

УДК 504.3.054 : 004.9

МОДЕЛЮВАННЯ ПІДТОПЛЕНЬ ТЕРИТОРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ М. ЧЕРНІГОВА

Зацерковний В. І., Сергієнко В. В., Сімакін Ю. С.

*Чернігівський державний інститут економіки і управління, Чернігів, Україна
E-mail: zvigis@mail.ru*

В статті розглянуто основні проблеми пов'язані із підтопленнями територій. Визначені шляхи запобігання та усунення цих проблем. Запропоновано використання геоінформаційних технологій (ГІС) у боротьбі з підтопленнями, що може якісно покращити моніторинг територій, заощадити час і гроші.

Ключові слова: геоінформаційні технології (ГІТ), природне підтоплення, техногенне підтоплення, прогнозування підтоплень, оцінка збитків, стихійні природні явища.

Актуальність дослідження

Внаслідок антропогенної діяльності суспільства кількість й складність екологічних проблем в останні десятиліття катастрофічно зростають. Згідно даних ООН, щорічні збитки від катастроф природного й техногенного походження складають суму, щонайменше 5-10% в структурі ВВП багатьох країн [1]. На рис.1 наведений графік, що показує нанесений загальний економічний збиток від природних катаклізмів у всьому світі за період з 1950 по 2009 рр.

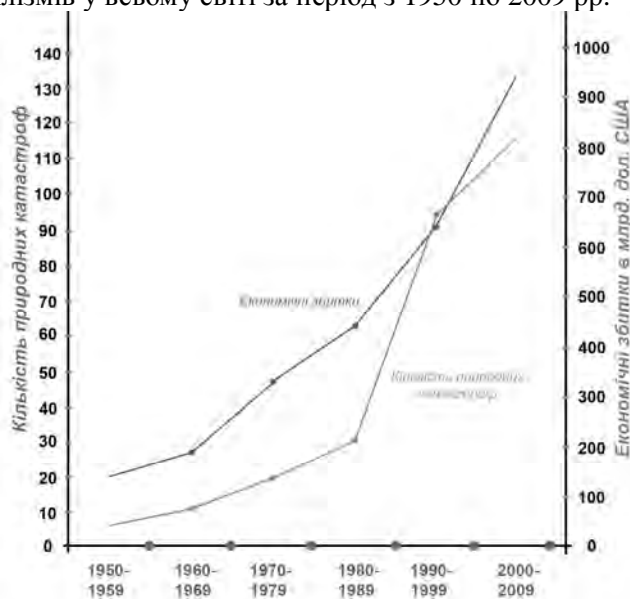


Рис. 1. Кількість природних катастроф і нанесеного ними економічного збитку за період 1950-2009 рр. за даними [2]

Як видно з рис.1, в період з 2000 по 2009 рр. загальний економічний збиток від усіх природних катаклізмів наближається до одного трильйону дол. США.

На території України найбільший вплив на виникнення надзвичайних ситуацій (НС) здійснюють зсуви, підтоплення, абразія, переробка берегів водосховищ, карст [4]. Прояв цих процесів істотно ускладнює господарське освоєння територій й приносить великі збитки економіці держави. Найбільш поширеними й небезпечними є зсуви, підтоплення, просідання, ерозія, абразія та карст. Центральною руйнівною силою цих процесів є підземні (для абразії – поверхневі) води. Коливання кількості і якості підземних вод, які доповнюються зміною температурного режиму стають показником активізації того або іншого природного процесу. Підпір та підвищення ґрунтових вод стали основними чинниками зростаючих підтоплень територій.

Підтоплення досить часто зазнають території з розташованими осередками забруднення довкілля (місця складування мінеральних і органічних добрив, отрутохімікатів, тваринницькі ферми й вигрібні ями, смітники, нафтоосховища, склади пально-мастильних матеріалів, кладовища тощо). Як наслідок, зростають загрози забруднення питної води, річок й водойм, ускладнюються санітарно-епідеміологічні ситуації тощо. Усе це у поєднанні з економічними негараздами створює надзвичайно важкі умови для проживання населення [4].

