Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «ГЕОГРАФИЯ» Том 19 (58) № 2 (2006) 75-82

УДК 502.36 : 556.18

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ОЦІНКА ПРИЧИН ПІДТОПЛЕННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ ЙОГО ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН У МІСТІ ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКУ

Непошивайленко Н.О., Карпенко О.О., Безпальча Ю.В.

ВСТУП

Підтопленням називається процес підвищення рівня підземних вод (РПВ) до денної поверхні ґрунту на небезпечну глибину. Причини підтоплення можуть бути природними (коливання клімату, геоморфологічні та геологічні процеси) та штучними, що викликані діяльністю людини. Підтоплення є сучасним геолого-екзогенним процесом, який слід віднести до найбільш небезпечних для життєдіяльності людини. Підвищення РПВ викликає такі небезпечні процеси як забруднення водоносних горизонтів, зміна їх сольового стану, підтоплення та заболочування місцевості з розвитком несприятливих біологічних процесів, зсуви, карст, процеси кольматації та суфозії ґрунтів, просідання та осідання земної поверхні, що є прямою загрозою пошкодження та руйнування існуючих на цій території інженерних споруд та житлових будинків. Підвищення РПВ визначає несприятливі, а інколи й небезпечні умови для життєдіяльності людей, що негативно позначається на стані окремих складових довкілля, соціально-економічних умовах життєдіяльності населення, що мешкає на підтопленій території та сприяє виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Отже, розвиток процесу підтоплення на забудованих територіях спричиняє значні матеріальні збитки та негативно впливає на екологічний стан урбомісцевості.

Регіональний розвиток підтоплення території України обумовлений інженерно-геологічними умовами, тобто розповсюдженням до 70% лесових та лесово-суглинистих порід з низькою водно-екологічною стійкістю [1], які визначають екологічні параметри підтоплення, що мають рівні потенційної національної небезпеки. У зв'язку з цим більш глибокої водно-екологічної оцінки вимагає існуюча система перерозподілу поверхневих водних ресурсів, оцінка водно-екологічних параметрів, в першу чергу водопровідно-каналізаційних мереж.

В Україні проблема підтоплення набула значення загальнодержавної екологічної проблеми. Зараз підтопленою є майже 25% загальної території країни, на якій мешкають до 20% усього населення України, у деяких населених пунктах підтоплено до 50% міської території. Місто Дніпродзержинськ є прикладом, де відбувається підтоплення територій, де ділянки з підвищеним РПВ займають значну частину території міста при інтенсивному процесі підвищення РПВ [2].

Місто Дніпродзержинськ - типовий приклад міста, для якого характерний активний процес підтоплення територій. Він виник і розвивається внаслідок порушення природної динамічної рівноваги у водному балансі території. У зв'язку з

інженерною діяльністю, протягом останніх років підтоплення багатьох районів міста носить стійкий характер. Підвищення РПВ відбувається на площі близько 2,5 тис. га, що складає понад 29% площі міста. Підтоплення територій приводить до додаткового живлення підземних вод і підвищення їх рівнів, що у свою чергу сприяє обводнюванню ґрунтів – основ будинків і споруд, затопленню підвальних приміщень, викликаючи осідання, що в ряді випадків створює аварійні ситуації [3].

Можливості в вирішенні цієї проблеми полягають у застосуванні існуючих засобів боротьби з підтопленням територій [1].

У зв'язку із цим, однією з важливих задач сьогодення є подальше вивчення причин і факторів підтоплення для різних інженерно-геологічних, гідрогеологічних і геоморфологічних умов, узагальнення й аналіз даних спостережень, а також введення нових інформаційних систем та технологій, які дадуть можливість більш ефективно оцінювати ситуацію та приймати обґрунтовані рішення щодо ліквідації надзвичайних ситуацій.

ПОСТАНОВКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

У даній роботі причину підтоплення запропоновано проаналізувати за допомогою ГІС, використовуючи програмне забезпечення Arc View, а потім за результатами, отриманими у роботі, знайти більш оптимальні шляхи її вирішення. Отже, ГІС-технології надають можливість визначення зон нагромадження підземних вод, виявлення причин та наслідків процесу підтоплення, а також визначення збитків, що завдає проблема підтоплення. Крім того використання даного підходу надасть можливість запропонування рекомендацій щодо усунення першочергових факторів підвищення РПВ. Надання рекомендацій щодо вирішення проблеми підтоплення територій за допомогою геоінформаційних систем, є найбільш ефективним методом. Великою перевагою цього методу є те, що можна набагато швидше розглянути і надати рекомендації щодо вирішення цієї проблеми.

Проведення досліджень геологічної будови, гідрогеологічних умов та розгалуженості систем водоносних комунікацій у місті нададуть можливість зробити висновки про існуючий взаємозв'язок між властивостями ґрунтів, витоками з мереж водопостачання–водовідведення, досконалістю роботи міської зливової каналізації та проблемою підвищення РПВ, що призводить до підтоплення територій у місті Дніпродзержинську. Але при традиційному представленні результатів дослідження у вигляді звітів, карт, схем, таблиць, надати переконливі докази такого взаємозв'язку дуже складно – при великих обсягах аналітичної інформації її аналіз є досить складним і може займати значний час, до того ж традиційний спосіб представлення інформації є дуже громіздким і малоінформативним. Це спричиняє певні незручності для особи, яка повинна приймати рішення на підставі отриманої інформації, а в деяких випадках, наприклад при ліквідації надзвичайних ситуацій, коли від швидкості прийняття рішень залежить людське життя, є абсолютно неприпустимим.

Тому запропоновано застосування ГІС-технологій, а саме програми ArcGIS для відображення та аналізу результатів дослідження РПВ, властивостей ґрунтів та

наявності водоносних мереж на ділянках підтоплення м. Дніпродзержинська, причому на будь-який час протягом дослідженого періоду, що надасть змогу представити результати дослідження в інтерактивному вигляді (тобто усі показники пов'язані між собою, і можуть бути виведені на монітор або демонстраційний пристрій як окремо, так і в різних комбінаціях), що робить їх більш інформативними, дозволяє проводити їх аналіз, а також вибірку даних за критеріями, що цікавлять дослідника. Це дає перевагу не тільки в часі, який витрачається на аналіз результатів дослідження але і в якості кінцевої інформації, що отримується в результаті дослідження [4].

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОСЛІДЖЕННЯ

Електронна карта підтоплення міста Дніпродзержинська

В ході досліджень проблеми підтоплення у м. Дніпродзержинську виконано доповнення до електронної карти підтоплення [5] додаткову інформацію у вигляді окремих шарів:

– шари свердловин, за якими ведеться спостереження за РПВ, та свердловин, що розташовані в підтоплених районах міста, зразки ґрунту яких було досліджено за їх властивостями (пористість, вологість, водовіддача, коефіцієнт фільтрації ґрунтів);

– шари мережі водоспоживання, водовідведення та зливової каналізації (відкритої й закритої) доповнюючи їх інформацією щодо наявності оглядових люків, грат, матеріалу, з якого виконано трубопровід тощо;

В результаті електронна карта м. Дніпродзержинська була доповнена шарами „Свердловини", „Пористість", „Природна вологість", „Водовіддача", „Коефіцієнт фільтрації", „Водопостачання", „Водовідведення", „Зливова каналізація реально існуюча", „Зливова каналізація запланована", „Зливова каналізація відкрита".

Вказані шари електронної карти та атрибутивну інформацію використані для надання аналітичних результатів з оцінки причин підтоплення та виявлення його впливу на екологічний стан у місті Дніпродзержинську шляхом висвітлення їх на електронній карті в різних комбінаціях за допомогою засобів програми ArcView.

