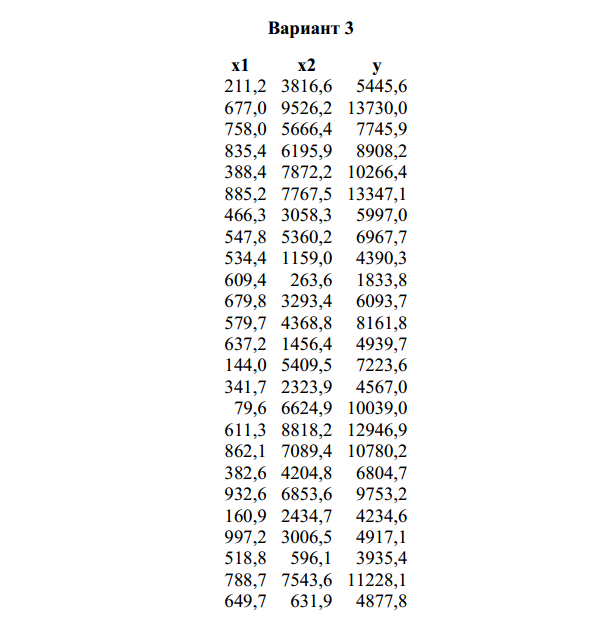
**Дано:**



**ПРИМЕР РЕШЕНИЯ:**

**Вариант 7**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **x1** | **x2** | **y** |
| 72,4 | 9393,7 | 20921,7 |
| 717,9 | 4422,4 | 17846,5 |
| 956,4 | 4831,6 | 19736,1 |
| 861,1 | 6698,6 | 22625,2 |
| 873,4 | 3918,9 | 15252,9 |
| 282,8 | 1809,6 | 7203,5 |
| 778,7 | 6126 | 21337,1 |
| 563,5 | 1780,1 | 11074,8 |
| 834,2 | 9269,9 | 27309 |
| 852,3 | 9407,6 | 29072,3 |
| 152,8 | 8342,8 | 19941,3 |
| 394,5 | 6070,4 | 17330,5 |
| 210,2 | 7190,5 | 18884,7 |
| 444,2 | 5661,8 | 18568,4 |
| 438 | 8390,4 | 20867,2 |
| 95 | 3717,9 | 9621,5 |
| 360,7 | 4706,9 | 12471 |
| 549,5 | 1969,3 | 9358,1 |
| 3,4 | 6607,5 | 13615,3 |
| 585,2 | 6953,7 | 19616 |
| 533,9 | 2346,3 | 10433 |
| 837,4 | 1131,4 | 11985 |
| 732,2 | 2563,8 | 11372,1 |
| 850 | 1041,1 | 11639,5 |
| 102,9 | 2613,9 | 9578,6 |

Коэффициент корреляции

Сначала найдем характеристики случайных величин X1 и Y (выборочное среднее и выборочное среднее квадратическое отклонение).

*Коэффициент корреляции* – это статистическая зависимость двух и более независимых друг от друга величин. При этом изменение значения одной из них приводит к изменению значения других. В качестве математической меры корреляции двух величин служит коэффициент корреляции. В том случае, когда изменение одной из величин не приводит к закономерному изменению другой величины, то можно говорить об отсутствии корреляции между этими величинами.

**Выборочная средняя:**



**Выборочная дисперсия:**



**Выборочное квадратичное отклонение:**



Теперь повторить для y

**Выборочная средняя:**



**Выборочная дисперсия:**



**Выборочное квадратное отклонение: ;**



Коэффициент корреляции для X2 и Yвычисляем по формуле:



1. **Коэффициент линейной регрессии**

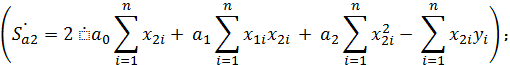
Зная зависимость между величинами, представленными в таблице и полученные опытным путем, необходимо составить математическую зависимость (функциональную зависимость). Воспользуемся **методом наименьших квадратов**.



