

2. Бутинець Ф.Ф. Інформаційні системи бухгалтерського обліку : підручник [для студ. ВНЗ] спеціальності 7.050.106 "Облік і аудит" / Ф.Ф. Бутинець. – Житомир : Вид-во "Рута", 2002. – 544 с.
3. Івахненко С.В. Класифікація програмного забезпечення обліку і контролю / С.В. Івахненко // Бухгалтерський облік і аудит. – 2006. – № 7. – С. 55-65.
4. Івахненко С.В. Комп'ютерний аудит: контрольні методики і технології : наук. видання / С.В. Івахненко. – К. : Вид-во "Знання", 2005. – 286 с.
5. Гужева В.М. Інформаційні системи і технології на підприємствах : навч. посібн. / В.М. Гужева. – К. : Вид-во КНЕУ ім. Вадима Гетьмана, 2001. – 400 с.
6. Кривченко М.С. Управлінські інформаційні системи в аналізі та аудиті : курс лекцій / М.С. Кривченко, Т.А. Радомська. – Краматорськ : Вид-во ДДМА, 2007. – 108 с.
7. Кулаковська Л.П. Організація і методика аудиту : навч. посібн. / Л.П. Кулаковська, Ю.В. Піча. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – К. : Вид-во "Каравела", 2005. – 560 с.
8. Маслов В.П. Інформаційні системи і технології в економіці : навч. посібн. / В.П. Маслов. – К. : Вид-во "Слово", 2003. – 264 с.
9. Подольський В.І. Комп'ютерний аудит / В.І. Подольський. – М. : Изд-во ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 128 с.

Бондаренко О.В. Аналіз програмного забезпечення для проведення аудиту

Исследованы актуальные вопросы анализа программного обеспечения аудита его теоретические и практические аспекты. Проведено исследование программного обеспечения как метода проведения аудита. Отражена структура мирового рынка аудиторского программного обеспечения. Проанализированы особенности создания компьютерных программ и их влияние на работу аудиторов в целом. Раскрыто современное состояние программного обеспечения и перспективы его совершенствования. Определены особенности работы программного обеспечения для проведения аудита и обоснованы направления его совершенствования. Определены современные тенденции и приоритеты развития аудиторской профессии с помощью компьютерного аудита.

Ключевые слова: аудит, анализ, программное обеспечение, информационные технологии, компьютерные системы бухгалтерского учета (КСБУ).

Bondarenko O.V. Audit Software Analysis

Some current issues in analyzing audit software, its theoretical and practical aspects are researched. A study of software as a means of audit is conducted. The features of computer programs design and their impact on the auditor's work in general are highlighted. The current state of the software and the prospects for its development are revealed. Some peculiarities of the audit software are described, and the directions of its improvement are shown. Modern trends and priorities for auditing development using computer aided auditing are determined.

Keywords: audit, analysis, software, information technology, computer accounting system (CAS).

УДК 504.064.2

**Викл. Б.Ю. Депутат, канд. техн. наук –
Івано-Франківський НТУ нафти і газу**

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СОЛЕЙ У
ВОДОНОСНОМУ ГОРИЗОНТІ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

Запропоновано метод визначення концентрації солей у водоносному горизонті методом математичного моделювання, за допомогою якого можна забезпечити початкові умови для розв'язування рівняння міграції методом скінченних різниць і знайти концентрацію підземних вод будь-коли у вузлах сітки досліджуваної області. Наведено рекомендації щодо вибору параметрів, які характеризують техногенне навантаження на підземні води та ступінь їх придатності для господарсько-питного водопостачання.

Ключові слова: математичне моделювання, мінералізація, сольовий потік, міграція, симплекс, макрокомпоненти, концентрація, ареол.

Розроблення нафтових родовищ характеризується різноманітною дією на довкілля: відбуваються зміни природного стану його компонентів – поверхневих та підземних вод, ґрунтів, атмосферного повітря. Ці зміни можуть призвести до значних непередбачених наслідків. Запобігання можливому негативно-му впливу на довкілля під час експлуатації нафтових родовищ та збереження життєвоважливих функцій природного середовища нині розглядається як одна з найважливіших і актуальних проблем.

Унаслідок забруднення водоносних горизонтів формуються ареоли сольових забруднень, які з часом збільшуються у розмірах і захоплюють ділянки чистих природних вод. Прискорює цей процес наявність діючих водозаборів підземних вод, у зоні яких вплив фільтрації відбувається з підвищеними швидкостями.

