

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/317265586>

DMSS on optimum control of flooding of territories

Article · August 2009

CITATIONS

0

READS

17

2 authors:



[Vitalii Volodymyrovich Akimenko](#)

National Taras Shevchenko University of Kyiv

53 PUBLICATIONS 96 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Serhii Oleksandrovych Mytrokhin](#)

East Ukraine Volodymyr Dahl National Unive...

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Continuous Age-Structured Models of Population Dynamics [View project](#)

Акіменко В.В., д.т.н., професор, Митрохін С.О.*

Akimemko V.V., Mitrokhin S.A.

СППР з оптимального керування процесами підтоплення територій

DMSS on optimum control of flooding of territories

Побудовано модель СППР з оптимального керування процесом підтоплення територій. Розроблено алгоритм функціонування системи та підтримки прийняття управлінських рішень.

The conceptual model of DMSS of optimum control of flooding of territories is created. The basic algorithm of information objects which ensure functioning of system are selected.

Ключові слова: прийняття рішення, оптимальне керування, процес підтоплення територій.

Key words: decision making, optimum control, water logging process.

*E-mail: akacorwin@mail.ru

Статтю представив д.т.н., проф. Гаращенко Ф.Г.

Система підтримки прийняття рішень по оптимальному керуванню процесами підтоплення територій промислово-міських агломерацій (ПМА) повинна забезпечувати виконання наступних функцій: накопичення даних екологічного моніторингу елементів режиму ґрунтових вод та фізичних властивостей ґрунтів; прогнозування рівня підземних вод на основі прогнозування даних про можливу поведінку вхідних та вихідних водних потоків і опадів; визначення оптимального керування рівнем ґрунтових вод з метою не допустити його зменшення нижче критичного рівня

в межах доступних технічних, геологічних засобів і потужностей; контроль та керування процесом реалізації визначених управлінських рішень за фактичними результатами керування та плановими показниками; забезпечення своєчасного подання та обробки інформації щодо процесу прийняття рішень, а також багатокористувацького доступу до даних та безпеки даних. Можна запропонувати наступну модель підтримки прийняття рішень з оптимального керування процесом запобігання підтоплення території ґрунтовими водами (рис. 1):

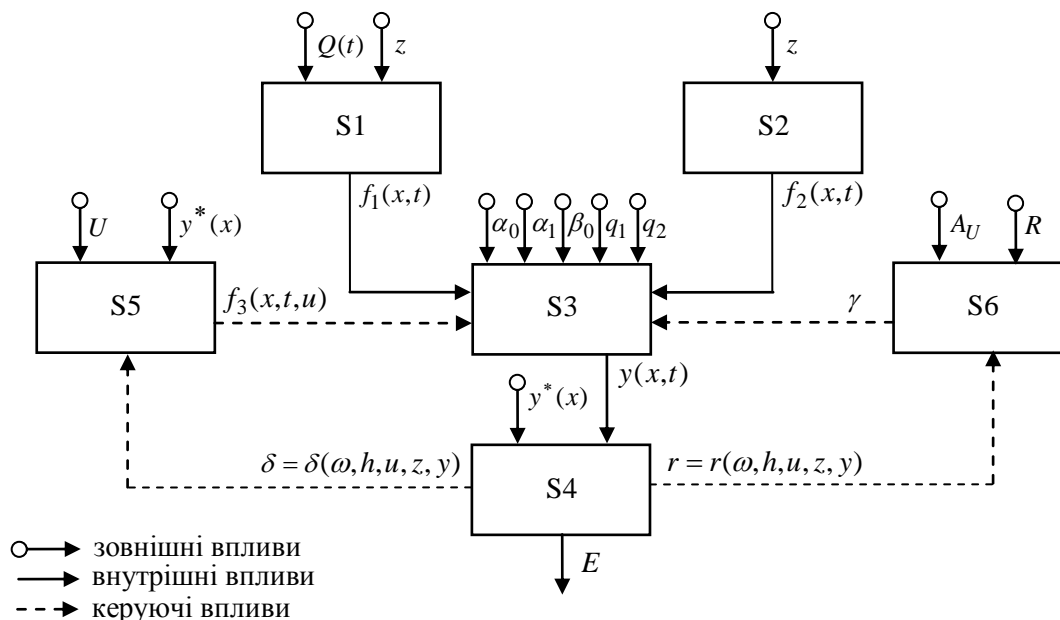


Рис. 1. Модель підтримки прийняття рішень з керування підтопленням території ґрунтовими водами.

