

С.А. Ус, В.П. Яценко

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ КЛАСИФІКАЦІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ЗВОРОТНИХ ВОД

S.A. Us, V.P. Yatsenko

USE OF CLASSIFICATION MODELS FOR THE RETURN WATER QUALITY ANALYSIS

Розглянуто задачу визначення якості зворотних вод. Запропоновано математичну модель, що дозволяє звести вихідну проблему до задачі класифікації на основі інтегрального критерію якості, який враховує обрані показники забруднювання та їх небезпечність для навколишнього середовища. На основі запропонованої моделі створено систему підтримки прийняття рішень з контролю якості зворотних вод і визначенню програми по їх необхідному доочищенню.

Ключові слова: зворотні води, проба, період водовідведення, розпізнавання образів, класифікація, система підтримки прийняття рішень

Вступ. У багатьох регіонах світу, особливо в промислових зонах, надмірне забруднення навколишнього природного середовища негативно впливає на здоров'я і працездатність людей. Сьогодні це є вже серйозною екологічною проблемою, вирішення якої набуває дедалі більшої актуальності.

Одна з основних екологічних проблем із забруднення навколишнього середовища – це забруднення поверхневих вод. Дія гірничого виробництва на водний басейн виявляється в зміні водного режиму, забрудненні і засміченні вод. Шахтні води формуються за рахунок підземних і поверхневих вод, які проникають у гірничі виробки. Стікаючи по виробленому простору і гірничих виробках, вони забруднюються бактеріями, зваженими і розчинними хімічними речовинами. Скидання їх у наземну мережу гідрографії викликає замулювання, засолення, закис водоймищ і водотоків, порушуючи тим самим екологічну рівновагу у вугільних басейнах. Тому забезпечення контролю за якістю води є актуальним завданням [1].

Мета дослідження полягає в зменшенні негативного впливу гірничого підприємства на навколишнє середовище шляхом своєчасного виявлення порушень і проведенні необхідних заходів для забезпечення нормативної якості зворотних вод.

Матеріали і результати досліджень. Основна ідея роботи полягає в розробці системи контролю, яка за отриманими показниками визначає клас небезпечності зворотних вод і, якщо вони не задовольняють нормативам, пропонує необхідні засоби для доочищення води до безпечного рівня.

Розглянемо процедуру контролю за якістю зворотних вод, що відводяться із накопичувача в річкові води. Контроль складається з відбору проб і перевірки вмісту забруднюючих речовин.

Відповідно до Водного кодексу України та Постанови Кабінету Міністрів України від 11 вересня 1996 р. №1100 [2], якість води визначається показниками, наведеними в таблиці.

Таблиця

Нормативи на склад і вміст забруднюючих речовин у воді

Показники якості води	ГДС (мг/дм ³)	Категорія небезпечності
Зважені речовини	25,80	4
Хлориди	3071,00	1
Сульфати	709,00	3
Залізо	0,58	4
Азот амонійний	1,52	3
Нітрити	0,07	3
Нітрати	0,30	3
Сухий залишок	6825,00	4
Фосфати	0,49	3
Нафтопродукти	0,91	2

Якщо вміст речовин у пробі знаходиться в межах, встановлених нормативами ГДС (нормативи на склад і вміст забруднюючих речовин), то проба є нормальною і скид визнається нормальним на момент часу, коли відбиралася проба. В іншому випадку проба є дефектною і скид є таким, що відбувався з порушенням нормативів ГДС [3, 4].

Необхідно провести аналіз якості зворотних вод.

Під аналізом мається на увазі визначення того, які з гідрохімічних та бактеріологічних показників якості води перевищують гранично допустимі концентрації речовини і, тим самим, здійснюють негативний вплив на навколишнє середовище.

Розглянемо поставлену задачу як задачу класифікації.

Нехай відомі дані про гідрохімічні та бактеріологічні показники якості шахтних вод, що відводяться зі ставка-накопичувача в річкові води, а саме: концентрація забруднюючих речовин у пробах води, що були взяті на перевірку (мг/дм³), гранично допустимі межі вмісту забруднюючих речовин у воді

(мг/дм^3), і категорія їх небезпечності (таблиця). Класи небезпечності визначаються таким чином:

- 1 – особливо небезпечний;
- 2 – високо небезпечний;
- 3 – небезпечний;
- 4 – помірно небезпечний.

