

УДК 556.388:631.95

© 2010

Харитонов М.М., Жиленко М.І., кандидати сільськогосподарських наук
Дніпропетровський державний аграрний університет

*Криваковська Р.В., аспірант**

Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НААНУ

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОГНОЗУ ПРОЦЕСУ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗАСОЛЕННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ШАХТНИХ ВІДВАЛІВ

Рецензент – кандидат сільськогосподарських наук В.Т. Пашова

Для можливості проведення прогнозу процесу вертикального засолення рекультивованих шахтних відвалів створено файл MathCAD, у якому записано команди для вирішення задачі моделювання. Константи й процедури змінюють за умов введення нових початкових параметрів – глибини штучного ґрунтового розрізу, року, кроку по простору і по часу. Для проведення прогнозних розрахунків засолення експериментальних ґрунтових розрізів звернулися до бази даних, отриманих з інтервалом у 8 років, починаючи з 1987 року. Отримані у 2003-му році дані профільного розподілу солей були опрацьовані на розробленій моделі у вигляді прогнозів на наступний період у шість років. Зроблений за результатами прогнозу на 2009 рік висновок достатньо реально відображує профільний розподіл солей у рекультиваційному шарі за варіантом ШП + 50 ЛС + 50 НШЧ. Апробована на Павлоградському стаціонарі рекультивації земель ДДАУ методологія може бути використана для проведення прогнозних розрахунків вертикального засолення в умовах Західного Донбасу.

Ключові слова: вертикальне засолення, математичне моделювання, прогноз, рекультиваційний шар, шахтні відвали.

Постановка проблеми. Необхідність прогнозу та вибору оптимального еколого-меліоративного режиму рекультивованих земель потребує суттєвої перебудови стаціонарів рекультивації за новою схемою, яка б давала можливість проводити лізиметричні та гідрогеологічні спостереження. За відсутністю таких умов необхідне проведення довготривалих спостережень із подальшим вирішенням багатоваріантних епігнозних задач до найкращого співпадіння розрахункових величин з експериментальними даними вертикального засолення рекультиваційного шару, які були отримані у стаціонарних умовах.

Аналіз основних досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми.

Прогнозування є важливою частиною забез-

печення екологічної безпеки територій[1]. Для довготривалого прогнозування можуть використовуватися різні методи, в тому числі математичне моделювання процесів [3, 4]. Для вирішення задачі чисельного моделювання солепереносу може бути використаний метод прогонки [1].

Мета досліджень та методика їх проведення. Метою досліджень була апробація методики прогнозу вертикального засолення різних варіантів рекультиваційного шару.

Вихідною інформацією стали дані профільного засолення ґрунту за 1987, 1995, 2003 роки, отримані в умовах Павлоградського стаціонару рекультивації порушених земель ДДАУ. Схема рекультивації порушених земель складалася з варіантів (без та з екрануючим шаром лесоподібного суглинку): не перекрита шахтна порода (ШП); шахтна порода ШП + 30; 50 та 70 см насипного шару чорнозему (30 НШЧ; 50 НШЧ; 70 НШЧ); ШП + 50 ЛС + 30; 50; 70 НШЧ.

Результати досліджень. Для можливості проведення прогнозу процесу вертикального засолення ґрунту створено файл MathCAD, у якому записано команди для вирішення задачі моделювання. Для цього в названий файл потрібно лише підставити вихідні дані, – а результат програма обчислить самостійно. На перших двох листах документа MathCAD знаходяться константи й процедури, що стосуються всієї програми. Їх змінюють за умов введення нових початкових параметрів. Передусім, необхідно правильно позначити глибину штучного ґрунтового розрізу, час моделювання, крок у просторі і в часі. Щоб встановити значення змінної, використовується оператор:=. Зліва від нього пишеться назва змінної, справа – її значення: *upper_border:=0* і *lower_border:=1*. Для поділу цілої та дробової частин у числі використовується знак . (крапка). Отже, для встановлення кордонних меж використовуються змінні *upper_border* і *lower_border*.

