

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет
Северного Зуралья»
Механико-технологический институт
Кафедра «Технические системы в АПК»

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
Методические указания и задания к контрольной работе
для студентов заочной формы обучения

Тюмень-2016

1. Рекомендации по выполнению и оформлению контрольной работы.

Студенты выполняют контрольную работу, в которой нужно выполнить расчетные задания. Номер варианта студент выбирает по двум последним цифрам шифра. Прежде чем приступить к выполнению контрольной работы, студенту необходимо изучить соответствующий материал по литературным источникам и получить полное представление по рассматриваемым темам дисциплины.

Контрольная работа выполняется на сброшюрованных листах формата А4 в рукописном и печатном виде. Текст вопроса переписывается полностью под тем же номером. Ответ на вопрос помещается под текстом вопроса. Рисунки выполняются крупно (лучше на отдельной странице), с помощью чертёжных инструментов, с указанием всех размеров, числовых данных и осей координат или с применением копировальных устройств. Все необходимые расчеты должны проводиться с точностью до 0,01 в системе СИ. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Таблицы оформляются в соответствии с ГОСТ 2.105-95 "Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам". Исправления работы после проверки преподавателем записываются в конце на чистых листах (а не в тексте решения).

2. Задания контрольной работы

2.1. Градуировка средства измерений

Техническое средство непосредственно после изготовления становится измерительным после передачи ему единицы (или шкалы) от другого более точного СИ. Эта операция называется градуировкой, что означает определение функциональной зависимости между входной (в частности, измеряемой физической величиной) и выходной величинами с использованием образцовых СИ на входе и выходе этого СИ.

Пример

При градуировке измерительного прибора с линейной градуировочной характеристикой получены числовые значения экспериментальных данных, представленные в табл. 1.

Таблица 1 - Экспериментальные данные

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X _i	41	50	81	104	120	139	154	180	208	241	250	269	301
Y _i	4	8	10	14	15	20	19	23	26	30	31	30	37

Найти методом наименьших квадратов аналитическое выражение для градуировочной характеристики и построить её графически.

Решение:

Линейная градуировочная характеристика описывается выражением:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X,$$

где коэффициенты a_0 и a_1 методом наименьших квадратов находятся по формулам:

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X^2 \sum_{i=1}^n Y - \sum_{i=1}^n X \sum_{i=1}^n X Y}{n \sum_{i=1}^n X^2 - (\sum_{i=1}^n X)^2},$$

$$a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n X Y - \sum_{i=1}^n X \sum_{i=1}^n Y}{n \sum_{i=1}^n X^2 - (\sum_{i=1}^n X)^2}.$$

В рассматриваемом случае $a_0 = 0,7$; $a_1 = 0,124$, так что аналитическое выражение для градуировочной характеристики имеет вид:

$$Y = 0,7 + 0,124 X.$$

Графически она построена на рис. 1, где точками нанесены экспериментальные данные.

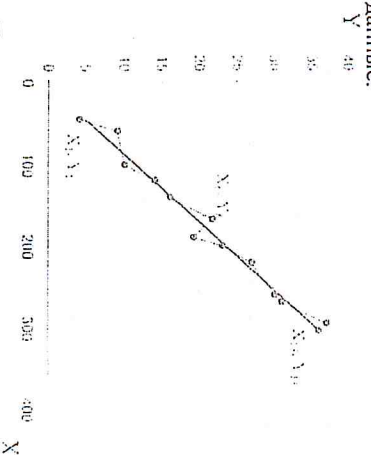


Рисунок 1 - Градуировочная характеристика

Задание

При градуировке средства измерения с линейной функциональной характеристикой получены числовые значения экспериментальных данных, приведенные в приложении 1. По полученным данным найти методом наименьших квадратов аналитическое выражение для градуиро-

вочной характеристики и построить ее графически.

2.2. Обработка данных при прямых многократных измерениях

При прямых измерениях с многократными наблюдениями ставится задача оценивания результата измерения и уточнения случайных составляющих погрешности этого результата. Результатом многократного измерения является среднее арифметическое n отдельных независимых наблюдений, составляющих массив экспериментальных данных $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата многократного измерения определяется зависимостью: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$, а для среднего арифметического результата измерения: $\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$. Абсолютная ошибка измерений составит $\Delta = \pm t_{\alpha} \cdot \bar{\sigma}$, относительная ошибка $-\delta = \frac{t_{\alpha} \cdot \bar{\sigma}}{\bar{X}} \cdot 100\%$, где t_{α} - коэффициент Стьюдента, определяемый доверительной вероятностью α .