Блок S1 - моделювання процесу проникнення атмосферних опадів у ґрунтові води. Вхідні параметри модуля: $Q(t)$ - кількість опадів, z - інтегрований параметр, що характеризує фізичні властивості ґрунту. Вихідний параметр $f_1(x,t) \leq 0$ - функція джерела (проникнення опадів у ґрунтові води).

Блок S2 - моделювання процесу випаровування вологи із ґрунту. Вхідний параметр z - інтегрований параметр, що характеризує фізичні властивості ґрунту. Вихідний параметр $f_2(x,t) \geq 0$ - функція випаровування вологи із ґрунту.

Блок S3 - моделювання процесу дифузії ґрунтових вод. Вхідні параметри модуля: $\alpha_0, \alpha_1, \beta_0$ - параметри дифузійного процесу, q_1 та q_2 - швидкості потоку ґрунтових вод, $f_1(x, t) \leq 0$ - функція джерела, $f_2(x, t) \geq 0$ - функція випаровування вологи із ґрунту, $f_3(x, t, u) \geq 0$ - функція збільшення глибини підземних вод за рахунок застосування технічних засобів, γ - комплекс організаційних та технічних заходів щодо ліквідації небезпечного підйому ґрунтових вод у випадку стихійних лих та техногенних катастроф. Вихідний параметр $y(x, t)$ - положення рівня ґрунтових вод.

При вивченні процесу дифузії ґрунтових вод в блоці S3 за основу можна взяти наступну початково-крайову задачу для $y(x, t)$ в області $Q_T = \Omega \times (0, T)$ [1], [2], [3]:

$$y_t = \sum_{i=1}^2 (a_i(x, t, y) y_{x_i})_{x_i} + f(x, t, u), \quad (1)$$

$$a_i(x, t, y) = \alpha_i(x, t) + \sum_{j=1}^J \beta_{ij}(x, t) y^{2j-1} + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik}(x, t) y^{2k}, \quad (2)$$

де $\alpha_i(x, t) > 0, \beta_{ij}(x, t) \geq 0, \gamma_{ik}(x, t) \geq 0$ - задані набори функцій, $J \geq 1, K \geq 1$ - задані показники поліноміальних коефіцієнтів дифузії $a_i(x, t, y)$, $f(x, t, u) = f_1(x, t) + f_2(x, t) + f_3(x, t, u)$, $u(x, t) \in U$ - функція керування з множини керувань U . Момент часу T закінчення процесу моделювання визначається з умови:

$$T = \min\{\hat{T}, T^*\}, \quad (3)$$

де \hat{T} - планований час завершення процесу моделювання, T^* - час, за який глибина залягання підземних вод зменшується до заданого критичного значення $y^*(x)$:

$$\exists x^* \in \Omega: y(x^*, T^*) = y^*(x^*) \quad (4)$$

Початкові й граничні умови:

$$\begin{aligned} y|_{t=0} &= \varphi(x), \quad \left(\frac{\partial y}{\partial n} \right) \Big|_{S_1} = \sigma_1(s, t, u), \\ y|_{S_2} &= \sigma_2(s, t, u), \end{aligned} \quad (5)$$

де $\varphi(x)$ - початковий розподіл глибини залягання ґрунтових вод, що задовольняє обмеженням:

$$0 < y^*(x) \leq \varphi(x) \leq h_0 \quad (6)$$

де h_0 - максимально можлива глибина заля-

гання ґрунтових вод.

Блок S4 - аналіз стану досліджуваної системи. Вхідні параметри модуля: $y^*(x)$ - критичне значення глибини залягання ґрунтових вод, $y(x, t, u(x, t))$ - прогнозоване положення рівня ґрунтових вод.