Теоретично-методичні та прикладні проблеми економіки природокористування, оцінки й управління водними ресурсами, у різних аспектах досліджувались відомими вітчизняними й зарубіжними вченими Авакяном А.А., Балацьким О.Ф., Брагинським Л.П., Бриндзею З.Ф., Галушкіною Т.П., Герасимчук З.В., Данилишиним Б.М., Іщуком О.О., Кравцівим В.С., Лебединським Ю.П., Левківським С.С., Сахаєвим В.Г., Степановим В.М., Теліженко О.М., Хвесиком М.А., Яциком А.С., Cloke P.J., Daly H.E., Grigg N.S. та багатьма іншими, в наукових працях яких розглянуті актуальні питання сталого розвитку та створення ефективної системи протидії негативним наслідкам НС.

Незважаючи на широкий спектр проведених досліджень цими вченими, подальшого розвитку потребують теоретико-методичні підходи щодо проведення моніторингу підтоплень та впровадження геоінформаційних технологій (ГІТ) у моніторинг водних ресурсів, зокрема для аналізу підтоплень і оцінки збитків від цього небезпечного фактору.

Важливість впровадження ГІТ на державному рівні висвітлюється у Загальнодержавній програмі розвитку водного господарства, а саме в Законі України від 17 січня 2002 р. № 2988-III. Так у розділі II цієї програми серед пріоритетних напрямів виділено створення геоінформаційної системи (ГІС) оцінки, прогнозування й моніторингу водних балансів у водозбірних басейнах з банком еколого-водогосподарської інформації. У розділі IV «Удосконалення управління водним господарством, охороною і відтворенням водних ресурсів» серед найголовніших завдань зазначена необхідність створення комплексної басейнової ГІС з банком кадастрової інформації про водний фонд, водні ресурси та засоби їх регулювання, територіально-галузеву структуру водогосподарського комплексу та використання водних ресурсів, якість води тощо.

Постановка задачі

Серед низки проблем, притаманних Україні, однією з найважливіших є моніторинг та моделювання стану водних ресурсів. В умовах сучасного рівня технологій, що запроваджуються та вже працюють у різних галузях виробництва України, водні об'єкти зазнають найінтенсивнішого техногенного навантаження. Дані по забруднювачам водних ресурсів збирають та узагальнюють різні організації, і відповідно, зберігаються вони у різних місцях, що суттєво ускладнює комплексний аналіз забруднень та робить складною всебічну оцінку екологічної ситуації, а також прогнозування стану водних ресурсів, зокрема підтоплень. Наприклад, дані скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти та дані моніторингу виконуються Держекоінспекціями Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, водогосподарськими організаціями Державного Комітету по водному господарству, обласними санітарно-епідеміологічними службами Міністерства охорони здоров'я України, Держгідрометслужбою, громадськими організаціями.

Для оптимальної оцінки забруднення повинен існувати спільний аналіз різнорідних даних, щодо забруднення водних ресурсів. Тому актуальним представляється розробка інструментарію, який би забезпечував не тільки наповнення бази даних статистичною інформацією і виконання моніторингу, а й дозволив би виконувати моделювання можливих надзвичайних ситуацій.

Проблема техногенного підтоплення вже набула ознак національної загрози. Тому розробка адекватних математичних моделей, які б давали можливість здійснення прогнозування підтоплень та оцінки збитків є сьогодні надзвичайно актуальною задачею.

Метою роботи є створення геоінформаційного середовища для оцінки, моніторингу й візуалізації стану водних ресурсів, моделювання сценаріїв розвитку підтоплень в залежності від впливу тих або інших факторів. Оскільки проблеми підтоплень мають просторово-розподілений характер, то для проведення аналізу найбільш ефективним є застосування ГІТ, наприклад, програмного забезпечення ArcGis (Arc View) [6,7].

Виклад основного матеріалу

Проблема підтоплення території складна та багатоаспектна. Вона постала внаслідок циклічних змін клімату, через антропогенні фактори та їх симбіоз.

Природне підтоплення пов'язане з періодами максимального випадіння опадів, підвищення рівня ґрунтових вод на ділянках їх неглибокого залягання, підвищення запасів вологи в зоні аерації. Природне підтоплення може мати сезонний, багаторічний, віковий чи більш подовжений характер у відповідності з циклічними змінами клімату за сприятливих для цього процесу морфоструктурних, ландшафтних й гідрогеологічних умов. До природно підтоплених можуть бути віднесені заплави річок, багаточисельні поди та блюдця, заболочені масиви.

Антропогенне підтоплення територій виникає під впливом порушення природної структури балансу підземних вод й вологопереносу у зоні аерації, що обумовлене зростанням живлення насиченої і ненасиченої волого- і водообмінної геосистем чи погіршенням умов розвантаження підземних вод під впливом господарської діяльності.