Рассмотрим пример обработки массива экспериментальных данных (табл. 2). В таблице приведены 15 наблюдений при измерении температуры T_i в °С.

Таблица 2 - Экспериментальные данные наблюдения температуры

i	T_i [°С]	$\Delta T_i = T_i - \bar{T}$	$\Delta T_i^2 \cdot 10^{-6}$
1	20,42	+0,016	256
2	20,43	+0,026	676
3	20,40	-0,004	016
4	20,43	+0,026	676
5	20,42	+0,016	256
6	20,43	+0,026	676
7	20,39	-0,014	196
8	20,30	-0,104	10816
9	20,40	-0,004	016
10	20,43	+0,026	676
11	20,42	+0,016	256
12	20,41	+0,006	036
13	20,39	-0,014	196
14	20,39	-0,014	196
15	20,40	-0,004	16

Согласно априорной информации, систематических составляющих погрешностей нет, а разброс наблюдений подчиняется нормальному за-

кону распределения вероятностей. Тогда параметры наблюдений температуры составят: $\bar{T} = 20,404^\circ\text{C}$, $\sigma = 0,033^\circ\text{C}$, $\bar{\sigma} = 0,008^\circ\text{C}$. Рассчитаем оценку случайной составляющей погрешности с доверительной вероятностью $P_{\alpha} = 0,997$ ($t_{\alpha} = 3$), получим: $\Delta = \pm t_{\alpha} \cdot \bar{\sigma} = 3 \cdot 0,008 = 0,024^\circ\text{C}$, т. е. после округления результат измерения температуры можно представить в одном из двух вариантов: $\bar{T} = 20,40^\circ\text{C}$; $\Delta = \pm 0,02^\circ\text{C}$; $P_{\alpha} = 0,997$ или $\bar{T} = (20,40 \pm 0,02)^\circ\text{C}$; $P_{\alpha} = 0,997$, относительная ошибка $-\delta = \frac{0,024}{20,404} \cdot 100\% \approx 0,1\%$.

Задание

По экспериментальным данным (приложение 2) многократных наблюдений при прямом измерении параметра X , вычислить результат измерения $-\bar{X}$ и его случайную составляющую погрешности Δ , при $P_{\alpha} = 0,68$ ($t_{\alpha} = 1$), $P_{\alpha} = 0,95$ ($t_{\alpha} = 2$), $P_{\alpha} = 0,997$ ($t_{\alpha} = 3$).

2.3. Определение подлинности товара по штрих-коду

международного стандарта EAN

В основу системы кодирования товаров положены штрих-коды, используемые для автоматизации товародвижения. Наиболее широко распространены тринадцатизарядный код EAN-13, разработанный в 1976 г. на базе кода UPC (Universal Product Code). Штрих-код EAN-13 - это набор из 13 цифр и их зашифрованное обозначение в форме чередующихся черных и белых тонких полосок. Комбинация цифр в штрих-коде EAN-13 является уникальной, т.е. идентичной комбинации из 13-ти цифр не найдется ни в одной стране мира. Это обусловлено тем, что каждой стране - члену GSI - были присвоены определенные комбинации из двух (иногда трех) цифр, обозначающие эту страну (табл. 3).

Таблица 3 - Штрих-коды некоторых стран

Код EAN	Страна	Код EAN	Страна	Код EAN	Страна
000-139	США, Канада	539	Ирландия	850	Куба
300-379	Франция	540-549	Бельгия и Люксембург	858	Словакия
380	Болгария	560	Португалия	859	Чехия
383	Словения	569	Исландия	860	Сербия и Черногория
385	Хорватия	570-579	Дания	865	Монголия

