

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИИ И ДИЗАЙНА»**

Кафедра технологии и проектирования текстильных изделий

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Методические указания к выполнению курсовой работы для бакалавров
направления 261100.62 и 29.03.02 “Технология и проектирование текстильных
изделий” всех форм обучения

Составитель

О. М. Иванов

Санкт-Петербург
2015

Утверждено
на заседании кафедры
29.12.2014 г.,
протокол № 6

Рецензент
А. А. Мороков

Оригинал подготовлен составителем

Подписано в печать 26.01.2015 г. Формат 60 × 84 1/16.

Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2.3. Тираж 100 экз.

Заказ 62/15

Электр. адрес: <http://publish.sutd.ru>

Отпечатано в типографии ФГБОУВПО «СПГУТД»
191028, С.-Петербург, ул. Моховая, 26

ВВЕДЕНИЕ

Разработка современного оборудования и технологических процессов требует не только общеинженерных и специальных знаний, но и умения сначала спланировать, поставить и провести эксперимент, а затем проанализировать полученные данные с помощью изученных методов.

Цель преподавания дисциплины заключается в освоении основных принципов решения задач, связанных с проведением различного рода исследований и получения математических моделей технологических процессов текстильной промышленности. Изучается методика планирования и проведения эксперимента, излагаются основные принципы измерения физических параметров процесса, свойств сырья и получаемого материала. Бакалавры должны освоить методы исследования технологических процессов, применяемых в текстильной промышленности. В данном курсе изучают методы получения эмпирических зависимостей, сравнения числовых характеристик по выборочным данным, вероятностно-статистические методы расчета и контроля точности и стабильности технологических процессов, а также способы оценки степени корреляции между параметрами процесса и характеристиками материала.

Назначение курса – научить бакалавров применению современных методов и средств исследования технологических процессов текстильного производства. Лучшему усвоению материала способствует проведение бакалаврами лабораторных и учебных исследовательских работ (УИРС).

Объем курса охватывает материал, который сообщается студентам на лекциях, лабораторных занятиях и консультациях, изучается самостоятельно в процессе работы с учебной литературой, в том числе и специальной по производству и проектированию текстильных изделий.

1. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В соответствии с учебным планом по курсу «Методы обработки результатов эксперимента» обучающиеся выполняют курсовую работу. Задание для выполнения курсовой работы обучающиеся выбирают самостоятельно. Шифром является номер Вашей зачетной книжки или студенческого билета. **Выбор варианта задания следует производить по последней цифре шифра.** Выполнение курсовой работы является необходимым предварительным условием для получения зачета по данному курсу.

Предлагаемая работа включает значительную часть методов, изучаемых в данном курсе и необходимых при обработке результатов экспериментальных исследований. Для ее выполнения, прежде всего, необходимо уяснить, какие именно расчеты следует выполнять на каждом этапе, изучить соответствующий теоретический материал, провести необходимые вычисления и сделать выводы.

При использовании в задании формул, коэффициентов, критериев и значений отдельных параметров, заимствованных из литературы, следует в работе указать место получения сведений. Все входящие в формулы или таблицы величины должны быть пояснены, указаны их наименования и размерность. Обязательно указывать размерность полученного результата.

Выполняемые расчеты необходимо пояснять и комментировать, а после их завершения, сделать необходимые выводы. Содержание вывода должно показать, что студент ясно представляет себе существо проделанной работы.

Содержание курсовой работы должно показать, что студент ясно представляет себе существо используемых на каждом этапе методов обработки.

Качество выполненной работы оценивается по полноте и правильности выполнения задания и форме изложения.

Не зачтенная курсовая работа возвращается для исправления ошибок и выполнения указаний проверяющего. Исправленная работа вторично представляется на проверку.

2. ПРИМЕР ЗАДАНИЯ

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор K), получаемой на кольцевой прядильной машине, на абсолютную величину разрывной нагрузки пряжи ($P = P(K)$, сН) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента № 1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным *табл. 1* с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать

заправку оборудования (величину крутки К), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

Таблица 1. Исходные экспериментальные данные

Р (сН)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		300	350	400	450	500
Повторность 1	1	504,99	884,19	967,40	862,52	754,89
	2	456,12	764,94	934,73	847,26	634,62
	3	532,21	715,90	996,29	863,66	773,01
	4	583,82	720,45	1045,82	908,30	788,70
	5	579,92	719,39	1016,48	777,04	760,72
	6	606,66	764,22	1089,85	809,87	717,47
	7	410,82	770,11	1014,04	892,58	601,95
	8	508,29	675,22	937,55	831,13	743,45
	9	574,75	737,08	914,26	840,94	626,48
	10	465,66	761,50	1022,67	772,72	744,57
Повторность 2	1	485,49	725,89	1003,23	865,63	605,30
	2	435,48	762,34	1064,39	912,27	798,98
	3	427,65	775,91	936,59	809,56	744,51
	4	471,12	873,82	976,32	767,43	713,76
	5	481,32	664,27	992,17	885,26	660,44
	6	414,10	758,42	881,47	857,74	730,66
	7	491,60	855,47	1017,95	709,92	737,37
	8	499,80	778,31	987,54	920,94	677,81
	9	526,74	774,40	927,74	905,72	606,44
	10	501,73	714,42	1043,05	833,55	709,66
Повторность 3	1	503,65	726,83	995,18	871,27	682,35
	2	501,49	769,06	983,82	782,65	675,20
	3	587,13	830,61	917,43	871,02	761,74
	4	515,74	790,04	955,20	839,10	744,09
	5	510,69	846,38	1030,31	796,88	610,21
	6	494,34	719,27	979,92	836,25	689,69
	7	618,61	755,39	934,16	736,34	681,85
	8	563,28	780,40	972,81	796,36	691,73
	9	638,78	795,18	977,64	896,38	646,12
	10	487,25	714,88	930,91	879,50	710,27
Повторность 4	1	603,07	817,90	965,23	766,21	698,80
	2	439,38	848,48	973,61	936,65	755,91
	3	546,95	763,40	1096,07	921,50	675,92
	4	565,11	832,62	1043,95	851,67	684,30
	5	615,95	728,58	1031,87	850,10	738,91
	6	515,77	780,88	997,14	837,41	703,37

	7	493,81	781,74	1031,55	888,12	733,43
	8	553,76	728,42	990,60	799,32	668,72
	9	500,93	761,76	981,05	842,74	602,96
	10	557,88	761,34	894,34	843,06	746,23
Повторность 5	1	447,79	718,30	1049,32	824,29	703,90
	2	477,64	804,53	927,82	860,80	726,27
	3	443,92	723,48	983,91	842,41	750,13
	4	501,86	799,71	1013,81	852,99	718,29
	5	518,38	757,68	1005,84	840,44	799,79
	6	521,41	754,27	969,51	837,53	716,26
	7	503,86	756,97	1064,54	854,47	629,31
	8	629,73	793,27	995,68	800,12	704,24
	9	432,88	847,25	930,67	820,11	782,90
	10	483,18	778,72	945,90	898,35	743,77

3. ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Речь в данной работе идет о том, что была изготовлена х/б пряжа с различной величиной крутки (уровни фактора). В дальнейшем измеряли разрывную нагрузку пряжи при каждом значении крутки, причем делали по 10 измерений на 5 бобинах пряжи с одинаковой круткой (5 повторностей).

