

2. М.Т. Бакка, В.В. Дорошенко Техноекологія: Навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – 219 с.
3. ДБН 360-92\* "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень".
4. ОНД-86 Госкомгидромет. "Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий".
5. ДСП – 96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів».
6. "Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных типов технологического оборудования предприятий машиностроения и военно-промышленного комплекса". Харьков. 1997 г.
7. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ "Средства и методы защиты от шума. Классификация".

УДК 004.9:91:504

# ФОРМУВАННЯ ВОДОХОРОННИХ ЗОН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Розглянуті питання щодо формування розмірів водоохоронної зони водного об'єкту на прикладі річок Харківській області з застосуванням інструментарію геоінформаційних технологій*

**К. А. Вінніченко**

Студентка\*

Контактний тел.: 8-095-714-74-99

E-mail grachinka@mail.ru

**Т. Г. Таїрова**

Студентка\*

Контактний тел.: 8-066-144-55-55

E-mail tayrova@ukr.net

**Є. І. Кучеренко**

Доктор технічних наук, професор

Кафедра штучного інтелекту\*

Контактний тел.: 8-057-702-13-37

**В. М. Ладженський**

Кандидат технічних наук, доцент, заступник завідувача кафедри

Кафедра «Інженерної екології міст»\*

Контактний тел.: 8-057-707-33-31

\*Харківська національна академія міського господарства

вул. Революції, 12, м. Харків, Україна

## 1. Вступ

Одним з чинників впливу на якість поверхневих вод і екологічний стан водних об'єктів є поверхневий стік з прилеглих територій, який містить продукти ерозії ґрунтів та залишки добрив та отрутохімікатів. Своєрідним фільтром, що захищає водні об'єкти від цих видів забруднення є водоохоронні зони та прибережні захисні смуги. Встановлення таких природоохоронних територій було започатковано ще в 80-

роках минулого сторіччя. До цього періоду сільськогосподарські виробники прагнули завжди максимально освоїти земельні угіддя, розорюючи родючі заплавні ґрунти до урізу води. Це призводило до інтенсивного забруднення, засмічення та замулення поверхневих водних об'єктів. З наростанням розораності водозборів підсилювалися водно-ерозійні процеси і винос у річки завислих речовин - продуктів ерозії ґрунтів, відпрацьованих мастил, залишків мінеральних добрив і засобів хімічного захисту рослин, а також забрудне-

них вод від миття сільськогосподарської техніки. Під впливом господарської діяльності особливо зросла інтенсивність негативного впливу на малі річки.

Зниження водності і замулювання річок спричинило їх інтенсивне заростання і заболочування. Зростала деградація малих річок і зникнення їх як елементів ландшафту. Внаслідок обміління малих річок міліли і замулювалися інші річки. Обміління річок викликало ланцюгову реакцію, негативних екологічних наслідків: знижувалася обводненість територій, продуктивність екосистем, їх здатність до самоочищення, зник ряд видів рослин і тварин [1-3].

Таким чином питання розрахунку розмірів водоохоронних зон є актуальним та важливим.

## 2. Стан питання формування водоохоронних зон водних об'єктів

Згідно з Водним кодексом України прибережні захисні смуги мають фіксовані розміри:

- для малих річок, струмків і потічків, а також ставків площею менше 3 гектарів - 25 метрів;
- для середніх річок, водосховищ на них, водойм, а також ставків площею понад 3 гектари - 50 метрів;
- для великих річок, водосховищ на них та озер - 100 метрів [4].

Розміри водоохоронних зон нормативними документами не визначені, а згідно Постанови Кабінету Міністрів України про «Порядок визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них», розміри та межі водоохоронних зон визначаються конкретним проектом.

У цій Постанові зазначається, що розміри і межі водоохоронних зон, а також режим їх використання встановлюються, виходячи із фізико-географічних, ґрунтових, гідрологічних та інших умов з урахуванням прогнозу зміни берегової лінії водних об'єктів. Також регламентується, що зовнішня межа водоохоронної зони, як правило, прив'язується до вже наявних контурів сільськогосподарських угідь, шляхів, лісосмуг і є найбільшою віддаленою від водного об'єкту лінією [5, 6].

Таким чином, верхня (від урізу води) межа водоохоронної зони визначається, як правило, виходячи з сформованого господарського опанування прибережної території.

На наш погляд, необхідно визначити більш конкретні вимоги до проходження верхньої межі водоохоронної зони слід встановити по лінії початку розмиву (водної ерозії) прибережного схилу під впливом водного потоку, що формується при випадінні дощу.

Таким чином розміри водоохоронних зон річок будуть визначатися виходячи не з господарського опанування земельних ділянок, а з природно-географічних умов цієї території.