400-440	Германия	590	Польша	867	Северная Корея
450-499	Япония	599	Венгрия	869	Турция
460-469	Россия	600-601	Южная Африка	870-879	Нидерланды
471	Тайвань	640-649	Финляндия	880	Южная Корея
474	Эстония	690-695	Китай	885	Таиланд
475	Латвия	700-709	Норвегия	888	Сингапур
477	Литва	729	Израиль	890	Индия
481	Беларусь	730-739	Швеция	893	Вьетнам
482	Украина	750	Мексика	899	Индонезия
500-509	Великобритания	760-769	Швейцария	900-919	Австрия
520	Греция	789-790	Бразилия	930-939	Австралия
529	Кипр	800-839	Италия	940-949	Новая Зеландия
535	Мальта	840-849	Испания	955	Малайзия

Так, например, России был выделен диапазон 460-469, но на данном этапе для маркировки товаров в России используется лишь 460. Пример штрих-кода приведен на рис.2.

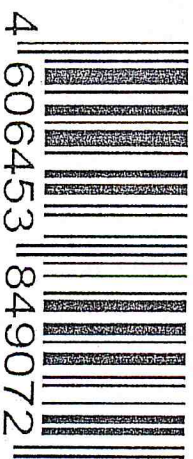


Рисунок 2. Штрих-код товара

Первые две (иногда три) цифры определяют страну происхождения товара, т.е. это код страны-изготовителя или продавца. В нашем случае 460 - это код России. Следующие за ними 4 или 5 цифр (в зависимости от длины кода страны) являются уникальным кодом производителя товара. Это код предприятия-изготовителя или продавца. В штрих-коде, приведенном на рис.2, - это код 6453. Этот производитель обязательно должен быть зарегистрированным в национальном представительстве GS1, чтобы получить право использовать штрих-код с таким номером.

Следующие пять цифр обозначают код товара в списке производителя. Причем, первая цифра - наименование товара, вторая цифра - потребительские свойства, третья цифра - размеры или массу, четвертая цифра - индентификатор, пятая цифра - цвет. Последняя, тринадцатая, цифра в штрих-коде - это контрольная цифра, используемая для проверки правильности считывания штрихов сканером. Она является своего рода знаком качества, так как она сообщает сканеру штрих-кода о том, что данный код является подлинным. Иногда справа на штрих-коде указывается еще одна цифра или специальный знак « > ». Это означает, что товар выпущен по лицензии.

Методические указания и пример определения подлинности штрих-кода

Для проведения оценки подлинности штрих-кода, представленного на рис.2, можно воспользоваться одним из существующих двух методов.

Метод первый:

1. Двигаясь справа налево, необходимо суммировать все цифры на четных позициях:

$$7 + 9 + 8 + 5 + 6 + 6 = 41$$

2. Затем нужно умножить полученный результат на 3:

$$41 \times 3 = 123$$

3. Далее необходимо суммировать цифры на нечетных позициях. Начинать нужно с третьей по счету цифре:

$$0 + 4 + 3 + 4 + 0 + 4 = 15$$

4. Затем нужно суммировать результаты, полученные в пунктах 2 и 3:

$$123 + 15 = 138$$

5. Необходимо округлить полученный результат в большую сторону до ближайшего кратного десяти. В нашем случае - это 140.

6. Затем из этого числа необходимо вычесть сумму, полученную при вычислениях в пункте 4:

$$140 - 138 = 2$$

Полученный результат соответствует контрольной (последней) цифре штрих-кода, что говорит о подлинности товара.

Метод второй:

1. Необходимо суммировать все цифры на четных позициях, двигаясь слева направо:

$$6 + 6 + 5 + 8 + 9 + 7 = 41$$

2. Затем нужно умножить полученный результат на 3:

$$41 \times 3 = 123$$

3. Далее необходимо суммировать цифры на нечетных позициях без учета контрольной цифры:

$$4 + 0 + 4 + 3 + 4 + 0 = 15$$

4. Затем нужно суммировать результаты, полученные в пунктах 2 и 3:

$$123 + 15 = 138$$

5. От полученной суммы нужно оставить только число единиц. В нашем случае это 8.

6. Затем это число необходимо вычесть из 10:

$$10 - 8 = 2$$

Полученный результат соответствует контрольной цифре штрих-кода, что говорит о подлинности товара. В случае если контрольная цифра не совпадает с результатом этих вычислений, то штрих-код не верен.

Задание

Определить страну происхождения приобретённого товара и подлинность штрих-кодов.

