

залежність продуктивності бібліотеки від таких показників, як читацька активність населення, масштаб фонду джерел бібліотеки, тобто число одиниць зберігання на одного читача і обіг фонду:

$$P_n = \frac{V \cdot B \cdot F}{N \cdot B \cdot F} = \frac{B}{N} \cdot \frac{F}{B} \cdot \frac{V}{F} = Z_B \cdot Z_F \cdot Z_V \quad (2)$$

де Z_B – читацька активність населення; Z_F – масштаб фонду джерел бібліотеки; Z_V – обіг фонду джерел бібліотеки.

Встановлення залежності (2) дозволяє провести імітаційне моделювання показників ефективності з метою прогнозування темпів і границь їх росту, що в свою чергу дає змогу намітити найбільш ефективні шляхи збільшення продуктивності конкретної регіональної бібліотеки, централізованої інформаційної або бібліотечної системи. Крім того, на основі моделювання можуть бути встановлені залежності продуктивності від інших показників діяльності бібліотеки, що ще більше розширює множину підходів до інтенсифікації її роботи.

Висновки

1. Проаналізовано показники ефективності використання бібліотечних ресурсів та виділено фактори їх формування: читацька активність населення, масштаб фонду джерел бібліотеки, обіг фонду джерел бібліотеки, чисельність населення.

2. Визначено напрямок удосконалення управління процесами використання розподілених інформаційних ресурсів на основі імітаційного моделювання залежності показників ефективності від бібліотечної статистики.

Список використаних джерел

1. Елепов Б.С. Управление процессами использования информационных ресурсов / Елепов Б.С., Чистяков В.М. // Новосибирск: Наука. 1989. – 237 с.

УДК 621.1: 662.767.2

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Марценюк Є.О.¹⁾, Масник Р.І.²⁾

Тернопільський національний економічний університет,

¹⁾ к.т.н., доцент; ²⁾ магістр

Вступ

Однією з головних проблем сьогодення є утилізація та переробка побутових відходів (ПВ). В європейських країнах і США, людство давно прийшло до висновку, що ресурсний потенціал ПВ потрібно не знищувати, а використовувати. Не можна підходити до проблеми ПВ як до боротьби зі сміттям, ставлячи завдання будь-якою ціною його позбутися. Однак побутові відходи можуть бути не лише джерелом забруднення навколишнього середовища, але й джерелом відновлюваної енергії – біогазу, який утворюється при анаеробному (без доступу кисню) мікробіологічному бродінні. Крім того, в зброженному субстраті зменшується доля твердих домішок і він може бути використаний як добриво при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Метою даної праці є ідентифікація параметрів моделі процесів утворення біогазу в умовах інтервальної невизначеності.

Постановка задачі

Згідно з [1] стан ізотермічного процесу бродіння ПВ можна описати задачею Коші для автономної системи нелінійних диференціальних рівнянь Моно (Monod) [2] виду

$$\begin{cases} X'(t) = \left(A_1 \frac{S(t)}{A_2 + S(t)} - A_3 \right) X(t), \\ S'(t) = -A_4 \frac{S(t)X(t)}{A_2 + S(t)}, \\ P_1'(t) = A_5 \frac{S(t)X(t)}{A_2 + S(t)} \left(1 - \frac{P_1(t)}{P_{1,\max}} \right), \\ P_2'(t) = A_6 \frac{S(t)X(t)}{A_2 + S(t)} \left(1 - \frac{P_2(t)}{P_{2,\max}} \right), \end{cases} \quad (1)$$

$$X(0) = X_0 > 0, \quad S(0) = S_0 > 0, \quad P_1(0) = P_2(0) = 0, \quad (2)$$

де $X(t)$ – маса мікробіологічної біомаси, $S(t)$ – маса побутових відходів, $P_1(t)$ – маса метану, $P_2(t)$ – маса відбродженого субстрату (органічного добрива), $P_{1,\max}$ – максимальна маса метану, $P_{2,\max}$ – максимальна маса відбродженого субстрату, $A_1 - A_6 \geq 0$ – коефіцієнти.