## 3. Методика розрахунку водоохоронних зон

Існує значна кількість публікацій, присвячених різним методам оцінки водної ерозії ґрунтів. До способів розрахунку відносять емпіричні рівняння, які враховують основні параметри твердого стоку [7]. До таких емпіричних моделей можна віднести універсальне рівняння водної ерозії (USLE) і наступні його

модифікації [8, 9], модель EPIC [10], схиліві компоненти моделей WEPP [11] і CREAMS [12].

Для визначення величини водної ерозії ґрунтів доцільне використання моделі універсального рівняння водної ерозії (USLE) [13].

USLE використовується для розрахунку різновидів лінійної ерозії як функції факторів клімату, ґрунту, топографії та використання земель. Воно є найбільш слушним для нашої роботи, та має такий вигляд:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P, \quad (1)$$

де  $A$  – річні втрати ґрунту під впливом дощів, т/га;

$R$  – фактор ерозуючої здатності дощів (ерозійний індекс дощів) за теплий період за картою;

$K$  – фактор піддатливості ґрунтів ерозійним процесам, т/га;

$S$  – фактор крутості схилу, %;

$L$  – фактор довжини схилу, м;

$C$  – фактор рослинності або сівозмінні умови;

$P$  – фактор ефективності протиерозійних заходів.

Основними параметрами рівняння (1) є фактори  $S$  і  $L$ . Інші фактори – підпорядковані. За деяких інших умов усі фактори мають важливе значення [7].

Фактор рослинності або сівозмінних умови та фактор ефективності протиерозійних заходів будуть узяті відповідно до [14], фактор ерозуючої здатності дощів та фактор піддатливості ґрунтів ерозійним процесам з допоміжних таблиць та карт. Фактори довжини схилу та крутості схилу розраховуються за формулою згідно з [13] або за допомогою ГІС.

## 4. Програмна реалізація запропонованої методики

Розрахунок і аналіз розвитку водної ерозії проведений в середовищі ArcGIS [15] з використанням модуля Spatial Analyst. Для цього використовується така початкова інформація:

- растр водного об'єкту для подальшої його прив'язки і векторизації;

- космічні знімки даної ділянки для отримання детальної інформації по даному об'єкту;

- екологічна інформація, а саме середні річні втрати ґрунту на одиницю площі за рік, індекси, що враховують вплив енергії та інтенсивність зливів, тип та стан ґрунтів, довжини і крутості схилу, індекс, що відображає вплив землекористування, який залежить від рослинного покриву, індекс впливу проти ерозійних заходів.

Здійснення поставленого завдання реалізується поетапно:

- прив'язка растру і космічного знімка ділянки водного об'єкту;

- векторизація растру за відмітками висот;

- побудова ізоліній рельєфу поверхні;

- розрахунок крутості і довжини схилу;

- складання бази даних за існуючими і розрахованими показниками;

- написання програми для здійснення необхідних розрахунків на ПК;

- розрахунок водної ерозії і визначення меж водоохоронної зони.

Геоінформаційна система реалізує такі функції:

- введення, накопичення, зберігання і обробка цифрової картографічної і екологічної інформації;
- побудова на підставі отриманих даних тематичних карт, що відображають поточний стан екосистеми;
- дослідження динаміки зміни екологічної обстановки у просторі та часі, побудова графіків, таблиць, діаграм;
- моделювання розвитку екологічної ситуації в різних середовищах і дослідження залежності стану екосистеми від метеоумов, характеристик джерел забруднень, значень фонових концентрацій;
- отримання комплексних оцінок стану об'єктів навколишнього природного середовища на основі різнорідних даних.

Відмінна риса даних у ГІС - їх просторова організація, тобто дані в ГІС мають географічну прив'язку. Основними джерелами інформації при створенні ГІС є карти, дані дистанційного зондування, а також матеріали польових інструментальних зйомок.

Розглянемо задачі, які необхідно реалізувати для вирішення екологічної проблеми, а саме розрахунку водоохоронної зони водного об'єкту. Для вирішення поставлених задач у середовищі ArcGIS насамперед нам необхідно здійснити прив'язку растру і космічного знімка, використовуючи інструмент ArcGIS Georeferencing. Для вирішення подальших трьох задач буде використаний модуль ArcGIS Spatial Analyst, який реалізує такі дії:

#### 1. Побудова ізоліній по відмітках висот.

Ізолінії - це полілінії, що з'єднують точки з однаковим значенням (наприклад, висоти, температури, опадів, забруднення або атмосферного тиску). Розподіл таких поліліній визначає розповсюдження значень на поверхні.

