

вилучення малахітового зеленого має високі значення та досягає максимального значення при співвідношенні ПАР:барвник = 1:1.

Розглянуто ефективність флотоекстракції для різних вихідних концентрацій модельного розчину барвника (5-100 мг/дм³). При зменшенні концентрації вихідного розчину спостерігається зменшення ступеня вилучення барвника. Так, при концентрації 5 мг/дм³ досягнуто найменший ступінь вилучення (54,7 %), адже чим менша вихідна концентрація забрудника, тим складніше його видалення. Максимальне значення видалення (99,7 %) отримано для 100 мг/дм³.

Залежність ступеня вилучення від тривалості процесу вказує на те, що від 2 до 20 хвилин спостерігається поступове зростання ступеня очищення. Від 20 до 25 хвилин ступінь вилучення барвника досягає максимального значення.

Досліджено закономірності вилучення барвника малахітового зеленого в інтервалі концентрацій 5 – 100 мг/дм³ з модельних водних розчинів. Для утворення сублату використовували ПАР – додецилсульфат натрію та екстрагент – аміловий спирт. За отриманими результатами, найбільшу ступінь видалення барвника (99,7%) отримано при рН 7, мольному співвідношенні ПАР:барвник = 1:1 та тривалості процесу 25 хв.

Література

1. *Астрелін І. М.* Теоретичні засади та практичне застосування флотоекстракції: огляд / І. М. Астрелін, Т. І. Обушенко, Н. М. Толстопалова, О. О. Таргонська // Вода і водоочисні технології. – 2013. – №3. – С. 3-23.
2. *Обушенко Т. І.* Видалення синтетичних барвників зі стічних вод / Т. І. Обушенко, Н. М. Толстопалова, І. М. Астрелін // Science Rise. – 2016. – Т.5. – №2(22). – С. 47-53.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МІГРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В ПРИРОДНИХ ДИСПЕРСНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Бойко Т. В., Запорожець Ю. А.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СРЕДАХ

Бойко Т. В., Запорожець Ю. А.

APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR PREDICTION OF MIGRATION OF POLLUTANTS IN NATURAL DISPERSE ENVIRONMENTS

Boiko T., Zaporozhets J.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
z.juli@bigmir.net

Проведено систематизацію даних для створення експертної системи яка дасть можливість описати фільтраційні процеси в ґрунті, а також прогнозувати розповсюдження рідини в ґрунтовому шарі.

Ключові слова: *нейрона мережа, забруднюючі речовини, міграція, фізико-хімічні властивості, ґрунтовий шар*

The systematization of data to create an expert system that will enable to describe the filtration processes in the soil, as well as predict the spread of fluid in the soil layer.

Ключевые слова: *нейронная сеть, загрязненные вещества, миграция, физико-химические свойства, почвенный слой*

The systematization of data for the creation of an expert system has been carried out, which will enable to describe the filtration processes in the soil, as well as to predict the propagation of the liquid in the soil layer.

Keywords: *neural network, pollutants, migration, physical and chemical properties, soil layer*

Вступ

На сьогоднішній день моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища являє собою систему знань, понять і методів, які направлені на дослідження, аналіз та прогнозування розвитку різноманітних природних та техногенних екологічних систем. Використовуючи сучасні інформаційні технології, математичні моделі і методи, система знань дасть можливість кількісно оцінити наслідки техногенного впливу на навколишнє середовище в цілому, та усі складові докілья: атмосферного повітря, водних екосистем, ґрунтового покриву тощо.

В даний час розроблено велику кількість концептуальних математичних і комп'ютерних моделей, що дозволяють прогнозувати міграцію рідини в пористих середовищах, поширення(розповсюдження) теплоти в ґрунтоґрунтових системах і, в результаті, міграцію розчинених речовин в ґрунтовому шарі. Однак при більш детальному розгляді кожної з моделей виявляється, що частина з них має в своєму розпорядженні достатньо велику кількість припущень та наближень. З іншого боку, існують більш повні феноменологічні моделі, що включають в себе досить глибокий опису хімічних і фізичних процесів, що протікають в ґрунті. Однак через складність і динамічності цих процесів основною проблемою при їх математичному описі є велика кількість параметрів, коефіцієнтів, граничних умов, необхідних для визначення і, як наслідок, складність їх використання фахівцями-практиками (найбільш відомі комп'ютерні моделі – FeFlow, Hydrus2D / 3D, ModFlow).