Найбільший вплив на зміни масштабів поширення підтоплення здійснює поєднання антропогенних й природних чинників, яке набуває найбільшого значення в умовах відносно стабільного впливу антропогенних чинників і зміни природних факторів, пов'язаних з циклічними змінами кліматичних характеристик.

В Україні збудовано 1089 водосховищ (загальний обсяг води – 55 млрд. м³), близько 28 тис. ставків, 7 великих каналів загальною протяжністю 2000 км та 10 водоводів великого діаметра у водозабірних басейнах рр.. Дніпра, Дністра, Сіверського Донця, Південного і Західного Бугу, а також малих річок Приазов'я, та Причорномор'я, що дає підстави існування потенційної небезпеки виникнення гідродинамічних ускладнень або надзвичайних ситуацій. Гідроенергетичну галузь представлено 7 великими ГЕС (6 на Дніпрі, 1 на р. Дністерці), Київською ГАЕС та близько 50 малими працюючими ГЕС. Для експлуатації підземних вод пробурені понад 110 тис. свердловин, викопано 2 млн. шахтних колодязів [4].

Водосховища призводять до порушення природного водного балансу у регіональних масштабах, накопиченню природних запасів підземних вод, зменшенню темпів водообміну в системі напірних горизонтів й збільшенню водообміну ґрунтового горизонту з поверхнею. Крім підтоплення земель відбувається активізація процесів просадки, карстування у верхніх зонах та наростання застійності в режимі напірних горизонтів. Такі процеси посилюють забруднення глибоких горизонтів підземних вод які є стратегічним запасом, а в деяких регіонах єдиним ресурсом якісної питної води, особливо у сільській місцевості. З розвитком підтоплення пов'язана також активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів – зсуви просідання; ерозії тощо.

Ураженість території України екзогенними геологічними процесами представлена на рис.2.

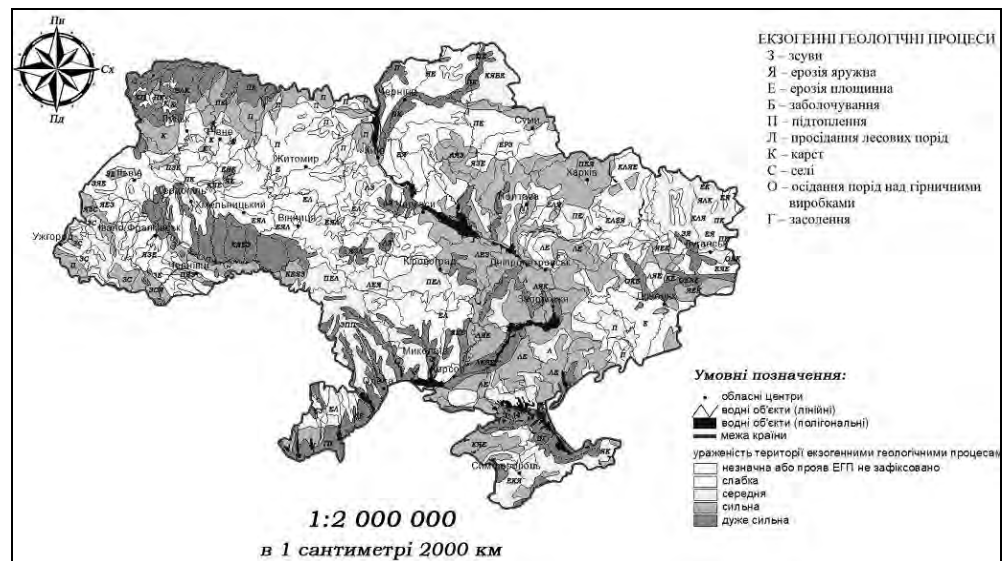


Рис.1. Ураженість території України екзогенними геологічними процесами за даними [5].

Основним чинником гідродинамічної безпеки залишається стан гідротехнічних споруд – гребель, дамб, шлюзів тобто інженерних споруд, за допомогою яких створені та утримуються певні об'єми води [4].

У зв'язку з підпором водосховищ, тенденція підвищення рівня ґрунтових вод при атмосферних опадах, наближених до багаторічної норми, призводить до збільшення загрози підтоплення земель у перспективі. Навіть при сумі річних опадів, яка перевищує норму лише на 10-20%, спостерігається активне збільшення підтоплення не тільки на незахищених територіях, але й в межах захищених масивів, а при збільшенні опадів на 30-35% вище за норму, призводить до загрозливого стану на цих масивах.