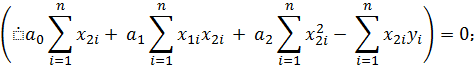
Вычисляем частные производные:



Упрощаем выражение:



Приравниваем каждую частную производную к нулю:



Переносим Xв одну сторону Yв другую

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i | X1i | X2i | X1i^2 | X2i^2 | Yi | X1iYi | X2Yi | X1iX2i |
| 1 | 72,4 | 9393,7 | 5241,76 | 88241600 | 20921,7 | 1514731 | 1,97E+08 | 680103,9 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 717,9 | 4422,4 | 515380,4 | 19557622 | 17846,5 | 12812002 | 78924362 | 3174841 |
| 3 | 956,4 | 4831,6 | 914701 | 23344359 | 19736,1 | 18875606 | 95356941 | 4620942 |
| 4 | 861,1 | 6698,6 | 741493,2 | 44871242 | 22625,2 | 19482560 | 1,52E+08 | 5768164 |
| 5 | 873,4 | 3918,9 | 762827,6 | 15357777 | 15252,9 | 13321883 | 59774590 | 3422767 |
| 6 | 282,8 | 1809,6 | 79975,84 | 3274652 | 7203,5 | 2037150 | 13035454 | 511754,9 |
| 7 | 778,7 | 6126 | 606373,7 | 37527876 | 21337,1 | 16615200 | 1,31E+08 | 4770316 |
| 8 | 563,5 | 1780,1 | 317532,3 | 3168756 | 11074,8 | 6240650 | 19714251 | 1003086 |
| 9 | 834,2 | 9269,9 | 695889,6 | 85931046 | 27309 | 22781168 | 2,53E+08 | 7732951 |
| 10 | 852,3 | 9407,6 | 726415,3 | 88502938 | 29072,3 | 24778321 | 2,74E+08 | 8018097 |
| 11 | 152,8 | 8342,8 | 23347,84 | 69602312 | 19941,3 | 3047031 | 1,66E+08 | 1274780 |
| 12 | 394,5 | 6070,4 | 155630,3 | 36849756 | 17330,5 | 6836882 | 1,05E+08 | 2394773 |
| 13 | 210,2 | 7190,5 | 44184,04 | 51703290 | 18884,7 | 3969564 | 1,36E+08 | 1511443 |
| 14 | 444,2 | 5661,8 | 197313,6 | 32055979 | 18568,4 | 8248083 | 1,05E+08 | 2514972 |
| 15 | 438 | 8390,4 | 191844 | 70398812 | 20867,2 | 9139834 | 1,75E+08 | 3674995 |
| 16 | 95 | 3717,9 | 9025 | 13822780 | 9621,5 | 914042,5 | 35771775 | 353200,5 |
| 17 | 360,7 | 4706,9 | 130104,5 | 22154908 | 12471 | 4498290 | 58699750 | 1697779 |
| 18 | 549,5 | 1969,3 | 301950,3 | 3878142 | 9358,1 | 5142276 | 18428906 | 1082130 |
| 19 | 3,4 | 6607,5 | 11,56 | 43659056 | 13615,3 | 46292,02 | 89963095 | 22465,5 |
| 20 | 585,2 | 6953,7 | 342459 | 48353944 | 19616 | 11479283 | 1,36E+08 | 4069305 |
| 21 | 533,9 | 2346,3 | 285049,2 | 5505124 | 10433 | 5570179 | 24478948 | 1252690 |
| 22 | 837,4 | 1131,4 | 701238,8 | 1280066 | 11985 | 10036239 | 13559829 | 947434,4 |
| 23 | 732,2 | 2563,8 | 536116,8 | 6573070 | 11372,1 | 8326652 | 29155790 | 1877214 |
| 24 | 850 | 1041,1 | 722500 | 1083889 | 11639,5 | 9893575 | 12117883 | 884935 |
| 25 | 102,9 | 2613,9 | 10588,41 | 6832473 | 9578,6 | 985637,9 | 25037503 | 268970,3 |



Коэффициент линейной регрессии имеет вид:



Уравнение прямой принимает следующий вид:



**3.Коэффициенты квадратичной модели**

Рассмотрим модель регрессии, которая нелинейна относительно включённых в модель независимых переменных Xi, но линейна по оцениваемым параметрам **a1 , a2 , a3 , a4 , a5**.