Аналіз існуючої проблеми та постановка задачі

Поряд зі складними феноменологічними моделями є велика потреба в досить точних, для практичного використання, моделях, які могли б бути застосовані для вирішення задач прогнозування розповсюдження рідини в ґрунтовому шарі.

В цьому напрямі велику перспективу мають функціональні моделі які описують процеси в ґрунтовому шарів, експертні та географічні інформаційні системи [1, 2]. Наявність великих обсягів експериментальних даних як за розподілом (тимчасовому і просторовому) забруднюючих речовин в ґрунті, так і за фізико-хімічними властивостями ґрунтів створює передумови для використання експертних систем з метою їх ефективної обробки. Експертні системи обробки даних

відрізняються від звичайних систем тим, що в них використовуються правило-орієнтований апарат представлення знань, символічний висновок і евристичний пошук рішення (в якості альтернативи використання відомого алгоритму) [1, 3]. Виходячи з цього, основним призначенням експертних систем є рішення неформалізованих задач, що робить їх застосування для вирішення завдань в області екології, зокрема для прогнозування міграції домішок в ґрунтовому шарі, досить ефективним.

При цьому експертні системи не відкидають і не замінюють традиційного підходу до розробки моделей, направлених на рішення формалізованих задач, а їх доповнюють. Тому з метою вдосконалення рішень таких задач широке розповсюдження отримують інструменти, побудовані на базі гібридизації окремих елементів експертних систем і нейронних мереж, що дозволяє використовувати їх основні переваги та уникнути в ряді випадків окремі недоліки.

Таким чином, складність формалізації задачі опису фільтраційного процесу в ґрунтовому шарі, різноманітність процесів що на нього впливають, а також різновид можливих хімічних речовин в процесі міграції в ґрунті робить застосування експертних систем актуальною задачею.

Розробка структур штучних нейронних мереж для класифікації фізико-хімічних властивостей ґрунтів і прогнозування міграції хімічних речовин техногенного походження

З огляду на необхідність проведення прогнозування міграції забруднюючих речовин в ґрунтовому шарі в якому може бути присутній широкий спектр забруднювачів хімічного походження, доцільним є розробка кількох взаємодоповнюючих нейромережових моделей. Тому в даній роботі запропоновано використання окремих елементів штучних нейронних мереж.

На рис 1. представлена загальна структура багатошарової нейронної мережі.

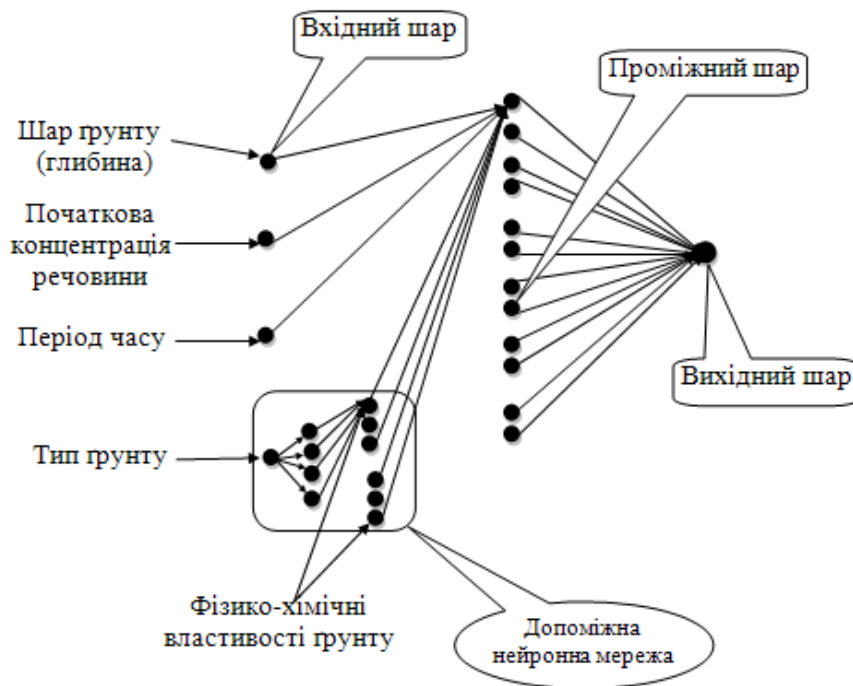


Рис. 1 Структура багатошарової нейронної мережі для прогнозування міграції забруднюючих речовин в ґрунтовому шарі