Протягом останніх десятиліть загострилися проблеми підтоплення, а це загрожує безпеці проживання населення на підтоплених територіях, знижує сейсмічну стійкість територій та істотно впливає на ефективність ведення сільського господарства. В Україні налічується 541 місто і селище із сталими проявами процесів підтоплення, а у 97 із цих населених пунктів площа підтоплення перевищує 50 відсотків їх території. У підтопленому стані знаходяться також 454 сільські населені пункти, з них 123 – у зоні зрошуваного землеробства та крупних водосховищ. В окремих районах підтоплення територій супроводжується проявами зсувної активності ґрунту [4].

На підтоплення у містах та селищах у значній мірі впливає незадовільний технічний стан споруд і мереж водопостачання та водовідведення, четверта частина яких (у вартісному виразі) відпрацювала нормативний термін амортизації, а планово-попереджувальні ремонти систем виконуються лише на 50 – 70 відсотків від потрібного обсягу, що у порівнянні з початком 90-х років ХХ ст. зменшились більше як у 3 рази. Понад 37 тис. кілометрів або 30% загальної протяжності водопровідно-каналізаційних мереж перебуває в аварійному стані. Втрати питної води в зовнішніх мережах складають до 30–35 відсотків від обсягів її подачі, що разом з витокami стічних вод з пошкоджених каналізаційних мереж призводить не тільки до проявів процесів підтоплення, а і до ускладнення санітарно-епідеміологічної ситуації.

За оцінками українських науковців, сталий вплив підтоплення охоплює 60 відсотків промислово-міських агломерацій, практично всі розвинуті гірничо-видобувні райони та майданчики діючих АЕС, майже 12 тисяч архітектурно-історичних пам'яток країни (серед них: церкви Спаса-на-Берестові, Андріївська, Кирилівська в Києві, ландшафтний парк Качанівка, Лівадійський і Алупкінський палаци, будинок-музей А.Чехова в Ялті, склеп Деметри в Керчі та багато інших). Загалом така територія становить 68,74 тис. км² (11,4% загальної площі території), а в періоди екстремальних опадів, наводив та у вологі роки ця площа збільшується до 16 млн. га. [4,5].

Збільшення кількості та руйнівної сили стихійних природних явищ, поряд з екологічно необґрунтованою інтенсивною техногенною діяльністю людини, вчені пов'язують також з глобальними змінами клімату, його періодичними коливаннями та наявністю природної циклічності періодів підвищеної та низької водності, інтервали котрих становлять за спостереженнями вчених приблизно 11, 33 та 100

років. Зважаючи на тривалість таких періодів, яка зазвичай перевищує 3 – 4 роки, з високою ймовірністю можна прогнозувати, що в найближчі декілька років буде зростати кількість опадів. Оскільки саме надмірна кількість опадів у певні періоди року була основною причиною підтоплення земель, існує велика ймовірність інтенсифікації цього процесу у найближчі роки не тільки на Півдні України, а й в інших регіонах. При цьому ситуація може ускладнюватись техногенними чинниками, які також істотно впливають на процеси підняття рівнів ґрунтових вод та їх трансформацію в процеси підтоплення.

Зарегулювання стоку р. Дніпро (побудова каскаду дніпровських водосховищ) призвело до підвищення рівня ґрунтових вод на 6–10 метрів, а середніх і малих річок – на 2–5 метрів. Це призвело до затоплення 700 тис. га родючих земель та щорічного випаровування близько 5 км³ води. Зарегулювання Дніпра та інших річок змінило природну циркуляцію води, призвело до гальмування процесів самоочищення, погіршення якості поверхневих й підземних вод, розвитку евтрофікації та «цвітіння» води. Воно ж зумовило стійке регіональне підняття рівня ґрунтових вод, інтенсифікацію випаровування, стало причиною збільшення вологості повітря. З побудовою дніпровського каскаду водосховищ підземний стік Дніпра зріс на 5–7 км³. Ці процеси посилюються іригацією, позаяк не менше 20–30% води, що подається на зрошення, витрачається на інфільтрацію і техногенне живлення ґрунтових вод. Через слабку дренажність території підйом рівня ґрунтових вод призвів до заболочування і підтоплення сільгоспугідь та прилеглих територій, засолювання й виведення з сільськогосподарського обігу значної кількості земель. Цьому сприяють збільшення площі ріллі і забудова заплавлених ділянок річок і балок, їх замуленню та погіршенню зв'язку підземних і поверхневих вод; засипка, ліквідація природних дренажів; будівництво каскаду ставків на малих річках, що створює підпір і погіршує умови поверхневого стоку; підпір ґрунтових вод у зв'язку із створенням каскадів водосховищ; застосування шлюзової системи весняної затримки води (штучні паводки).

