РОЗДІЛ IV. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 681.518.3:504.064.3:004.94
DOI: 10.25140/2411-5363-2017-2(8)-89-98

Віталій Зацерковний, Марина Комар, Людмила Плічко, Сергій Кривоберець

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕНЕЙ

Актуальність теми дослідження. *Активізація в останні роки в Україні екзогенних геологічних процесів в силу різних природних і антропогенних процесів є дійсно загрозою – постає питання прогнозування і моделювання їх виникнення.*

Постановка проблеми. *У житті людства значне місце займають проблеми, зв'язані з подоланням наслідків дії НС, особливо повеней, катастрофічних затоплень і підтоплень територій, які є однією з основних соціально-екологічних проблем.*

Аналіз останніх досліджень і публікацій. *Дослідженнями питань паводків, повеней і пошуку оптимальних методик моделювання рельєфу, подання його структури з іншими географічними елементами та процесами, займались ряд науковців.*

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. *На сьогодення доцільніше витрачати кошти на створення систем моніторингу, прогнозування та профілактичні протиповіневі заходи, ніж на ліквідацію їх наслідків.*

Мета статті. *Є обґрунтування шляхів моделювання і прогнозування розвитку паводків для послаблення їхнього впливу за допомогою геоінформаційних технологій.*

Виклад основного матеріалу. *Для забезпечення умов проживання населення на території, що потерпає від повеней та підвищення рівня її екологічної безпеки необхідно вчасно визначити масштаби впливу затоплення, а найскладнішою проблемою, пов'язаною з вивченням повеней, є прогнозування максимально можливих величин підняття рівня й площі затоплюваних земель. Оскільки можливості ГІС у моделюванні, управлінні і об'єднанні просторової інформації роблять геоінформаційні системи потужним аналітичним інструментом – для побудови моделі затоплення Київської області використовувався програмний продукт ArcGIS.*

Висновки і пропозиції. *Використання ArcGIS в алгоритмах моделей геообробки для розв'язання задач прогнозування затоплень, може використовуватись як швидкодіючий і наочний експрес-аналіз.*

Ключові слова*: геоінформаційні технології; моделювання; прогнозування; повені; ArcGIS.*

Постановка проблеми. У житті сучасного людського суспільства значне місце посідають проблеми, пов'язані з подоланням наслідків дії надзвичайних ситуацій (НС), з подоланням кризових явищ, що призводять до людських втрат і величезних матеріальних збитків. Серед багатьох НС природного та техногенного походження особливе місце належить повеням, катастрофічним затопленням і підтопленням територій, які є однією з основних соціально-екологічних проблем сучасності.

Повені доставляють людському суспільству проблеми з найдавніших часів, проте сьогодні їх частота і розміри нанесеного ними збитку стрімко зростають.

Підтоплення – сучасний геологічний екзогенний процес, що відноситься до найбільш небезпечних для життєдіяльності людини, що має просторове розповсюдження, з ним пов'язані небезпечні процеси – зсуви, карст, просідання та осідання земної поверхні, зміна сольового стану, загальної та сейсмічної стійкості ґрунтів зони аерації.

Прояви аномальних гідрометеорологічних явищ останніх років (інтенсивна сонячна активність, зміни кількості атмосферних опадів, інтенсивні повені тощо) суттєво вплинули на стан геологічного середовища, що піддається впливу підтоплення. Незбалансована та безсистемна господарська діяльність на територіях розвитку природних екзогенних геологічних процесів (ЕГП) та їх залучення у сферу господарської діяльності створює реальні передумови для активного розвитку цих процесів та неминучих змін навколишнього середовища.

В останні десятиліття активізація ЕГП, що відбуваються на території України у зв'язку з глобальними змінами клімату, настанням циклічних періодів збільшення кількості опадів та підняттям рівнів підземних вод, надмірною зарегульованістю річок водосховищами та ставками, незадовільним функціонуванням або відсутністю у населених пунктах зливової каналізації, дренажу та інших систем водовідведення,

© Зацерковний В. І., Комар М. В., Плічко Л. В., Кривоберець С. В., 2017

неконтрольованим зрошенням присадибних ділянок тощо, стає реальною загрозою населенню й об'єктам господарювання, а отже, гостро постає потреба у своєчасному прогнозуванні їх виникнення, спрямованому на запобігання людських втрат і зменшення збитків, що ними наносяться.

В Україні негативні наслідки від повеней і підтоплень проявляються на 27 % території (165 тис. км²), де проживає майже третина усього населення. Практично не існує жодної території держави, де б не відчувався час від часу негативний вплив паводків і повеней [1].