* Керівник – доктор біологічних наук, професор І. Х. Узбек


Значення *upper_border* завжди ставиться рівним нулю. Розміри ділянки по вертикалі ставляться у метрах. Для зміни розміру шару використовується змінна *dx*. Вона встановлена в розмірі 10 см у розділі глобальних констант. Її треба змінювати таким чином: *dx:=0.1* і лише тоді, коли розмір рекультиваційного шару відрізняється.

Для зміни часу моделювання використовується змінна *t*. Час моделювання вимірюється в днях, тому необхідно перевести кількість років у *t:=5844* або у кількість днів.

Також слід встановити кількість кроків моделювання (періодів, на які розбивається час моделювання). Рекомендується використовувати кількість кроків у розмірі від 10 до 16, хоча можна використовувати й інші значення. Для встановлення кількості кроків використовується змінна *steps:=32*. Змінна *n* використовується для знаходження кількості кроків у просторі. Вона обчислюється автоматично командою

$$n := \frac{(lower_border - upper_border)}{dx},$$


тому її не треба видаляти.

Найважливішим кроком майбутнього моделювання є введення початкових значень засоленості. Засоленість позначається літерою *C* (англійська). Оскільки засоленість – це не одне значення, а їх сукупність, то вона вставляється дещо по-іншому, ніж усі інші дані. Після того, як вписана *C:=*, необхідно вибрати у меню пункт “Вставка – Матриця” (або  на панелі інструментів). У вікні, що з’явиться, потрібно вибрати кількість значень по горизонталі й по вертикалі. По горизонталі кількість значень завжди ставиться 1, а по вертикалі – висоту розрізу ділити

на крок плюс один. На екрані з’явиться заготовка, куди потрібно ввести дані по засоленості. Для вирішення задачі використовується рядок:

`res := psolve(C, dx, steps, v1, v2, lower_border, t, findd(v1, dx, c_o, c_n))`

Після цього результати виводяться на екран за допомогою команди *res=* (ім’я *res* використовується тому, що воно використовувалося у попередній команді).

Для побудови поверхні результатів використовується команда “Вставка – Графік – Поверхня Plot” (або  на панелі інструментів). На екрані з’являється поверхня з трьома координатами: *y(C)* – засоленість ґрунту, *z(t)* – час, *x* – просторова координата, дм [5]. У квадратику внизу записується ім’я змінної (в нашому випадку – *res*). Графік можна повертати за допомогою руху мишки при натисненій лівій кнопці.

Для проведення прогностичних розрахунків засолення експериментальних ґрунтових розрізів звернулися до бази даних розподілення водорозчинних солей уздовж модельного профілю варіантів рекультивації за 1987, 1995 та 2003 роки. Після того, як за допомогою методу прогонки були встановлені деякі константи, подальші прогностичні розрахунки робили, базуючись на дані 2003 року (див. табл.).

Отже, отримані в 2003-му році дані профільного розподілу солей були опрацьовані на розробленій моделі у вигляді прогнозів на наступний шестирічний період. Оцінка прогностичного сценарію засолення рекультиваційних профілів за варіантом ШП + 50 ЛС + 50 НШЧ була зроблена на кінець 2009 року (див. рис.).

Розподілення водорозчинних солей уздовж модельного профілю варіантів рекультивації у 2003 році, (%)

| Шар, см | ШП + 30 НШЧ | ШП + 50 НШЧ | ШП + 70 НШЧ | ШП + 50 ЛС + 30 НШЧ | ШП + 50 ЛС + 50 НШЧ | ШП + 50 ЛС + 70 НШЧ |
|---------|-------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0-10 | 0,066 | 0,06 | 0,054 | 0,04 | 0,046 | 0,06 |
| 10-20 | 1,018 | 0,05 | 0,098 | 0,04 | 0,044 | 0,032 |
| 20-30 | 0,944 | 0,05 | 0,046 | 0,042 | 0,038 | 0,03 |
| 30-40 | | 0,05 | 0,06 | 0,064 | 0,048 | 0,036 |
| 40-50 | | 0,706 | 0,118 | 0,346 | 0,05 | 0,188 |
| 50-60 | | | 0,266 | 0,526 | 0,076 | 0,550 |
| 60-70 | | | 0,164 | 1,03 | 0,172 | 0,48 |
| 70-80 | | | | | 0,310 | 0,408 |
| 80-90 | | | | | 0,390 | 0,232 |
| 90-100 | | | | | 0,602 | 0,288 |
| 100-110 | | | | | | 0,372 |
| 110-120 | | | | | | 0,388 |