3.1. Расчет статистических характеристик для серий измерений (повторностей)

На основе каждой серии измерений (повторности) рассчитать среднее значение, дисперсию, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации и доверительный интервал при доверительной вероятности 95 %. Проверить возможность исключения резко выделяющихся данных (максимального и минимального значений в серии).

Среднее значение

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{504,99+456,12+\dots+465,66}{10} = 522,32 , \quad (1)$$

где n – число проведенных измерений (размер выборки).

Оценка дисперсии

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{(522,32 - 504,99)^2 + (522,32 - 456,12)^2 + \dots + (522,32 - 465,66)^2}{9} = 4175,8 . \quad (2)$$

Оценка среднеквадратичного отклонения.

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{4175,8} = 64,62 . \quad (3)$$

Коэффициент вариации

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{64,62}{522,32} \cdot 100 = 12,37, \% . \quad (4)$$

Исключение резко выделяющихся данных

В процессе измерения иногда получают результаты, значительно отличающиеся от остальных измерений в серии. Это может быть связано с

разными причинами, но для нас важно определить, можно ли считать такое значение ошибкой эксперимента или нет. Для этого из имеющегося массива данных выбирают наибольшее x_{max} и наименьшее значения x_{min} и вычисляют расчетные значения критерия

$$V_{Rmax} = \frac{x_{max} - \bar{x}}{s} \sqrt{\frac{n}{n-1}} ; V_{Rmin} = \frac{\bar{x} - x_{min}}{s} \sqrt{\frac{n}{n-1}} . \quad (5)$$

Расчетные значения критерия (5) сравнивают с табличным значением, определяемым исходя из объема выборки и доверительной вероятности: $V_t(n, P_d)$. В данном случае табличное значение критерия (см. *прилож. 1* [1]) равно

$$V_t(10; 0,95) = 2,294.$$

Исходные данные и результаты расчетов сводят в таблицу, пример которой приведен ниже.

Таблица 2. Результаты расчета статистических характеристик

Повторность	Характеристик	Уровни фактора К (кр/м)				
		300	350	400	450	500
1	P_{cp1}	522,3	751,3	993,9	840,6	714,6
	S^2	4175,8	3076,0	3041,4	2002,6	4582,6
	S	64,6	55,5	55,1	44,8	67,7
	C_p	12,37	7,38	5,55	5,32	9,47
	V_{rmax}	1,38	2,53	1,83	1,59	1,15
	V_{rmin}	1,82	1,45	1,52	1,60	1,75
2	P_{cp2}	473,5	768,3	983,0	846,8	698,5
	S^2	1326,4	3842,8	3058,5	4645,1	3794,8
	S	36,4	62,0	55,3	68,2	61,6
	C_p	7,69	8,07	5,63	8,05	8,82
	V_{rmax}	1,54	1,79	1,55	1,15	1,72
	V_{rmin}	1,72	0,72	1,94	2,12	1,59
3	P_{cp3}	542,1	772,8	967,7	830,6	689,3
	S^2	3086,2	2029,2	1152,3	2622,6	1902,0
	S	55,6	45,0	33,9	51,2	43,6
	C_p	10,25	5,83	3,51	6,17	6,33
	V_{rmax}	1,83	1,72	1,94	1,35	1,75
	V_{rmin}	1,04	1,36	1,56	1,94	1,91
4	P_{cp4}	539,3	780,5	1000,5	853,7	700,9
	S^2	2811,1	1684,1	2966,0	2643,3	2124,6
	S	53,0	41,0	54,5	51,4	46,1
	C_p	9,83	5,26	5,44	6,02	6,58
	V_{rmax}	1,52	1,75	1,85	1,70	1,26
	V_{rmin}	1,99	1,34	2,06	1,79	2,24

Повторность	Характеристики	Уровни фактора К (кр/м)				
		300	350	400	450	500
5	P_{cp5}	496,1	773,4	988,7	843,2	727,5
	S^2	3183,2	1549,9	2188,5	706,8	2224,9
	S	56,4	39,4	46,8	26,6	47,2
	C_p	11,37	5,09	4,73	3,15	6,48
	V_{rmax}	2,50	1,98	1,71	2,19	1,62
	V_{rmin}	1,18	1,48	1,37	1,71	2,19

Для уровня фактора $K = 300$ и 5-ой повторности следует исключить максимальное значение разрывной нагрузки равное 629,7 сН. После этого следует вычислить новые значения статистических характеристик для оставшейся серии из 9 измерений: среднего значения, дисперсии, среднеквадратичного отклонения, коэффициента вариации.

Определение абсолютной и относительной погрешности измеряемой величины.

$$\Delta x = t_{\alpha} \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где $t_{\alpha}(p_{\delta}, f)$ – коэффициент Стьюдента, p_{δ} – доверительная вероятность, $f = n - 1$ – число степеней свободы.

Погрешность (доверительный интервал): $x = \bar{x} \pm \Delta x$.

Относительная погрешность: $\varepsilon = \Delta x/x$.

Коэффициент Стьюдента в данном случае (см. прилож. 3 [1]) будет равен $t_{\alpha}(0,95, f = 9) = 2,262$. Абсолютную и относительную погрешность необходимо вычислить для всех уровней фактора и всех повторностей.

Для первой повторности величина абсолютной погрешности будет равна

$$\Delta x = 2,262 \frac{64,62}{\sqrt{10}} = 46,25 .$$

Относительная погрешность будет равна

$$\varepsilon = \frac{46,25}{522,32} 100 = 8,85, \% .$$

Результаты расчета абсолютной и относительной погрешности для всех повторностей необходимо свести в таблицу.