На основі цих даних формується навчальна вибірка, тобто множина результатів проб води (хімічні характеристики) з відомостями про клас небезпечності, до якого відноситься дана проба.

Необхідно побудувати алгоритм, здатний класифікувати об'єкт, класова належність якого невідома.

Математична модель задачі класифікації може бути описана в такому вигляді.

Нехай X – множина описів об'єктів, Y – множина номерів (або найменувань) класів. Існує невідома цільова залежність – відображення u^* : $X \rightarrow Y$, значення якої відомі лише на об'єктах скінченної навчальної вибірки $X^m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$.

Потрібно побудувати алгоритм a : $X \rightarrow Y$, здатний класифікувати довільний об'єкт $x \in X$.

Для рішення поставленої задачі як незалежні змінні були обрані наступні ознаки: зважені речовини, хлориди, сульфат, залізо, азот амонійний, нітрити, нітрати, сухий залишок, фосфати, нафтопродукти. Залежна змінна – чинники, що характеризують небезпечність даного класу.

Було сформовано інтегральний критерій якості, який враховує всі вхідні показники. Оскільки вміст і граничні концентрації для різних показників мають різні межі змін, то окремі показники були нормовані відносно гранично допустимих концентрацій.

Інтегральний критерій якості в даному дослідженні був обраний у вигляді

$$J = \sum_{i=1}^n x_i w_i,$$

де x_i – нормоване значення показника; w_i – вагові коефіцієнти.

Вагові коефіцієнти критерію обиралися залежно від класу небезпечності забруднюючої речовини.

Поставлену задачу класифікації було розв'язано на базі платформи Deductor Academic 5.2.

Результатом роботи програми є кінцева множина даних (хімічні характеристики проб води), розділених певним чином на класи, та відомості, щодо віднесення до певного класу кожного з об'єктів цієї множини.

На рис. 1 наведено приклад роботи програми та отримані результати для трьох небезпечних речовин (хлориди, сульфати та нафтопродукти). Зауважимо, що чим більший діаметр позначень, тим вища категорія небезпечності проби.

Ефективність алгоритму кластеризації було перевірено на вхідному масиві, що складається з 200 проб. При розрахунках було допущено 5 помилок першого роду і 4 помилки другого роду. Загальний розмір помилок складає 4,5%, що, в свою чергу, свідчить про можливість використання даного методу класифікації для вирішення поставленої задачі.

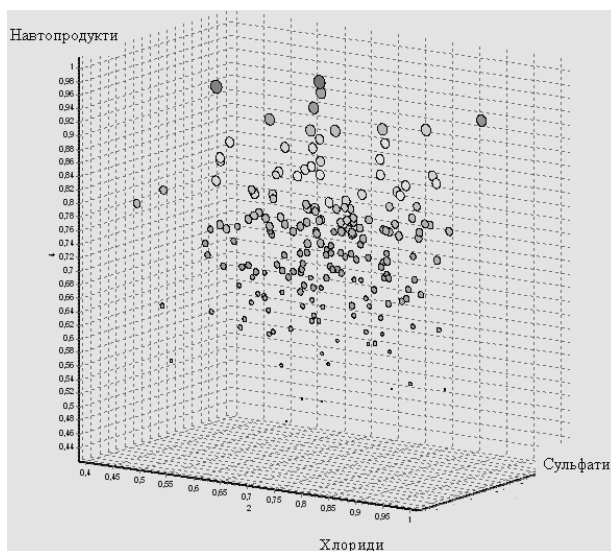


Рис. 1. Класифікація даних, отримана за допомоги платформи Deductor Academic

На основі наведеного алгоритму було розроблено систему підтримки прийняття рішень для визначення класу небезпечності зворотних вод і необхідної програми доочистки.

Функції системи розділені на дві частини:

1) настроювання системи, що являє собою імпорт вихідних даних з програми Deductor Academic, в якій проводились попередні розрахунки;

2) безпосереднє використання програми за призначенням, тобто, як системи прийняття рішень щодо вибору методів доочищення зворотних вод та розрахунку загальної суми витрат.

Запропонована система дозволяє користувачу оцінити рівень вмісту забруднюючих речовин у пробі і визначити рівень небезпечності.