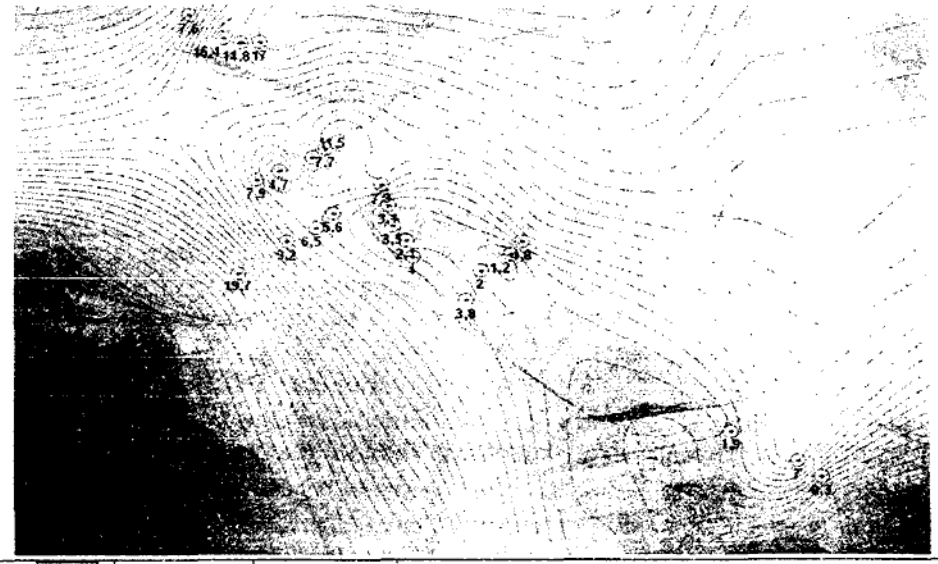
Аналіз факторів та наслідків впливу проблеми підтоплення

Для виконання ГІС аналізу використали функцію моделювання збігів - візуалізацію наборів даних на ділянках, що нас цікавлять. Для цього за допомогою модуля Spatial Analyst побудовано GRID на рис. 1 (растрова поверхня, на якій глибині залягання РПВ відображаються у вигляді полігонів різного кольору), потім нанесено ізолінії, після чого на ньому відвізуалізовано створені шари „Пористість", легко виявити залежність між властивостями ґрунтів та рівнем залягання підземних вод (див. рис. 2).

Крім того, проаналізовано вплив розгалуженості водоносної системи на рис. 3. та мереж зливової каналізації на рис. 4. на стан проблеми підтоплення.

1. На рис. 5 представлено карту підтоплення м. Дніпродзержинська з виділенням зон згідно рівнів залягання підземних вод. Карта розроблено на підставі даних фактичного залягання РПВ за інформацією моніторингу спостережливих

свердловин. Остаточний аналіз виконувався за даними 2000, 2003, 2005 років з візуалізацією на карті рівнів залягання підземних вод в динаміці за три роки у вигляді діаграм.



	0,3-3,5м.	●	– шар пористості залежно від значень
	3,6-9,2 м.		
	9,3-20 м.		– ізолінії

