

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ТУШОК РИБИ ВІД ЛУСКИ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКУ

Кононикін В.Д., здоб.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна,
Червоний В.М., канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,
м. Харків, Україна

Модель технологічного процесу будують на основі експериментальних даних. Відомо, що будь який експеримент пов'язаний з випадковими похибками вимірювань, тому обробку знайдених даних необхідно проводити за допомогою методів математичної статистики.

Найбільше поширення для обробки даних має метод найменших квадратів. Він дозволяє побудувати оптимальну, у деякому сенсі, оцінку коефіцієнтів математичної моделі, а також відповісти на питання: чи є дана математична модель адекватною.

Передбачається, що вихідна величина Y (сила зв'язку луска-шкіра) залежить від двох незалежних змінних x_1 – маси тушки риби та x_2 – тривалості ультразвукової обробки. Змінні x_1 та x_2 можна представити вектором $x = (x_1, x_2)$. За допомогою проведення дослідів треба знайти наближений опис функції. В даному випадку досліджується технологічний процес, математична модель якого має вигляд

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1^2 + a_4x_2^2 + a_5x_1x_2. \quad (1)$$

Модель, що буде досліджуватися, має дві змінних – x_1 та x_2 . Область визначення змінних має такі межі

- для коропа

$$0,5 < x_1 < 1,5, 400 < x_2 < 1200, \\ x_{10} = 1,0, x_{20} = 800;$$

- для товстолобика

$$0,5 < x_1 < 1,5, 600 < x_2 < 1400, \\ x_{10} = 1,0, x_{20} = 1000.$$

Після перетворення вхідні параметри будуть змінюватися в кодованих значеннях у межах $-1 < X_i < 1$. Одержання кодованих значень змінних проводили за допомогою пакету MathCad.

Для зменшення впливу випадкових похибок проведемо рандомізацію даних експериментів – послідовність проведення дослідів визначимо за допомогою таблиці випадкових чисел.

Було складено таблицю повного факторного експерименту і з урахуванням рандомізації додано до неї стовпці вимірювань. У кожній точці проведено два вимірювання для зменшення похибки спостереження.

Розрахунки квадратичної математичної моделі а також будову поверхні відгуку проведено за допомогою пакету MathCAD.

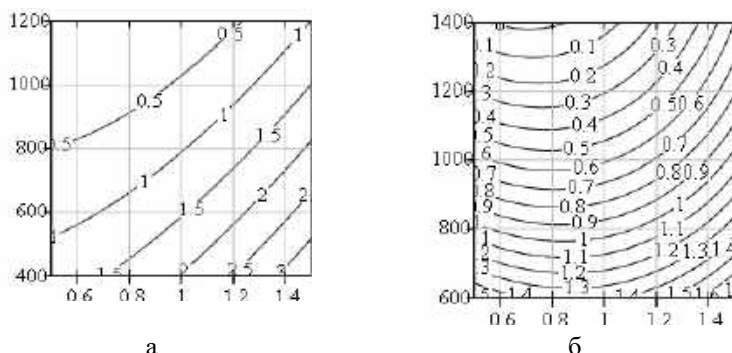


Рис. 1 – Поверхні відгуку зусилля зв’язку луска-шкіра від тривалості ультразвукової обробки та маси тушок риби: а – для коропа, б – для товстолобика

Загальний вид моделі з кодованими значеннями має вигляд:
- для коропа

$$Y = 0,972 + 0,783 \cdot X_1 - 0,908 \cdot X_2 + 0,317 \cdot X_1^2 + 0,142 \cdot X_2^2 - 0,3 \cdot X_1 \cdot X_2,$$

- для товстолобика

$$Y = 0,7 + 0,37 \cdot X_1 - 0,492 \cdot X_2 + 0,08 \cdot X_1^2 - 0,035 \cdot X_2^2 - 0,165 \cdot X_1 \cdot X_2,$$

де Y – зусилля зв’язку луска-шкіра в кодованих значеннях, X_1 – маса тушки риби в кодованих значеннях, X_2 – тривалість обробки ультразвуковими хвилями в кодованих значеннях.

Таким чином, за результатами експериментальних досліджень виявлено, що раціональна тривалість обробки тушок риби в полі ультразвукових хвиль частотою 22 кГц складає 10...16 хв для тушок коропа та товстолобика.