3.2. Группировка результатов по уровням факторов

Дальнейший анализ результатов будем проводить, после усреднения значений для всех повторностей. После этого мы будем иметь средние значения из 50 измерений для каждого уровня фактора. Дисперсии (для каждого уровня фактора) вычисляем для средних значений по повторностям. Соотношения для расчета статистических характеристик аналогичны представленным в разделе 3.1.

$$Y_{cp,i} = \sum Y_i / 5 ; S_i^2 = \sum (Y_{cp,i} - Y_i)^2 / 4 ; C_v = S_i / Y_{cp,i} \cdot 100, \% .$$

Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Таблица 4

X_j	Y_j (по повторностям)					$Y_{cp,i}$	S_i^2	S	$C_v, \%$
300	522,3	473,5	542,1	539,3	496,1	514,6	864,1	29,4	5,71
350	751,3	768,3	772,8	780,5	773,4	769,3	120,0	10,9	1,42
400	993,9	983,0	967,7	1000,5	988,7	986,8	155,1	12,4	1,26
450	840,6	846,8	830,6	853,7	843,2	843,0	72,2	8,5	1,01
500	714,6	698,5	689,3	700,8	727,5	706,1	224,0	15,0	2,12
						$\sum S_i^2 =$	1435,3		

3.3. Оценка однородности дисперсий

Однородность дисперсий при различных уровнях фактора оценивают на основе критерия Кочрена, расчетное значение которого определяют следующим образом:

$$G_r = \frac{S_{max}^2}{\sum S_i^2} = \frac{864,1}{1435,3} = 0,60 .$$

Табличное значение критерия находят по приложению 7 [1]:

$$G_t \{ p_d = 0,95; f = m - 1 = 4; N = 5 \} = 0,544 .$$

Т. к. $G_r = 0,60 > G_t = 0,544$ то можно заключить, что гипотеза об однородности дисперсий отвергается.

Определение средней дисперсии выходного параметра

Средняя дисперсия характеризует средний разброс значений выходного параметра относительно его средних значений при каждом уровне факторов, т. е. ошибку опытов в эксперименте. Эта дисперсия, или «дисперсия воспроизводимости», равна

$$S_{(1)}^2 = \frac{\sum S_i^2}{N} = \frac{1435,3}{5} = 287,1,$$

где N – число уровней фактора.

3.4. Построение линейной однофакторной регрессионной модели

На первом этапе попробуем описать экспериментальные результаты линейной функцией $y = ax + b$. Это можно сделать различными способами. Используем метод наименьших квадратов. Наилучшими коэффициентами зависимости при использовании метода наименьших квадратов считают те, которые обеспечивают минимум суммы квадратов отклонений расчетных и экспериментальных значений. Математически это выглядит следующим образом:

$$F = \sum (y_i - ax_i - b)^2 = \min . \quad (8)$$

Нужную систему уравнений для определения коэффициентов получают исходя из известных математических методов поиска экстремума функции.

$$\frac{\partial F}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial b} = 0.$$

Рассмотрим один из вариантов метода наименьших квадратов. Он позволяет получить коэффициенты линейной зависимости следующего вида:

$$y = d_0 + d_1(x - \bar{x}) .$$

Эта зависимость соответствует обычной линейной зависимости вида $y = ax + b$, если $b = d_0 - d_1\bar{x}$ и $a = d_1$.

Для расчета коэффициентов необходимо заполнить следующую таблицу.

Таблица 5. Расчет коэффициентов линейной зависимости

i	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	y_i	$(x_i - \bar{x})y_i$
1	300	-100	10000	514,6	-51465
2	350	-50	2500	769,3	-38463,5
3	400	0	0	986,8	0
4	450	50	2500	843,0	42148
5	500	100	10000	706,1	70614,9
$\bar{x} =$	400	$\Sigma =$	25000	3819,8	22834,4

Теперь легко вычислить значения коэффициентов:

$$d_0 = \frac{\sum y_i}{N} = \frac{3819,8}{5} = 764,0,$$

$$d_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})y_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{22834,4}{25000} = 0,91.$$

После расчета коэффициентов a и b полученная зависимость имеет вид:

$$y = 0,91x + 398,6.$$

На *рис. 1* эта зависимость представлена в виде графика. Здесь же в виде точек нанесены средние значения для каждого уровня фактора.

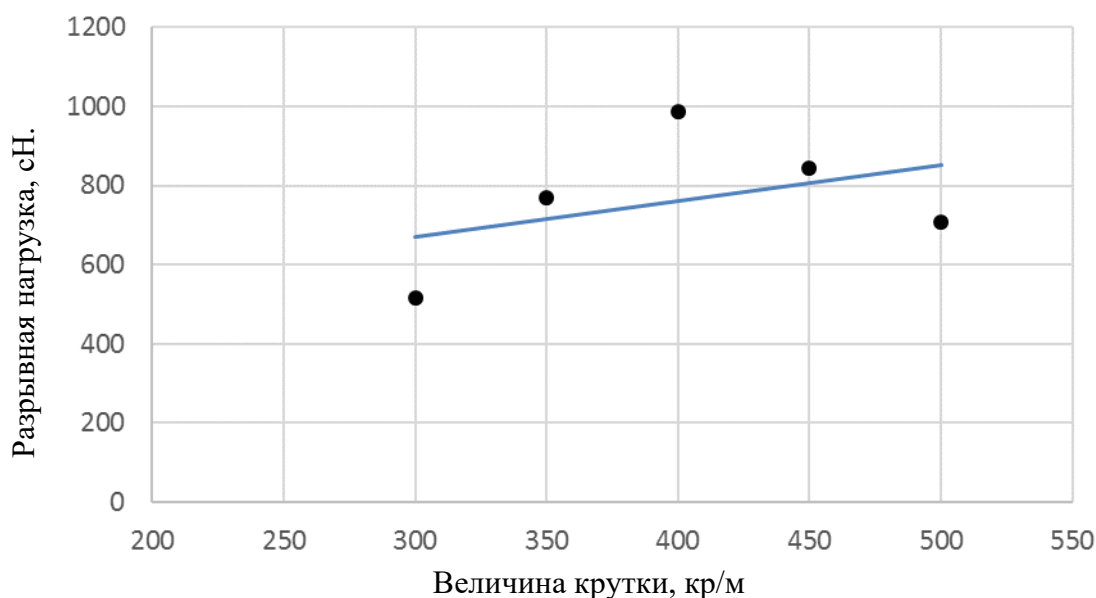


Рис. 1. Линейная зависимость для расчета разрывной нагрузки и экспериментальные данные

3.5. Оценка адекватности полученных коэффициентов

На этом этапе необходимо оценить, насколько хорошо полученная регрессионная модель описывает экспериментальные результаты. Для этого вычисляют сумму квадратов отклонений экспериментальных данных y_i от рассчитанных по найденным формулам значений y_{pi} в тех же точках.

Таблица 6

i	x_i	y_i	y_{pi}	$(y_i - y_{pi})^2$
1	300	514,6	671,6	24637,1
2	350	769,3	717,1	2720,5
3	400	986,8	762,6	50251,3
4	450	843,0	808,1	1214,4
5	500	706,1	853,6	21745,3
$\Sigma =$				100568,6

Вычислим дисперсию $S_{(2)}^2$, которая характеризует точность линейной аппроксимации зависимости $y = f(x)$ и определяется соотношением

$$S_{(2)}^2(y) = \frac{m}{N-2} \sum_{i=1}^N (y_i - y_{pi})^2 = \frac{5}{5-2} 100568,6 = 167614,2. \quad (9)$$

Число степеней свободы этой дисперсии $f = N - 2$. Теперь можно оценить адекватность регрессионного уравнения с использованием критерия Фишера.

$$F_R = \frac{S_{(2)}^2}{S_{(1)}^2} = \frac{167614,2}{287,1} = 583,9.$$

Табличное значение данного коэффициента, получаемое из приложения [1], будет равно:

$$F_T\{p_d = 0,95; f_1 = 4; f_2 = 4\} = 8,66.$$

Поскольку расчетное значение критерия значительно больше табличного значения, можно сделать вывод, что линейная модель не адекватно описывает результаты эксперимента. Поэтому в дальнейшем попробуем воспользоваться квадратичной однофакторной моделью для описания имеющихся экспериментальных данных.

