

призначення іншим шляхом, який буде найбільш оптимальним в умовах, що склались. Критерії захищеності вузлів потребують додаткового дослідження і розроблення.

Висновок

Запропонована модифікація алгоритму маршрутизації дає змогу зменшити затримки в мережі, причиною яких є перевантаження найкоротшого шляху за рахунок його багатократного використання. Досягається цей ефект перенапряженням потоків по альтернативному шляху, що знаходиться після вилучення суміжної з коренем дерева вершини перевантажаного маршруту. Для різнорідних потоків при перевантаженнях найкоротшого шляху доцільним є перенапряження на альтернативний маршрут потоків еластичного трафіку.

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.* 2. Семенов Ю.А. *Telecommunication technologies – телекоммуникационные технологии (v3.2, 19 марта 2008 года).* www.book.itper.ru. 3. Кузнецов Н.А., Фетисов В.Н. *Алгоритм Дейкстры с улучшенной робастностью для управления маршрутизацией в IP-сетях. Автоматика и телемеханика. 2008. – № 2. – С. 80–85.* 4. Быков Д.В., Лукьянов В.С. *Разработка внутреннего протокола маршрутизации // Информационные технологии моделирования и управления. – 2007. – № 1 (35). – С. 100–105.*

УДК 004.22(0.23)

В. Лахно, Д. Ширяев

Луганський національний аграрний університет,
кафедра економічної кібернетики

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРАХУНКУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ТЕПЛОТИ В ЗЕРНОВІЙ МАСІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІЧ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

© Лахно В., Ширяев Д., 2010

Розкрито математичну модель переміщення теплоти в зерновій масі із використанням ІЧ випромінювання.

The article revealed a mathematical model of heat transfer in grain weight using infrared radiation.

Вступ

Автоматизація виробничого процесу все більше застосовується на сучасних зернових елеваторах, сприяючи прискоренню технічного прогресу. Реалії економіки загострюють боротьбу за якість і збереження врожаю. Особливо актуальна ця задача з огляду подорожчання енергоносіїв. Вивчати переміщення теплоти в зерновій масі при використанні ІЧ випромінювання необхідно для правильного підходу до сушіння зернових культур. Розуміння самого процесу сушіння ІЧ-випромінюванням, переміщення теплоти в зерновій масі допоможуть визначити правильний підхід до процесу з метою отримання високоякісного продукту.

Мета статті

Завданням розроблення математичної моделі АСУ ТП сушіння зерна з використанням ІЧ нагрівачів є отримання системи математичних співвідношень, що описують з необхідною точністю досліджуваній об'єкт, і його поведінка у виробничих умовах. Одним з етапів процесу сушіння є етап отримання математичної моделі вологообміну. Ідентифікація функції визначає характер вологообміну і коефіцієнтів, що характеризують теплообмін і вологообмін для конкретної ситуації

– виду та стану зернового матеріалу і конструктивних особливостей конкретної сушарки певного типу, тобто налагодження моделі сушильної камери певного типу.

Як генератори інфрачервоного випромінювання сьогодні застосовують:

- дзеркальні лампи (температура нитки близько 2200 – 2500 K);
- кварцові трубки (температура нитки близько 2500 K);
- електронагрівальні елементи опору (температура поверхні 873 – 1173 K);
- газові пальники інфрачервоного випромінювання, в яких відбувається безполуменеве спалювання газу (температура поверхні 1073 – 1173 K).

Для визначення потужності теплового потоку, що підводиться до зернової маси, скористаємося виразом

$$Q = 0,239 \cdot R_n \cdot I^2 \cdot t, \quad (1)$$

де I – сила струму, А; R_n – опір нитки, Ом.

З інженерного погляду проблема перенесення випромінювання формулюється в області, обмеженій n дискретними поверхнями. Для того, щоб сформулювати проблему, використаємо кілька співвідношень [2]:

$$\begin{aligned} q_i &= q_i^+ - q_i^-; \\ q_i^+ &= e_i \cdot B_i + r_i \cdot q_i^-; \\ q_i^- &= \sum_{j=1}^n W_{i-j} \cdot q_j^+, \end{aligned} \quad (2)$$

де q_i – щільність результуючого потоку випромінювання для i -ї поверхні, Вт/м²; q_i^+ – щільність потоку ефективного випромінювання, Вт/м²; Ω_{i-j} – кутовий коефіцієнт $W \approx 0.5 \cdot (X - \sqrt{X^2 - 4 \cdot Y^2 \cdot Z^2})$; I_b^i – інтенсивність потоку ІЧ випромінювання при температурі T_p ; $B_i = p \cdot I_b^i(T_p)$.