Через підтоплення Україна втрачає свої родючі ґрунти та підземні горизонти питної води. Більше 15 млн. людей або біля 20% населення України сьогодні мешкають на підтоплених територіях, що становлять понад 17% загальної площі країни. Щорічні економічні збитки від підтоплення міських територій оцінюються у 2,2 млрд. грн. [4].

Уявити собі цю картину допомагає карта (рис.3), створена за матеріалами [5], де показано багаторічну динаміку підняття рівня ґрунтових вод та схильність території України до підтоплень.

У вугледобувних районах активізуються процеси підтоплення викликані закриттям вугільних шахт й розрізів та припинення водовідведення з них.

Існуючі системи захисту від підтоплень знаходяться в незадовільному стані, у більшості міст не створено спеціалізованих служб їх експлуатації.

Значних масштабів підтоплення зазнають землі сільськогосподарського призначення. Побудовані в Україні меліоративні системи на площі 5,75 млн. га – сумарна вартість основних фондів яких становить близько 20 млрд. грн. Займаючи 12,6% від загальної площі сільгоспугідь, меліоровані землі забезпечували

виробництво 20% продукції рослинництва (овочів – 60%, кормів – 28%, рису – 100%, льоноволокна – 36%, зерна – 12,5%).

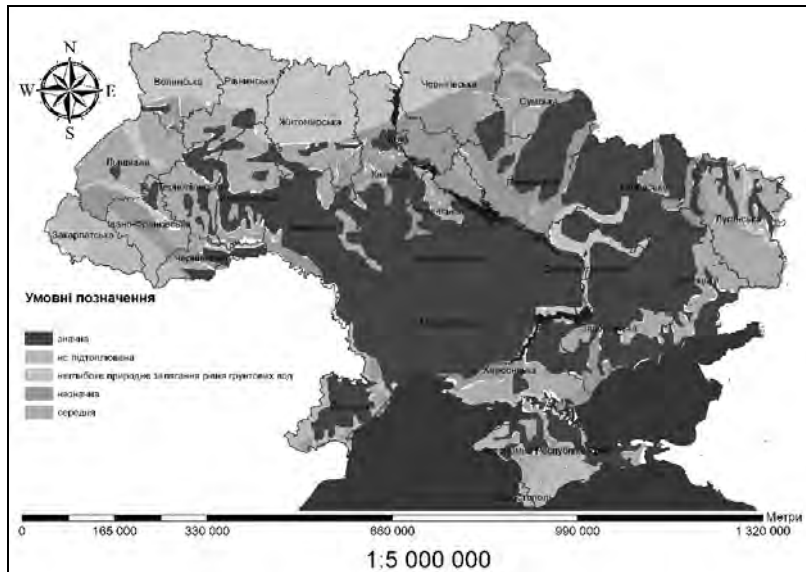


Рис.3. Схильність території України до підтоплення (за даними [5]).

В останні роки внаслідок незадовільного технічного стану зрошувальної мережі, насосно-силового обладнання та дощувальної техніки господарствами не використовувались за призначенням близько 1 млн. га зрошуваних земель. Низка міжгосподарських систем (Інгулецька зрошувальна система в Миколаївській області, Краснознам'янська зрошувальна система в Херсонській області та інші) технічно і морально застаріли.

Незадовільний меліоративний стан земель, за якого значно знижується рівень врожаїв або гине повністю, відмічено на площі 143 тис. га, що становить понад 5% усіх зрошуваних площ. Площа солонцюватих ґрунтів різного ступеня в Херсонській області, що посідає перше місце в Україні за площею зрошуваних земель (471,7 тис. га), складає 426,7 тис. га або 90% загального обсягу зрошувальних земель. Продуктивність ґрунтів у цілому знизилася майже на 10–25%.

На осушених землях в достатній мірі не проводяться необхідні агро меліоративні заходи (планування земель, глибоке рихлення та інші). Понад 20% меліоративних каналів заросло чагарником та замулилося. Технічний стан внутрішньогосподарських осушувальних систем відведення надлишкових вод, їх руйнування створює екологічну та техногенну небезпеку. При проходженні паводків збільшуються зони і тривалість затоплення сільськогосподарських угідь та населених пунктів.