Після дискретизації моделі (1-2) за явною схемою Ейлера отримаємо

$$\begin{cases} X_{k+1} = X_k + h \left(A_1 \frac{S_k}{A_2 + S_k} - A_3 \right) X_k, \\ S_{k+1} = S_k - h A_4 \frac{S_k X_k}{A_2 + S_k}, \\ P_{1,k} = P_{1,\max} (S_0 - S_k) / S_0 \\ P_{2,k} = P_{2,\max} (S_0 - S_k) / S_0 \end{cases} \quad (3)$$

Введемо такі позначення оцінок змінних стану системи дискретних рівнянь динаміки (1): $\hat{x}_{1,k} = X_k$, $\hat{x}_{2,k} = S_k$, $\hat{x}_{3,k} = P_{1,k}$, $\hat{x}_{4,k} = P_{2,k}$ та $\hat{x}_{3,\max} = P_{1,\max}$, $\hat{x}_{4,\max} = P_{2,\max}$.

Умови забезпечення прогнозу інтервальних оцінок мікробіологічної маси та маси органічних відходів в процесі бродіння в заданих межах, визначених похибками спостережень за вихідними змінними згідно з [3] представлені у вигляді:

$$\begin{cases} [\hat{x}_{1,k+1}] = [\hat{x}_{1,k+1}^-; \hat{x}_{1,k+1}^+] \subseteq [z_{1,k+1}] = [z_{1,k+1}^-; z_{1,k+1}^+], \\ [\hat{x}_{2,k+1}] = [\hat{x}_{2,k+1}^-; \hat{x}_{2,k+1}^+] \subseteq [z_{2,k+1}] = [z_{2,k+1}^-; z_{2,k+1}^+], \end{cases}$$

де $[z_{1,k+1}] = [z_{1,k+1}^-; z_{1,k+1}^+]$, $[z_{2,k+1}] = [z_{2,k+1}^-; z_{2,k+1}^+]$ – відповідно інтервальні оцінки вимірної маси мікроорганізмів та маси побутових відходів, $k = 0, \dots, 60$ – часові дискрети. Динаміку отримання біогазу (метану) та відбродженого субстрату отримаємо із рівнянь

$$\begin{aligned} [\hat{x}_{3,k+1}^-; \hat{x}_{3,k+1}^+] &= [\hat{x}_{3,\max}] \cdot \left([\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+] - [\hat{x}_{2,k}^-; \hat{x}_{2,k}^+] \right) / [\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+], \\ [\hat{x}_{4,k+1}^-; \hat{x}_{4,k+1}^+] &= [\hat{x}_{4,\max}] \cdot \left([\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+] - [\hat{x}_{2,k}^-; \hat{x}_{2,k}^+] \right) / [\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+]. \end{aligned}$$

де $k = 0, \dots, N-1$ – часові дискрети.

Для ідентифікації параметрів A_1, A_2, A_3, A_4 моделі використовувався розроблений в праці [4] алгоритм. Алгоритм побудований на основі ітераційної процедури, суть якої полягає у випадковому пошуку оцінки вектора параметрів. Процедура пошуку згідно з [5] ґрунтується на таких кроках: 1. вибір початкового наближення вектора параметрів моделі та параметрів стану, заданих у інтервальному вигляді. 2. Перевірка якості початкового наближення вектора параметрів на основі узагальненого показника, який характеризує наближеність прогнозованих на основі моделі значень змінних стану з експериментальними даними, представленими у інтервальному вигляді. 3. Суть алгоритму полягає у генеруванні випадкового вектора оцінок параметрів $\vec{A} = (A_1, A_2, A_3, A_4)$ моделі, оцінювання якості поточного наближення оцінок параметрів,

Висновок

Описано модель динаміки процесів бродіння побутових відходів. Реалізовано алгоритм параметричної ідентифікації даної моделі. В алгоритмі використано методи випадкового пошуку і критерій забезпечення заданого коридору прогнозування, що визначається з похибок спостережень за вихідними змінними. Ідентифікована модель дозволяє прогнозувати концентрації біогазу та відбродженого субстрату, що має значну практичну цінність.