Подальша процедура розв'язання залежить від того, що ми хочемо визначити. Якщо потрібно визначити набір значень теплових потоків для конкретних умов, то систему розв'язують у тому вигляді, в якому вона записана. Однак найчастіше потрібно визначити не просто набір теплових потоків для однієї заданої температури, а набір параметрів, що описують поведінку системи для будь-якого набору температур, що задається у діапазоні. Такими параметрами є коефіцієнти перенесення випромінювання - χ .

Набір значень коефіцієнтів перенесення випромінювання поставимо у формі матриці

$$|m_{i,j}| \cdot |q_j| = |F_{i,j}| \cdot |b_j|, \quad (3)$$

де $|m_{i,j}|$ – матриця, елементи якої дорівнюють $m_{i,j} = \delta_{i,j} - p_j \cdot F_{i,j}$; $\delta_{i,j}$ – дельта-функція.

Подальше розв'язання також залежить від того, яким є підведення теплоти: одностороннім або двостороннім.

З урахуванням теорії тепловіддачі ІЧ випромінюванням було отримано систему диференціальних рівнянь переміщення теплоти і вологи у зерновій масі при використанні ІЧ сушіння з двостороннім підведенням теплоти

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial t} = a \nabla^2 T + e \frac{r}{c_p} \frac{\partial Y}{\partial t}; \\ \frac{\partial Y}{\partial t} = a \nabla^2 Y + D \nabla^2 T, \end{cases} \quad (4)$$

де δ – коефіцієнт термовологопровідності, 1/К; $\frac{\partial T}{\partial t}$ – градієнт температури, К/м; $\frac{\partial Y}{\partial t}$ – градієнт вологовмісту; e – коефіцієнт пропорційності $e = \frac{F_{\text{эф}}}{F_{\text{пр}}} = \frac{F_{\text{эф}}^{\text{ею}}}{F_{\text{пр}}^{\text{ею}}}$. Вважаємо, що поверхня джерела

пропорційна до видимої поверхні (проекції поверхні ІЧ випромінювання на площину, перпендикулярну до променя), відношення ефективної поверхні випромінювання спіралі $F_{\text{эф}}$ до поверхні прямої ніхромового дроту $F_{\text{нр}}$; r – питома теплота випаровування, КДж/кг; ∇^2 – оператор Лапласа; D – коефіцієнт пропускання випромінювання матеріалом.

Отже, середні інтегральні за обсягом значення температури і вмісту вологи можна навести у вигляді системи рівнянь

$$\begin{cases} \bar{T} = \frac{1}{V} \int_u T du; \\ \bar{Y} = \frac{1}{V} \int_u Y du. \end{cases} \quad (5)$$

Якщо прийняти допущення, що коефіцієнти α , λ і термодинамічні параметри r , c_p , ε не змінюються, то з використанням теореми Гаусса-Остроградського отримаємо такі рівняння

$$\begin{aligned} V \frac{\partial \bar{T}}{\partial t} &= a \int_u \nabla^2 T d u + V \cdot e \frac{r}{c_p} \frac{d \bar{Y}}{d t} = a \oint_F \nabla T d F + V \cdot e \frac{r}{c} \frac{d \bar{Y}}{d t}; \\ \int_F \nabla T d F &= \frac{1}{I} \int_F [q_P(t) - r j_{2P}(t)] d F = \frac{1}{I} \int_F q_P(t) d F - \frac{r}{I} \int_u \text{div} j_2 d u. \end{aligned} \quad (6)$$

Позначивши середній питомий, що створюється ІЧ-випромінювачами на поверхні зернової маси, через $q(t)$, можемо записати

$$q(t) = \frac{1}{F} \int_F q_{\Pi}(t) d F, \quad (7)$$

і беручи до уваги вираз

$$r_0 \frac{\partial Y}{\partial t} = -\text{div} j_2(t) + e \cdot r \frac{\partial Y}{\partial t}, \quad (8)$$

отримаємо такі співвідношення:

$$\begin{aligned} u \frac{d \bar{T}}{d t} &= \frac{F}{c_p r_0} q(t) + \frac{r d \bar{Y}}{c_p d t} (1 - e) u + e \frac{r}{c_p} u \frac{d \bar{Y}}{d t}; \\ c_p r_0 R_u \frac{d \bar{T}}{d t} &= r R_u r_0 \frac{d Y}{d t} + q(t), \end{aligned} \quad (9)$$

де v – обсяг зернової маси, м³.