Рис. 1. GRID-поверхня рівнів підземних вод з ізолініями

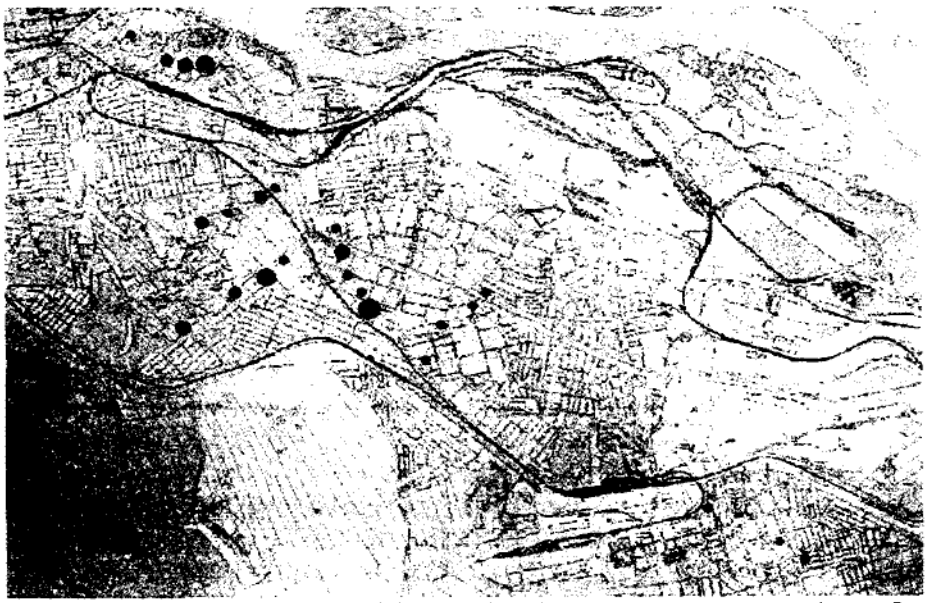


Рис. 2. Карта глибин залягання РПВ з ізолініями та візуалізованим шаром пористості правобережної частини м. Дніпродзержинська

Рис. 3. Зображення на електронній карті м. Дніпродзержинська мереж водопостачання та водовідведення, свердловин режимного спостереження за РПВ

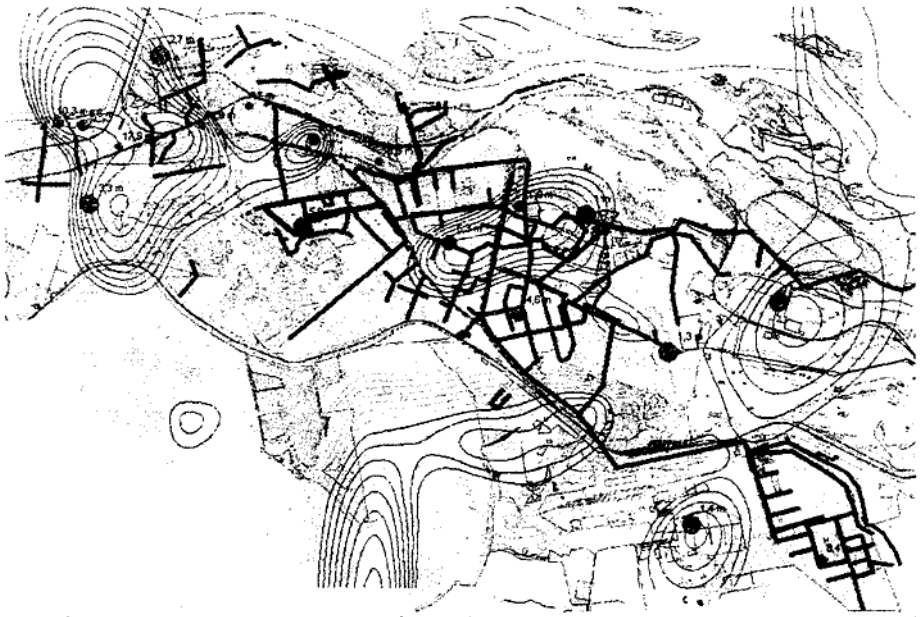


Рис. 4. Зображення на електронній карті м. Дніпродзержинська мереж зливової каналізації, свердловин режимного спостереження за РПВ