Вихідні параметри модуля: $\delta = \delta(\omega, h, u, z, y)$ - висновок про стан досліджуваної території, $r = r(\omega, h, u, z, y)$ - інформаційний сигнал про стан системи в тому, випадку, якщо в деяких подобластях $\Omega^* \subset \Omega$ рівень ґрунтових вод менше критичного $y(x, t_0) < y^*(x)$, $x = (x_1, x_2) \in \Omega^*$, E - масив елементів режиму ґрунтових вод.

У блоці S4 за результатами моделювання динаміки ґрунтових здійснюється порівняння елементів режиму ґрунтових вод з плановими показниками та прийняття одного з наступних рішень: f_1 - розрахунок та застосування керуючого впливу (штатний режим роботи системи), f_2 - передача керування підсистемі вибору оптимального комплексу технічних та організаційних заходів щодо запобігання підтопленню території (випадок техногенної катастрофи), f_3 - продовження спостережень за досліджуваною системою.

Блок S5 - розрахунок керуючого впливу у випадку штатного режиму роботи системи керування.

Вхідні параметри модуля: U - множина керувань, $y^*(x)$ - критичний рівень ґрунтових вод, $\delta = \delta(\omega, h, u, z, y)$ - інформація про стан системи.

Вихідний параметр $f_3(x, t, u)$ - функція збільшення глибини підземних вод за рахунок застосування технічних засобів (керуючий вплив), $u(x, t) \in U$ - функція керування з множини керувань.

У блоці S5 вирішується задача оптимального керування для системи (1)-(5):

$$u^*(x, t) = \arg \inf_{u \in U} J(y, u), \quad (7)$$

де функціонал $J(y, u)$ - критерій якості керування:

$$J(y, u) = \int_{Q_T} (\hat{y}(x) - y(x, t))^2 \chi(\hat{y}(x) - y(x, t)) dx dt. \quad (8)$$

В (8) $\hat{y}(x, t) > y^*(x, t)$ - заданий розподіл предкритического рівня ґрунтових вод, $\chi(x)$ - функція Хевісайда.

Розв'язок задачі (8) можна шукати на класі кусочно-постійних обмежених функцій насту-

пного виду:

$$u(t) = \sum_{j=1}^m u_j \chi(t - t_{j-1}) \chi(t_j - t), \quad (9)$$

де $\{u_j\}$ - набір обмежених коефіцієнтів ($0 \leq u_j \leq u_j^0(t)$, $u_j^0(t) = 0.3 + 0.005 t$) на інтервалах $[t_{j-1}, t_j]$, $\chi(t)$ - функція Хевісайда.

Блок S6 – розрахунок керуючого впливу у випадку стихійних лих та техногенних катастроф.

Вхідні параметри модуля: A_U - множина управлінських рішень (організаційних та технічних заходів), R - обмеження по ресурсах,

$r = r(\omega, h, u, z, y)$ - інформація про стан системи підтоплення території.

Вихідний параметр γ - комплекс організаційних та технічних заходів щодо ліквідації небезпечного підйому ґрунтових вод у випадку стихійних лих та техногенних катастроф. Рішення про застосування керуючих впливів приймає ОПР. ОПР може підтвердити доцільність впливів та ініціювати здійснення відповідних організаційних заходів щодо переведення реальної системи керування в стан, визначений СППР або відхилити запропоновані дії. В своїй роботі ОПР використовує групові технології прийняття рішень.