Оскільки інформація про повені і підтоплення має просторову основу, то цілком зрозуміло, що інформаційною основою для задач моделювання і прогнозування повинна виступити геоінформаційна технологія, яка дозволяє розв'язувати задачі накопичення, збереження, оновлення й аналізу гідрологічної, гідрогеологічної і інженерно-геологічної інформації [2].

Аналіз попередніх досліджень. На сучасному етапі активно розвиваються дослідження вітчизняних учених, що відображено в роботах Я. О. Адаменка, Т. М. Безверхнюка, Л. Ф. Білоус, О. І. Бондаря, О. С. Волошкіної, А.І. Горової, Л. Д. Грекова, В. М. Гуцуляка, О. В. Диняк, П. С. Іванова, Ф. Я. Кіптача, М. О. Клименка, О. І. Клапоущака, І. П. Ковальчука, О. Є. Кошлякова, Г. Я. Красовського, М. С. Мальованого, Л. В. Міщенко, В. Г. Петрука, Л. Д. Пляцука, Г. І. Рудька, Я. М. Семчука, Т. А. Сафранова, О. М. Трофимчука, Б. А. Шелудченка, В. М. Шмандія, Є. О. Яковлева та багатьох інших, а також зарубіжних науковців Darnley A. Y., Yore A., Kloke A., Mann R. F., Nrjagu I. O., Pedro Y., Tornton I. so on.

Питання, пов'язані з паводковими явищами у західних регіонах та закономірностями їх поширення, причинами їх виникнення та повторюваності, розглядали такі науковці, як М. М. Сусідко, В. С. Олійник, С. М. Перехрест, О. О. Іщук [3] та ін.

Проблеми пошуків оптимальних методик математичного моделювання рельєфу, подання його структури з іншими географічними елементами та процесами досліджували у різні роки багато вчених. Зокрема, типи рельєфу та їх класифікацію проаналізував А. В. Бойко. Автоматизацію визначення структурних ліній із врахуванням геоморфології рельєфу досліджував Р. М. Рудий. Теоретичні і практичні аспекти цифрового моделювання рельєфу (ЦМР) висвітлені у працях О. М. Лобанова, В. Я. Фінковського, О. Л. Дорожинського. Детальному аналізу точності ЦМР, створених картометричним і фотограмметричним методами, присвячені праці Х. В. Бурштинської [4]. Алгоритми цифрового моделювання та методи апроксимацій поверхонь представлені у працях К. Крауса, Р. Фінстервальдера та ін. Н. Маркус успішно розв'язав практичні задачі цифрового моделювання рельєфу. За цей час створено десятки методів математичного моделювання рельєфу, розроблено класифікації ЦМР залежно від способів апроксимації рельєфу, розміщення вихідних точок моделі, способів підготовки вихідної інформації. Для апроксимації використовуються різні функції: алгебраїчні поліноми, ортогональні поліноми Ньютона, мультиквадрикові функції, сплайн-функції, ряди Фур'є тощо.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Як свідчить багаторічний досвід, без урахування даних прогнозування надзвичайних ситуацій (НС) неможливо планувати розвиток територій, приймати рішення щодо будівництва промислових і соціальних об'єктів, розробляти програми і плани з попередження та ліквідації можливих НС.

Особливістю паводків, як і деяких інших стихійних лих природного характеру, є те, що їх неможливо уникнути, однак їхній вплив можна послабити, локалізувати і при завчасному попередженні осіб, що приймають рішення (ОПР), і широких верств населення звести до мінімуму матеріальні втрати. Це досягається передусім за допомогою оперативного моніторингу і прогнозуванням паводкової ситуації, будівництвом та зміцненням

водозахисних дамб, прийняттям ефективних організаційно-рішень, своєчасного оповіщення населення і керівництва регіонів про можливість і масштаби повені тощо.

При цьому, як свідчить досвід зарубіжних країн боротьби з повенями і паводками, доцільніше витрачати фінансові ресурси на створення ефективної системи моніторингу, системи прогнозування та профілактичні протиповіневі заходи, ніж на ліквідацію їхніх наслідків.

Метою статті є наукове обґрунтування шляхів моделювання і прогнозування розвитку паводків для послаблення їхнього впливу за допомогою геоінформаційних технологій та показ можливостей та основних напрямків застосування геоінформаційного моделювання, підвищення рівня оперативності при прогнозуванні та візуалізації затоплення територій.

Об'єкт дослідження – процес моделювання зон затоплення територій.

Виклад основного матеріалу. Для забезпечення відповідних умов проживання населення на територіях, що потерпають від повеней та підвищення рівня екологічної безпеки цих територій, необхідно вчасно визначити масштаби впливу процесів затоплення, що надає можливість швидкого реагування на них шляхом прийняття відповідних управлінських рішень.