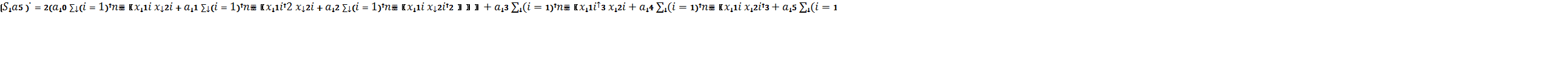
Зная зависимость между величинами, представленными в таблице и полученные опытным путем, необходимо составить математическую зависимость (функциональную зависимость). Воспользуемся **методом наименьших квадратов**



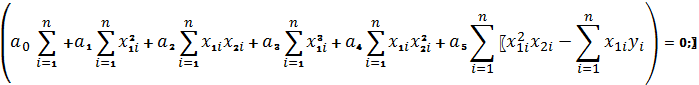
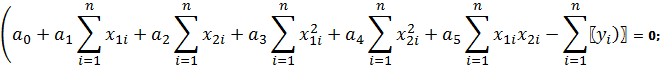
Вычисляем частные производные:



Упрощаем выражение:



Приравниваем каждую частную производную к 0:



Суммы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x1\*x2 | x1\*y | x2\*y | x1^2 | x2^2 | x1^3 | x1\*x2^2 | x1^2\*x2 | x2^3 | x2^4 | x1^4 | x1^2\*x2^2 |
| 88577745,25 | 34483712,27 | 318568399 | 12794709 | 1012347882 | 10813446045 | 6,48372E+11 | 68975259532 | 8,32253E+12 | 7,1994E+16 | 9,46436E+12 | 5,00664E+14 |

Решим данное уравнение методом Гаусса

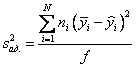
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **a0** | **a1** | | **a2** | | **a3** | **a4** | **a5** |  | **B** |
|  | |  |  | |  | |  |  |  |  |  |
|  | | 25 | 16143,4 | | 137354,5 | | 12794709 | 1,01E+09 | 88577745 |  | 53025,2 |
|  | | 16143,4 | 12794709 | | 88577745 | | 1,08E+10 | 6,48E+11 | 6,9E+10 |  | 34483712 |
|  | | 137354,5 | 88577745 | | 137354,5 | | 6,9E+10 | 8,32E+12 | 6,48E+11 |  | 3,19E+08 |
|  | | 12794709 | 1,08E+10 | | 6,9E+10 | | 9,46E+12 | 5,01E+14 | 5,76E+13 |  | 2,7E+10 |
|  | | 1,01E+09 | 6,48E+11 | | 8,32E+12 | | 5,01E+14 | 7,20E+16 | 5,32E+15 |  | 1,73E+20 |
|  | | 88577745 | 6,9E+10 | | 6,48E+11 | | 5,76E+13 | 5,32E+15 | 6,9E+10 |  | 2,10E+11 |
| a0 | 1,73E+11 | | |  | |
| a1 | -4,2E+08 | | |  | |
| a2 | 259214104 | | |  | |
| a3 | 592241,7 | | |  | |
| a4 | 5048,31 | | |  | |
| a5 | -91172,58 | | |  | |

**Уравнение квадратичной модели имеет вид**



1. **Проверка адекватности линейной регрессионной модели**

Первый вопрос, который нас интересует после вычис­ления коэффициентов модели, это проверка ее пригод­ности. Мы будем называть такую проверку провер­кой адекватности модели. Проверка адекватности регрессионной модели осуществляется путем сопоставления дисперсии адекватности  и дисперсии воспроизводимости эксперимента . У адекватной модели значение  обусловлено в основном действием случайной помехи, поэтому различие между  и  должно быть небольшим, так как они оценивают одну и ту же дисперсию помехи . Проверку гипотезы об адекватности модели (гипотезы о равенстве дисперсий  и ) выполняют по критерию Фишера (*F*-критерию)



*ni* – число параллельных опытов в *i*-й строке матрицы;

 – среднее арифметическое из *ni* параллельных опытов;



* – предсказанное по уравнению значение в этом опыте.