Як показано на рис. 1 на вхід подається чотири сигналу. Перший з них – це шар ґрунту, або глибина, яка вимірюється в метрах, на якій проводяться поточні виміри концентрації речовини. Другий параметр – це початкова концентрація речовин на поверхні в початковий момент часу. Третій параметр характеризує період часу, що вимірюється в годинах (місяцях, роках), що пройшов з моменту появи перших результатів вимірювань концентрації прогнозованої речовини на поверхні ґрунту до певного моменту який цікавить користувача. Четвертий параметр – тип ґрунту (наприклад: чорнозем, дерново-підзолистий, і т.п.).

З огляду на те, що в базі даних системи буде присутня інформація про різні властивості ґрунтів, то доцільним є побудова допоміжної нейронної мережі, яка могла б здійснювати прогнозування властивостей ґрунтів виходячи з їх типів, складу, умов навколишнього середовища і подавала б на вхід основної нейронної мережі прогнозні значення. Також для прогнозування міграції речовин в ґрунті, необхідно обов'язково враховувати рельєфно-ландшафтні та кліматичні характеристики [4, 5] які складають окремі групи даних, що подаються на вхідний шар представленої нейронної мережі. Вона зображена як допоміжна нейронна мережа на рис. 2.

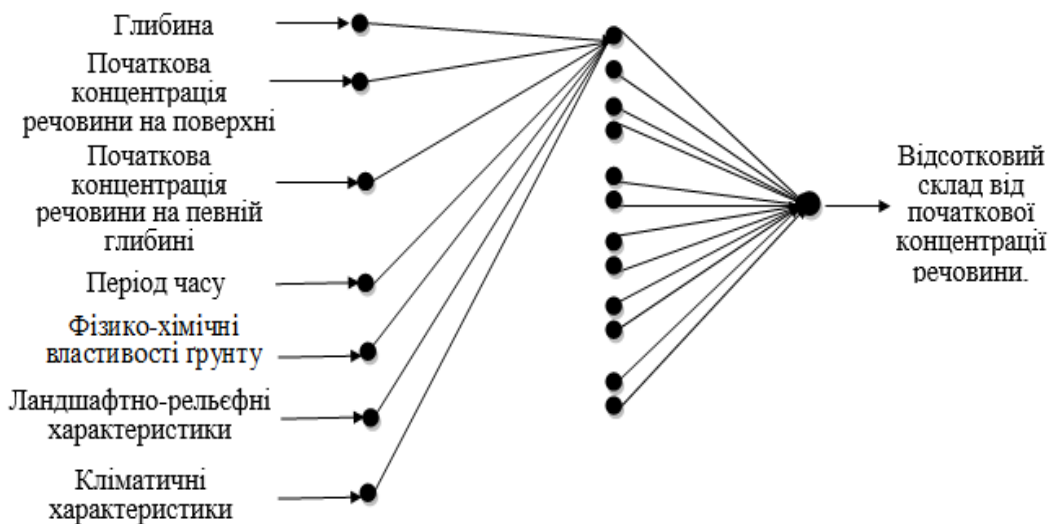


Рис. 2. Уточнена структура багатошарової нейронної мережі для прогнозування міграції забруднюючих речовин в ґрунтовому шарі

В свою чергу до складу кліматичних характеристик входять такі фактори, як кліматичний пояс; середні температури зими, весни, літа і осені; середні опади зими, весни, літа і осені. До складу рельєфно-ландшафтних характеристик включені: ландшафт; тип місцевості; рельєф місцевості; висота над рівнем моря. До складу фізико-хімічних характеристик ґрунтів: гранулометричні фракції піску, глини, мулу; процентний вміст органічних речовин; ємність катіонного обміну; кислотність і спосіб її визначення; густина (рис. 3). Це дозволить використовувати нейронну мережу для уточнення результатів прогнозування поширення забруднюючої речовини і більшою мірою адаптувати нейронну мережу під закономірності процесів які при цьому відбуваються.