Повінь – тимчасове значне затоплення значної частини суші водою в результаті піднімання рівня води у річці, озері, водосховищі або морі, спричинене зливами, таненням снігу, вітровим нагоном води, руйнуванням дамб тощо, яке спричиняє великі матеріальні збитки та людські жертви.

Однією з найскладніших проблем гідрології, пов'язаних з вивченням повеней, є прогнозування максимально можливих величин підняття рівня та площі затоплюваних земель, оскільки від того наскільки правильно буде визначений можливий максимальний рівень води, залежить масштаб наслідків, а розмір збитку визначається зворотною залежністю від процентної забезпеченості повені. При визначенні ефективності регулювання повеневого стоку за граничну розрахункову площу приймають ту територію, яка затоплюється повінню 1 %-ї забезпеченості. Однак не менший інтерес становить аналіз імовірних наслідків і збитку при проходженні повеней 5 %, 10 % і 25 %-ї забезпеченості.

Залежно від причин повені природного характеру поділяють на:

– повені, зумовлені випаданням сильних опадів або інтенсивним таненням снігу (льодовиків) у її басейні річки;

– повені, що виникають внаслідок поєднання паводкових вод з льодоходом. Льодохід часто супроводжується заторами (нагромадження льоду в руслі ріки) або зажерами (скупчення внутрішньоводного льоду, що утворює льодяну пробку), які зумовлюють додатковий підйом води і затоплення нових територій. У разі прориву водою перешкоди може утворитися навальна хвиля, що створює небезпеку затоплення території, розташованої нижче за течією. Затори найчастіше утворюються на ріках, що течуть із півдня на північ, оскільки південні ділянки ріки звільняються від льоду раніше, ніж північні, і льодохід, що розпочався, зустрічає на своєму шляху перешкоду у вигляді льодоставу. Зажери утворюються у передльодоставний період і, за наявності незамерзаючих ділянок ріки, протягом зими;

– повені, що виникають під дією нагонного вітру. Вони спостерігаються на морських узбережжях і на гирлових ділянках рік, що впадають у море. Нагонне повітря затримує воду в гирлі, внаслідок чого підвищується її рівень у річці. Повені такого типу спостерігались у дельті Неви в Росії, в Голландії, Великій Британії, Німеччині та в інших регіонах земної кулі. Класичним прикладом такого типу повеней є повені в Санкт-Петербурзі (за час існування міста їх було понад 300). За своїми наслідками вони наближалися до найбільших повеней і цунамі;

– підтоплення. Причинами підтоплення є підвищення рівня ґрунтових вод унаслідок сильних опадів і несправності дренажних систем. Однією з причин підтоплення земель

є гідротехнічне будівництво, що може призвести до перерозподілу річкового стоку та перекриття природних шляхів дренування ґрунтових вод;

– гідрологічне стихійне лихо, викликане цунамі, теж розглядається як різновид повеней, хоч і має причини тектонічного характеру.

У режимі рік зазвичай виділяють водопілля, повінь і межень. Під водопіллям розуміють щорічно повторюваний в той самий сезон значний і доволі тривалий підйом рівня води у річці. Здебільшого водопілля викликається таненням снігу на рівнинах і дощовими опадами і відбувається весною. У гірських районах виділяють весняно-літнє водопілля, пов'язане з таненням снігу і льодовиків у високогірних областях і випаданням опадів. Повінь – це інтенсивний, порівняно короткочасний підйом рівня води, який спричинений дощами і зливами, іноді таненням снігу при зимових відлигах. Меженню називають період низької водності річок, що встановлюється в зимовий і літньо-осінній сезони, тому розрізняють зимню і літньо-осінню межень. У період водопілля і повеней рівень води в річках досягає найвищого значення, яке називається максимальним рівнем води в період водопілля або повені. Дані про максимальні рівні і витрати води за рік узагальнюються, оскільки вони мають найбільше значення при дослідженні повеней і організації боротьби з ними. Саме максимальний рівень визначає площу і глибину затоплень прибережних територіях. Дані про максимальні рівні води використовуються при проектуванні гідротехнічних споруд, а також житлових у господарських об'єктів, розташованих у прибережній зоні.

Для прогнозування і моделювання повені у тому чи іншому населеному пункті або області важливо враховувати загальну характеристику місця розташування, геологічних процесів, клімату, гідрографічної сітки та, звичайно, впливу антропогенних процесів на це явище [3].