Слідуючи певній ізолінії, можливо з'ясувати, які точки мають однакове значення. Ізолінії також корисні для представлення поверхонь, оскільки вони дозволяють одночасно визначати пологі і круті схили (по відстані між ізолініями) і гірські хребти і долини (сходження і розбіжність ізоліній).

При побудові ізоліній ми отримуємо рельєф місцевості для вирішення подальших завдань.

#### 2. Розрахунок чинника крутості схилу.

Функція Ухил обчислює максимальну швидкість зміни значення між сусідніми осередками - наприклад, максимальний кут нахилу земної поверхні (максимальна зміна значення висоти від осередку до восьми сусіднім). Кожному осередку вихідного растру привласнюється значення ухилу. Чим менше значення ухилу, тим рівніше територія; чим більше значення ухилу, тим крутіше схили. Вихідний набір даних ухилу можна обчислити у формі градуса ухилу і відсотка ухилу. У даній роботі набір даних ухилу обчислений у відсотках та використовується для подальшого розрахунку небезпеки ерозії під впливом дощів.

3. Також для розрахунку ухилу необхідно визначити чинник довжини схилу, який вимірюється в метрах.

Обов'язковими показниками використовуваної формули (1) є коефіцієнти A, R, K, C, P. Значення даних величин формуються у відповідності до ГОСТ 17.4.4.03-86 [16].

Після здійснення всіх необхідних розрахунків виконується аналіз розвитку водної ерозії і визначається верхня межа водоохоронної зони водного об'єкту. Варто відмітити, що даний метод визначення водоохоронної зони може бути застосований для будь-яких водних об'єктів. Також на основі цього методу можливо провести аналіз розвитку ерозії і зміни розмірів водоохоронних зон.

## Висновки

1. Для визначення водоохоронної зони водних об'єктів Харківської області була отримана цифрова та екологічна інформація. Вона була проаналізована та підготовлена для подальшого ефективного використання.

2. З використанням даних попередніх розрахунків задача була реалізована в середовищі ArcGIS. Виконано автоматизовані розрахунки, відображення та аналіз необхідної інформації, які підтвердили справедливість та ефективність використання запропонованих в роботі методик та підходів.

3. На основі отриманих результатів сформульовано рекомендації щодо упорядкування верхньої межі водоохоронної зони річок, а також економічне обґрунтування використання земель, які прилягають до водного об'єкту.

## Література

1. Охрана малых рек и пойменных земель нечерноземной зоны РСФСР: Метод. Рекомендации. – Иваново, 1983. – 48с.
2. Яцык А. В. Экологические основы рационального водопользования. – К.: «Генеза», 1997. – 640с.
3. Водные ресурсы и их использование и охрана // Межвузовский сборник научных трудов. – Горький, 1985. – 120с.
4. Водний Кодекс України із змінами, внесеними Законом України від 21 вересня 2000р. за №1990-III. – 2000.
5. Порядок визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них // Підзаконний акт до ст. 87 Водного Кодексу України, затверджений Постановою КМУ від 8 травня 1996р., № 486. – 1996.
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 8.05.1996р за № 486 із змінами, внесеними Постановою Кабінету Міністрів України від 24.01.2002р., № 72. – 2002.
7. Интернет-экспозиция модели WEPP. - <http://topsoil.nserl.purdue.edu/NSERLWeb/weppmain/weppdocs.html>
8. Leonard R.A., Knisel W.G., Davis F.M., Johnson A.W. Validating GLEAMS with field data for fenamiphos and its metabolites // J. Irr. And Drain. Engr. 116:24-35. - 1990.
9. Musgrave G.W. Quantitative evaluation of factors in water erosion – a first approximation // Journal of soil and water conservation. – 1947. – P. 173 - 179.
10. Williams J.R., Jones C.A., Kiniry J.R., Spanel D.A. The EPIC crop growth model // Trans. ASAE 32(2):497-511. - 1989.
11. <http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain/wpslp.html>,
12. Knisel W.G. (Ed). CREAMS: A field scale model for Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems // U.S. Dept. of Agri., Sci. and Edu. Adm., Conservation Research Report No. 26. U.S. Govt. Print. Off., Washington, DC, USA. - 1980. - 640 p.
13. ГОСТ 17.4.4.03-8 [СТ СЭВ 5300-85]. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей - М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1987. – 8с.
14. Кривов В. М. Екологічно безпечне землекористування лісостепу України. Проблема охорони ґрунтів. – К.: Урожай, 2006. – 304 с.
15. <http://www.dataplus.ru>
16. ГОСТ 17.4.4.03-86 Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей. - 1987.- 6с.