Для визначення мінералізації підземних вод будь-коли в межах поширення сольового ареолу наведений розв'язок рівняння балансу маси розчиненої речовини в елементі водного пласта методом скінченних різниць. Рівняння має такий вигляд [1]:

$$\sum_{i=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho q_{\text{coni}}) = -\frac{\partial(nm\rho c)}{\partial t} - n\rho \frac{\partial(mN)}{\partial t} + \rho(W_1 - W_2), \quad (1)$$

$$q_{\text{coni}} = -D \frac{\partial(mc)}{\partial x_i} + q_{\text{phi}} \cdot C, \quad (2)$$

де: q_{coni} – сольовий потік; C – концентрація мігруючої речовини у підземних водах; N – концентрація компонента, що поглинається породою або, навпаки, поступає в розчин внаслідок фізико-хімічних реакцій; W_1 і W_2 – відвід або поступлення компонента через покрівлю і підшву пласта; q_{phi} – фільтраційний розхід; m – потужність пласта; ρ – густина води; D – дисперсія; n – пористість.

Враховуючи, що x_i – координати декартової системи: $x_1 = x$, $x_2 = y$; t – час, зроблено такі припущення:

$$\rho = \text{const}; n = \text{const}; m = \text{const}; D = \text{const}; (W_1 - W_2) \rightarrow 0; q_{\text{phi}} = 0;$$

N – не залежить від t .

$$-\rho D m \sum_{i=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\partial c}{\partial x_i} \right) = -nm\rho \frac{\partial c}{\partial t} - mn\rho \frac{\partial N}{\partial t} + \rho(W_1 - W_2).$$

Скоротивши на $(-\rho m)$, отримано:

$$D \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) = n \frac{\partial c}{\partial t} \quad \text{або} \quad \frac{\partial c}{\partial t} = \frac{D}{n} \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right).$$

Позначено $\frac{D}{n} = a^2$, тоді рівняння міграції для концентрації C має вигляд:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right). \quad (3)$$

Отримано диференціальне рівняння з частинними похідними параболічного типу. Поставлено задачу: знайти концентрацію мігруючої речовини у під-

земних водах, яка задовольняє рівняння (3) за таких умов (початкова і гранична умови):

$$\begin{aligned} C|_{t=0} &= \phi(x, y), (x, y) \in G, \\ C|_{\Gamma} &= \psi(t), 0 \leq t \leq T, \end{aligned} \quad (4)$$

де: G – досліджувана область у площині OXY ; Γ – границя області G ; T – проміжок часу, протягом якого проводиться дослідження концентрації C .

Задача полягає в тому, щоб знайти розв'язок рівняння у просторовій циліндричній області (в основі – область G , а висота – T), знаючи цей розв'язок на основі циліндра і на його бічній поверхні.

Під час розв'язування цієї задачі застосовано метод скінченних різниць (МСР), який є дуже поширеним серед чисельних методів. В основі розв'язування рівнянь із частинними похідними МСР є скінченорізницєва апроксимація похідних. Розглянуто будь-який внутрішній вузол (i, j, k) , де i – номер вузла в напрямку осі OX , j – у напрямку осі OY , k – у напрямку осі OT . Тобто неперервна область замінюється дискретною – множиною точок вузлів сітки, причому в граничних вузлах шукана функція відома згідно з (4). Тепер задача полягає в тому, щоб знайти розв'язок у внутрішніх вузлах паралелепіпеда, апроксимуючого циліндричну область, знаючи цей розв'язок у граничних вузлах.

Згідно з МСР, досліджувана область у просторі (x, y, t) покривається сіткою з кроками дискретизації h_x, h_y, h_t . Припущено, що $h_x = h_y = h$. Отже, неперервну область замінюємо дискретною: множиною точок, які називаються вузлами сітки (рис. 1). Введено нумерацію вузлів.

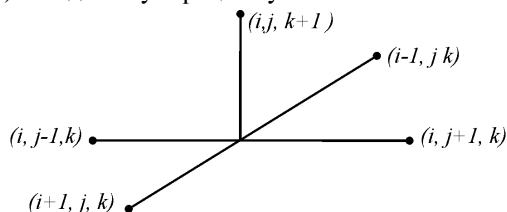


Рис. 1. Дискретна область вузлів сітки: $i = 0, 1, 2, \dots, m$; $j = 0, 1, 2, \dots, n$; $k = 0, 1, 2, \dots, l$

Похідну $\frac{\partial C}{\partial t}$ наближено замінено відношенням приросту функції до приросту аргументу при переході з одного вузла у другий – сусідній з ним:

$$\frac{\partial C}{\partial t} \approx \frac{C_{i,j,k+1} - C_{i,j,k}}{h_t}$$

Аналогічно:
$$\left(\frac{\partial C}{\partial x}\right)_1 \approx \frac{U_{i+1,j,k} - U_{i,j,k}}{h}; \quad \left(\frac{\partial C}{\partial x}\right)_2 \approx \frac{U_{i-1,j,k} - U_{i,j,k}}{h}$$

