого перерізу будують за результатами кожного окремого вимірювання.

Дослідження кінематики річкового потоку на ділянках значної довжини представляє практичний інтерес. Такого роду відомості при проведенні днопоглиблювальних і русловиправних робіт, при проектуванні різних споруд, розташованих на берегах річки або безпосередньо в руслі: водовипускників, водозаборів, мостових переходів. Проектування та будівництво таких ділянок неможливо без попереднього дослідження гідраліко-морфологічних характеристик рік, а саме, при вивченні їх кінематики. Ці дані необхідні для оцінки впливу потоку на насип і інші берегові споруди, обґрунтування правильності вибору напрямку вісі мостового переходу, розрахунку пропускної здатності стиснутого спорудами русла і для вирішення цілого ряду інших задач: вивчення швидкісного поля потоку по всьому перерізу русла. Проте отримання планів поверхневих швидкостей методами звичайної наземної гідрометрії, тобто шляхом запуску поплавків і засічки їх послідовних положень з берега, залишається достатньо громіздким та трудомістким процесом. Тому ви-

никла ідея про застосування аерометодів для визначення поверхневих швидкостей та побудови планів течії, має такі безумовні переваги, як: оперативність, надійність і можливість виконання в короткі терміни великих об'ємів робіт, що дуже важливо при нестійкому режимі рік. Найбільш істотним недоліком є обмеження методу метеоумовами. Серйозні труднощі при виконанні авіаробіт пов'язані із звивистістю рік. Кам'янисте ложе і великі повздовжні похили русла викликають підвищену турбулентність течії. Висока турбулентність потоку призводить до інтенсивного розмивання плям барвника навколо поплавків, що понижують їх дешифрування. Для підвищення дешифрування поплавків рекомендується здійснювати аерофотозйомку в більш крупному масштабі, а також застосовувати уранінові нестандартні поплавки, які дають пляму з більш високим ступенем концентрації барвника. Основний вплив на формування сумарної похибки вимірювання швидкості течії надає точність визначення масштабу, тому у зв'язку з цим, середнє квадратичне відхилення результату вимірювання швидкості течії практично не залежить від шляху зміщення поплавків і приблизно дорівнює 5-6 %. Тобто, цією похибкою характеризується точність визначення поверхневої швидкості в межах одиночного вектору траєкторії поплавка. Якщо значення цієї швидкості приписується конкретній точці простору, то це викликає додаткову похибку, пов'язану з особливостями структури поля поверхневих швидкостей. Структурні елементи поля швидкостей, обумовлені мікроформами, характеризуються амплітудою до 20% швидкості течії і кроком до 5-7 середніх глибин потоку в повеневий період. Отже, навіть на порівняно крупних річках, їх лінійні розміри не перевищують 50-80 м і всюди, як мінімум, в 1,5-2 рази менше одиночного вектора траєкторії поплавка. Тому на планах поверхневих швидкостей ці структурні елементи, як правило, не зображені. Похибка, пов'язана з ними, може досягати 5%. В зв'язку з цим, структурні елементи поля швидкостей, які пов'язані з мезоформами, простежуються на планах задовільно, а структурна похибка, пов'язана з ними, не перевищує 2-3 %.

За матеріалами аерофотознімання та наземної стереофотограмметрії визначають витрати води на річках. Метод рідинних поплавків-інтеграторів в сполученні з аерофотографуванням виходу поплавків на поверхню води, також використання натурних залежностей забезпечують точність визначення води 5-6 %. Також представлена методика для визначення витрати в процесі аерофотознімання з використанням спеціальних посудин, заповнених рідким індикатором. Установлені умови, коли потрібно використовувати той чи інший метод.

Висновки

Таким чином, можна зробити наступні висновки: за допомогою космічної зйомки та аерометодів стає можливим виконати якісніше та швидше весь процес гідрологічних робіт при проектуванні мостових переходів. Згодом, дані отримані на зазначених гідрометеологічних станціях дозволять прогнозувати затоплення будівель, інженерних споруд, автомобільних доріг, мостових переходів, які знаходяться в зоні майбутнього затоплення. Особливо корисним є аналіз зазначених зон за космічними знімками, за допомогою яких визначається стан заселеної території та це дає можливість швидко розробити заходи для попередження руйнувань викликаних катастрофічними паводками, підвищення безпеки руху за даними космічного моніторингу.

Література

1. Білятинський О.А. та ін. Проектування автомобільних доріг.— Ч. 1.— К.: Вища школа, 1997.— 517 с.
2. Большаков В.О., Белятинський А.О. Визначення витрат води під час повені фотограмметричним методом. У зб. «Вісник транспортної академії України та Українського транспортного університету». Вип. 2.— К.: 1998.— С. 64-67.
3. Белятинський А.О. Забезпечення безпеки руху на мостових переходах. У зб. «Безпека дорожнього руху України» № 2 (3).— К.: 1999.— С. 52-56.