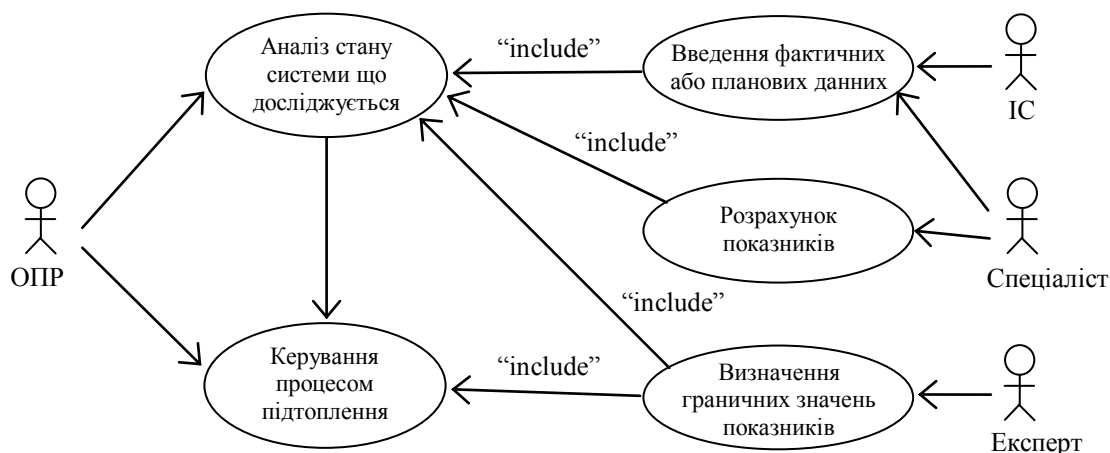


Рис. 2. Діаграма варіантів використання СППР

СППР, що проектується, може використовуватись суб'єктами екологічного моніторингу у таких випадках (рис. 2): для визначення фактичного стану, у якому знаходиться система, тобто для оцінки ступеня підтопленості території ПМА й характеру негативних змін навколишнього середовища, пов'язаних з розвитком процесу підтоплення; для підтримки прийняття рішення щодо керування рівнем ґрунтових вод (організації заходів щодо ліквідації небезпечного підйому ґрунтових вод) [4], [5], [6].

У процесі аналізу стану системи що досліджується (рис. 3) визначається фактичне та прогностичне положення рівня ґрунтових вод (модель нелінійного процесу дифузії для завдання підтоплення територій) та здійснюється їх порівняння з плановими значеннями показників (які було визначено на етапі прийняття рішення про керування). Результатом роботи системи є формування висновку про стан території, який визначається на множині допустимих рішень: P1 (глибини залігання ґрунтових вод відповідають плановим (мають відхилення у встановлених експертами межах), параметри процесу керування динамікою рівня ґрунтових вод не потребують змін); P2 (глибини залі-

гання ґрунтових вод менші за планові, параметри процесу керування потребують коригування);

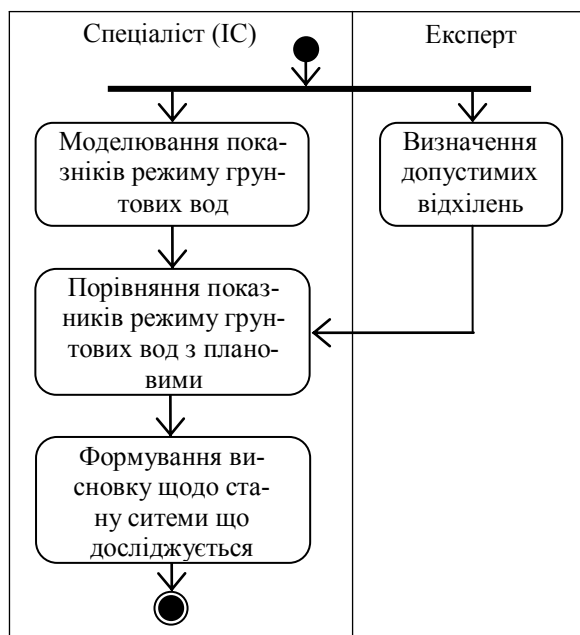


Рис. 3. Діаграма дій процесу контролю реалізації визначених управлінських рішень

РЗ (глибини залігання ґрунтових вод перевищують планові, параметри керування можна коригувати з метою зменшення витрат).

У процесі керування рівнем ґрунтових вод (рис. 4) система генерує відповідні керуючі впливи для збільшення глибин залігання ґрунтових вод та забезпечення їх відповідності плановими показникам, визначеним на етапі прийняття рішення про застосування певних заходів щодо

ліквідації небезпечного підйому ґрунтових вод. Результатом роботи системи є визначення оптимального керуючого впливу з діапазону можливих значень встановлених за експертними оцінками. Можливими рішеннями є Р1 (застосувати керуючий вплив); Р2 (залишити природний процес коливання рівня ґрунтових вод без змін); Р3 (змінити параметри керуючого впливу).