Список використаних джерел

1. Krylow M. Kinetics of Subsequent Phases of the Anaerobic Processes // Proceedings of a Polish-Swedish seminar. – 2003. – P. 29-37.
2. Andrés-Toro B. Multiobjective optimization and multivariable control of the beer fermentation process with the use of evolutionary algorithms / B. de Andrés-Toro, J. M. Girón-Sierra, P. Fernández-Blanco, J. A. López-Orozco, E. Besada-Portas // Journal of Zhejiang University Science. – 2004. – № 5 (4). – P. 378–389.
3. Дивак М.П. Інтервальні дискретні динамічні моделі виробництва біогазу з побутових органічних відходів / М. П. Дивак, А. В. Пукас, Є. О. Марценюк // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України : Спеціальний випуск. – Київ, 2010. – С. 179–184.
4. Марценюк Є. О. Ідентифікація дискретних динамічних моделей процесів з інтервальною невизначеністю у біогазових установках переробки органічного сміття / Є. О. Марценюк, М. П. Дивак, Ю. Р. Піговський, Т. М. Дивак // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія „Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. – 2010. – Вип. 11 (164). – С. 181–188.
5. Дивак М.П. Моделювання лінійних динамічних систем із заданою структурою вимірювання методами аналізу інтервальних даних / Дивак М.П., Пукас А.В., Марценюк Є.О., Войтюк І.Ф. // Моделювання та керування станом еколого-економічних систем регіону. Збірник праць. – Київ: МННЦ ІТС. – 2008. – С. 79-91.

УДК 631.461

МОДЕЛЮВАННЯ ВИНОРОБНОГО БРОДІННЯ З ДВОМА КУЛЬТУРАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ

Марценюк Є.О.¹⁾, Піговський Ю.Р.²⁾, Тюрін В.О.³⁾
Тернопільський національний економічний університет, к.т.н.,
¹⁾ к.т.н., доцент; ²⁾ к.т.н., доцент; ³⁾ магістр

І. Постановка проблеми

При бродінні вина використовуються культури мікроорганізмів виду “*Saccharomyces cerevisiae*”, які надалі називатимемо культурами *A*. Поряд з ними у вині можуть розвиватися дикі культури мікроорганізмів “*Brettanomyces*”, які називатимемо культурами *B*. В умовах інтенсивного розвитку останніх може відбутися зіпсуття вина.

Зменшення ризику зіпсуття вина культурами *B* здійснюється внесенням деякої кількості етилового спирту на початку процесу бродіння. Модель [1] у формі задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь можна розвинути на випадок культивування двох культур мікроорганізмів – *A* і *B* таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} X'_A(t) = \gamma(t - \lambda_A(P_0))(A_1(P_0)H_G[S(t), P(t)] - A_2(P_0))X_A(t), \\ X'_B(t) = \gamma(t - \lambda_B(P_0))(B_1(P_0)H_G[S(t), P(t)] - B_2(P_0))X_B(t), \\ S'(t) = -\gamma(t - \lambda_A(P_0))A_3(P_0)\frac{S(t)}{A_4 + S(t)}X_A(t) - \\ \quad -\gamma(t - \lambda_B(P_0))B_3(P_0)\frac{S(t)}{B_4 + S(t)}X_B(t), \\ P'(t) = A_7[\gamma(t - \lambda_A(P_0))A_3(P_0)\frac{S(t)}{A_4 + S(t)}X_A(t) + \\ \quad + \gamma(t - \lambda_B(P_0))B_3(P_0)\frac{S(t)}{B_4 + S(t)}X_B(t)]\frac{S_0 - 2P(t)}{S_0}, \end{array} \right. \quad (1)$$

з початковою умовою

$$X_A(0) = X_{A,0}, X_B(0) = X_{B,0}, S(0) = S_0, P(0) = P_0, \quad (2)$$