Аналіз функціонування державної системи забезпечення техногенної та природної безпеки в Україні свідчить, що сучасні принципи захисту населення і територій впроваджуються надзвичайно повільними темпами. Ресурси, що сьогодні

витрачаються нашою державою на ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, на декілька порядків перевищують видатки, що виділяються на забезпечення техногенної та природної безпеки. Це є вагомим деструктивним чинником господарського комплексу країни.

Моніторинг небезпечних природних явищ, які активізувались останнім часом, ускладнюється дефіцитом оперативної інформації про фактори, що впливають на них та пов'язані зі скороченням мереж гідрологічного і геологічного моніторингу. Разом з тим, саме в останнє десятиліття відзначається істотне зростання сучасних інформаційних технологій, серед яких, треба виділити геоінформаційні технології (ГІТ) і засоби дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Саме вони дають можливість наочно оцінювати ситуацію навколо місця підтоплення, розраховувати зони підтоплення, оцінювати поширення забруднення. За їх допомогою можна автоматично підрахувати площі постраждалих ділянок, оцінити обсяги збитків, виділити населені пункти та інші, що перебувають в межах загрозованої території.

ГІТ є необхідною складовою всіх сучасних інформаційних систем, в яких є просторові дані [6]. Тому використання ГІТ у водному господарстві вже отримало у світі широкий та інтенсивний розвиток. ГІС – це одночасно і довідкове джерело (банк інформації) й експертна система, завдяки якій можна оперативно приймати оптимальні рішення при наявності масової і нерідко суперечливої вихідної інформації. ГІС дозволяють організовувати тематично різноманітну просторову інформацію, виконувати з нею багато дій і забезпечувати її автоматизований аналіз [7].

Зазвичай, чим більше різноманітних даних введено до ГІС, тим більше різних видів аналізу можна здійснювати, тим більше нових вторинних даних можна отримати на основі наявних. Наприклад, по цифровій моделі рельєфу і схемі доріг ГІС дозволяє будувати висотні профілі доріг і визначати небезпечні ділянки. Навіть якщо ці дані користувач уже отримав з інших джерел, можливість їх незалежного створення може бути використана для перехресної перевірки даних і покращання вірогідності бази даних в цілому. Причому, систему можна організувати таким чином, щоб подібні перевірки провадилися автоматично, перешкоджаючи внесенню в неї некоректних даних.

ГІС не тільки дозволяють інтегрувати в єдине інформаційне середовище різноманітну інформацію, але й надають різноманітні засоби візуалізації.

Можливість інтеграції ГІС і спеціалізованих додатків істотно розширює діапазон їх застосування. Найважливішою складовою ГІТ є цифрова картографічна інформація, яка вміщує в себе карти типів і характеристик ґрунтів, їх вологості, ступеня їх підтоплення, вторинного засолення та осолонцювання; рівня, мінералізації та хімічного складу підґрунтових вод; карти ухилів та експозиції схилів, їх еродованості; кількості й якості зрошувальної води, врожайності сільськогосподарських культур. При наявності такої інформації та наявності відповідних фахівців відкриваються необмежені можливості аналізу, прогнозу і оптимізації управлінської діяльності усіх сільськогосподарських, водогосподарських установ, організацій і підприємств на макро- і макрорівнях [7].

Як приклад, на рис.4 представлено моделювання ймовірності підтоплення територій р. Десна в адміністративних межах м. Чернігова весняною повінню.