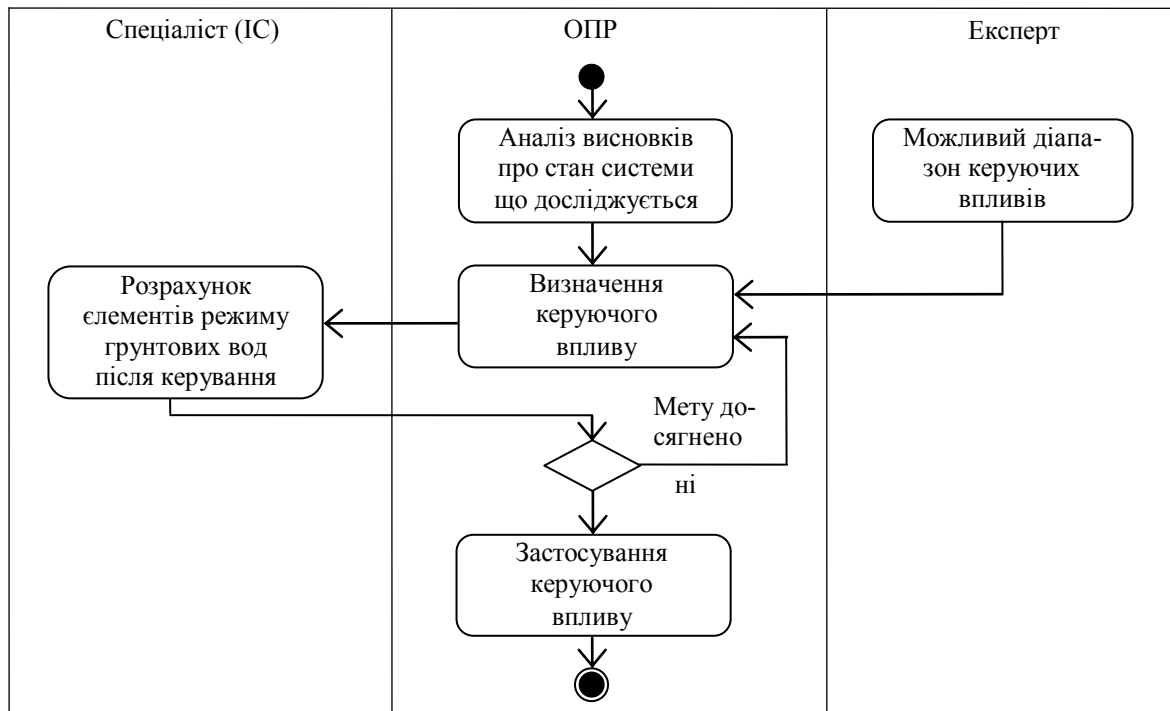


Рис. 4. Діаграма дій процесу керування рівнем ґрунтових вод

Концептуальне моделювання предметної області дозволило виділити, основні класи інформаційних об'єктів, що забезпечують роботу системи. Побудований алгоритм роботи системи підтримки прийняття рішень закладений в основу

прикладної СППР з оптимального керування процесом запобігання підтоплення територій для міських агломерацій.

Література

1. Рекомендации по методике оценки и прогноза гидрогеологических условий при подтоплении городских территорий. – М.: Стройиздат, 1983. – 126с.
2. Ладыженская О.А., Солонников В.А., Уральцева Н.Н. Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа. - М.: Наука, 1967. – 736с.
3. Акименко В.В., Сугоняк И.И. Нелинейное моделирование многомерного процесса диффузии инноваций на основе метода расщепления //Кибернетика и системный анализ. – 2008. - №4. – с.120-133.
4. Фаулер М, Скотт К. UML в кратком изложении. Применение стандартного языка объектного моделирования. М: «Мир»,1999. - 191с.
5. Штирк А.А. CASE : машинное проектирование программного обеспечения МЦИЭ: ИнтерЭВМ, 1990. - 174с.
6. Избачков Ю., Петров В. Информационные системы. изд. 2-е перероб.и доп.: –СПб: Питер. - 2005 – 656 с .

Надійшло до редколегії 25.11.09