Тепер можна скласти скінченорізницєвий аналог другої похідної:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \approx \frac{\left(\frac{\partial C}{\partial x}\right)_1 - \left(\frac{\partial C}{\partial x}\right)_2}{h} = \frac{C_{i,j,k+1} - 2C_{i,j,k} + C_{i-1,j,k}}{h^2}$$

Аналогічно:
$$\left(\frac{\partial c}{\partial y}\right)_1 \approx \frac{C_{i,j+1,k} - C_{i,j,k}}{h}; \quad \left(\frac{\partial c}{\partial y}\right)_2 \approx \frac{U_{i,j,k} - U_{i,j-1,k}}{h}$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \approx \frac{\left(\frac{\partial c}{\partial y}\right)_1 - \left(\frac{\partial c}{\partial y}\right)_2}{h} = \frac{C_{i,j+1,k} - 2C_{i,j,k} + C_{i,j-1,k}}{h^2}$$

Підставлено ці похідні в рівняння (3) і отримано його скінченорізницєвий аналог:

$$\frac{c_{i,j,k+1} - c_{i,j,k}}{h_t} = a^2 \left(\frac{c_{i+1,j,k} - 2c_{i,j,k} + c_{i-1,j,k}}{h^2} + \frac{c_{i,j+1,k} - 2c_{i,j,k} + c_{i,j-1,k}}{h^2} \right)$$

Зробивши деякі перетворення, виразимо $U_{i,j,k+1}$:

$$c_{i,j,k+1} = \frac{a^2 h_t}{h^2} (c_{i-1,j,k} + c_{i+1,j,k} + c_{i,j-1,k} + c_{i,j+1,k}) + \left(1 - \frac{4a^2 h_t}{h^2}\right) c_{i,j,k} \quad (5)$$

Краєві умови (4) записано відносно вузлів сітки:

П.У. $C_{i,j,0} = \phi(x_i, y_j), i = 0, 1, 2, \dots, m, j = 0, 1, 2, \dots, n$ (6)

Г.У. $C_{i,j,\kappa} |_{\Gamma} = \psi(t_\kappa), \kappa = 0, 1, 2, \dots, l$ (7)

де Γ – бічна поверхня паралелепіпеда.

Для задавання початкової умови (6) достатньо зробити заміри концентрації у вузлах сітки на нульовому часовому рівні (при $t = 0$).

Можна забезпечити початкову умову розглянутої задачі та знайти концентрацію наявної речовини (на глибині 15 м). Для цього використано криниці населеного пункту та свердловини, які є в досліджуваній області (рис. 2), з яких беруться проби води і визначається концентрація у точках ($i = 1, \dots, 8$).

Припущено, що є 5 криниць і 3 свердловини. Границю області побудовано так, щоб вона пройшла через ці режимні пункти. В середині області зазначено точки, в яких треба знайти концентрацію. Можна визначити концентрацію в одній з внутрішніх точок, наприклад у точці А.

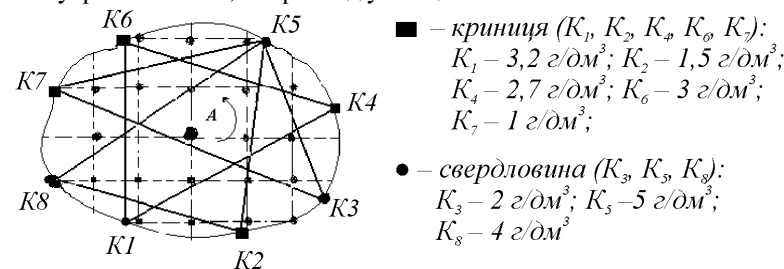


Рис. 2. Спосіб обертання симплекса

Для цього застосовуємо спосіб обертання симплексу, згідно з яким концентрація у точці А:

$$C(A) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N C_n(A), \quad (8)$$

де: N – число положень симплекс-елемента (трикутника з вершинами на границі області в точках K_i ($i = 1, 2, \dots, 8$); $C_n(A)$ – середня зважена концентрація по трьох граничних значеннях, яка дорівнює:

$$C_n(A) = C_i \cdot \xi_i + C_j \cdot \xi_j + C_k \cdot \xi_k, \quad (9)$$

де ξ_i, ξ_j, ξ_k – вагові коефіцієнти, які визначаються як геометричні ймовірності:

$$\xi_i = \frac{mes\Omega_i}{mes\Omega},$$

де

$$mes\Omega = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1 & x_i & y_i \\ 1 & x_j & y_j \\ 1 & x_k & y_k \end{vmatrix} \quad mes\Omega_i = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1 & x_A & y_A \\ 1 & x_j & y_j \\ 1 & x_k & y_k \end{vmatrix}.$$

Отже, $mes\Omega$ – це площа трикутника (симплекс-елемента), а $mes\Omega_i$ – це площа заштрихованого трикутника (рис. 3).