Інтегральне рівняння тепловологоперенесення можна подати так

$$q(t) = r \cdot r_0 \cdot R_u \frac{d \bar{Y}}{d t} + r_0 \cdot R_u \cdot c_p \frac{d T}{d t}, \quad (10)$$

де $R_v = v / F$ – відношення обсягу до поверхні тіла.

Отже, складові тепловологоперенесення можна записати у вигляді рівнянь

$$\begin{cases} q(t)_Y = r \cdot r_0 \cdot R_u \cdot \frac{d Y}{d t}; \\ q(t)_T = r_0 \cdot R_u \cdot c_p \cdot \frac{d T}{d t}. \end{cases} \quad (11)$$

Отримана система рівнянь дає змогу визначити головний параметр для АСУ – вологовміст зернової маси, тому що саме він визначає якість технологічного процесу.

Було розроблено методику інженерного розрахунку потужності джерела випромінювання ІЧ установки з урахуванням спектральних характеристик джерела і приймача (зернової маси).

Променистий потік від ІЧ-випромінювача визначається як

$$\Phi = K_s \cdot S_{\text{эф}} \int_0^{\infty} m(fT) d f, \quad (12)$$

де K_s – спектральний коефіцієнт випромінювання; $m(fT)$ – спектральна щільність випромінювання, Вт/м²·мкм.

Числове значення спектральної щільності потоку випромінювання визначається за формулою Планка

$$m(fT) = \frac{c_1}{f^5 \cdot \left(e^{\frac{c_2}{fT}} - 1 \right)}, \quad (13)$$

де c_1, c_2 – постійні величини.

Величину ефективного потоку розраховують за формулою

$$\Phi_{\text{эф}} = k_s \cdot S_{\text{эф}} \int_{f_1}^{f_2} m(fT) \cdot \kappa(f) df, \quad (14)$$

де $k(f)$ – спектральна чутливість приймача (зернової маси).

Зазвичай набір значень коефіцієнтів перенесення випромінювання отримують у результаті звернення і множення матриць за допомогою ЕОМ. Для цього можна скористатися рівнянням (враховуємо варіанти як одностороннього, так і двостороннього підведення теплоти)

$$\sum_{i=1}^n (d_{i,j} - r_j \cdot F_{i-j}) \cdot q^{-j} = \sum_{j=1}^n F_{i-j} \cdot e_j \cdot B_j, \quad (15)$$

де $\delta_{i,j}$ – дельта-функція;

$$d_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{при } j = i; \\ 0 & \text{при } j \neq i. \end{cases}$$

Згідно з [3], всі форми зв'язку вологи діляться на три групи: фізико-механічну, фізико-хімічну та хімічну. Оцінюючи процес автоматизації сушіння ІЧ випромінюванням, слід враховувати, що зерно легше переносить короткочасне нагрівання, протягом якого білки не встигають зазнати помітних змін.

Оскільки діапазон вологості, лімітуючи процес сушіння, знаходиться частіше за все в гігроскопічній області, то механізм масоперенесення, при зневоднюванні визначається формою і енергією зв'язку вологи з матеріалом. Енергію зв'язку вологи з зерном можна описати так [3]

$$E_m = -\left(\partial \Delta F / \partial U_p \right) = -R \cdot T \cdot \ln A_w, \quad (16)$$

де U_p – рівноважна вологість зерна і вологого повітря $U_p = f(\varphi)$; φ – відносна вологість повітря; A_w – відносна помилка при вимірюванні активності води; R – коефіцієнт достовірності апроксимації.