Литература

1. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности / А. Г. Севостьянов. – М.: Текстильная промышленность, МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007.
2. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. П. Грачев, Ю. М. Плаксин. – М.: Высш. образование, 2005.

3. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам / Д. Т. Письменный. – М.: Айрис – Пресс, 2007.
4. Калинина, В. Н. Теория вероятностей и математическая статистика. Компьютерно-ориентированный курс / В. Н. Калинина. – М.: Дрофа, 2008.
5. Методы обработки результатов эксперимента: метод. указания к лабораторным работам / Сост. О. М. Иванов. – СПб.: СПГУТД, 2012.

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВЫХ РАБОТ

Вариант № 1

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор K), получаемой на кольцевой прядильной машине, на неровноту по разрывной нагрузке пряжи ($C_p = C_p(K)$, %) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину крутки K), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

Расчеты и оформление работы представить в соответствии с представленным в данном пособии примером.

Ср (%)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		300	350	400	450	500
Повторность 1	1	29,65	18,44	9,73	10,82	14,72
	2	26,90	13,72	8,71	9,45	12,36
	3	27,05	14,19	10,84	9,53	12,60
	4	24,60	14,09	7,77	8,30	12,55
	5	22,22	15,36	10,96	7,11	13,18
	6	23,23	12,63	10,34	7,62	11,82
	7	24,55	15,23	10,72	8,28	13,12
	8	26,81	16,56	9,04	9,41	13,78
	9	27,80	16,86	7,12	9,90	13,93
	10	25,41	10,79	9,92	8,70	10,90
Повторность 2	1	23,13	13,80	10,66	7,56	12,40
	2	27,32	12,60	10,41	9,66	11,80
	3	24,35	17,30	9,41	8,17	14,15
	4	27,69	17,64	10,90	9,84	14,32
	5	25,77	17,73	10,03	8,89	14,36
	6	26,45	19,47	11,11	9,22	15,24
	7	23,70	16,51	10,40	7,85	13,76
	8	26,04	8,98	9,60	9,02	9,99
	9	25,75	13,34	8,51	8,87	12,17
	10	26,73	15,02	11,79	9,36	13,01
Повторность 3	1	26,77	16,21	11,52	9,39	13,60
	2	25,91	15,69	10,03	8,96	13,35
	3	22,94	16,87	10,32	7,47	13,93
	4	26,63	12,27	10,18	9,31	11,64
	5	29,14	15,48	9,54	10,57	13,24
	6	27,57	14,23	9,19	9,79	12,62
	7	30,18	13,64	7,81	11,09	12,32
	8	25,32	15,16	9,68	8,66	13,08
	9	25,11	16,88	8,45	8,55	13,94
	10	25,72	16,41	11,02	8,86	13,70
Повторность 4	1	26,23	13,76	10,90	9,12	12,38
	2	22,14	12,08	9,65	7,07	11,54
	3	24,96	14,67	8,80	8,48	12,84
	4	26,54	13,48	11,07	9,27	12,24
	5	29,78	12,37	8,83	10,89	11,68
	6	26,30	15,87	7,68	9,15	13,44
	7	27,14	13,35	11,25	9,57	12,17
	8	22,89	17,18	10,26	7,45	14,09

	9	25,12	14,80	9,92	8,56	12,90
	10	28,24	14,34	7,87	10,12	12,67
Повторность 5	1	29,33	16,49	11,37	10,67	13,74
	2	28,19	17,95	11,89	10,09	14,47
	3	25,29	15,50	9,96	8,64	13,25
	4	26,23	18,96	10,29	9,11	14,98
	5	25,24	16,29	8,89	8,62	13,65
	6	24,02	12,45	9,87	8,01	11,72
	7	26,48	15,14	11,41	9,24	13,07
	8	26,38	16,78	7,95	9,19	13,89
	9	27,03	14,94	8,51	9,51	12,97
	10	28,53	15,93	8,88	10,26	13,47

Вариант № 2

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор K), получаемой на кольцевой прядильной машине, на величину удлинения пряжи ($E = E(K)$, %) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину крутки K), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

Расчеты и оформление работы представить в соответствии с представленным в данном пособии примером.

E (%)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		300	350	400	450	500
Повторность 1	1	13,20	21,27	17,48	17,14	16,01
	2	16,43	16,36	25,31	15,54	9,70
	3	23,39	15,21	18,61	14,85	6,76
	4	15,64	18,91	32,88	16,11	5,98
	5	13,00	22,84	32,60	18,93	2,32
	6	6,24	12,67	20,99	27,53	2,32
	7	22,07	26,56	27,45	18,57	15,44
	8	9,00	25,64	26,75	13,26	5,39
	9	17,95	23,48	22,14	22,01	6,55
	10	14,90	20,34	24,74	15,91	2,08
Повторность 2	1	13,71	27,54	19,48	15,88	7,17
	2	22,51	20,24	34,80	16,30	16,23
	3	17,32	18,90	32,72	22,60	14,93
	4	21,97	31,02	23,59	17,20	17,18
	5	12,86	12,17	19,36	15,06	13,01
	6	10,53	20,52	28,89	15,82	5,28
	7	13,56	16,99	21,71	8,05	12,29
	8	16,30	27,31	31,24	12,49	18,05
	9	6,60	21,95	21,66	18,06	8,12
	10	29,49	17,20	25,00	27,45	7,29
Повторность 3	1	22,17	12,86	30,48	14,95	2,30
	2	21,55	17,75	28,02	18,19	6,80
	3	12,30	12,16	32,61	12,59	14,93
	4	12,91	22,29	23,99	15,65	1,34
	5	18,89	19,63	26,40	21,42	13,51
	6	19,62	20,91	27,58	19,75	13,08
	7	24,67	21,55	21,03	19,55	11,47
	8	27,40	21,20	26,01	20,42	10,42
	9	13,69	16,06	24,76	12,92	11,61
	10	19,75	17,22	16,54	11,78	11,70
Повторность 4	1	17,84	20,82	21,82	19,77	14,15
	2	19,63	21,00	21,57	29,40	4,33
	3	17,75	15,17	28,90	15,08	0,54
	4	17,63	22,14	15,25	16,02	1,62
	5	14,63	23,51	22,22	25,79	4,07
	6	26,61	26,18	23,51	17,21	5,51
	7	10,70	21,45	23,30	19,61	12,47
	8	6,50	26,23	23,24	27,74	17,28

	9	9,54	23,82	28,99	22,55	15,29
	10	23,42	19,64	13,03	14,04	18,19
Повторность 5	1	22,97	31,54	20,32	27,27	4,42
	2	19,63	22,10	28,22	13,87	8,59
	3	21,43	19,61	27,52	18,44	3,46
	4	19,67	19,87	30,35	15,65	8,36
	5	11,14	23,86	30,95	17,38	8,54
	6	21,27	17,18	35,42	20,20	6,36
	7	21,89	19,16	24,61	17,74	7,04
	8	14,87	24,27	21,54	14,19	3,69
	9	6,97	20,85	32,78	14,64	3,15
	10	27,32	16,99	17,73	18,95	6,71

Вариант № 3

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор K), получаемой на кольцевой прядильной машине, на неровноту по удлинению пряжи ($C_1 = C_1(K)$, %) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента.