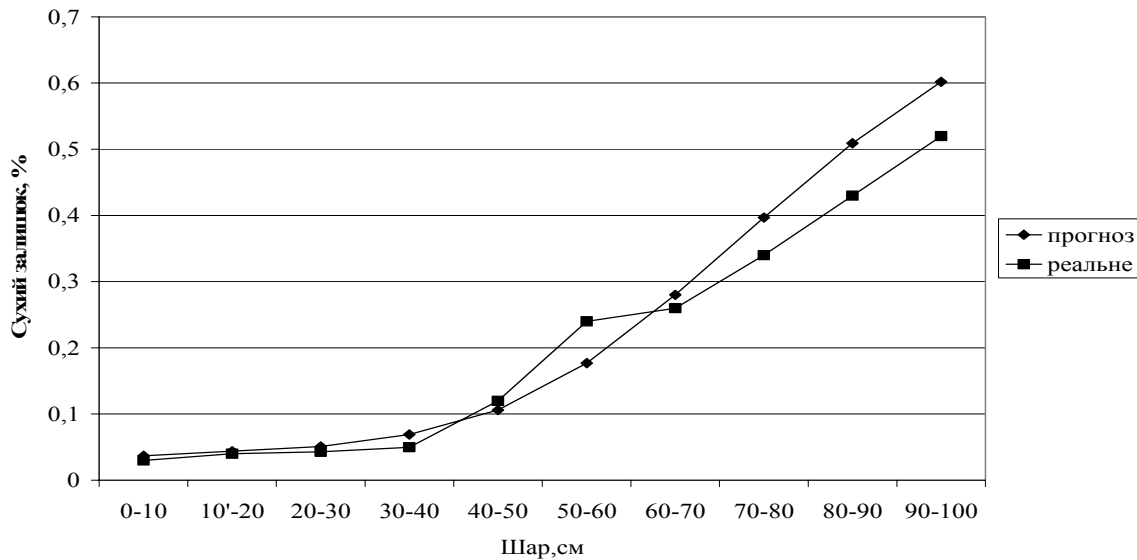


Рис. Результати прогнозу засолення рекультивованого профілю для варіанта ШП + 50 ЛС + 50 НШЧ у 2009 році

Отже, перекриття шахтних порід додатковими шарами ґрунту та суглинку призводить до значного стримування міграції токсичних солей у контактній зоні з відвалом за рахунок дії декілька геохімічних бар'єрів (механічного, сорбційного, окисно-відновлювального, лужного). Рівень прояву того чи іншого геохімічного бар'єра залежить від обраної схеми перекриття шахтних відвалів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Євграшкіна Г.П., Шерстюк Н.П. Вивчення та прогнозування гідрогеологічних процесів методами математичного моделювання: Навчальний посібник. – Д. : Вид-во Дніпропетровського ун-ту, 2004. – 112 с.
2. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1986. – 356 с.
3. Мироненко В.А. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах / В.А. Мироненко, В.Г. Румынин, В.К. Угаев. – Л. : Недра, 1980. – 320 с.

Висновки: 1. Для можливості проведення прогнозу процесу вертикального засолення рекультивованих шахтних відвалів створено файл MathCAD, у якому записано команди для вирішення задачі моделювання.

2. Зроблений за результатами прогнозу на 2009 рік висновок достатньо реально відображає профільний розподіл солей у рекультиваційному шарі за варіантом ШП + 50 ЛС + 50 НШЧ.

4. Принципи моделювання та прогнозування в екології / В.В. Богобоящий, К.Р. Чурбанов, П.Б. Палій [та ін.]: підручник. – К. : Центр навч. літ., 2004. – 216 с.
5. Харитонов Н.Н. Модель прогноза вертикального влагосолепереноса рекультивованого шахтного отвала богарного земледілля / Н.Н. Харитонов, Р.В. Криваковская // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2007. – № 3. – С. 102-104.