Ключовими перевагами ГІС є: значне полегшення прийняття обґрунтованих рішень (автоматизація процесу аналізу та розробки звітів про будь-які явища, що пов'язані з просторовими даними, допомагає прискорити та підвищити ефективність процедури прийняття рішень); зручне для користувача відображення просторових даних (картографування просторових даних, у тому числі у тривимірному вигляді, у як найбільш зручному для сприйняття варіанті спрощує формування запитів та їх наступний аналіз); широка інтеграція даних усередині організації (геоінформаційні системи поєднують дані, накопичені в різних підрозділах органу публічного управління, або навіть у різних напрямах діяльності організацій цілого регіону. Колективне використання накопичених даних та їх інтеграція в єдиний інформаційний масив дає важливі конкурентні переваги та підвищує ефективність експлуатації геоінформаційних систем). ГІС можна використовувати для прогнозування різних явищ і процесів [5].

Розрахунок геометричних параметрів рельєфу передбачає обчислення об'єму його форм і площі реальної поверхні, а також площі проекції рельєфу на площину. До морфометричних параметрів рельєфу прийнято відносити кути нахилу і експозицію схилів, планову і профільну кривизну поверхні. Гідрологічні параметри включають в себе напрямок, лінії і акумуляцію стоку, а також річкову мережу і водозбірні басейни [4].

До інших параметрів рельєфу можна віднести параметри видимості: взаємну видимість двох точок і панорамний огляд з однієї точки. Гідрологічні властивості рельєфу можуть успішно застосовуватись у багатьох дослідженнях, орієнтованих як на господарське освоєння водних ресурсів, так і на прогноз негативних наслідків від їх використання. У зв'язку з цим особливу роль при обробці ЦМР засобами геоінформаційних технологій (ГІТ) відіграє геоінформаційне моделювання (ГІМ) гідрографічної мережі, водозбірних басейнів і територій затоплення. Створювані моделі у свою чергу дають необхідну основу для побудови більш складних карт: повеней і екологічної загрози гірських водосховищ.

ГІМ річкових басейнів – найбільш затребувана сфера практичного застосування ЦМР. Без нього в останній час не обходиться жодне гідрологічне і геоморфологічне дослідження.

Можливості ГІС щодо моделювання, управління та об'єднання просторової інформації роблять геоінформаційні системи потужним аналітичним інструментом. Моделювання зон затоплення за допомогою ГІТ дозволяє адміністративним територіальним органам і підрозділам МНС, що займаються прогнозом надзвичайних ситуацій і ліквідацією їх наслідків, виконувати задачі [2]:

– створювати банки цифрової просторової інформації на райони, найбільш схильні до природних і техногенних впливів; застосовувати їх для моделювання, прогнозування й оповіщення населення про можливі наслідки НС;

– створювати банки цифрової просторової інформації на окремі ділянки місцевості, на яких розташовані найбільш загрозливі з погляду НС об'єкти (греблі, газонафтосховища, хімічні підприємства).

Київська область розташована в середній течії річки Дніпра, в зоні Полісся й Лісостепу. Площа області – 28 131 км² (восьма за цим показником в Україні). На заході вона межує з Житомирською, на південному заході – з Вінницькою, на сході – з Чернігівською і Полтавською, на півдні – з Черкаською областями України, а на півночі – з Гомельською областю Білорусі.

Утворена 27 лютого 1932 року. В області нараховується 25 районів, 24 міст, у тому числі 12 обласного значення, 30 селищ міського типу, загалом 1127 населених пунктів.

Поверхня області – горбиста рівнина із загальним нахилом до долини Дніпра. За характером рельєфу поділяється на три частини. Північна частина зайнята Поліською низовиною (висота до 198 м). Лівобережжя займає Придніпровська низовина з розвиненими річковими долинами. Південно-західна частина зайнята Придніпровською височиною – найбільш розчленованою і припіднятою частиною області з абсолютними висотами до 273 м [1].

Клімат Київщини – помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить +7,2 °С. Пересічна температура найтеплішого місяця (липня) +19,5 °С, а найхолоднішого (січня) –6 °С. Опадів випадає в середньому 500–600 мм за рік, а найбільша їх кількість припадає на червень–липень. Осінь часто буває тепла й суха. Для літа характерна велика кількість сонячних днів і вегетаційний період тривалістю 198–204 дні [6].

Київщина має густу річкову мережу (177 річок завдовжки понад 10 км). Найважливіша водна артерія – Дніпро (довжина його в межах області – 246 км), його головні притоки – Прип'ять, Тетерів, Ірпінь, Рось (праві); Десна і Трубіж (ліві). На території області – Київське водосховище і частина Канівського водосховища (створені на Дніпрі). Усього в області – 13 водосховищ і понад 2000 озер [6].