Следовательно,

;

Так рассчитанное значение f превышает то, с соответствующей доверительной вероятностью, модель можно считать не адекватной.

1. **Проверка адекватности квадратичной регрессионной модели.**



Следовательно,

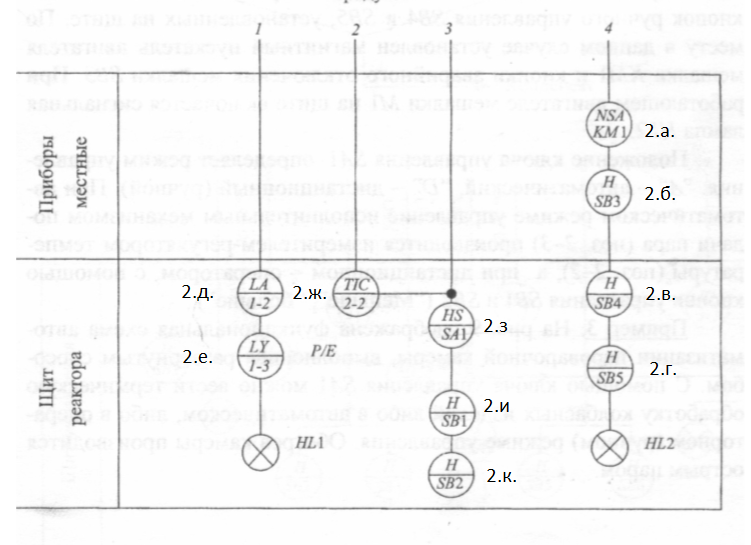
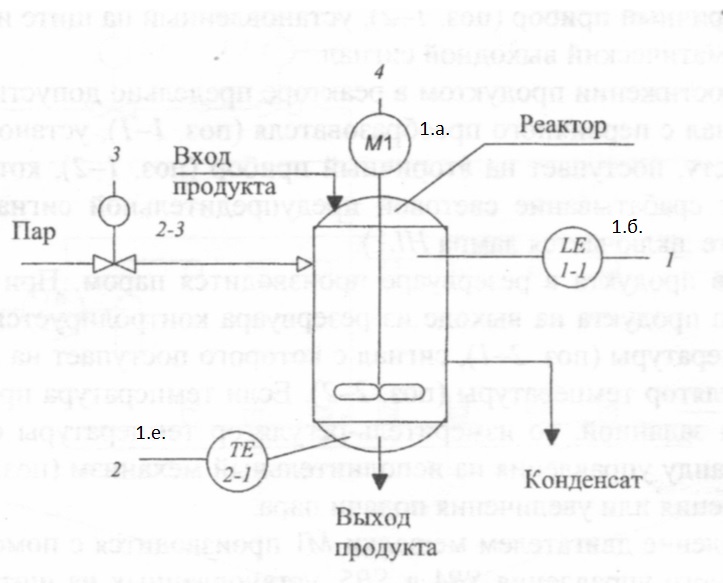
;

Так рассчитанное значение fне превышает то, с соответствующей доверительной вероятностью, модель можно считатьадекватной.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ**

**Описание технологического процесса**

На схеме изображена функциональная схема автоматизации технологического процесса, предусматривающего тепловую обработку продукта с одновременным его перемешиванием, выполненная развернутым способом.



Спецификация приборов:

|  |  |
| --- | --- |
| 1.а. | Двигатель мешалки |
| 1.б. | Первичный преобразователь |
| 1.е. | Датчик температуры |
| 2.а. | Магнитный пускатель двигателя мешалки |
| 2.б. | Кнопка аварийного отключения мешалки |
| 2.в. | Кнопка ручного управления |
| 2.г. | Кнопка ручного управления |
| 2.д. | Вторичный прибор |
| 2.е. | Дисплей |
| 2.ж. | Измеритель-регулятор температуры |
| 2.з. | Ключ режима управления (Автоматический; ручной) |
| 2.и. | Кнопка управления («Больше») |
| 2.к. | Кнопка управления («Меньше») |

Алгоритм:

