

MÔ HÌNH TÍNH TOÁN GIÁ THÀNH ĐẦU TƯ VÀ VẬN HÀNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

NGUYỄN XUÂN NGUYỄN, TRƯƠNG QUANG HẢI, PHẠM THỊ TÔ OANH

1. MỞ ĐẦU

Trong bài này chúng tôi trình bày cách tìm mô hình thực nghiệm thống kê mô tả quan hệ giữa các chỉ tiêu hóa lý cơ bản của nước thải làng nghề để mô hình hóa, tổng hợp và phân tích *chi phí đầu tư và chi phí vận hành* hệ thống xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học (bùn hoạt tính) nhằm tự động hoá các tính toán, dự báo, thẩm định, đánh giá, quy hoạch. Chi phí đầu tư là tổng chi phí đầu tư được tính là triệu đồng/năm. Chi phí vận hành là chi phí về nhân công, hoá chất, điện,... được tính bằng đơn vị đồng/m³.

Các chỉ tiêu hóa lý cơ bản của nước thải làng nghề bao gồm: tổng lượng nước thải (Q), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng nitơ (N_T), chất rắn lơ lửng (SS). Các phương pháp phân tích cho phép xác định chúng với độ chính xác cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Ta sẽ xem xét phương pháp xử lý số liệu tìm mô hình thực hiện thống kê.

Giả sử có một mẫu gồm n thí nghiệm trong đó ở mỗi thí nghiệm xác định các giá trị Q, BOD, COD, N_T, SS.

Ta sẽ tìm quan hệ trong việc tính tổng phí đầu tư như sau:

$$T = \text{Tổng đầu tư (triệu đồng)} = A \cdot Q^{b_1} \cdot \text{BOD}^{b_2} \cdot \text{COD}^{b_3} \cdot \text{N}_T^{b_4} \cdot \text{SS}^{b_5} \quad (1)$$

trong đó A, b₁, b₂, ..., b₅ là các hằng số cần tìm.

Logarit hóa (1) ta được :

$$\lg T = \lg A + b_1 \cdot \lg Q + b_2 \cdot \lg \text{BOD} + b_3 \cdot \lg \text{COD} + b_4 \cdot \lg \text{N}_T + b_5 \cdot \lg \text{SS}. \quad (2)$$

Đặt $\lg T = y$, $\lg A = b_0$, $\lg Q = x_1$, $\lg \text{BOD} = x_2$, $\lg \text{COD} = x_3$, $\lg \text{N}_T = x_4$, $\lg \text{SS} = x_5$ biểu thức (2) sẽ trở thành

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5. \quad (3)$$

Như ta đã biết, các hệ số của phương trình hồi quy (3) có thể tìm được bằng phương pháp bình phương bé nhất (PPBPBN) từ điều kiện:

$$\phi = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min \quad (4)$$

trong đó y_i là giá trị thực nghiệm, \hat{y}_i là giá trị tính toán theo (3).

Lấy đạo hàm (4) theo các hệ số cần tìm b₀, b₁, b₂, ..., b₅ và sau khi biến đổi ta được hệ phương trình chuẩn sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} b_0 \sum_{i=1}^n x_{0i}^2 + b_1 \sum_{i=1}^n x_{0i} x_{1i} + \dots + b_5 \sum_{i=1}^n x_{0i} x_{5i} = \sum_{i=1}^n x_{0i} y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{0i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + \dots + b_5 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{5i} = \sum_{i=1}^n x_{1i} y_i \\ \dots \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{5i} x_{0i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{5i} x_{1i} + \dots + b_5 \sum_{i=1}^n x_{5i}^2 = \sum_{i=1}^n x_{5i} y_i \end{array} \right. \quad (5)$$

trong đó x_0 là biến giả nhận các giá trị bằng 1.

Với các ma trận:

$$X = \begin{pmatrix} X_{01} & X_{11} & \dots & X_{51} \\ X_{02} & X_{12} & \dots & X_{52} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{0n} & X_{1n} & \dots & X_{5n} \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} b_0 \\ y_1 \\ \dots \\ \dots \\ y_5 \end{pmatrix} \quad \text{và} \quad X^* = \begin{pmatrix} X_{01} & X_{11} & \dots & X_{0n} \\ X_{02} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{51} & X_{52} & \dots & X_{5n} \end{pmatrix}$$

X^* là ma trận chuyển vị của X thì lời giải của hệ (5) có thể được viết như sau:

$$B = (X^* X)^{-1} X^* Y. \quad (6)$$

Như vậy là để tìm vector hệ số B ta cần giải hệ phương trình tuyến tính bằng một trong những phương pháp số đã biết trên máy tính và chương trình được viết bằng một ngôn ngữ thuật toán nào đó.