Наведену залежність можна замінити потенціалом вологоперенесення, що дорівнює диференціальному зміни вільної енергії Гіббса:

$$\left(\partial \Delta F / \partial U_p \right).$$

Тоді справедливий вираз

$$\partial \Delta F / \partial U_p = R \cdot T \cdot \ln \left[\frac{(a \cdot T + b) U_p^3 + (c \cdot T + d) \cdot U_p^2 + (k \cdot T + l) \cdot U_p + (m \cdot T + n)}{\dots} \right], \quad (17)$$

де a, b, c, d, k, l, m, n – емпіричні коефіцієнти, які залежать від параметрів шару зерна.

Продиференціювавши рівняння Гіббса–Гельмгольца

$$\Delta F = \Delta E - T \cdot \Delta S, \quad (18)$$

де $\Delta S, \Delta E$ (відповідно зміни внутрішньої енергії (ентальпії) та ентропії) по U_p при $P, T = \text{const}$, отримаємо рівняння

$$\left(\partial \Delta F / \partial U_p \right)_{T,P} = \left(\partial \Delta E / \partial U_p \right)_{T,P} - T_0 \cdot \left(\partial \Delta S / \partial U_p \right)_{T,P}. \quad (19)$$

Диференціювання останнього за температурою шару T дає вираз для диференціального зміни ентропії зв'язаної води в зерновій масі

$$\frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial \Delta F}{\partial U_p} \right)_{T,P} = - \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial U_p} \right)_{T,P} = \frac{\partial (RT \ln A_w)}{\partial T}. \quad (20)$$

Тобто

$$T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial U_p} \right)_{T,p} = -T \left[R \cdot \ln A_w + RT \cdot (a \cdot U_p^3 + c \cdot U_p^2 + k \cdot U_p + m) / A_w \right] \quad (21)$$

Вираз $(\partial \Delta E / \partial U_p)_{T,p}$ визначає диференціальну зміну внутрішньої енергії (теплового ефекту) сорбції. У диференціальне рівняння перенесення тепла входить питома теплота випаровування g . Під час видалення вологи, пов'язаної із зерном, g представляється як сума теплоти пароутворення вільної води g' і теплоти змочування, яка визначається диференціальною зміною вільної енергії ізотермічного зневоднення. Величина $g_{см}$ чисельно дорівнює роботі відриву одного благаючи води від матеріалу при $T = \text{const}$. Згідно з довідковими даними [5] функція $g' = f(T)$ є лінійною в діапазоні $T = 293\text{--}353$ К (діапазон T у процесі сушіння).

Тепер розглянемо ситуацію з одностороннім підведенням теплоти до зернової маси. Для цього переписемо диференціальне рівняння теплоперенесення для одновимірного завдання у випадку об'ємного енергопідведення у вигляді:

$$\begin{aligned} c_p r(x, T, W) \frac{\partial T}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(I(W, x, T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \\ e r(W, x, T) r(W, x, T) \frac{\partial W}{\partial t} &+ w(W, x, T) \end{aligned} \quad (22)$$

Підставивши в рівняння замість диференціальної зміни середньої по шару вологості при коефіцієнті фазових перетворень 1 (перенесення вологи відбувається в основному у вигляді пари) і ізотропності шару по вологості прийmemo c_p , λ , r , p постійними по глибині шару x . Тоді після винесення $\bar{I}(W, T)$ за знак диференціала, розділивши рівняння на $c_p \bar{r}(W, T)$, отримаємо:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \bar{a}(W, T) \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{r(W, T) \bar{r}(W, T)}{c_p \bar{r}(W, T)} \frac{\partial \bar{W}}{\partial t} + \frac{w(W, x, T)}{c_p \bar{r}(W, T)}, \quad (23)$$

де $\bar{a}(W, T) = \frac{\bar{I}(W, T)}{c_p \bar{r}(W, T)}$ – коефіцієнт теплопровідності.

Оскільки $\frac{\partial T}{\partial \bar{W}} \frac{\partial \bar{W}}{\partial t} \equiv \frac{\partial T}{\partial t}$, розділивши обидві частини рівняння на $\frac{\partial \bar{W}}{\partial t}$ (далі знак середнього та варіюваний параметри опустимо), отримаємо:

$$\frac{\partial T}{\partial \bar{W}} = \frac{a}{\frac{\partial w}{\partial t}} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{r \cdot r}{c r} + \frac{w}{\frac{\partial w}{\partial t} \cdot c r}, \quad (24)$$

де w – об'ємна щільність поглинутої енергії випромінювання [5], (Вт/м³)

$$w = L_{(x)} \cdot E_p \frac{1 - R_\infty}{1 - R_\infty \cdot Y^2} \left[\frac{\exp(-L_{(x)} \cdot x) - \frac{R_\infty Y^2}{R_\infty} \exp(L_{(x)} \cdot x)}{R_\infty} \right], \quad (25)$$

де $L_{(x)}$ – коефіцієнт ефективного ослаблення випромінювання.