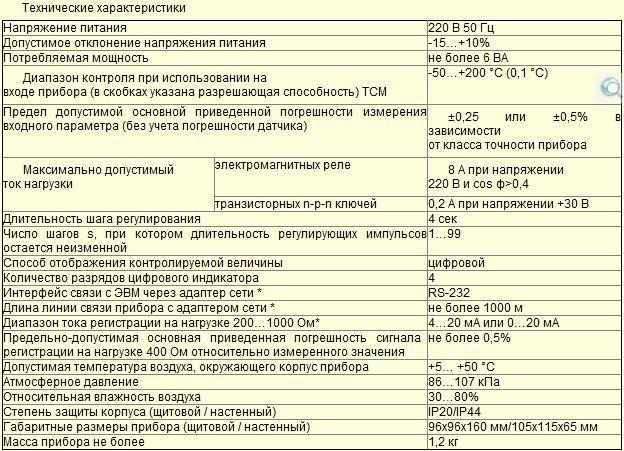
Контроль предельно допустимого уровня в резервуаре осуществляет вторичный прибор (поз. 1–2), установленный на щите и имеющий пневматический выходной сигнал. При достижении продуктом в реакторе предельно допустимого уровня сигнал с первичного преобразователя (поз. 1–1), установленного по месту, поступает на вторичный прибор (поз. 1–2), который инициирует срабатывание световой предупредительной сигнализации (на щите включается лампа HL1). Нагрев продукта в резервуаре производится паром. При этом температура продукта на выходе из резервуара контролируется датчиком температуры (поз. 2–1), сигнал с которого поступает на измеритель-регулятор температуры (поз. 2–2). Если температура продукта не равна заданной, то измеритель-регулятор температуры сформирует команду управления на исполнительный механизм (поз. 2–3) для уменьшения или увеличения подачи пара. Управление двигателем мешалки М1 производится с помощью кнопок ручного управления SB4 и SB5, установленных на щите. По месту в данном случае установлен магнитный пускатель двигателя мешалки KM1 и кнопки аварийного отключения мешалки SB3. При работающем двигателе мешалки M1 на щите включается сигнальная лампа HL2. Положение ключа управления SA1 определяет режим управления:”A” – автоматический, “D” – дистанционный (ручной). При автоматическом режиме управление исполнительным механизмом подачи пара (поз. 2–3) производится измерителем- регулятором температуры (поз. 2–2), а при дистанционном – оператором, с помощью кнопок управления SB1 и SB2 (“Меньше”, “Больше”).

**Подбор приборов и средств автоматизации**



Измеритель-регулятор микропроцессорный программируемый типа ТРМ12-PIC совместно с датчиком предназначен для измерения входного параметра и импульсного управления электроприводом запорно-регулирующих и трехходовых клапанов по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону. Прибор позволяет обеспечить высокую точность поддержания значения измеряемого параметра для объектов с большой инерционностью и с малым запаздыванием.

Прибор предназначен для автоматизации систем отопления, горячего водоснабжения, а также управления технологическими процессами в пищевой и медицинской промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве.



**Основные функции**

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВХОД для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩЕГО (КЗР) ИЛИ ТРЕХХОДОВОГО КЛАПАНА (ПИ-регулирование)

ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЕ измеренной величины в системе «нагреватель–холодильник»

АВТОНАСТРОЙКА ПИД-регулятора по современному эффективному алгоритму как для системы «нагреватель/ холодильник», так и для задвижки

ИМПУЛЬСНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ 90...245 В 47...63 Гц

ВСТРОЕННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ 24 В для активных датчиков, выходных аналоговых устройств (ЦАП) и др.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ кнопками на лицевой панели прибора

СОХРАНЕНИЕ НАСТРОЕК при отключении питания

ЗАЩИТА НАСТРОЕК от несанкционированных изменений

Средняя цена 3000 рублей

Список литературы:

Лаврищев И.Б., Кириков А.Ю. Разработка функциональных схем автоматизации при проектировании автоматизированных систем управ-ления процессами пищевых производств: Метод. указания к практическим занятиям по курсовому проектированию для студентов спец. 210200. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 51 с.