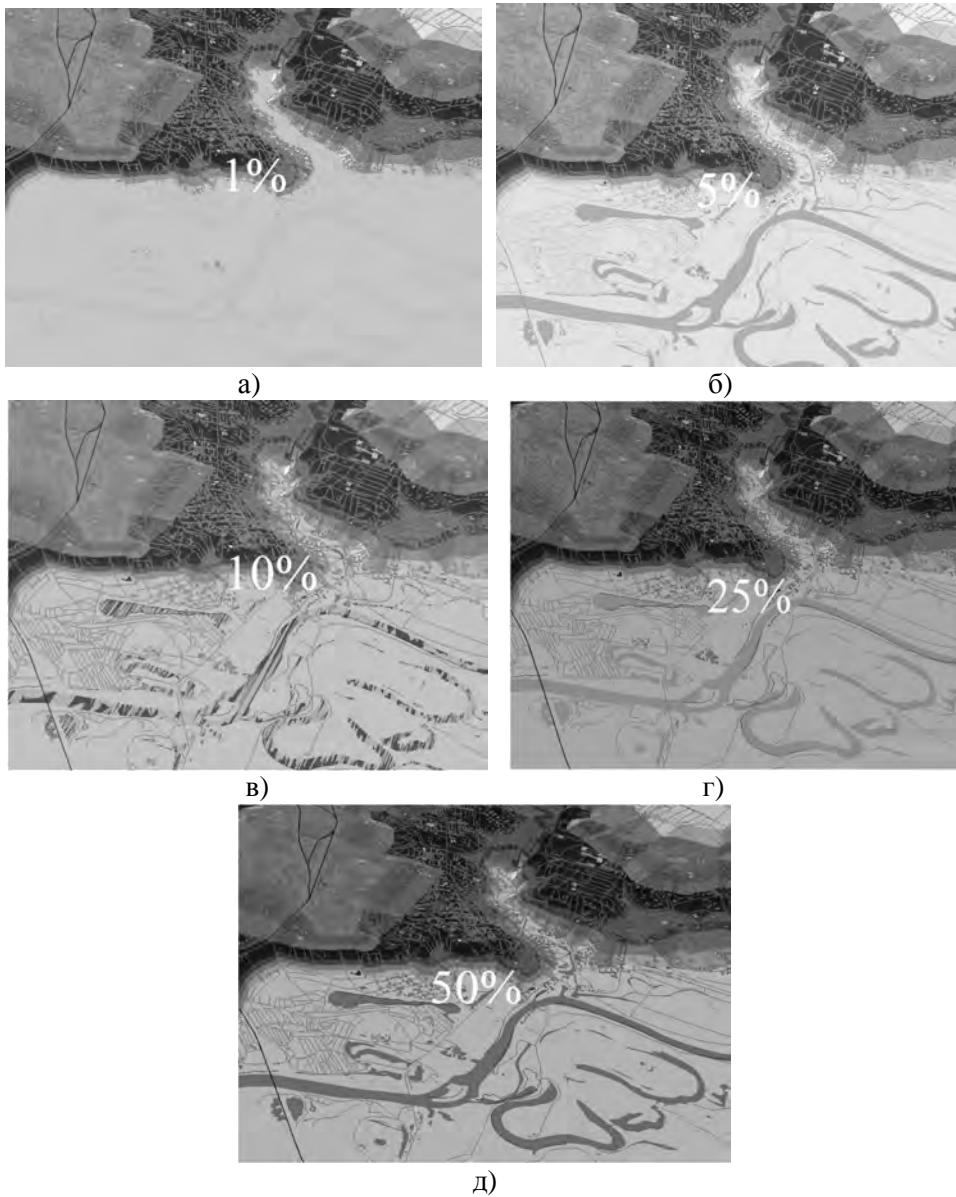


Рис.4. Моделювання ймовірності підтоплення територій р. Десна в адміністративних межах м. Чернігова весняною повінню за допомогою ГІТ: а) рівень підтоплення 1 раз у 100 років; б)- рівень підтоплення 1 раз у 20 років; в)- рівень підтоплення 1 раз у 10 років; г)- рівень підтоплення 1 раз на 4 роки; д)- рівень підтоплення 1 раз на рік

Пункти гідрологічних спостережень р. Десна на території Чернігівської області представлені на рис.5.