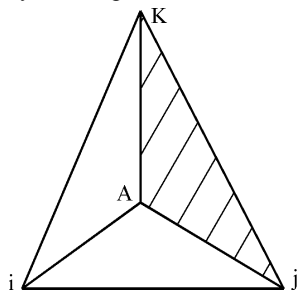


Рис. 3. Одне з положень симплекс-елемента

Під час обертання симплекс-елемента навколо точки А, його вершини збирають інформацію у граничних точках і передають її в точку А. Таким чином, можна знайти концентрацію в будь-якій внутрішній точці області, зокрема у вузлах нанесеної на неї сітки.

Для реалізації наведеної моделі необхідні дані хімічного складу проб води, відібраної із режимних пунктів (криниця, свердловина). При цьому дуже важливим є вибір критеріїв (гідрохімічних показників стосовно якості підземних вод у районі нафтових родовищ).

З урахуванням наведеного вище можна рекомендувати такий вибір параметрів, що характеризують техногенне навантаження на підземні води та ступінь їх придатності для господарсько-питного водопостачання:

- рівні підземних вод у спостережних свердловинах та криницях;
- періодичність замірів (квартал, півріччя, рік);
- гідрохімічні показники – періодичність аналізу проб із режимних пунктів (свердловин, криниць), водоймищ;
- макрокомпоненти: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ ;
- мікроелементи: Li^+ , Sr^{2+} ;
- органічні речовини – нафтопродукти.

Література

1. Бочевер Ф.М. Защита подземных вод от загрязнения / Ф.М. Бочевер, Н.М. Лапшин, А.Е. Орадковская. – М. : Изд-во "Недра", 1979. – 254 с.
2. ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством". [Электронный ресурс]. – Доступный с http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_287482_Voda_piteva-ya_Gigi.html
3. Гладкий А.В. Математичні моделі процесів забруднення навколишнього середовища / А.В. Гладкий, В.В. Скопечкий. – К. : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2004. – 96 с.
4. Державні санітарні правила і норми. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання. Міністерство охорони здоров'я України, 1996.
5. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища. Затверджено Постановою КМ України від 20.07.96 р., № 815.
6. Семчук Я.М. Вплив Північно-Долинського нафтоконденсатного родовища на довкілля / Я.М. Семчук, Б.Ю. Депутат // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ : Державний міжвідомч. наук.-техн. зб. – Івано-Франківськ. – 2005. – Вип. 4, т. 17. – С. 40-44.

Депутат Б.Ю. Методика определения концентрации солей в водосносном горизонте методом математического моделирования

Предложен метод определения концентрации солей в водосносном горизонте методом математического моделирования, с помощью которого можно обеспечить начальные условия для решения уравнений миграции методом конечных разностей и найти концентрацию подземных вод в любой момент времени в узлах сетки исследуемой области. Приведены рекомендации по выбору параметров, характеризующих техногенную нагрузку на подземные воды и степень их пригодности для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: математическое моделирование, минерализация, солевой поток, миграция, симплекс, макрокомпоненты, концентрация, ареол.

Deputat B.Yu. Methods for Determining the Concentration of Salts in the Aquifer by Mathematical Modelling

The method for determining the concentration of salts in the aquifer through mathematical modelling that allows providing the initial conditions for solving equations migration method of finite differences and find a concentration of groundwater at any point of time in the grid study area is proposed. Recommendations on the choice of parameters that characterize the human impacts on groundwater and the extent of their suitability for drinking water supply are offered.

Keywords: mathematical modelling, salinity, salt flow, migration, simplex, macro, concentration, areola.

УДК 378.1

Доц. О.Ю. Чмир, канд. фіз.-мат. наук; доц. О.О. Карабин, канд. фіз.-мат. наук – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТА MAPLE У ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОКРЕМИХ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРУ

Показано застосування прикладного пакета Maple до розв'язування двох прикладних задач з курсу вищої математики. Побудовано процедуру для наближення розв'язку задачі тригонометричними поліномами. Показано, що застосування пакета Maple в навчальному процесі під час вивчення вищої математики розширює можливості викладача, дає змогу легко ілюструвати розв'язки задач графіками, змінювати їх вигляд за різних початкових умов. Усе це змінює підходи до викладання та вимагає від студента вільного володіння математичним апаратом, знання основ програмування та глибокого розуміння поставлених перед ним задач.

Ключові слова: команда, процедура, пакет програм, прикладна задача.