Побудована авторами електронна карта Київської області за даними [6], представлена на рис. 1.

Київська область розташована у двох зонах, тому повені на цій території мають деякі відмінності.

У зоні мішаних лісів водний режим річок характеризується тривалою повінню та порівняно рідкими літніми й осінніми паводками.

Повінь розпочинається в першій половині березня і закінчується наприкінці квітня. Максимальна витрата весняної повені буває наприкінці березня – на початку квітня. Повінь триває 50–100 діб. Шар стоку повені становить 40–80 мм, або майже 55 % річного стоку. Модуль максимального стоку повені становить 50–200 л/с·км^2 [7].

Рис. 1. Адміністративна карта Київської області

Рис. 2. Карта паводків і водопілля Київської області

Межень тривала, літня – низька, зимова – середня за водністю. Середні місячні модулі стоку становлять близько 0,8 л/с·км^2. Зимова межень внаслідок частих відлиг значно вища від літньої. Об'єм літньо-осіннього стоку становить близько 25 %, зимового – близько 20 % річного стоку. Тривалість льодоставу сягає 100 діб, але за останні 20–25 років, у зв'язку зі змінами кліматичних умов, ця величина набагато менша [7].

Багаторічний водний баланс цієї зони, порівняно з іншими, має вищі значення складових: опади становлять 690 мм, стік – 110 мм, поверхневе випаровування разом з інфільтрацією – 580 мм [7].

У лісостеповій зоні водний режим характеризується весняною повінню, переважно літніми, а також осінніми та рідше зимовими паводками. Повінь починається з кінця лютого або першої половини березня. Максимум відмічається у середині березня або на початку квітня. Тривалість повені становить у середньому 50 діб. У маловодні роки на річках цієї зони повені взагалі не буває. Шари стоку повені коливаються від 10 до 90 мм. Навесні формується близько 65 % річного стоку [7].

Літні та осінні паводки спостерігаються переважно на річках з площами водозборів до 10 тис. км^2, а зимові – на всіх річках зони. Найбільша кількість паводків за рік сягає десяти. Максимальні модулі стоку літніх і осінніх паводків не перевищують 100–166 л/с·км^2 [7].

Меженний період тривалий – з травня по листопад. Модулі стоку літньо-осінньої і зимової меженей приблизно одного рівня – 0,3 л/с. У літньо-осінній період стікає 25–40 % річного стоку, а взимку – 10–15 %. Пересихання й перемерзання спостерігаються на річках із площами водозборів до 15 тис. км^2 [7].

Водний баланс за багаторічний період усієї лісостепової зони мало відрізняється від балансу Полісся. Опади тут становлять 635 мм, а стік – 85 мм, поверхневе випаровування разом з інфільтрацією – 550 мм [7].

Незважаючи на позитивні сторони досить великої мережі водних об'єктів, саме річки є представниками руйнівного природного явища. Оскільки на території Київської області створено два великі водосховища (Київське і Канівське), тому ризик значної кількості підтоплених території усунуто. Однак розливи річок є досить серйозною загрозою населенню, оскільки рівень підняття води може сягати більше 5 метрів (рис. 2).

Інвентаризація небезпечних з погляду екстремальних ситуацій антропогенних і природних об'єктів важлива для урахування можливого небезпечного впливу таких об'єктів при пошуку місць розміщення нових об'єктів, чутливих до їх впливу. Так, на-

приклад, знання зон і рівнів затоплення вздовж річки дозволяє уникати будівництва на затоплюваних ділянках. І йдеться не тільки про ділянки заплави, що піддаються щорічному затопленню, але й більш широких зонах, імовірність затоплення яких є незначною, наприклад, раз в 10 або 100 років [5].

Побудова прогнозної моделі зони затоплення включає в себе декілька етапів (рис. 3).

Рис. 3. Узагальнена схема побудови прогнозних моделей

Оскільки величина зони затоплення залежить від двох змінних – рельєфу і гідрологічних показників водного об'єкта, то на першому етапі важливо провести аналіз рельєфу досліджуваної території. На другому етапі для моделювання зони затоплення необхідно мати дані про основні гідрологічні показники досліджуваного водотоку (режим, витрати, рівень води тощо), після чого виконується розрахунок параметрів моделі. Третім етапом є безпосереднє моделювання за отриманими розрахунковими даними. Заключна частина роботи являє собою аналіз моделі зони можливого затоплення і виявлення наслідків підйому рівня води.

Робота з моделювання зони затоплення починається з побудови цифрової моделі місцевості, під якою розуміється сукупність різних шарів цифрової картографічної інформації на об'єкт моделювання.