Sau khi đã tìm được các hệ số $b_0, b_1, b_2, \dots, b_5$ ta có thể tiến hành phân tích thống kê (kiểm định ý nghĩa của các hệ số và kiểm định tính tương hợp của mô hình) trên cơ sở các thí nghiệm lập hoặc dãy thí nghiệm bổ sung.

Trong trường hợp không có thí nghiệm lập hoặc xêri thí nghiệm bổ sung ta cần tính hệ số tương quan đa biến R :

$$R = \sqrt{a_1 r_{yx_1} + a_2 r_{yx_2} + \dots + a_5 r_{yx_5}} \quad (7)$$

trong đó:

$$a_j = b_j \frac{s_{x_j}}{s_y}, \quad j = \overline{1,5}$$

$$s_{x_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{n-1}}; \quad \bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji}}{n}$$

$$s_{y_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}; \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

$$r_{y x_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_{ji} - \bar{x}_j)}{(n-1)S_y S_{x_j}}$$

Kiểm tra độ tương thích theo Fisher. Đại lượng R tính theo (7) thường có giá trị $0 \leq R \leq 1$. Nếu giá trị R gần 1 thì đặc trưng cho quan hệ (3) là chặt chẽ và ta có thể tính được T qua các chỉ tiêu hóa lí còn lại theo công thức (1) với độ tương thích cần thiết.

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Chúng tôi sử dụng kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lí nước thải một số loại hình làng nghề khác nhau của Việt Nam có sẵn với một số số liệu bổ sung, đưa vào bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu hóa lí của nước thải làng nghề, nước thải công nghiệp và thông số đầu tư các trạm xử lí nước thải bằng phương pháp sinh học (bùn hoạt tính)

STT	Công suất	bod	COD	N _T	Ss	Tổng đầu tư (triệu đồng)	Chi phí vận hành (đ/m ³)	Công suất khí (m ³ /phút)
Ngành sản xuất giấy nói chung								
1	1000	500	1120	15-20	600	5440	1558	33
2	500	500	1120	15-20	600	2900	1826	16
3	200	500	1120	15-20	600	1235	2600	3
4	2000	500	1120	15-20	600	10284	1255	65
5	5000	500	1120	15-20	600	24220	1220	183
Ngành may mặc								
6	5000	250	454	15	300	25820	730	100
7	3000	250	454	15	300	14000	835	82
8	1000	250	454	15	300	5574	930	24
9	500	250	454	15	300	2570	1280	17

Ngành rượu								
10	500	5000	14300	85	1650	6052	10620	170
11	1000	5000	14300	85	1650	12000	8300	342
12	2000	5000	14300	85	1650	22220	7000	685
13	5000	5000	14300	85	1650	51500	5700	2610
Ngành chăn nuôi gia súc (sau septic)								
14	5000	1550	4133	120	750	59700	2620	756
15	2000	1550	4133	120	750	25600	4647	290
16	1000	1550	4133	120	750	12300	5490	180
17	500	1550	4133	120	750	6653	6358	75
18	200	1550	4133	120	750	2630	7720	39
19	100	1550	4133	120	750	1480	3050	14
Ngành giết mổ gia súc								
20	100	450	950	75	1500	1430	5645	4,0
21	200	450	950	75	1500	2288	2887	7,7
22	1000	450	950	75	1500	11365	1850	39
23	2000	450	950	75	1500	22400	1680	77
24	3000	450	950	75	1500	31068	1400	116
Ngành chế biến rau quả								
25	3000	670	2230	55	600	28850	2200	232
26	1000	670	2230	55	600	9300	2470	78
27	500	670	2230	55	600	4900	2850	39
28	100	670	2230	55	600	1360	7453	8,0
Nước thải bệnh viện								
29	150	250	555	25	500	1200	2050	3,3
30	300	250	555	25	500	2320	1570	6,0
31	500	250	555	25	500	3800	1350	10
Ngành cơ khí								
32	500	120	260	85	350	5988	1464	11
33	200	120	260	85	350	2550	1670	4,5

34	1000	120	260	85	350	11520	1322	22
35	5000	120	260	85	350	55740	830	107
Khu công nghiệp chung								
36	5000	600	1600	45	500	40700	1663	272
37	2000	600	1600	45	500	18400	1960	109
38	1000	600	1600	45	500	8433	2435	55
39	500	600	1600	45	500	4200	2705	28
40	10000	600	1600	45	500	7500	1410	584
Ngành rượu bia								
41	3000	1050	1750	60	900	27000	1800	296
42	2000	1050	1750	60	900	17700	2500	202
43	1000	1050	1750	60	900	9500	2450	86
44	500	1050	1750	60	900	4800	3250	48
Ngành chăn nuôi thải trực tiếp								
45	500	3900	7100	400	3000	9900	8920	207
46	1500	3900	7100	400	3000	3200	18390	621

Tổng đầu tư ở đây chính là chi phí đầu tư thực tế từ các trạm xử lí nước thải không kể hộ thu gom và công trình bao che.