Необходимо провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы с достоверностью $R_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину крутки K), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

Расчеты и оформление работы должны быть в соответствии с представленным в данном пособии примером.

Cl (%)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		300	350	400	450	500
Повторность 1	1	36,97	18,65	9,44	0,99	11,80
	2	32,20	15,90	4,72	4,12	6,98
	3	30,24	16,05	5,19	1,45	12,52
	4	30,42	13,60	5,09	7,15	13,15
	5	30,38	11,22	6,36	7,04	12,03
	6	32,17	12,23	3,63	2,40	10,30
	7	32,40	13,55	6,23	4,98	5,68
	8	28,61	15,81	7,56	4,70	11,34
	9	31,08	16,80	7,86	2,86	6,66
	10	32,06	14,41	1,79	3,90	11,38
Повторность 2	1	30,64	12,13	4,80	1,79	5,81
	2	32,09	16,32	3,60	7,92	13,56
	3	32,64	13,35	8,30	7,09	11,38
	4	36,55	16,69	8,64	3,44	10,15
	5	28,17	14,77	8,73	1,74	8,02
	6	31,94	15,45	10,47	5,56	10,83
	7	35,82	12,70	7,51	2,69	11,09
	8	32,73	15,04	-0,02	6,50	8,71
	9	32,58	14,75	4,34	2,66	5,86
	10	30,18	15,73	6,02	4,00	9,99
Повторность 3	1	30,67	15,77	7,21	6,19	8,89
	2	32,36	14,91	6,69	5,21	8,61
	3	34,82	11,94	7,87	7,04	12,07
	4	33,20	15,63	3,27	3,60	11,36
	5	35,46	18,14	6,48	4,56	6,01
	6	30,37	16,57	5,23	5,03	9,19
	7	31,82	19,18	4,64	2,41	8,87
	8	32,82	14,32	6,16	4,40	9,27
	9	33,41	14,11	7,88	3,90	7,44
	10	30,20	14,72	7,41	0,61	10,01
Повторность 4	1	34,32	15,23	4,76	2,73	9,55
	2	35,54	11,14	3,08	2,63	11,84
	3	32,14	13,96	5,67	5,56	8,64
	4	34,90	15,54	4,48	0,10	8,97
	5	30,74	18,78	3,37	2,89	11,16
	6	32,84	15,30	6,87	3,40	9,73
	7	32,87	16,14	4,35	3,32	10,94
	8	30,74	11,89	8,18	3,30	8,35

	9	32,07	14,12	5,80	5,60	5,72
	10	32,05	17,24	5,34	0,79	11,45
Повторность 5	1	30,33	18,33	7,49	2,13	9,76
	2	33,78	17,19	8,95	5,29	10,65
	3	30,54	14,29	6,50	5,01	11,61
	4	33,59	15,23	9,96	6,14	10,33
	5	31,91	14,24	7,29	6,38	13,59
	6	31,77	13,02	3,45	8,17	10,25
	7	31,88	15,48	6,14	3,84	6,77
	8	33,33	15,38	7,78	2,62	9,77
	9	35,49	16,03	5,94	7,11	12,92
	10	32,75	17,53	6,93	1,09	11,35

Вариант № 4

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор К), получаемой на кольцевой прядильной машине, на ворсистость пряжи (число ворсинок на 1см поверхности пряжи) ($V = V(K)$, шт/см) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента №1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы №1 с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину крутки К), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

В (шт/см)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		300	350	400	450	500
Повторность 1	1	48,97	30,16	14,96	10,88	11,80
	2	48,23	27,22	15,53	10,70	6,98
	3	47,95	26,53	17,47	7,71	12,52
	4	51,80	28,74	14,11	7,44	13,15
	5	46,15	31,11	15,05	10,23	12,03
	6	46,42	25,00	19,94	11,60	10,30
	7	49,66	33,34	12,82	8,91	5,68
	8	48,98	32,79	18,26	8,32	11,34
	9	45,50	31,49	10,89	5,48	6,66
	10	50,01	29,60	20,69	12,25	11,38
Повторность 2	1	50,56	33,93	15,02	12,56	5,81
	2	52,35	29,54	12,99	14,12	13,56
	3	51,70	28,74	17,12	10,04	11,38
	4	47,77	36,01	11,41	13,42	10,15
	5	48,43	24,70	14,59	6,06	8,02
	6	46,69	29,71	16,06	11,84	10,83
	7	48,49	27,59	19,20	10,72	11,09
	8	52,28	33,78	17,49	6,98	8,71
	9	53,52	30,57	15,71	5,82	5,86
	10	46,72	27,72	15,88	11,99	9,99
Повторность 3	1	53,16	25,12	16,63	6,70	8,89
	2	46,82	28,05	13,35	7,71	8,61
	3	51,79	24,70	14,93	9,86	12,07
	4	52,74	30,77	19,77	12,31	11,36
	5	55,51	29,18	12,34	8,13	6,01
	6	54,09	29,95	18,38	9,04	9,19
	7	48,88	30,33	14,39	11,71	8,87
	8	48,72	30,12	20,99	5,61	9,27
	9	50,30	27,04	12,33	7,81	7,44
	10	52,74	27,73	19,00	9,59	10,01
Повторность 4	1	52,56	29,89	12,52	5,11	9,55
	2	48,99	30,00	18,76	17,42	11,84
	3	51,35	26,50	16,64	14,10	8,64
	4	50,87	30,68	13,03	8,90	8,97
	5	46,93	31,50	12,71	10,64	11,16
	6	46,88	33,11	13,27	7,71	9,73
	7	51,90	30,27	13,73	13,62	10,94
	8	50,03	33,14	16,12	4,36	8,35