Для побудови моделі затоплення Київської області використовувався програмний продукт ArcGIS з програмами ArcCatalog, ArcMap та ArcScene.

Першим етапом був підбір вхідних даних, для відображення всієї області одразу і побудови рельєфу за горизонталями, тому базовий масштаб топографічної карти становить 1 : 3 000 000. Оскільки метою моделювання є відтворення загальної картини підйому рівня води під час повені, а не конкретний аналіз певної річки.

Загальний вигляд оцифрованої території представлений на рис. 4. з виділеним для наочності кордоном, горизонталями та водними об'єктами. У середовищі ArcMap для топографічної карти Київської області була визначена картографічна проекція, необхідна для просторової прив'язки карти і подальшого цифрування. Оскільки для редагування зображення цієї території, необхідним є створення додаткових шарів, то була задіяна програма ArcCatalog, де зберігалися шейп-файли додаткових тематичних шарів.

Рис. 4. Оцифрована карта Київської області

Наступним етапом моделювання було створення TIN-моделі рельєфу. Оскільки рельєф є дуже важливим чинником для правильного прогнозування розливу річок, до для прогнозування використовувався спеціальний модуль Інструменти 3D Analyst (рис. 5, 6).

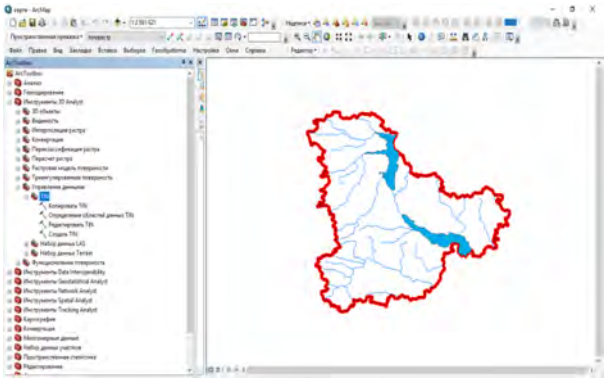

Рис. 5 Середовище ArcMap

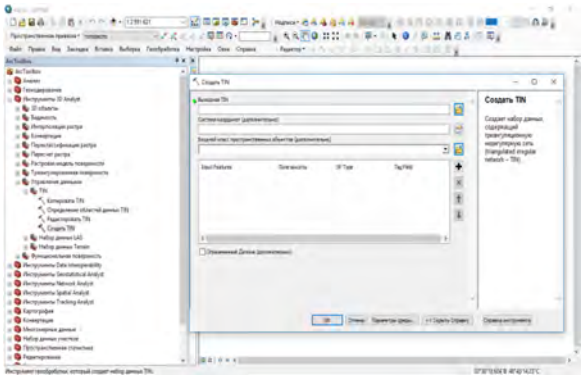

Рис. 6. Вікно створення TIN

Важливим компонентом моделювання є занесення даних в атрибутивні таблиці шарів їх висот і глибин для правильної побудови, оскільки без них програма буде працювати некоректно (з помилками). Готовий результат представлений на рис. 7.

Наступним етапом була робота в середовищі ArcScene, для створення 3D моделі розливу річок у Київській області.

Додаткові дані вносились лише в таблиці атрибутивних даних річок, оскільки водосховища захищені спеціальними спорудами – дамбами, тому вони не являються повененебезпечними об’єктами.

Модель Київської області з водними об’єктами та рівнем підняття води у них представлена відповідно на рис. 8 та рис. 9.

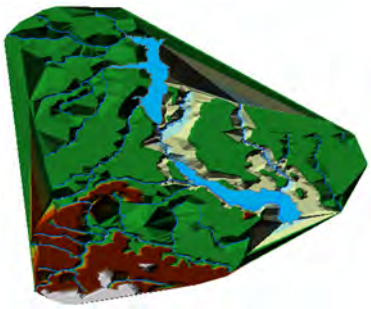

Рис. 7. TIN-поверхня Київської області

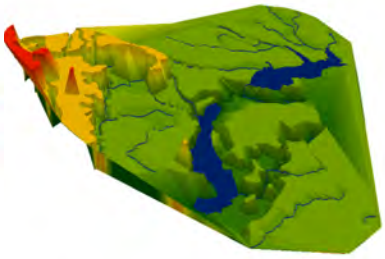

Рис. 8. 3D модель Київської області

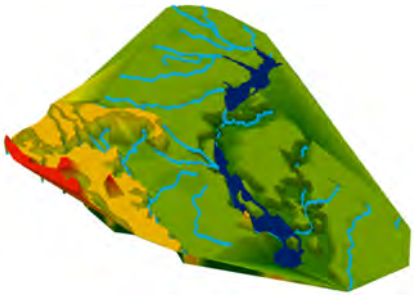

Рис. 9. 3D-модель Київської області з умовно змодельованими розливами річок

На рис. 9 світло-блакитним кольором показано межі розливу річки під час паводків або водопілля.