2.4. Использование диаграммы разброса для контроля качества

технологического процесса

Диаграмма разброса показывает взаимосвязь между двумя видами связанных данных (факторов) и подтверждает их взаимную зависимость. Такими двумя видами данных могут быть характеристика качества и влияющий на неё фактор, две различных характеристики качества, два фактора, влияющих на одну характеристику качества, и т.д. Оси x и y строят так, чтобы длины рабочих частей были примерно одинаковы. На диаграмму наносят точки (X, Y), характеризующие исследуемые факторы. Возможны различные варианты скопления точек. Для установления связи между величинами x и y можно использовать коэффициент корреляции, определяемый по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

где r - коэффициент корреляции;

- x_i - текущее значение x;
- y_i - текущее значение y;
- \bar{x} - среднее значение x;
- \bar{y} - среднее значение y;
- n - объем выборки.

Значение r находится в пределах от -1 до +1. Если r близко к 1, имеется сильная положительная корреляция. Если r близко к -1, имеется сильная отрицательная корреляция. При r, близком к 0, корреляция слабая (зависимость между факторами отсутствует). Если r близко или больше 0,6 (или меньше - 0,6), корреляционная зависимость считается существенной. Нужно оценить достоверность коэффициента корреляции. Для этого вычисляют его среднюю ошибку m, по формуле: $m =$

$\pm \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$, при $n/m > 3$ коэффициент корреляции считается достоверным, т.е. связь доказана. При $n/m < 3$ связь считается недостоверной.

Пример построения диаграммы разброса

При статистическом анализе процесса производства тарного картона получены экспериментальные данные, характеризующие зависимость одного из показателей качества картона - разрушающего усилия при сжатии колыда (Y, в Н) от степени помола сульфитной целлюлозы (X, в °ШР). Полученные данные приведены в табл. 4. Необходимо построить диаграмму разброса и провести по ней статистический анализ технологического процесса (рис. 3). Результаты расчетов приведены в табл. 5.

Таблица 4 - Экспериментальные данные

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	18	19	18	21	25	29	35	18	25	19
Y	300	310	205	215	220	230	250	210	225	260
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X	29	36	36	35	34	21	20	25	34	32
Y	255	275	270	255	260	215	230	225	255	220
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	30	19	21	26	24	28	25	31	35	32
Y	240	205	225	230	235	240	250	260	270	250

Таблица 5 - Результаты расчетов

№ п/п	X, °ШР	Y, Н	№ п/п	X, °ШР	Y, Н	№ п/п	X, °ШР	Y, Н
1	18	200	11	29	255	21	30	239
2	19	210	12	36	275	22	19	205
3	18	205	13	36	270	23	21	225
4	21	215	14	35	255	24	26	230
5	25	220	15	34	260	25	24	235
6	29	230	16	21	215	26	28	240
7	35	250	17	20	230	27	25	250
8	18	210	18	25	225	28	31	260
9	25	225	19	34	255	29	35	270
10	19	260	20	32	220	30	32	250

Результаты построения диаграммы разброса приведены на рис. 3.

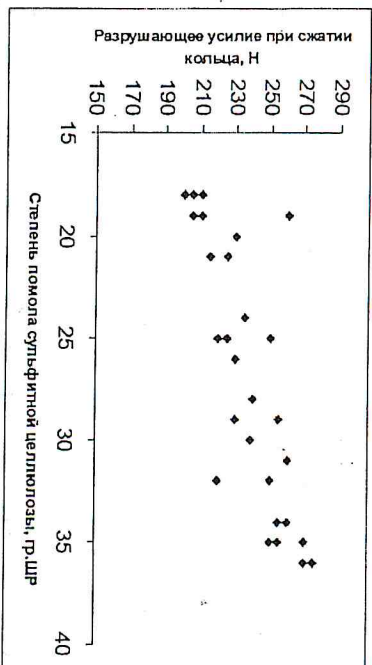


Рисунок 3 - Зависимость разрушающего усилия при сжатии кольца от степени помола сульфитной целлюлозы

Для определения силы связи между величинами необходимо рассчитать коэффициент корреляции. В данном случае $r = +0,79$. Можно сделать вывод, что между величинами существует довольно сильная положительная корреляция. Для оценки достоверности коэффициента корреляции необходимо сначала вычислить его среднюю ошибку, а затем определить величину t/m . В нашем случае $m_r = \pm 0,07$, и отношение коэффициента корреляции к его средней ошибке равняется 11,3. Коэффициент корреляции считается достоверным.

