

## НОВЫЙ МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

<sup>1)</sup>Журавский А.А., <sup>1)</sup>Зеленский А.И., <sup>2)</sup>Синяева О.В., <sup>3)</sup>Кутовая О.В.

<sup>1)</sup> «УХИН», г. Харьков, Украина

<sup>2)</sup> ХНТУСХ им. П. Василенко, г. Харьков, Украина

<sup>3)</sup>НФаУ, г. Харьков, Украина

При проведении научных экспериментов для получения эмпирических зависимостей используется, как правило, метод планируемого эксперимента. Однако большая часть способов построения многофакторных моделей предполагает использование различных модификаций планируемого эксперимента, которые не всегда могут быть применимы в условиях полученных разрозненных данных, особенно тогда, когда наблюдаемые значения не сводятся в определенные разряды. Поэтому довольно часто при нахождении эмпирических уравнений, описывающих изменение какого-либо показателя, приходится в виде общего правила иметь дело с неравноотстоящими значениями исследуемых величин. Из-за этого существующие способы нахождения нужных зависимостей оказываются непригодными, и возникает необходимость в разработке таких приемов, которые бы оказались эффективными в данных условиях.

Разработанная методика обработки экспериментальных данных основывается на том, что сначала весь массив данных рассматривается как функциональная зависимость исследуемого показателя от какого-либо одного параметра, допустим переменной  $X_1$ , а остальные принимаются постоянными. В итоге получается зависимость вида

$$Y(X) = f(X_1) \Big|_{X_2, X_3, X_4, \dots, X_n = \text{const}} \quad (1)$$

Затем проводится аналогичная операция со всеми остальными переменными  $X_2, X_3, \dots, X_n$ , в результате чего получается система из  $n$ -го числа уравнений:

$$\begin{cases} Y(X) = f(X_2) \Big|_{X_1, X_3, \dots, X_n - const} \\ Y(X) = f(X_3) \Big|_{X_1, X_2, X_4, \dots, X_n - const} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ Y(X) = f(X_n) \Big|_{X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1} - const} \end{cases} \quad (2)$$

Последовательное перемножение уравнений в системе (2) приводит к итоговому уравнению:

$$Y^n(X) = f(X_1) * f(X_2) * f(X_3) * \dots * f(X_n) \quad (3)$$

Уравнение (3) можно переписать в виде:

$$Y(X) = [f(X_1) * f(X_2) * f(X_3) * \dots * f(X_n)]^{1/n} \quad (4)$$

В качестве функциональных зависимостей  $f(X)$  используется набор известных элементарных функций, коэффициенты которых определяются по методу наименьших квадратов. Для каждой переменной  $X_i$  подбирают функциональную зависимость по значению коэффициента корреляции, т.е. из всего многообразия элементарных функций, которые могут адекватно описать изменение параметра  $Y(X) = f(X_i)$ , выбирается та функциональная зависимость, у которой коэффициент корреляции наибольший.

В принципе, уравнением (4) можно бы и ограничиться для описания изменения параметра  $Y$  от переменных  $X_i$ . Однако для получения более точного описания мы провели еще одно уточнение полученной зависимости. Для этого проводится получение корреляционной зависимости между фактическими  $Y_{факт}$  и полученными расчетными  $Y_{расч}$  значениями параметра  $Y$ . Функциональная зависимость определяется в виде линейной функции вида:

$$Y_{факт} = E * Y_{расч} + D \quad (5)$$

Полученный при этом коэффициент корреляции будет являться общим коэффициентом корреляции и указывает на тесноту связи между фактическими и расчетными значениями параметра  $Y$ . В идеальном случае, когда коэффициент корреляции между фактическими и расчетными значениями параметра  $Y$  равен 1, коэффициент  $E=1$ , а  $D=0$ . В противном случае, отличие этих коэффициентов от указанных значений говорит о том, что не все факторы, влияющие на изменение искомого параметра  $Y$ , учтены. Кроме того корректирующая функция позволит скомпенсировать допущение (2) о том, что мы исследуем один из параметров, считая все остальные постоянными. Коэффициенты корреляции, полученные при расчете уравнений (1 - 2), являются частными коэффициентами и говорят о том, насколько *изменение* данной переменной  $X_i$  влияло на изменение параметра  $Y$  в исследуемом интервале. На основе вышеприведенных рассуждений была разработана программа для компьютера, которая позволяет автоматически рассчитывать корреляционные зависимости и составлять статистическую модель работы исследуемого объекта и, опираясь на полученные зависимости, получать прогноз поведения объекта при изменении условий его работы.

Описанная выше методика выгодно отличается от уже известных тем, что для нее не требуется построение матрицы проведения эксперимента, как это имеет место при проведении планируемого эксперимента и ее можно использовать при оценке работы действующего промышленного объекта. Впрочем, это отнюдь не означает, что планируемый эксперимент можно снимать с вооружения исследователей, наоборот, его использование позволит учесть все мыслимые режимы объекта, что только повысит адекватность полученной модели. И только лишь в тех случаях, когда невозможно

это сделать, можно прибегать к описанной методике, но при этом следует быть готовым к тому, что точность полученных зависимостей не будет абсолютной. Использование подобной методики позволит:

- получить математическую модель работы объекта и определить направление влияния каждого из факторов на качество кокса;
- оценить степень значимости влияния каждого из факторов на изменение качества кокса по частным коэффициентам корреляции.