	9	48,88	31,69	13,47	5,81	5,72
	10	51,00	29,18	10,49	8,69	11,45
Повторность 5	1	56,00	36,32	15,29	8,53	9,76
	2	54,57	30,66	14,43	13,19	10,65
	3	56,09	29,16	16,23	7,83	11,61
	4	52,91	29,32	13,95	6,97	10,33
	5	50,69	31,72	13,04	9,50	13,59
	6	44,18	27,71	14,22	8,75	10,25
	7	45,77	28,89	14,89	8,78	6,77
	8	54,28	31,96	12,96	13,61	9,77
	9	51,15	29,91	16,71	14,94	12,92
	10	49,20	27,59	9,63	5,92	11,35

Вариант № 5

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины разводки (R , мм) между выпускным и вторым цилиндрами двухзонного ремешкового вытяжного прибора кольцевой прядильной машины, на неровноту по линейной плотности ($C = C(R)$, %) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента №1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы №1 с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину разводки R , мм), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

С, (%)	№	Уровни фактора R (мм)				
		25	30	35	40	45
Повторность 1	1	20,42	11,61	5,72	15,62	28,61
	2	19,56	12,92	7,66	17,88	22,68
	3	24,61	16,00	11,83	14,54	20,97
	4	25,83	13,96	7,18	12,54	26,15
	5	23,10	10,54	5,60	16,20	25,81
	6	24,01	11,12	1,54	21,59	28,70
	7	28,97	10,70	11,04	16,15	28,59
	8	17,25	17,83	3,20	11,66	29,10
	9	22,86	9,00	8,57	14,73	25,97
	10	25,17	7,85	6,74	8,76	21,31
Повторность 2	1	25,23	17,46	6,02	15,12	22,79
	2	31,18	12,54	11,30	15,94	23,95
	3	25,26	14,96	8,19	17,14	23,91
	4	26,49	14,21	10,98	16,55	20,03
	5	26,60	10,70	5,51	11,71	28,45
	6	29,43	11,32	4,12	16,47	24,48
	7	27,86	15,24	5,94	11,28	30,51
	8	26,97	20,70	7,58	10,66	23,58
	9	25,64	5,69	1,76	16,26	22,27
	10	25,37	11,87	15,49	14,51	30,53
Повторность 3	1	17,22	12,20	11,10	22,30	25,73
	2	26,18	12,34	10,73	16,79	29,05
	3	30,15	8,84	5,18	16,77	24,19
	4	29,37	12,53	5,55	14,42	20,27
	5	31,52	12,15	9,13	19,06	19,34
	6	25,46	14,25	9,57	12,02	28,02
	7	21,46	15,68	12,60	13,44	28,27
	8	24,92	15,14	14,24	16,13	31,12
	9	19,58	13,70	6,02	15,22	30,11
	10	25,33	10,67	9,65	20,01	32,35
Повторность 4	1	26,85	6,42	8,50	14,88	25,95
	2	20,81	10,77	9,58	19,56	20,65
	3	26,09	11,96	8,45	15,72	24,79
	4	25,64	10,34	8,38	15,85	22,46
	5	19,22	8,42	6,58	20,30	23,10
	6	30,30	12,37	13,77	10,38	27,67
	7	26,14	11,04	4,22	17,23	18,25
	8	27,37	11,68	1,70	16,85	21,49

	9	23,34	9,71	3,52	16,68	24,46
	10	33,28	10,47	11,85	13,52	28,08
Повторность 5	1	27,52	9,27	11,58	9,09	23,61
	2	23,96	16,23	9,58	14,55	29,17
	3	16,70	15,56	10,66	17,20	29,80
	4	27,93	8,39	9,60	17,80	23,55
	5	23,89	12,69	4,48	16,85	26,33
	6	24,61	12,48	10,56	16,59	23,02
	7	25,63	9,31	10,94	14,69	28,88
	8	23,74	17,98	6,72	14,83	22,26
	9	29,13	10,49	1,98	12,18	29,43
	10	22,58	13,33	14,19	14,73	26,44

Вариант № 6

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины вытяжки (E) между выпускным и вторым цилиндрами двухзонного ремешкового вытяжного прибора кольцевой прядильной машины, на неровноту по линейной плотности ($C = C(E)$, %) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента №1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы №1 с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину вытяжки E), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

С (%)	№	Уровни фактора Е				
		10	15	20	25	30
Повторность 1	1	20,42	11,61	5,72	15,62	28,61
	2	19,56	12,92	7,66	17,88	22,68
	3	24,61	16,00	11,83	14,54	20,97
	4	25,83	13,96	7,18	12,54	26,15
	5	23,10	10,54	5,60	16,20	25,81
	6	24,01	11,12	1,54	21,59	28,70
	7	28,97	10,70	11,04	16,15	28,59
	8	17,25	17,83	3,20	11,66	29,10
	9	22,86	9,00	8,57	14,73	25,97
	10	25,17	7,85	6,74	8,76	21,31
Повторность 2	1	25,23	17,46	6,02	15,12	22,79
	2	31,18	12,54	11,30	15,94	23,95
	3	25,26	14,96	8,19	17,14	23,91
	4	26,49	14,21	10,98	16,55	20,03
	5	26,60	10,70	5,51	11,71	28,45
	6	29,43	11,32	4,12	16,47	24,48
	7	27,86	15,24	5,94	11,28	30,51
	8	26,97	20,70	7,58	10,66	23,58
	9	25,64	5,69	1,76	16,26	22,27
	10	25,37	11,87	15,49	14,51	30,53
Повторность 3	1	17,22	12,20	11,10	22,30	25,73
	2	26,18	12,34	10,73	16,79	29,05
	3	30,15	8,84	5,18	16,77	24,19
	4	29,37	12,53	5,55	14,42	20,27
	5	31,52	12,15	9,13	19,06	19,34
	6	25,46	14,25	9,57	12,02	28,02
	7	21,46	15,68	12,60	13,44	28,27
	8	24,92	15,14	14,24	16,13	31,12
	9	19,58	13,70	6,02	15,22	30,11
	10	25,33	10,67	9,65	20,01	32,35
Повторность 4	1	26,85	6,42	8,50	14,88	25,95
	2	20,81	10,77	9,58	19,56	20,65
	3	26,09	11,96	8,45	15,72	24,79
	4	25,64	10,34	8,38	15,85	22,46
	5	19,22	8,42	6,58	20,30	23,10
	6	30,30	12,37	13,77	10,38	27,67
	7	26,14	11,04	4,22	17,23	18,25
	8	27,37	11,68	1,70	16,85	21,49

	9	23,34	9,71	3,52	16,68	24,46
	10	33,28	10,47	11,85	13,52	28,08
Повторность 5	1	27,52	9,27	11,58	9,09	23,61
	2	23,96	16,23	9,58	14,55	29,17
	3	16,70	15,56	10,66	17,20	29,80
	4	27,93	8,39	9,60	17,80	23,55
	5	23,89	12,69	4,48	16,85	26,33
	6	24,61	12,48	10,56	16,59	23,02
	7	25,63	9,31	10,94	14,69	28,88
	8	23,74	17,98	6,72	14,83	22,26
	9	29,13	10,49	1,98	12,18	29,43
	10	22,58	13,33	14,19	14,73	26,44

Вариант № 7

В мотальном участке прядильного производства перематывалась хлопковая пряжа. При перематывании наблюдали, что степень ворсистости пряжи зависит от веса груза установленного в тарельчатом устройстве натяжения. С целью установления характера и степени влияния веса груза натяжного устройства (фактор $P_{гр}$, гр) на величину ворсистости пряжи ($V = V(P_{гр})$, шт/см), определяемую как число ворсинок на 1 см пряжи, в производственных условиях провели эксперимент.