Висновки. Використання програмного забезпечення ArcGIS в алгоритмах моделей геообробки для розв’язання задач прогнозування затоплень може використовуватись як швидкодіючий і наочний експрес-аналіз [8].

Електронна карта з тематичними шарами зон затоплення дозволяє:

– оцінювати повеневу ситуацію в період високої забезпеченості повеней;

– органам місцевого самоврядування приймати ефективні управлінські рішення щодо проведення випереджувальних протиповеневих заходів.

Список використаних джерел

1. *Про затвердження* Комплексної програми захисту сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод на період до 2010 року та прогноз до 2020 року : Постанова Кабінету Міністрів України від 03.07.2006 р. № 901.

2. *Геоінформаційні* системи в науках про Землю / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, І. В. Віршило, В. К. Демидов. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.

3. *Бурштинська Х. В.* Використання ГІС-технологій для визначення динаміки гідрологічних змін рік / Х. В. Бурштинська // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів : Ліга-прес, 2003. – С. 205–210.

4. *Іщук О. О.* Прогнозування й оцінка наслідків екстремальних повеневих ситуацій засобами просторового аналізу ГІС / О. О. Іщук, Є. С. Середінін // Вісник геодезії та картографії. – 2000. – № 2. – С. 37–42.

5. *Геоінформаційний* аналіз просторових даних / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М.Гоголя, 2017. – 237 с.

6. *Київська область* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/Київська_область.

7. *Національний атлас України* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.igna.org.ua/maps_elektron.html.

8. *Зацерковний В. І.* Моделювання підтоплень територій населених пунктів за допомогою ГІТ / В. І. Зацерковний, М. Д. Богославський // Вісник астрономічної школи. – 2016. – Т. 12, № 1. – С. 38–43.

References

1. *Pro zatverdzhennia Kompleksnoi prohramy zakhystu silskykh naselenykh punktiv i silskohospodarskykh uhid vid shkidlyvoi dii vod na period do 2010 roku ta prohnoz do 2020 roku: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 03.07.2006 r. № 901 [On approval of the Comprehensive Program for the protection of villages and agricultural land from the harmful effects of waters until 2010 and Forecast till 2020: Resolution of Cabinet of Ministers of Ukraine on Jule 3, 2006 № 901]*.

2. Zatserkovnyi, V.I. Tishaiev, I.V., Virshylo, I.V., Demydov, V.K. (2016). *Heoinformatsiini systemy v naukakh pro Zemliu [GIS in Earth sciences]*. Nizhyn: NDU im. M. Hoholia (in Ukrainian).

3. Burshtynska, Kh.V. (2003). Vykorystannia HIS-tekhnolohii dlia vyznachennia dynamiky hidrolohichnykh zmin rik [The use of GIS technology to determine the dynamics of hydrological changes in rivers]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva – Recent advances in geodetic science and industry*. Lviv: Liha-pres, pp. 205–210 (in Ukrainian).

4. Ishchuk, O.O., Seredinin, Ye.S. (2000). Prohnozuvannia y otsinka naslidkiv ekstremalnykh povenevykh sytuatsii zasobamy prostorovoho analizu HIS [Prediction and assessment of the impact of extreme flood situations by means of GIS spatial analysis]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii – Journal of Geodesy and Cartography*, no. 2, pp. 37–42 (in Ukrainian).

5. Zatserkovnyi, V.I. Burachek, V.H., Zhelezniak, O.O., Tereshchenko, A.O. (2017). *Heoinformatsiinyi analiz prostorovykh danykh [Geoinformation analysis of spatial data]*. Nizhyn: NDU im. M.Hoholia (in Ukrainian).

6. *Kyivska oblast [Kiev region]*. Retrieved from https://uk.wikipedia.org/wiki/Kyivska_oblast.

7. *Natsionalnyi atlas Ukrainy [National Atlas of Ukraine]*. Retrieved from http://www.igna.org.ua/maps_elektron.html.

8. Zatserkovnyi, V.I., Bohoslavskyi, M.D. (2016). Modeliuvannia pidtoplen terytorii naselenykh punktiv za dopomohoiu HIT [Simulation of flooded areas settlements using GIT]. *Visnyk astronomichnoi shkoly – Bulletin astronomical school*, vol. 12, no. 1, pp. 38–43 (in Ukrainian).