Представлена структура нейронної мережі дозволяє вирішувати задачі переходу від лінгвістичних форм даних до їх чисельних характеристик. Таке перетворення не дає точних оцінок визначення шуканих параметрів, однак дозволяє

розширити коло застосування нейромережових моделей при прогнозуванні міграції забруднюючих речовин в ґрунтовому шарі. Таким чином з'явилась можливість використовувати характеристики ґрунтів для проведення оціночних прогнозів міграції забруднюючих речовин на базі нейромережових і аналітичних моделей, а також в якості класифікації властивостей ґрунтів.

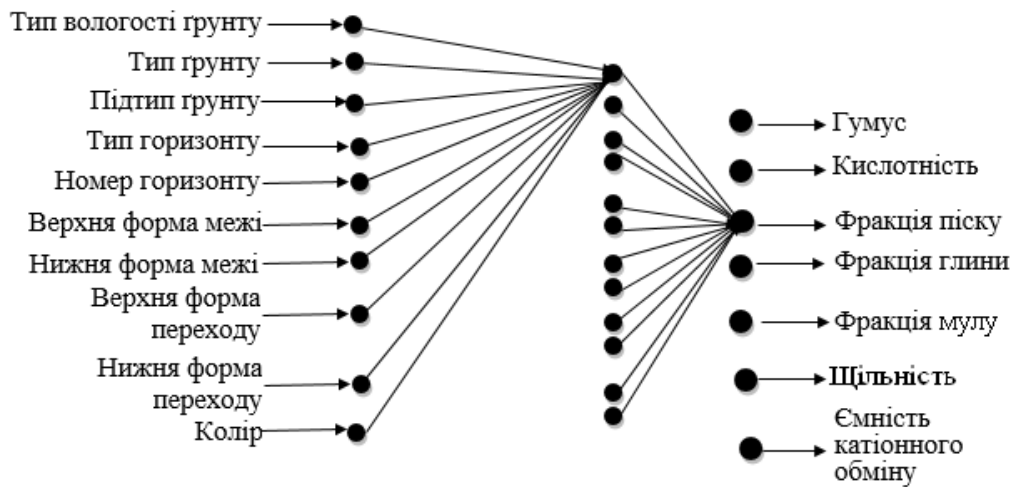


Рис. 3. Уточнена структура багатошарової нейронної мережі для прогнозування міграції забруднюючих речовин в ґрунтовому шарі

Висновки

В роботі представлено структура нейронної мережі яка дозволить вирішити задачі переходу від лінгвістичних форм даних до їх чисельних характеристик. Також нейрона мережа дозволяє розширити коло застосування нейромережових моделей при прогнозуванні міграції забруднюючих речовин в ґрунтовому шарі. Представлена нейрона мережа дає можливість використовувати характеристики ґрунтів для проведення оціночних прогнозів міграції забруднюючих речовин, а також в якості класифікації властивостей ґрунтів.

Література

1. Колесников, А. В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки / А. В. Колесников. – СПб.: СПбГТУ, 2001. – 711 с.
2. Кундас, С. П. Архитектура гибридных экспертных систем для прогнозирования миграции радионуклидов в почве / С. П. Кундас, В. И. Коваленко, И. А. Гишкелюк // Инженерный вестник. – 2006. – № 1(21)/3. – С. 206–209.
3. Головкин, В. А. Нейронные сети: обучение, организация и применение: учеб. пособие для вузов / В. А. Головкин; под общ. ред. А. И. Галушкина. – М. : ИПРЖР, 2001. – Кн. 4. – 256 с.
4. Кундас, С. П. Применение экспертных систем для прогнозирования миграции радионуклидов и химических веществ в почве / С. П. Кундас, В. И. Коваленко // Сахаровские чтения 2006 г.: эколог. проблемы XXI в.: материалы 6-ой междунар. науч. конф. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова. – 2006. – С. 162–166.
5. Кундас, С. П. Методы и алгоритмы гибридизации экспертных систем для прогнозирования миграции радиоактивных и химических веществ в почве / С. П. Кундас, В. И. Коваленко, И. А. Гишкелюк // Экологический вестник. – 2009 – № 1. – С. 76–86.