На формі з вхідними даними представлені 10 речовин, які являють собою показники якості стоків, та їх концентрації у воді (мг/м^3), а також рівень небезпечності зворотних вод. Якщо рівень концентрації речовини перевищує нормативні показники, то на формі такі речовини будуть відмічені кольором.

Далі система пропонує можливі режими очищення води (рис. 2).

Ті способи доочищення, які необхідні на даному етапі, активні, інші неактивні. Користувач обирає серед активних способи доочищення, відмічаючи їх у списку. При цьому у вікні „Загальна вартість доочищення“ накопичується грошова сума, необхідна на виконання доочищення цими методами.

На останньому етапі система формує звіт по роботі, який включає визначений клас небезпечності зворотних вод, обраний метод очистки, клас небезпечності після доочищення і загальну суму витрат на доочищення, включаючи штрафи за порушення нормативних концентрацій.

Для апробації даної системи були використані дані ВАТ „Павлоградвугілля“.

Доочистка зворотних вод

Спираючись на хімічні показники якості та категорію небезпечності зворотних вод (результати роботи Deductor Academic), були виявлені необхідні методи доочистки:

Коагуляція Сорбація

Флокуляція Іонний обмін

Флотажія Зворотний осмос

Десмульгація Хімічне окислення

97.4 тис. грн. - загальна вартість доочистки.

Далі >

Рис. 2. Доочистка зворотних вод

Висновки. Застосовування алгоритмів класифікації сприяє здійсненню комплексного аналізу якості зворотних вод, що дозволяє зменшити негативний вплив підприємства на навколишнє середовище і сприяє зменшенню витрат підприємства на доочистку води та штрафи.

Список літератури

1. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения) / [Утв. Госкомприроды СССР]. – М., 1991.
2. Постанова Кабінету Міністрів України „Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин

та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується“ від 11 вересня 1996 р. №1100.

3. Юрьев Б.Т. Очистка сточных вод малых объектов [Текст] / – Рига: Авотс, 1983.

4. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности [Текст] / В.А. Горшков. – М.: Недра, 1981.

Рассмотрена задача определения качества возвратных вод. Предложена математическая модель, позволяющая свести эту проблему к задаче классификации на основе интегрального критерия качества, учитывающего выбранные показатели загрязнения и степень их опасности для окружающей среды. На основе предложенной модели разработана система поддержки принятия решений по контролю качества возвратных вод и определению необходимой программы по их доочистке.

Ключевые слова: *возвратные воды, проба, классификация, распознавание образов, период водоотведения, система поддержки принятия решений*

It is considered the problem of the return water quality analysis. A mathematical model is proposed to reduce the problem to a kind of classification problem on the basis of integral criterion of quality taking into account chosen indices of pollution as well as their environmental harm. The model is used as the basis for a system to support decision making concerning return water quality control, and for their final purification required program.

Keywords: *Pond-drive, return water, test, pattern recognition, classification, decision support system*

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.В. Слесаревим 25.06.10

УДК 681.515: 519.7: 62-52

© Герасина А.В., Корниенко В.И., 2010

А.В. Герасина, В.И. Корниенко

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ В АСУТП РУДОПОДГОТОВКИ

A.V. Gerasina, V.I. Korniyenko

THE IDENTIFICATION OF THE CONTROLLED OBJECTS IN THE COMMINUTION PROCESSES AUTOMATED CONTROLLING SYSTEM

Разработана структура математического и программного обеспечения для решения задачи идентификации объектов управления в АСУТП рудоподготовки. Исследована точность решения задачи структурно-параметрической идентификации в АСУТП рудоподготовки при вариации типов структур и базисных функций моделей объектов управления. Полученные интеллектуальные прогнозирующие модели имеют повышенную точность, а временные затраты на идентификацию не накладывают ограничений на их применение в АСУТП рудоподготовки.

Ключевые слова: *идентификация, математическое обеспечение, структуры моделей, базисные функции*

Введение. Рудоподготовка включает процессы дробления и измельчения, которые с позиций управления представляют собой сложные динамические объекты управления (ОУ), характеризующиеся нестационар-

ностью, стохастичностью и нелинейностью (включая хаотическую динамику и фрактальную размерность) [1].

Системы управления такими процессами требуют использования имеющейся априори информации в виде математической модели ОУ, поэтому актуаль-