Theo phương pháp đã mô tả ở mục II chúng tôi đã lập chương trình tính bằng ngôn ngữ thuật toán C#, trong đó có sử dụng chương trình con SIMQ để giải hệ phương trình chuẩn [4]. Kết quả đã nhận được mô hình thực nghiệm thống kê mô tả quan hệ giữa T với các chỉ tiêu còn lại Q, BOD, COD, N_T, NH₄, SS:

$$\begin{aligned} \text{Tổng đầu tư (triệu đồng)} &= A \cdot Q^{b_1} \cdot \text{BOD}^{b_2} \cdot \text{COD}^{b_3} \cdot \text{N}_T^{b_4} \cdot \text{SS}^{b_5} \\ &= 1.605 \cdot Q^{0.997} \cdot \text{BOD}^{-0.712} \cdot \text{COD}^{0.739} \cdot \text{N}_T^{0.00007} \cdot \text{SS}^{0.0127} \end{aligned}$$

với $R^2 = 0.99859$.

Hoàn toàn tương tự có thể tìm được quan hệ của các chỉ tiêu hóa lí khác. Ví dụ đã tìm được:

$$\begin{aligned} \text{Phí vận hành (đồng/m}^3) &= A_1 \cdot Q^{A_2} \cdot \text{BOD}^{A_3} \cdot \text{COD}^{A_4} \cdot \text{N}_T^{A_5} \cdot \text{SS}^{A_6} \\ &= 180.64 \cdot Q^{0.00131} \cdot \text{BOD}^{-0.623} \cdot \text{COD}^{0.722} \cdot \text{N}_T^{0.0058} \cdot \text{SS}^{0.0375} \end{aligned}$$

với $R^2 = 0,98767$.

Kết quả thực nghiệm T_{th.ng} và tính toán T_{tt} được đưa vào bảng 2.

Bảng 2. So sánh các giá trị thực tế và các giá trị tính toán bằng mô hình

TT	Chi phí đầu tư		Chi phí vận hành		Công suất khí	
	Thực tế	Tính toán	Thực tế	Tính toán	Thực tế	Tính toán
1	5440	5927,862	1558	1601,851	33	35,92281
2	2900	3093,658	1826	1892,439	16	18,08463
3	1235	1309,561	2600	2359,011	3	7,299523
4	10284	11358,58	1255	1355,881	65	71,35612
5	24220	26833,08	1220	1087,712	183	176,7854
6	25820	24321,72	730	748,8544	100	115,8014
7	14000	15061,08	835	846,7476	82	69,83179
8	5574	5373,063	930	1102,823	24	23,53087
9	2570	2804,116	1280	1302,883	17	11,84615
10	6052	5651,909	10620	9789,018	170	157,797
11	12000	10829,81	8300	8285,882	342	313,4438
12	22220	20751,37	7000	7013,564	685	622,6166
13	51500	49022,26	5700	5626,401	2610	1542,538
14	59700	59113,36	2620	3657,379	756	824,7405
15	25600	25022,99	4647	4559,085	290	332,8911
16	12300	13059,09	5490	5386,145	180	167,5874
17	6653	6815,332	6358	6363,241	75	84,36858
18	2630	2884,963	7720	7932,061	39	34,05379
19	1480	1505,616	3050	9371,011	14	17,14371
20	1430	1289,13	5645	3402,777	4,0	4,041252
21	2288	2470,145	2887	2880,268	7,7	8,027438
22	11365	11181,37	1850	1955,802	39	39,50507
23	22400	21425	1680	1655,484	77	78,47178
24	31068	31342,19	1400	1501,666	116	117,2379
25	28850	27194,62	2200	1929,978	232	240,4886
26	9300	9701,72	2470	2513,644	78	81,0362
27	4900	5063,179	2850	2969,642	39	40,79606
28	1360	1118,538	7453	4373,325	8,0	8,289772