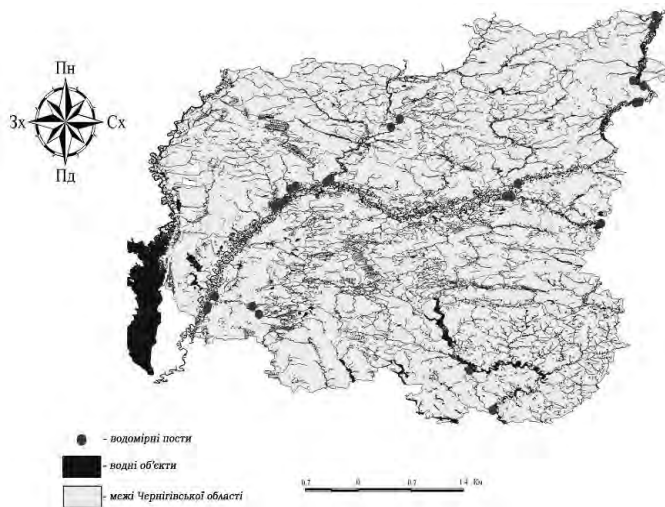


Рис.5. Пости гідрологічних спостережень в Чернігівській області

ВИСНОВКИ

Аналіз водогосподарського комплексу України в цілому, а Чернігівської області зокрема, проведений авторами, свідчить, що польові обстеження, картування підтоплених територій, інвентаризація штучних водойм для визначення гідроекологічної і економічної ефективності їх функціонування сьогодні в Україні в повному обсязі не проведені. До нагальних заходів належать розчистка русел каналів колекторно-дренажної мережі та малих річок від замулення і засмічення, розширення мережі лісосмуг, здійснення природоохоронних заходів на особливо небезпечних накопичувачах промислових відходів і стоках підприємств тощо.

Водогосподарський комплекс для запровадження ефективного моніторингу потребує застосування новітніх інформаційних технологій, зокрема ГІС, які дозволяють здійснювати неупереджений аналіз існуючого стану водогосподарського комплексу країни, прийняття обґрунтованих рішень і моделювання розвитку підтоплення території.

Моделювання підтоплення території за допомогою ГІТ, що здійснене авторами, в періоди повеней дає можливість оцінити загальну геоекологічну обстановку, пов'язану з інженерно-гідрологічними особливостями території. Оцінки ризику затоплення території дозволяють планувати раціональне використання прируслових територій, що сприяє їх сталому розвитку.

Враховуючи просторість річкових заплав України і швидкість протікання процесів затоплення в них, для вирішення задач прогнозування доцільно використовувати методи ДЗЗ. Важливими перевагами цих методів є велике просторове охоплення, можливість регулярного відстеження стану земної поверхні,

висока оперативність отримання інформації про необхідний район дослідження та інтеграція в геоінформаційні системи (ГІС). В свою чергу використання ГІС як інтегруючої основи дистанційних і наземних даних про затоплення земель і відомостей з господарського освоєння територій дозволяє оперативно створювати цифровий картографічний матеріал, на підставі якого можна будувати адекватні цифрові моделі рельєфу і оцінювати можливі наслідки підтоплень залежно від впливу тих або інших природних або антропогенних факторів.

Список літератури

1. Створення прогнозно-моделюючих комплексів урядової системи з питань НС / Український центр менеджменту землі та ресурсів. [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.ulrnc.org.ua/projects/HS/ismns_ua.html. – 7.05.2003.
2. Статистика природных катастроф / Всероссийский институт экономики минерального сырья и недропользования. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.viems.ru/asnti/ntb/ntb502/oboc5.html>. – 17.04.2012.
3. Прес-реліз до парламентських слухань про дотримання вимог природоохоронного законодавства України / Центр устойчивого развития "Роза Ветров". [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://www.ecology.donbass.com/pages/publ/parliament_hearing.htm. – 17.04.2012.
4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році / МНС України. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopov2010.html>. – 17.04.2012.
5. Електронний атлас України / Інститут географії НАНУ. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://wdc.org.ua/atlas/default.html>. – 17.04.2012.
6. Бурачек В. Г. Основи ГІС / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 512 с.
7. Бурачек В. Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 440 с.

Зацерковный В. И. Моделирование подтопленных территорий с помощью геоинформационных технологий на примере г. Чернигова / Зацерковный В. И., Сергиенко В. В., Симакин Ю. С. // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2012. – Т. 25 (64). – № 1 – С. 75-85.

В статье рассмотрены основные проблемы связанные с подтоплением территорий. Определены пути предотвращения и устранения этих пролем. Предложено использование геоинформационных технологий в борьбе с подтоплениями, что может качественно улучшить мониторинг территорий, сэкономить время и деньги.

Ключевые слова: геоинформационные технологии (ГИТ), естественное подтопления, техногенное подтопление, прогнозирования подтоплений, оценка ущерба, стихийные природные явления.

Zacerkovniy V. I. Modeling flooded areas using geographic information technologies on the example of Chernihiv / Zacerkovniy V. I., Sergienko V. V., Simakin Y. S. // Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2012. – Vol. 25 (64). – № 1 – P. 75-85.

The article describes the main problems associated with flooding areas. The ways to prevent and eliminate these break. Proposed use of GIS technology in the fight against flooding, which can improve the quality monitoring of territories, save time and money.

Keywords: geographic information technology (GIT), natural flooding, man-made flooding, flood forecasting, assessment of damages, natural phenomenon.

Поступила в редакцию 17.04.2012 г.