Задание

По экспериментальным данным (приложение 3) построить диаграмму разброса, рассчитать коэффициент корреляции и оценить его достоверность.

Приложения

Приложение 1 - Экспериментальные данные для построения градуировочной характеристики

Номер эксперимента	Входная величина X ₁	Выходные величины Y _i для вариантов							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	46,0	100,0	10,0	100,0	53,0	49,5	100,0	10,1
2	10	47,8	103,9	10,3	104,2	55,2	51,5	104,1	11,3
3	20	49,6	107,9	10,7	108,5	57,5	53,5	108,2	11,7
4	30	51,4	111,8	11,1	112,7	59,7	55,6	112,3	12,1
5	40	53,2	115,7	11,5	117,0	62,0	57,6	116,4	12,5
6	50	55,0	119,7	11,9	121,3	64,2	59,6	120,5	12,9
7	60	56,8	123,6	12,3	125,5	66,5	61,7	124,5	14,3
8	70	58,65	127,4	12,7	129,8	68,8	63,7	128,6	14,7
9	80	60,4	131,3	13,1	134,0	71,0	65,7	132,7	15,1
10	90	62,2	13,2	13,5	138,3	73,3	67,7	136,7	15,5

Продолжение приложения 1

Номер эксперимента	Входная величина X ₁	Выходные величины Y _i для вариантов															
		9	10	11	12	13	14	15	16								
1	0	63,9	139,1	13,9	142,6	75,5	69,7	140,8	16,9								
2	20	65,7	142,9	14,2	146,8	77,8	71,8	144,9	17,2								
3	40	67,5	146,7	14,6	151,1	80,0	73,8	148,9	18,6								
4	60	69,2	150,6	15,0	155,3	82,3	75,8	153,0	19,0								
5	80	71,0	154,4	15,4	159,6	84,6	77,8	157,0	19,4								
6	100	72,7	158,2	15,8	163,9	86,8	79,8	161,0	20,8								
7	120	74,5	162,5	16,2	168,1	89,1	81,8	165,3	21,2								
8	140	76,2	165,7	16,5	172,4	91,3	83,8	169,1	22,5								
9	160	77,9	169,5	16,9	176,6	93,6	85,8	173,1	22,9								
10	180	81,4	177,0	17,7	180,3	99,8	90,6	178,6	24,7								

Продолжение приложения 1

Номер эксперимента	Входная величина X ₁	Выходные величины Y _i для вариантов																							
		17	18	19	20	21	22	23	24																
1	0	3,2	3,1	2,7	2,9	2,2	3,7	4,0	3,6																
2	2	4,3	4,1	4,3	4,3	4,5	4,5	4,6	4,7																
3	4	5,1	4,8	4,5	4,8	4,8	4,7	4,8	5,0																
4	6	5,5	5,1	5,0	5,5	6,1	5,1	5,8	6,7																

5	8	5,8	5,8	8,6	8,0	8,0	8,7	6,2	8,7
6	10	6,9	7,0	9,0	8,2	8,6	8,8	8,0	8,8
7	12	7,8	11,2	9,3	9,0	11,4	9,5	9,2	9,8
8	14	9,8	11,7	9,4	10,2	12,1	11,1	10,8	11,2
9	16	10,2	12,5	10,8	11,2	14,9	12,2	13,1	12,5
10	18	12,4	15,0	12,3	12,5	16,5	13,8	15,2	14,2

Продолжение приложения 1

Номер эксперимента	Входная величина X_i	Выходные величины Y_i для вариантов									
		25	26	27	28	29	30	31	32		
1	0	140,0	160,0	170,0	165,0	175,0	150,0	160,0	170,0		
2	5	170,2	170,7	175,5	170,9	180,0	160,1	172,2	180,6		
3	10	180,5	180,4	182,3	188,6	185,7	170,4	175,5	185,9		
4	15	185,8	190,5	197,7	200,2	192,3	177,7	184,4	195,3		
5	20	190,3	200,1	200,8	200,9	200,6	195,2	193,3	200,2		
6	25	195,4	200,9	205,1	206,4	210,2	200,8	201,1	210,4		
7	30	200,1	205,2	210,4	210,8	212,9	205,6	211,6	215,1		
8	35	210,2	208,3	214,2	215,3	215,4	210,3	214,7	220,5		
9	40	215,6	210,6	220,6	230,1	225,1	218,4	220,9	230,8		
10	45	220,0	215,0	225,0	235,0	240,0	230,0	230,0	240,0		