29	1200	1116,71	2050	1859,393	3,3	3,407353
30	2320	2139,766	1570	1573,877	6,0	6,768274
31	3800	3455,45	1350	1391,92	10	11,22376
32	5988	6103,4	1464	1424,016	11	10,28074
33	2550	2583,599	1670	1775,099	4,5	4,149631
34	11520	11694,92	1322	1205,354	22	20,42139
35	55740	52938,31	830	818,4773	107	100,4989
36	40700	38559,16	1663	1649,511	272	286,3046
37	18400	16322,29	1960	2056,19	109	115,5615
38	8433	8518,337	2435	2429,2	55	58,17715
39	4200	4445,589	2705	2869,876	28	29,28811
40	7500	73884,51	1410	1396,224	584	568,7075
41	27000	27269,21	1800	2457,141	296	284,463
42	17700	18640,78	2500	2708,829	202	190,4019
43	9500	9728,319	2450	3200,231	86	95,85404
44	4800	5077,061	3250	3780,782	48	48,2558
45	9900	11469,65	8920	11844,97	207	194,991
46	3200	32150,26	18390	9094,578	621	578,6685
R ²	0,99859		0,99774		0,99773	

4. KẾT LUẬN

Đã áp dụng phương pháp hồi quy đa biến xử lý số liệu xây dựng mô hình thực nghiệm thống kê mô tả quan hệ giữa các chỉ tiêu hóa lí cơ bản của nước thải làng nghề để sử dụng mô hình đó trong quá trình tổng hợp và phân tích chi phí đầu tư và chi phí vận hành các hệ thống xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học (bùn hoạt tính).

Các mô hình nói trên sẽ được sử dụng rộng rãi trong các tính toán phục vụ công tác kiểm tra, thẩm định hay quy hoạch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Nguyên, Phạm Hồng Hải - Lí thuyết và mô hình hoá quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học, Nhà xuất bản khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2003, tr.288.
2. Phạm Hồng Hải – Xây dựng các thuật toán phân rã để tính quá trình lên men hiếu khí trong thiết bị phản ứng hoá sinh dạng tháp, Luận án Phó tiến sỹ Trường Đại học Công nghệ hoá học Mendêlêep Mátxcova Liên Xô (cũ), 1985, tr.198.

3. Yu. A. Komissarov, L.S. Gordeev, Nguyen Xuan Nguyen – Water supply for chemical industries, Publisher House, Chemistry, Moscow, 2002, p.496 (tiếng Anh).
4. Nguyễn Xuân Nguyên - Luận án Tiến sỹ khoa học, Moskva, 1985.
5. Đặng Xuân Vương, Nguyễn Tiến, Nguyễn Phú, Phạm Kỳ - Lập trình C#, Nhà xuất bản Thống kê, Hà Nội, 2001.

SUMMARY

THE EXPERIMENTAL STATISTICAL MODEL DESCRIBING THE RELATION BETWEEN THE MAIN PARAMETERS OF HANDICRAFT VILLAGE

The wastewater of 20 samples are collected and the analysis of parameters such as Q, BOD, COD, T-N, NH₄, SS is carried out.

With the use of C# calculation programme, the relation between handicraft village wastewater parameters is found:

$$\begin{aligned} \text{Investment fee (million VND)} &= A \cdot Q^{b_1} \cdot \text{BOD}^{b_2} \cdot \text{COD}^{b_3} \cdot \text{N}_T^{b_4} \cdot \text{SS}^{b_5} \\ &= 1.605 \cdot Q^{0.997} \cdot \text{BOD}^{-0.712} \cdot \text{COD}^{0.739} \cdot \text{N}_T^{0.00007} \cdot \text{SS}^{0.0127} \end{aligned}$$

and $R = 0,999$.

$$\begin{aligned} \text{Action fee (VND/m}^3\text{)} &= A_1 \cdot Q^{A_2} \cdot \text{BOD}^{A_3} \cdot \text{COD}^{A_4} \cdot \text{N}_T^{A_5} \cdot \text{SS}^{A_6} \\ &= 180.64 \cdot Q^{0.00131} \cdot \text{BOD}^{-0.623} \cdot \text{COD}^{0.722} \cdot \text{N}_T^{0.0058} \cdot \text{SS}^{0.0375} \end{aligned}$$

and $R^2 = 0,98767$.

This model is adequate to the experimental data. The above mentioned model can be used in modelling and calculating investment and action fee for handicraft village – water treatment.

Địa chỉ:

Nhận bài ngày 10 tháng 12 năm 2007

Nguyễn Xuân Nguyên, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Trương Quang Hải, Trường Đại học Khoa học tự nhiên Hà Nội.

Phạm Thị Tố Oanh, Liên minh Hợp tác xã Việt Nam.