Тепловий потік з урахуванням відбитого від поверхні всередині шару теплового потоку для одностороннього опромінення шару (Вт/м²):

$$E_{p.\text{гран.}} = E_p \frac{1 - R_\infty}{1 - R_\infty \cdot Y_{(x)}^2} \left[1 + \frac{R_\infty \cdot Y_{(x)}^2}{R_\infty} \right], \quad (26)$$

де x – координата глибини шару, м; R_∞ – інтегральна відбивна здатність підкладки (залежить від матеріалу стрічки конвеєра або шнека); E_p – щільність падаючого потоку, Вт/м².

Початкові умови для цього завдання поставимо, з огляду на рівномірний розподіл температури в початковий момент часу, відповідний $W_{\text{поч}}$, у вигляді: при $W = W_{\text{поч}}$ $T = T_0$, т.е. $T(x, W_{\text{поч}}) = T_0$. Оскільки відбивачем є поверхня продукту на протилежних робочих поверхнях, що має таку саму T , то променистим теплообміном між поверхнями шарів можна знехтувати. При опроміненні високотемпературними джерелами теплообмін задається граничними умовами другого роду:

$$-I(W) \cdot \partial T / \partial x = E_{p, \text{гран}} + a \cdot (T_o - T_{x=0(\text{нов})}). \quad (27)$$

Зовнішній теплообмін здійснюється при вільній конвекції. У цьому випадку тепловіддача залежить від форми та розмірів поверхні нагрівання, температури цієї поверхні, температури середовища, коефіцієнта об'ємного розширення та інших її фізичних властивостей. Відповідно узагальнене рівняння для коефіцієнта тепловіддачі α виражається ступеневою функцією: $Nu = C(Gr Pr)^n$. Значення коефіцієнта C і показника ступеня n залежать від режиму руху, який визначається температурою поверхні продукту, різницею температур між нею і середовищем, а також щільністю теплового потоку.

Розв'язком рівняння при крайових умовах є функція $T = f(x, t, E_n, W_{\text{нач}})$. Щоби обидва аргументи, за якими ведеться диференціювання, зростали в процесі зневоднення, замінімо вологість на концентрацію сухих речовин, тоді отримаємо:

$$\frac{\partial T}{\partial c_p} = \frac{a}{\partial c_p / \partial t} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{r \cdot r}{c_p \cdot r} + \frac{w}{\partial c_p / \partial t \cdot c_p \cdot r}. \quad (28)$$

Для числового розв'язання диференційного рівняння параболічного типу в часткових похідних при різнорідних граничних умовах зручний метод кінцевих різниць за неявної схемою, яка стійка при будь-якому співвідношенні кроків за x і t .

У результаті реалізації математичної моделі процесу сушіння повинні бути визначені поле температур по шару продукту залежно від концентрації, оптимальний час експозиції при різній початковій вологості зерна та ін.

Розв'язання системи диференціальних рівнянь тепловолагопереносу з крайовими умовами, що відповідають комбінованому сушінню колоїдно-капілярно-пористих матеріалів, та їх аналіз за допомогою критеріїв подібності і коефіцієнта внутрішнього випаровування показав, що переміщення вологи від внутрішніх шарів до поверхні матеріалу в періоді постійної швидкості сушіння відбувається як у вигляді рідини, так і у вигляді пари.

Оскільки реалізація безперервно варійованих в процесі оптимальних умов сушіння на сучасному технологічному рівні технічно нереальна і економічно не виправдана, то доцільною є позонна дискретна оптимізація сушіння з таких етапів:

- використовуючи рівняння кривих зневоднення, знаходимо інтеграл функції швидкості сушіння;
- визначаємо цільову функцію – добуток сумарної інтегральної швидкості сушіння на параметр, що прямо впливає на продуктивність процесу;
- знаходимо оптимальні значення параметрів у кожній зоні, максимум шуканої функції і уточнені межі зон у раціональному режимі;
- отримуємо апроксимуючі рівняння швидкості сушіння за зонами в раціональному режимі (при оптимальних параметрах);
- визначаємо тривалість сушіння при максимальній цільовій функції.