Продолжение приложения 1

Номер эксперимента	Входная величина X_i	Выходные величины Y_i для вариантов							
		33	34	35	36	37	38	39	40
1	0	0,1	5,0	7,0	37,0	4,0	0,5	15,0	50,0
2	1	0,2	7,2	6,7	69,9	6,2	0,7	17,7	72,4
3	2	1,7	13,1	7,7	75,2	6,7	0,8	21,8	75,8
4	3	1,9	14,1	7,8	75,9	10,1	1,1	24,5	87,0
5	4	2,1	20,4	10,2	79,0	11,7	1,6	28,8	95,4
6	5	2,2	22,9	12,4	83,4	12,6	1,7	35,4	99,3
7	6	2,3	24,0	12,8	87,1	18,5	2,8	47,3	109,1
8	7	2,5	30,2	18,6	123,5	23,4	3,6	81,2	123,5
9	8	2,8	32,3	25,5	168,3	42,6	4,4	87,0	134,8
10	9	3,0	35,0	30,0	200,0	45,0	5,0	90,0	140,0

Приложение 2 - Экспериментальные данные измерения параметра

№	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2,96	0,04	0,26	0,08	0,75	2,16	1,93	0,92	3,2	10,8
2	3,94	1,10	1,28	0,93	0,01	1,24	2,56	0,56	3,1	8,6
3	4,29	0,37	0,52	0,06	1,12	2,09	3,24	0,11	2,7	8,6
4	2,98	1,38	0,12	0,06	0,32	1,18	3,73	0,73	2,9	8,7
5	1,91	2,21	0,64	0,91	0,36	2,04	2,52	0,90	2,2	12,5
6	1,03	2,87	0,56	0,32	0,82	1,14	3,13	0,24	3,7	12,3
7	0,32	1,82	0,08	0,21	1,78	0,40	2,03	0,21	4,0	11,4
8	0,29	2,57	0,60	0,30	2,57	0,21	1,13	0,98	3,6	16,5
9	0,37	1,22	0,49	0,10	1,22	2,49	1,87	0,73	4,1	8,7
10	0,21	2,11	0,23	0,52	2,11	1,43	1,49	0,49	4,3	15,0

Продолжение приложения 2

№	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,77	3,17	1,03	0,59	1,50	0,91	1,99	0,97	11,2	9,3
2	0,44	2,06	1,38	0,48	2,34	1,82	1,10	0,96	10,2	12,4
3	1,44	1,15	1,67	0,56	3,03	2,56	0,36	0,04	9,0	10,2
4	0,65	2,01	1,90	0,59	1,87	1,57	1,36	0,85	6,1	7,0
5	0,02	2,72	2,10	0,41	0,92	0,76	2,18	0,75	11,7	9,8
6	1,07	1,70	0,65	0,45	0,14	0,09	2,86	0,84	8,0	12,5
7	1,94	0,85	1,06	0,24	1,24	0,47	1,82	0,60	9,0	7,8
8	1,06	0,17	0,20	0,52	0,41	0,69	0,96	0,30	8,2	14,9
9	0,45	0,96	0,36	0,33	0,96	1,59	0,43	0,20	9,4	11,2
10	0,24	1,90	0,93	0,14	1,90	0,70	1,44	0,87	8,0	6,9