В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента №1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы №1 с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (вес груза $P_{гр}$, гр), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

В (шт/см)	№	Уровни фактора Pгр (гр)				
		1	2	3	4	5
Повторность 1	1	72,91	54,75	30,77	20,38	8,97
	2	67,91	42,00	26,59	18,91	26,34
	3	65,94	39,92	18,61	13,39	13,97
	4	68,52	39,94	25,19	28,61	29,27
	5	60,47	39,49	29,64	11,60	30,04
	6	51,51	35,39	18,54	21,38	26,84
	7	66,72	49,47	30,84	20,33	25,51
	8	68,10	42,08	21,54	22,94	22,23
	9	70,81	41,40	24,50	13,36	21,26
	10	56,83	43,74	30,95	22,16	30,04
Повторность 2	1	64,36	44,94	29,57	23,47	21,71
	2	61,94	46,53	27,09	28,04	18,45
	3	71,27	47,38	23,33	20,23	22,13
	4	52,49	42,06	29,89	19,61	22,28
	5	49,44	36,42	25,67	13,89	33,59
	6	63,63	44,33	20,76	23,71	19,47
	7	67,07	47,78	30,91	18,52	29,88
	8	63,72	42,43	29,96	26,34	22,61
	9	65,00	42,38	24,14	16,03	28,83
	10	73,43	34,26	19,82	26,16	20,86
Повторность 3	1	54,84	42,96	34,37	16,71	23,89
	2	65,98	36,02	23,29	25,16	17,76
	3	61,53	35,78	28,21	28,30	25,02
	4	63,22	43,34	29,04	22,92	27,03
	5	61,39	41,10	28,58	26,78	23,04
	6	69,51	41,58	31,90	18,84	30,89
	7	64,84	35,60	28,88	15,09	28,18
	8	60,41	38,66	18,14	14,04	24,95
	9	64,32	38,85	25,83	19,23	26,73
	10	62,56	49,26	21,58	15,31	21,85
Повторность 4	1	60,48	43,68	27,11	16,19	30,71
	2	51,58	37,97	35,63	13,50	19,93
	3	61,53	46,48	29,44	23,79	27,52
	4	61,89	46,87	27,20	12,67	22,39
	5	66,84	44,38	30,23	26,05	20,56
	6	70,54	47,65	21,60	23,51	28,68
	7	67,89	41,47	28,14	32,35	27,50
	8	55,53	45,75	22,66	20,06	21,74

	9	62,23	42,15	25,01	14,38	17,00
	10	60,05	43,29	18,80	25,18	20,76
Повторность 5	1	62,45	47,04	31,35	15,37	26,27
	2	68,65	49,41	24,89	21,83	17,53
	3	69,68	46,35	28,25	15,39	26,66
	4	63,96	42,10	17,26	25,78	26,20
	5	54,93	50,53	24,80	10,71	26,47
	6	64,37	44,45	26,70	23,21	27,44
	7	59,48	53,64	33,90	18,53	32,24
	8	70,95	37,73	24,45	19,25	29,08
	9	68,30	48,09	26,73	21,38	19,07
	10	68,82	45,59	17,34	25,56	29,90

Вариант № 8

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор K), получаемой на кольцевой прядильной машине, на абсолютную величину разрывной нагрузки пряжи ($P = P(K)$, гс) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента №1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы №1 с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину крутки K), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

Р (гс)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		500	600	700	800	900
Повторность 1	1	754,89	892,44	943,51	884,19	504,99
	2	634,62	872,84	934,35	764,94	456,12
	3	773,01	909,78	944,19	715,90	532,21
	4	788,70	939,49	970,98	720,45	583,82
	5	760,72	921,89	892,22	719,39	579,92
	6	717,47	965,91	911,92	764,22	606,66
	7	601,95	920,42	961,55	770,11	410,82
	8	743,45	874,53	924,68	675,22	508,29
	9	626,48	860,56	930,57	737,08	574,75
	10	744,57	925,60	889,63	761,50	465,66
Повторность 2	1	605,30	913,94	945,38	725,89	485,49
	2	798,98	950,64	973,36	762,34	435,48
	3	744,51	873,96	911,73	775,91	427,65
	4	713,76	897,79	886,46	873,82	471,12
	5	660,44	907,30	957,16	664,27	481,32
	6	730,66	840,88	940,65	758,42	414,10
	7	737,37	922,77	851,95	855,47	491,60
	8	677,81	904,53	978,57	778,31	499,80
	9	606,44	868,65	969,43	774,40	526,74
	10	709,66	937,83	926,13	714,42	501,73
Повторность 3	1	682,35	909,11	948,76	726,83	503,65
	2	675,20	902,29	895,59	769,06	501,49
	3	761,74	862,46	948,61	830,61	587,13
	4	744,09	885,12	929,46	790,04	515,74
	5	610,21	930,19	904,13	846,38	510,69
	6	689,69	899,95	927,75	719,27	494,34
	7	681,85	872,50	867,80	755,39	618,61
	8	691,73	895,68	903,82	780,40	563,28
	9	646,12	898,59	963,83	795,18	638,78
	10	710,27	870,54	953,70	714,88	487,25
Повторность 4	1	698,80	891,14	885,73	817,90	603,07
	2	755,91	896,17	987,99	848,48	439,38
	3	675,92	969,64	978,90	763,40	546,95
	4	684,30	938,37	937,00	832,62	565,11
	5	738,91	931,12	936,06	728,58	615,95
	6	703,37	910,28	928,44	780,88	515,77
	7	733,43	930,93	958,87	781,74	493,81
	8	668,72	906,36	905,59	728,42	553,76
	9	602,96	900,63	931,64	761,76	500,93

	10	746,23	848,60	931,84	761,34	557,88
Повторность 5	1	703,90	941,59	920,57	718,30	447,79
	2	726,27	868,69	942,48	804,53	477,64
	3	750,13	902,35	931,45	723,48	443,92
	4	718,29	920,29	937,80	799,71	501,86
	5	799,79	915,50	930,27	757,68	518,38
	6	716,26	893,71	928,52	754,27	521,41
	7	629,31	950,72	938,68	756,97	503,86
	8	704,24	909,41	906,07	793,27	629,73
	9	782,90	870,40	918,07	847,25	432,88
	10	743,77	879,54	965,01	778,72	483,18