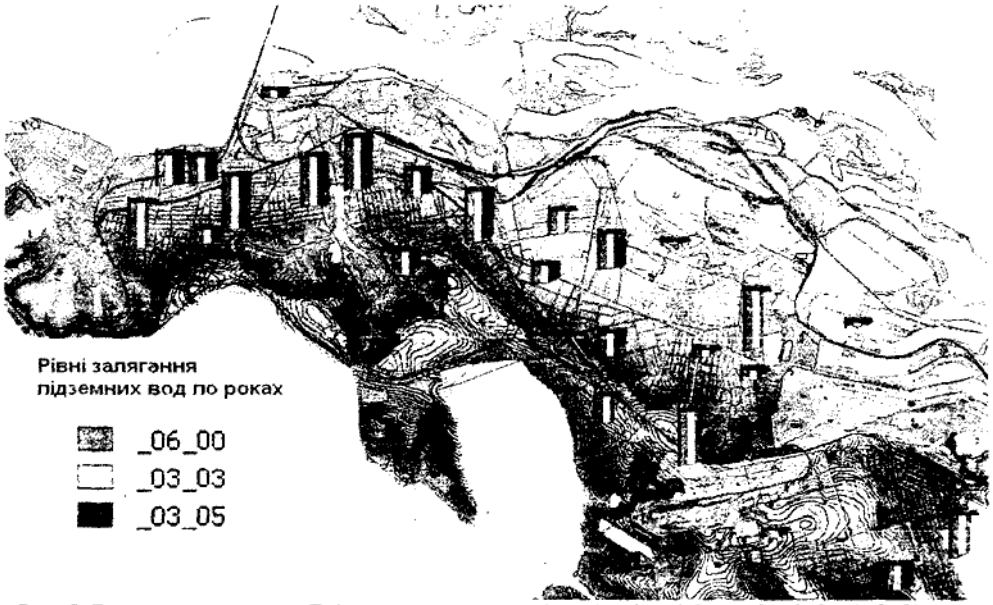


Рис. 5. Електронна карта м. Дніпродзержинська з візуалізацією РПВ за 2000, 2003, 2005 роки

За допомогою додаткової програми просторового аналізу побудовані ізолінії і поверхні стану реального РПВ на підставі математичних моделей, які працюють в основі програми ArcView і Spatial Analist. Для аналізу при складанні ізоліній і поверхонь використані метод спайлан-функцій або IDV-метод для побудов регулярних напруг стану РПВ. Результат роботи представлено на рис. 4, 6.

Рис. 6. Електронна карта ізоліній їх напруг РПВ м. Дніпродзержинська

Карта на рис. 6 розфарбована залежно від напруг: червоним кольором позначена зона високої напруги підземних вод, жовтим кольором позначена зона менш високої напруги, зеленим кольором – зона середньої напруги, а синім – зона малої напруги. У цих місцях відбувається природне скидання рівня напруги підземних вод.

Одночасно ввімкнувши на електронній карті підтоплення шар існуючих систем зливової мережі бачимо, що напруга у виникненні підтоплення існує у місцях не облаштованих мережею стоку, та співставляючи шари, що відображують існуючу системи зливової каналізації із запланованою зливовою мережею, робимо висновки про ділянки зливових мереж яких не вистачає на території окремих районів міста (див. рис. 4). З наведеного аналізу слід приділити увагу районам, де практично відсутня зливова мережа та особливо у промисловій частині міста, де спостерігається замулення існуючих каналів дренажної системи, заболочування територій, що сприяє загальному підвищенню РПВ на всій території міста.

Впродовж аналізу електронної карти підтоплення та завдаючи „бар'єри" для вільного відведення води з території міста, отримали візуалізацію стану підземних вод (див. рис. 7), яка показує, що відсутність зливової системи та густа мережа водогону значно відображується на РПВ. Тобто зони синього кольору характеризують місця та напрямки розповсюдження високого РПВ. З наданої карти видно, що мережа зливової каналізації, створюючи зазначені перешкоди на шляху підземних вод до р. Дніпро, знижує їх спроможність надходити до поверхні землі та руйнувати міську інфраструктуру.