Кроме того, в случае, когда полученные функциональные зависимости были не монотонными, программа определяла экстремальные значения (минимум или максимум), что, в ряде случаев, позволяло оптимизировать технологические процессы. Используя полученные теоретические рассуждения, была разработана компьютерная программа, которая позволяет на основе экспериментальных данных получать математическую модель изучаемого объекта.

Таблица исходных данных												
№п/п						Количество параллельных опытов						
	>80	(80-60)	(60-40)	(40-25)	<25	(G)1	(G)2	(G)3				
Разм	%	%	%	%	%	%	%	%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	5,00	30,00	45,00	10,00	10,00					600		
2	40,00	40,00	12,00	5,00	3,00					400		
3	30,00	30,00	20,00	15,00	5,00					500		
4	25,00	45,00	20,00	6,00	4,00					450		
5	10,00	35,00	45,00	5,00	5,00					550		
0												
0												
	$r(>80)=0,93$	$r((80-60))=0,7$	$r((60-40))=0,95$	$r((40-25))=0,6$	$r(<25)=0,95$							

Рисунок 1 – Заполненная таблица исходных данных

После обработки введенных данных, компьютер определяет коэффициенты корреляции каждого из аргументов (рисунок 1), а также общее уравнение данного процесса (рисунок 2).

5	10,00	35,00	45,00	5,00	5,00				
0									
0									
	r(>80)=0,93	r((80-60))=0,7	r((60-40))=0,95	r((40-25))=0,6	r(<25)=0,95				

Внимание! Если Вы хотите посмотреть все результаты сопоставления фактических и расчётных значений функции, откройте стр

$$G_p = \left[ \left( \frac{1}{(0,000021 \times 80 + 0,00158)} \right) \times (0,41026 \times (80-60) \times -39,2308 \times (80-60) + 1366,7) \times (-0,163^2(60-40) + 14,59(60-40) + 248,41) \times (-4,071 \times (40-25)^2 + 86,067 \times (40-25) + 128,9) \times \left( \frac{25}{(0,0013)^{(1/5)} - 25 + 0,0033} \right) \right]^{(1/5)}$$

Рисунок 2 – Итоговое уравнение процесса

Для того, чтобы оценить сходимость расчётных и фактических значений полученной функции, можно посмотреть соответствующие колонки в таблице исходных данных (рисунок 3).

о параллельных опытов		Откорректированная функция						
(G)2	(G)3	G	Дисперсия эксперимента s <sup>2</sup>	G <sub>p</sub>	Дисперсия расчётов δ <sup>2</sup>	G <sub>корр</sub>	G	δ <sup>2</sup>
кг/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>		кг/м <sup>3</sup>		кг/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>	
12	13	14	15	16	17	18	19	20
		600,0000		583,1129	285,1726	603,6137	600,0000	13,0585
		400,0000		427,0364	730,9665	393,7229	400,0000	39,4019
		500,0000		497,9432	4,2304	506,6712	500,0000	44,5048
		450,0000		469,0392	362,4895	464,1664	450,0000	200,6866
		550,0000		516,8380	1099,7169	531,8259	550,0000	330,2994
		0,0000		1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		0,0000		1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Рисунок 3 – Сопоставление расчётных и фактических данных

На рисунке 3 в колонках N и AE:AG представлены фактические данные (в данном случае – насыпная масса кокса), в колонке W - расчётные значения насыпной массы, а в колонке AJ:AL – уточненные значения. Если при расчёте (первый проход) различие между фактической и расчётной насыпной массой составляет ± (15÷20) единиц, то после проведения уточненного расчёта - ± (3÷10) единиц. Впрочем, если разница между расчётными и уточненными значениями

составляет не более 1%, то уточняющие расчёты не производятся (точнее результаты расчёта не выводятся на монитор).

Данная методика и программа прошли испытания на ряде заводов Украины и получили положительные оценки. На данную методику и программу подана заявка изобретение.

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**<sup>1)</sup>Журавский А.А., <sup>2)</sup>Кутовой Д.С., <sup>2)</sup>Гринь Г.И., <sup>3)</sup>Кутовая О.В.**

*<sup>1)</sup> ГП «УХИН», г. Харків, Україна,*

*azhuravskiy@mail.ua*

*<sup>2)</sup> Кафедра химической технологии неорганических веществ, катализа и экологии, НТУ «ХПИ», г. Харьков, Украина,*

*lbvfjy95@gmail.com*

*<sup>3)</sup> Кафедра процессов и аппаратов химико-фармацевтических производств, НФаУ, г. Харків, Україна,*

*paft@niph.edu.ua*

В настоящее время проблема утилизации лекарственных средств экологически чистыми и безопасными для здоровья человека методами является одновременно актуальной и сложной, обусловливаемой многообразием химической структуры лекарственных средств, требующей комплексного решения.

На сегодняшний день широко применяются четыре основные способы утилизации отходов фармацевтической промышленности (ОФП)[1]: слив в промышленную канализацию, сжигание, размещение на специально оборудованных санитарных полигонах, дробление.