Вариант № 9

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор K), получаемой на кольцевой прядильной машине, на неровноту разрывной нагрузки пряжи ($C_p = C_p(K)$, %) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента №1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы №1 с достоверностью $R_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину крутки K), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

Ср (%)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		500	600	700	800	900
Повторность 1	1	16,49	10,82	9,73	18,44	29,65
	2	4,46	9,45	8,71	13,72	26,90
	3	18,30	9,53	10,84	14,19	27,05
	4	19,87	8,30	7,77	14,09	24,60
	5	17,07	7,11	10,96	15,36	22,22
	6	12,75	7,62	10,34	12,63	23,23
	7	1,20	8,28	10,72	15,23	24,55
	8	15,35	9,41	9,04	16,56	26,81
	9	3,65	9,90	7,12	16,86	27,80
	10	15,46	8,70	9,92	10,79	25,41
Повторность 2	1	1,53	7,56	10,66	13,80	23,13
	2	20,90	9,66	10,41	12,60	27,32
	3	15,45	8,17	9,41	17,30	24,35
	4	12,38	9,84	10,90	17,64	27,69
	5	7,04	8,89	10,03	17,73	25,77
	6	14,07	9,22	11,11	19,47	26,45
	7	14,74	7,85	10,40	16,51	23,70
	8	8,78	9,02	9,60	8,98	26,04
	9	1,64	8,87	8,51	13,34	25,75
	10	11,97	9,36	11,79	15,02	26,73
Повторность 3	1	9,24	9,39	11,52	16,21	26,77
	2	8,52	8,96	10,03	15,69	25,91
	3	17,17	7,47	10,32	16,87	22,94
	4	15,41	9,31	10,18	12,27	26,63
	5	2,02	10,57	9,54	15,48	29,14
	6	9,97	9,79	9,19	14,23	27,57
	7	9,18	11,09	7,81	13,64	30,18
	8	10,17	8,66	9,68	15,16	25,32
	9	5,61	8,55	8,45	16,88	25,11
	10	12,03	8,86	11,02	16,41	25,72
Повторность 4	1	10,88	9,12	10,90	13,76	26,23
	2	16,59	7,07	9,65	12,08	22,14
	3	8,59	8,48	8,80	14,67	24,96
	4	9,43	9,27	11,07	13,48	26,54
	5	14,89	10,89	8,83	12,37	29,78
	6	11,34	9,15	7,68	15,87	26,30
	7	14,34	9,57	11,25	13,35	27,14
	8	7,87	7,45	10,26	17,18	22,89

	9	1,30	8,56	9,92	14,80	25,12
	10	15,62	10,12	7,87	14,34	28,24
Повторность 5	1	11,39	10,67	11,37	16,49	29,33
	2	13,63	10,09	11,89	17,95	28,19
	3	16,01	8,64	9,96	15,50	25,29
	4	12,83	9,11	10,29	18,96	26,23
	5	20,98	8,62	8,89	16,29	25,24
	6	12,63	8,01	9,87	12,45	24,02
	7	3,93	9,24	11,41	15,14	26,48
	8	11,42	9,19	7,95	16,78	26,38
	9	19,29	9,51	8,51	14,94	27,03
	10	15,38	10,26	8,88	15,93	28,53

Вариант № 10

Для того, чтобы установить характер и степень влияния величины крутки хлопчатобумажной пряжи (фактор K), получаемой на кольцевой прядильной машине, на величину удлинения пряжи ($L = L(K)$, %) в производственных условиях был спланирован и проведен эксперимент. В результате проведения классического однофакторного эксперимента (на 5-ти уровнях в 5-ти повторностях) получены экспериментальные данные, которые приведены в таблице проведения эксперимента №1.

Провести статистическую обработку экспериментальных данных. Построить полиномиальную однофакторную модель, которая соответствовала бы экспериментальным данным таблицы №1 с достоверностью $P_D = 0,95$. По результатам статистической обработки экспериментальных данных указать заправку оборудования (величину крутки K), при которой достигается наилучшее качество пряжи.

L (%)	№	Уровни фактора К (кр/м)				
		500	600	700	800	900
Повторность 1	1	16,01	17,14	17,48	21,27	13,2
	2	9,7	15,54	25,31	16,36	16,43
	3	6,76	14,85	18,61	15,21	23,39
	4	5,98	16,11	32,88	18,91	15,64
	5	2,32	18,93	32,6	22,84	13
	6	2,32	27,53	20,99	12,67	6,24
	7	15,44	18,57	27,45	26,56	22,07
	8	5,39	13,26	26,75	25,64	9
	9	6,55	22,01	22,14	23,48	17,95
	10	2,08	15,91	24,74	20,34	14,9
Повторность 2	1	7,17	15,88	19,48	27,54	13,71
	2	16,23	16,3	34,8	20,24	22,51
	3	14,93	22,6	32,72	18,9	17,32
	4	17,18	17,2	23,59	31,02	21,97
	5	13,01	15,06	19,36	12,17	12,86
	6	5,28	15,82	28,89	20,52	10,53
	7	12,29	8,05	21,71	16,99	13,56
	8	18,05	12,49	31,24	27,31	16,3
	9	8,12	18,06	21,66	21,95	6,6
	10	7,29	27,45	25	17,2	29,49
Повторность 3	1	2,3	14,95	30,48	12,86	22,17
	2	6,8	18,19	28,02	17,75	21,55
	3	14,93	12,59	32,61	12,16	12,3
	4	1,34	15,65	23,99	22,29	12,91
	5	13,51	21,42	26,4	19,63	18,89
	6	13,08	19,75	27,58	20,91	19,62
	7	11,47	19,55	21,03	21,55	24,67
	8	10,42	20,42	26,01	21,2	27,4
	9	11,61	12,92	24,76	16,06	13,69
	10	11,7	11,78	16,54	17,22	19,75
Повторность 4	1	14,15	19,77	21,82	20,82	17,84
	2	4,33	29,4	21,57	21	19,63
	3	0,54	15,08	28,9	15,17	17,75
	4	1,62	16,02	15,25	22,14	17,63
	5	4,07	25,79	22,22	23,51	14,63
	6	5,51	17,21	23,51	26,18	26,61
	7	12,47	19,61	23,3	21,45	10,7
	8	17,28	27,74	23,24	26,23	6,5

	9	15,29	22,55	28,99	23,82	9,54
	10	18,19	14,04	13,03	19,64	23,42
Повторность 5	1	4,42	27,27	20,32	31,54	22,97
	2	8,59	13,87	28,22	22,1	19,63
	3	3,46	18,44	27,52	19,61	21,43
	4	8,36	15,65	30,35	19,87	19,67
	5	8,54	17,38	30,95	23,86	11,14
	6	6,36	20,2	35,42	17,18	21,27
	7	7,04	17,74	24,61	19,16	21,89
	8	3,69	14,19	21,54	24,27	14,87
	9	3,15	14,64	32,78	20,85	6,97
	10	6,71	18,95	17,73	16,99	27,32