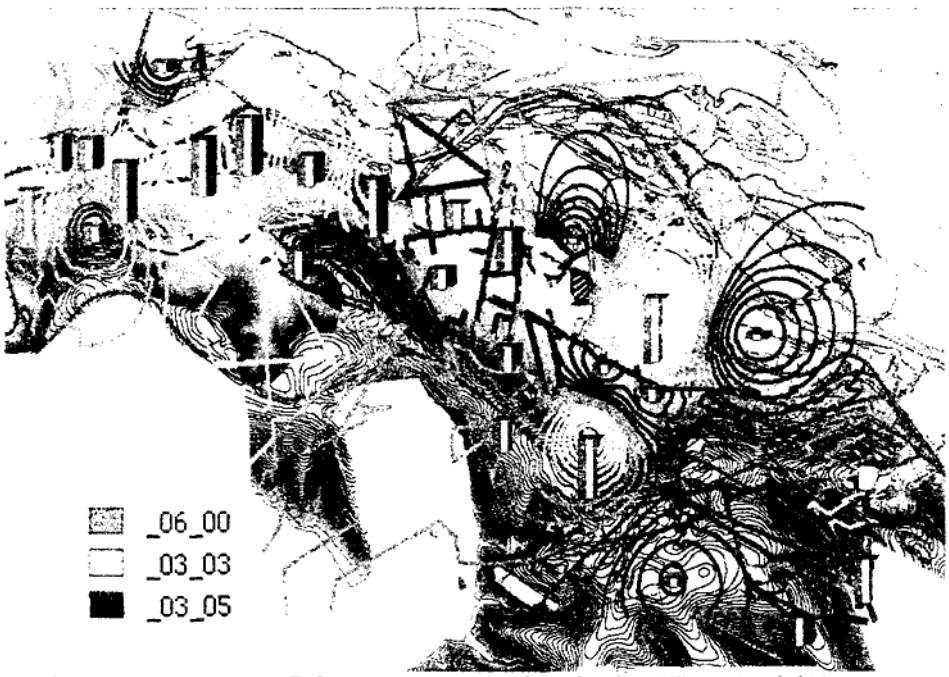


Рис. 7. Електронна карта м. Дніпродзержинська з візуалізацією РПВ та ізоліній їх напруг залежно від бар'єрних водоносних мереж

ВИСНОВКИ

Досліджено природні та техногенні умови підвищення РПВ для міста Дніпродзержинська, серед яких особливо відрізняються техногенні чинники (витоки з водоносних комунікацій, зливова мережа тощо).

Проаналізовано вплив природних та техногенних факторів на проблему підтоплення за допомогою програмного забезпечення ArcGIS рівня ArcINFO, що дозволяє наочно проаналізувати ситуацію, що склалася відносно підтоплення територій у будь-який відрізок часу. Розроблено електронну карту підтоплення, що дозволяє наочно відобразити РПВ для м. Дніпродзержинська на будь-який момент часу (за наявності даних спостереження), електронну карту мереж водоспоживання, водовідведення та мереж зливової системи м. Дніпродзержинська, що дозволяють не тільки оцінювати їх вплив на проблему підтоплення, а й забезпечувати інформативність у наданні рекомендацій стосовно проведення ремонту й обслуговування мереж. Оцінено за допомогою електронних карт вплив природних і техногенних умов на проблему підтоплення, показано виникнення напруги залягання підземних вод та обумовлені причини виявлених ситуацій.

Показано високу ефективність, зручність, інформативність та легкість отримання інформації при застосуванні геоінформаційних систем як інструменту накопичення, аналізу, візуалізації та видачі даних стосовно підтоплення міських територій, що дає змогу робити висновки про доцільність використання ГІС в дослідженнях навколишнього середовища.

Список літератури

1. Дехтярёв Б.М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве.- М.: Стройиздат.1990.-238с.
2. Лущик А.В., Швірло М.И.. Яковлєв Е.Т. Основні зміни інженерно-геологічних умов в межах підтоплення територій та напрямки їх до вивчення // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – К.: Знання, 2003, № 6.-с.28-32.
3. Генеральный план г. Днепродзержинска. Днепропетровской области. Госкомитет Украины по делам градостроительства и архитектуры Научно-исследовательский и проектный институт градостроительства.- К.: 1995.-120с.
4. Саричева Л.В. Комп'ютерний еколого-соціально-економічний моніторинг регіонів. Геоінформаційне забезпечення: Монографія. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. – 174с.
5. Непошивайленко Н.О., Карпенко О.О. Складання карти підтоплення та управління ним в місті Дніпродзержинськ // Ученые записки ТНУ. Серия: География. – Симферополь: ТНУ. – 2004. – Том 17. №2. – С. 41-45.

Статья поступила в редакцию 27.04.06