Продолжение приложения 2

№	Варианты									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	5,8	4,3	99,3	38,8	1,6	1,4	7,1	9,7	1,3	1,5
2	5,7	4,4	92,7	36,5	1,8	1,2	6,5	8,5	2,4	2,2
3	4,8	4,7	118,4	32,6	1,3	2,7	11,2	10,0	1,5	2,5
4	4,7	5,0	121,7	38,4	1,4	1,5	7,4	8,8	1,6	2,6
5	4,6	4,8	128,6	23,0	2,3	1,6	8,2	10,7	2,5	1,9
6	4,3	4,1	120,8	37,7	0,3	2,5	6,3	11,9	1,2	1,4
7	5,5	4,9	96,1	30,5	0,5	2,9	7,5	9,3	1,9	2,8
8	5,1	4,5	124,3	34,1	2,9	2,1	10,6	8,3	1,9	2,8
9	4,5	5,5	109,2	33,6	2,1	1,3	10,4	9,5	1,7	2,3
10	5,2	5,1	100,5	26,9	1,7	1,7	9,3	10,1	2,3	2,4

Продолжение приложения 2

№	Варианты									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	11,6	10,0	11,9	10,1	1,3	1,5	2,1	11,3	15,9	8,4
2	7,1	11,3	10,8	11,1	3,7	2,2	3,4	12,0	14,9	6,3
3	7,8	12,2	9,9	12,1	3,9	1,6	1,3	9,4	12,5	7,7
4	7,4	9,2	8,8	12,7	2,3	1,2	2,9	10,7	10,7	8,8
5	10,0	8,2	10,4	10,3	4,1	1,4	2,3	11,5	10,6	9,2
6	8,8	12,0	9,1	9,5	1,8	1,8	3,6	9,9	11,2	7,1
7	9,5	11,9	8,6	8,3	3,3	2,3	3,3	11,8	13,4	8,5
8	9,1	8,4	11,2	10,2	2,5	1,7	3,0	11,2	14,1	6,1
9	11,2	8,5	9,8	8,6	1,7	1,8	2,7	11,1	13,7	6,7
10	7,7	8,7	10,7	11,8	1,8	1,9	2,4	10,2	12,8	8,6

Приложение 3 - Использование диаграммы разброса для контроля качества технологического процесса

В-т	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	x	4,2	4,9	6,0	5,4	4,4	3,8	6,7	4,6	4,3	6,3
	y	5,0	5,4	5,2	5,0	6,0	5,3	6,3	5,1	4,5	6,0
2	x	6,2	5,5	2,7	2,8	5,4	5,8	6,6	5,3	4,2	4,3
	y	5,6	4,6	4,1	4,3	5,8	6,0	6,1	5,5	4,6	5,3
3	x	0,75	0,77	0,78	0,85	0,82	0,86	0,79	0,89	0,87	0,78
	y	73,9	73,5	74,6	74,1	74,0	74,2	74,1	74,0	73,0	73,2
4	x	0,84	0,86	0,78	0,79	0,81	0,75	0,86	0,91	0,92	0,85
	y	74,2	74,4	74,1	74,0	74,1	73,1	74,2	75,0	75,1	74,3
5	x	0,75	0,79	0,89	0,94	0,75	0,84	0,79	0,89	0,94	0,77
	y	73,7	73,8	74,1	74,6	73,4	74,0	73,5	74,2	75,1	73,9
6	x	0,35	0,29	0,34	0,36	0,33	0,25	0,35	0,36	0,31	0,27
	y	65	64	70	71	69	68	67	69	72	69
7	x	0,29	0,32	0,28	0,26	0,35	0,35	0,29	0,25	0,29	0,27
	y	70	65	66	70	72	70	65	70	65	70
8	x	0,25	0,29	0,39	0,31	0,28	0,29	0,27	0,33	0,25	0,37
	y	65	69	71	71	66	69	68	68	70	65
9	x	0,20	0,19	0,28	0,26	0,23	0,21	0,24	0,26	0,28	0,25
	y	64	65	69	69	66	65	67	67	70	68
10	x	0,25	0,22	0,18	0,26	0,17	0,30	0,19	0,25	0,29	0,27
	y	67	66	63	68	62	70	64	68	69	68