Vitalii Zatserkovnyi, Maryna Komar, Liudmyla Plichko, Serhiy Kryvoberets

GIS TECHNOLOGIES IN PROBLEMS OF MODELING AND FORECASTING FLOODS

Urgency of the research. *The activation of exogenous geological processes in Ukraine in recent years due to various natural and anthropogenic processes is indeed a threat that raises the question of forecasting and modeling their occurrence.*

Target setting. *In the life of mankind such problems occupy a significant place. These are problems connected with overcoming the consequences of the action of emergency, especially floods, catastrophic flooding and flooding of territories, which are one of the major socio-ecological problems.*

Actual scientific researches and issues analysis. *Studies of floods issues, floods and searching for optimal techniques for modeling the relief, representing its structure with other geographic elements and processes, have been studied by a number of scientists*

Uninvestigated parts of general matters defining. *Today it is more appropriate to spend money on the creation of monitoring systems, forecasting and flood prevention measures, rather than to eliminate their consequences.*

The research objective. *The purpose of the article is to justify ways of modeling and forecasting the development of floods to reduce their impact through geoinformation technologies.*

The statement of basic materials. *To ensure the living conditions of the population in the territory that affected by floods and increasing its ecological safety, it is necessary to determine the extent of flooding in a timely manner. The most difficult problem associated with flood research is the forecasting of the maximum possible values for raising the level and area of flooded land.*

Since the capabilities of GIS in modeling, managing and integrating spatial information make geoinformation systems a powerful analytical tool to build the floods model of the Kiev region was used ArcGIS software product.

Conclusion. *Using ArcGIS in the algorithms of geoprocessing models to solve problems of flood forecasting can be used as a fast and visual express analysis.*

Key words: *gis technologies, modeling, forecasting, flood, ArcGIS.*

Зацерковный Виталий, Марина Комар, Людмила Пличко, Сергей Кривоберец

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАВОДНЕНИЙ

Представлено научное обоснование путей моделирования и прогнозирования развития паводков для ослабления их влияния с помощью геоинформационных технологий. Показаны возможности и основные направления применения геоинформационного моделирования и повышения уровня оперативности при прогнозировании и визуализации затопления территорий.

Описано использования программного обеспечения ArcGIS в алгоритмах моделей геообработки для решения задач прогнозирования затоплений, как инструмента быстродействующего и наглядного экспресс-анализа.

Ключевые слова: *геоинформационные технологии; моделирование; прогнозирование; наводнения; ArcGIS.*

Зацерковний Віталій Іванович – доктор технічних наук, завідувач кафедри геоінформатики, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка (вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна).
Зацерковный Виталий Иванович – доктор технических наук, заведующий кафедрой геоинформатики, Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко (ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина).
Vitalii Zatserkovnyi – Doctor of Technical Sciences, Head Department of Geoinformatics, Taras Shevchenko National University of Kyiv (90 Vasylkivska Str., 03022 Kyiv, Ukraine).
E-mail: vitalii.zatserkovnyi@gmail.com
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2346-9496

Комар Марина Вячеславівна – бакалавр, Національний авіаційний університет (проспект Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна).
Комар Марина Вячеславовна – бакалавр, Национальный авиационный университет (проспект Космонавта Комарова, 1, г. Киев, 03680, Украина).
Maryna Komar– bachelor, National Aviation University (1 Cosmonaut Komarov Av., 03680 Kyiv, Ukraine).
E-mail: marysichka.1406@ukr.net

Плічко Людмила Володимирівна – керівник гуртка, Куликівський районний центр позашкільної освіти (вул. Шевченка, 4-а, смт. Куликівка, Чернігівської області, 16300, Україна)
Пличко Людмила Владимировна – руководитель кружка, Куликовский районный центр внешкольного образования (ул. Шевченка, 4-а, пгт. Куликовка, Черниговкой области, 16300, Украина)
Liudmyla Plichko – club tutor, Centre after school study of Kulikovka district (4A Shevchenko Str., 16300 Kulikovka, Chernihiv region, Ukraine).
E-mail: PlichkoL@rambler.ru

Кривоберець Сергій Володимирович – викладач кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Бєлова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).
Кривоберец Сергей Владимирович – преподаватель кафедры геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).
Serhiy Kryvoberets – lecturer of the Department of Geodesy, Cartography and Land Management, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).
E-mail: ksvgis@gmail.com
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2193-1096
ResearcherID: http://www.researcherid.com/rid/N-2859-2016

Геоінформаційні технології в задачах моделювання і прогнозування повеней / В.Зацерковний, М. Комар, Л. Плічко, С. Кривоберець // Технічні науки та технології. – 2017. – № 2 (8). – С. 89-98.