Для АСУ необхідно доповнити систему рівнянь статичною характеристикою, що дає змогу визначити кількість вологи, видалити у процесі сушіння – W (або вологовміст y) у j -му циклі регулювання за значеннями регульованих параметрів (q – середня питома тепловий потік на поверхні зернової маси (регульований параметр), Вт/м²; V – швидкість руху зерна (регульований параметр), м/с; P – потужність ІЧ випромінювача, м/с) на j -му і, ($j-1$)-му циклах, τ – час експозиції, с.

При заданих керованих параметрах q і τ (V і P не розглядаємо, оскільки P_{max} і V доцільно вибирати на стадії проектування) у процесі функціонування математичної моделі обчислюються такі параметри: вологовміст і температура зернової маси.

Якщо розглядати реальний процес сушіння зерна на конвеєрній стрічці, то можлива ситуація, при якій не можна забезпечити рівномірної висоти шару. Отже, в процесі ІЧ сушіння тепло нерівномірно проникає в глиб зернової маси, і в різних шарах матеріал має різну температуру. Опишемо кожен шар своїм рівнянням, використовуючи процедуру побудови моделі для окремого шару.

Для першого шару (підведення теплоти безпосередньо від ІЧ джерела)

$$dT / dt = k_1 \cdot (T_{ук} - T_1) + k_2 \cdot (T_2 - T_1) + k_3 \cdot (T_0 - T_1). \quad (29)$$

При цьому зміну температури в i -му і n -му шарі можна описати відповідно такими рівняннями:

$$\begin{aligned} dT_i / dt &= k_2 \cdot (T_{i+1} - T_i) + k_2 \cdot (T_{i-1} - T_i); \\ dT_n / dt &= k_2 \cdot (T_{n+1} - T_n). \end{aligned} \quad (30)$$

Висновки

Як уже зазначалося, завдання розрахунку переміщення теплоти в зерновій масі при сушінні зерна з використанням ІЧ джерела випромінювання, є одним з необхідних етапів. Математична модель при автоматизації процесу сушіння зерна надає можливість вибрати найоптимальнішу температуру з метою отримання якіснішого продукту на виході, як при односторонньому, так і двосторонньому підведенні теплоти, а також у різних умовах, що змінюються.

1. Борхерт Р., Юбиц В. *Техника инфракрасного нагрева*. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 278 с.
2. *Справочник по теплообменникам: В 2-х томах. Пер. с англ. / Под ред. Б.С. Петухова*. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.
3. Атаназевич В.И. *Сушка зерна*. – М.: Лабиринт, 1997. – 256 с.
4. Цугленок Н.В. *Теоретические основы интенсификации процесса сушки зерна // Аграрная наука на рубеже веков: Материалы Всероссийской научн.-практ. конф. // Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – С. 134–135.*
5. Атаназевич В.И. *Сушка зерна*. – М.: Лабиринт, 1997. – 256 с.

УДК 004.942:519.876.5

О. Токар¹, Л. Кужій²

¹Національний університет “Львівська політехніка”,

²Львівський коледж Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ У ЛІСОВОМУ СЕКТОРІ ЗА ТЕРИТОРІАЛЬНИМ ПІДХОДОМ

© Токар О., Кужій Л., 2010

Представлено інформаційну систему розподіленої інвентаризації парникових газів. Описано алгоритм розподіленої інвентаризації та розроблено структурну схему програмного модуля для лісового сектора. Розглянуто приклади інвентаризації парникових газів в секторі “Лісове господарство”, розподіленої за територіальним підходом з використанням баз даних Microsoft Access та методології IPCC.

An information system for distributed inventory of greenhouse gases in forestry sector is developed. A structure of an algorithm, which describes the distributed inventory is present. A scheme for programme realisation of the proposed methodology in forestry sector for implementation in Microsoft Access using IPCC methodology is developed.

Вступ

Діяльність людини призвела до зростання викидів парникових газів (ПГ) в атмосферу, які впливають на екологічний стан навколишнього середовища [1], зокрема спричиняють зміну клімату. Відзначимо, що зміна клімату становить істотну загрозу не тільки екології, а й