Продолжение приложения 3

11	x	0,20	0,19	0,29	0,31	0,24	0,22	0,27	0,23	0,25	0,17
	y	63	66	70	72	66	65	69	65	69	61
12	x	3,9	6,5	3,7	4,5	5,0	5,8	3,3	6,2	3,6	3,9
	y	56	55	43	55	46	54	42	63	48	45
13	x	4,2	4,9	6,0	5,4	4,4	3,8	6,7	4,6	4,3	6,3
	y	50	54	52	50	60	53	63	51	45	60
14	x	6,2	5,5	2,7	2,8	5,4	5,8	6,6	5,3	4,2	4,3
	y	56	46	41	43	58	60	61	55	46	53
15	x	0,75	0,77	0,78	0,85	0,82	0,86	0,79	0,89	0,87	0,78
	y	73,9	73,5	74,5	74,1	74,0	74,2	74,1	74,0	73,0	73,2
16	x	0,84	0,86	0,78	0,79	0,81	0,75	0,86	0,91	0,92	0,85
	y	74,1	74,2	74,0	74,0	74,1	73,1	74,2	74,9	75,0	73,9
17	x	0,75	0,79	0,89	0,94	0,75	0,84	0,79	0,89	0,94	0,77
	y	73,8	73,7	74,1	74,5	73,4	73,9	73,5	74,2	75,0	73,8
18	x	0,35	0,29	0,34	0,36	0,33	0,25	0,35	0,36	0,31	0,27
	y	65	64	70	71	69	68	67	69	72	69

В-т	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
19	x	0,35	0,29	0,34	0,36	0,33	0,25	0,35	0,36	0,31	0,27
	y	65	64	70	71	69	68	67	69	72	69
20	x	0,29	0,32	0,28	0,26	0,35	0,35	0,29	0,25	0,29	0,27
	y	70	65	66	70	72	70	65	70	65	70
21	x	0,25	0,29	0,39	0,31	0,28	0,29	0,27	0,33	0,25	0,37
	y	65	69	71	71	66	69	68	68	70	65
22	x	1,2	2,3	3,4	4,1	5,1	6,2	7,4	8,5	9,0	10,3
	y	12,1	15,1	19,2	25,9	28,6	33,2	40,5	43,5	46,4	54,0
23	x	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
	y	15,2	17,6	20,0	27,4	32,1	36,7	49,2	66,0	77,1	97,5
24	x	1,3	3,6	5,2	7,1	9,4	11,5	13,7	15,9	17,8	19,0
	y	57,6	49,7	41,9	31,0	22,7	16,6	14,4	12,2	8,9	6,5
25	x	1,6	2,4	3,3	4,8	5,7	6,5	7,9	8,6	9,2	10,0
	y	8,3	11,2	14,4	16,9	21,5	26,0	27,8	32,1	34,6	41,7
26	x	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	y	12	15	23	24	30	31	38	40	48	52
27	x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	y	14	17	21	25	34	35	39	43	47	49
28	x	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	y	16	23	35	38	42	47	50	53	58	63

29	x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	y	15	21	31	40	47	52	54	59	61	66
30	x	1,4	2,3	3,1	4,7	5,8	6,9	7,5	8,0	9,6	10,2
	y	23,4	23,2	22,4	21,1	19,8	19,1	18,9	18,6	18,5	18,4
31	x	1,2	2,8	3,3	4,6	5,2	6,1	7,4	8,0	9,7	10,5
	y	0,43	0,47	0,50	0,55	0,76	0,79	0,83	0,84	0,86	0,87
32	x	1,2	2,3	3,4	4,1	5,1	6,9	7,5	8,0	9,6	10,2
	y	1,0	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,5	2,6	2,7
33	x	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	y	9	8	6	6	5	5	4	4	3	2
34	x	2,2	2,7	3,1	3,2	3,6	3,7	4,0	5,0	5,3	5,5
	y	160	170	185	190	195	205	210	210	220	230
35	x	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	y	35	48	63	84	98	122	139	158	176	181
36	x	0,33	0,36	0,38	0,42	0,43	0,45	0,48	0,54	0,61	0,65
	y	0,39	0,40	0,41	0,44	0,53	0,58	0,64	0,65	0,68	0,71
37	x	0,31	0,38	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,57	0,62	0,65
	y	0,70	0,69	0,68	0,66	0,63	0,61	0,59	0,53	0,50	0,47
38	x	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	y	1,2	2,2	3,9	5,3	6,5	8,6	9,8	12,4	14,1	16,7
39	x	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	y	9,0	9,1	9,3	9,6	9,7	9,9	10,3	10,5	10,7	10,8
40	x	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	y	10,2	16,6	24,1	40,3	58,8	70,9	77,0	84,7	92,4	98,5