**Задача 1. Формирование экспертной группы. Расчет количества экспертов.**

В ходе решения различных квалиметрических задач на практике широко используются экспертные методы оценки качества, которые в совокупности с измерительными методами позволяют получить наиболее полный объем информации об объекте исследования.В связи с этим на начальном этапе любой экспертизы основной задачей квалиметролога является грамотное формирование экспертной группы, в ходе которого определяется оптимальное количество экспертов, необходимое для проведения экспертизы, а также проводится количественная оценка качества экспертной группы различными методами.

Расчет количества экспертов необходимого для выявления наиболее полного количества данных сводится к нахождению такого их числа ***m***, при котором вероятность появления содержательно нового предложения с привлечением ***(m+1)***–го эксперта становится меньше заранее принятого значения ***α***.

Для решения поставленной задачи используют следующий алгоритм [10]:

1. Проводят опрос экспертов с целью получения совокупности сведений, касающихся объекта экспертизы.
2. Все предложения экспертов разделяют на четыре группы:
3. очевидные – выдвинутые всеми экспертами;
4. известные – выдвинутые большинством экспертов, но не всеми;
5. неочевидные – выдвинутые меньшинством;
6. особые – выдвинутые одним экспертом.

Интерес представляют только неочевидные и особые предложения, базирующиеся на личном опыте экспертов, их способностях, интуиции. При этом вероятность появления особых предложений среди всех предложений, выдвинутых меньшинством в группе из m экспертов, определяется по выражению

, (1)

где  - количество особых предложений;

, …  - количества неочевидных предложений, выдвинутых меньшинством.

1. Из группы в m экспертов образуют всевозможные подгруппы по ***(m-1)***экспертов и для каждой из них подсчитывают число особых и неочевидных предложений.
2. Рассчитывают вероятность появления особых предложений по всем подгруппам и коэффициент ***λ*** уменьшения вероятности появления особых предложений с переходом от ***(m-1)*** экспертов к ***m*** экспертам:

, (2)

. (3)

1. При условии, что значение ***λ*** сохраняется с увеличением количества экспертов (хотя, как правило, оно при этом уменьшается), оценки вероятности появления особых предложений с привлечением ***(m+1)*** – го, ***(m+2)***-го…, ***(m+k)***-го экспертов будут соответственно равны:

; (4)

; (5)

…

. (6)

Используя выражения (3), (6) и заданное значение вероятности ***α***, находят число k вновь привлекаемых экспертов, при котором . Окончательная формула для расчета ***k*** примет вид:

.

Следует отметить, что все допущения рассмотренного способа решения ориентированы на расчет «с запасом», т.е. считая всех экспертов одинаково продуктивными, мы заведомо шли на завышение требуемого количества экспертов. В действительности (при правильно проведенном отборе экспертов) вначале в экспертную группу попадают наиболее сведущие специалисты, которые представляют максимальную информацию.

Привлекаемые далее эксперты менее продуктивны уже потому, что область их профессиональных интересов удаляется от цели проведения экспертизы. Это приводит к уменьшению ***λ***.

Так как рассмотренный вариант решения дает завышенный объем экспертной группы, превышать рассчитанное количество экспертов не целесообразно. Главное – подробно опросить каждого эксперта, выявить наиболее полно его суждения и рационально организовать обмен мнениями.

Пример расчета количества экспертов.

При индивидуальном анкетном опросе группа из пяти экспертов в результате генерации подала 26 предложений, относящихся к объекту экспертизы, некоторые из которых по содержанию совпадают друг с другом [11]. При этом все предложения можно разделить в соответствии с предложенной выше классификацией:

очевидные - ;

известные - ;

неочевидные - ;

особые - .

Требуется определить сколько еще экспертов ***k*** следует опросить, чтобы вероятность  появления содержательно нового предложения стала меньше ***α=0,05***.

Решение.

Находим оценку вероятности появления особых предложений среди всех предложений, выдвинутых меньшинством, в группе из ***m=5*** экспертов:

.

Образуем теперь из группы экспертов всевозможные подгруппы по четыре эксперта (этих подгрупп будет пять) и для каждой из них подсчитаем число особых  и неочевидных  предложений. Нетрудно убедиться, что эти числа будут 4, 4, 4, 3, 2 и 6, 4, 2, 6, 6. Следовательно, оценка вероятности появления особых предложений в группе из четырех экспертов будет

.

По найденным значениям  и  найдем коэффициент ***λ***, а также заданного значения ***α*** рассчитываем количество ***k*** вновь привлекаемых экспертов по формуле (7):

.

Итак, для достижения поставленного условия следует привлечь к работе еще 9 специалистов, или всего 14 человек.

**УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ**

**Вариант 0**

Таблица 1.

Исходные данные для определения количества экспертов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер предложения | Номер эксперта | Вид предложения | α |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | + | + | + | + | + | Очевидные | 0,05 |
| 2 | + | + | + | + | + |
| 3 | + | + | + | + | + |
| 4 | + |  | + | + | + | Известные |
| 5 |  | + | + | + |  |
| 6 | + |  | + |  | + |
| 7 | + |  | + |  |  | Неочевидные |
| 8 |  | + |  | + |  |
| 9 |  |  | + |  | + |
| 10 | + |  |  |  |  | Особые |
| 11 |  |  |  | + |  |
| 12 |  |  |  |  | + |

**Задача 2. Использование контрольных карт для контроля качества технологического процесса**

В настоящее время на многих предприятиях применяются статистические методы для управления качеством продукции. Статистические методы являются эффективным инструментом сбора и анализа информации о качестве. Применение этих методов не требует больших затрат и позволяет с заданной степенью точности и достоверности судить о состоянии исследуемых явлений в системе качества, прогнозировать и регулировать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции и на основе этого вырабатывать оптимальные управленческие решения.

В соответствии с положениями стандартов ИСО серии 9000 статистические методы рассматриваются как высокоэффективное средство обеспечения качества.

Рассмотрим некоторые простые статистические методы.

Контрольные карты используются для статистического контроля и регулирования технологического процесса. На контрольную карту наносят значение некоторой статистической характеристики (точки), рассчитываемые по данным выборки в порядке их получения, верхнюю и нижнюю контрольные границы **КВ** (или **UCL**) и **КН** (или **LCL**), верхнюю и нижнюю границы технических допусков **ТВ** и **ТН** (при их наличии), а также – среднюю линию (**CL**). Для расчета границ и построения контрольной карты используют обычно 20-30 точек.

Пример контрольной карты представлен на рис.1.

По положению точек относительно границ судят о налаженности или разлаженности технологического процесса. Обычно процесс считают разлаженным в следующих случаях:

1. Некоторые точки выходят за контрольные пределы.
2. Серия из семи точек оказывается по одну сторону от средней линии. Кроме того, если по одну сторону от средней линии находятся

а) десять из серии в одиннадцать точек

б) двенадцать из серии в четырнадцать точек

в) шестнадцать из серии в двадцать точек.

1. Имеется дрейф, т.е. точки образуют непрерывно повышающуюся или непрерывно понижающуюся линию.
2. Две или три точки оказываются за предупредительными двухсигмовыми границами.
3. Точки приближаются к центральной линии. Если большинство точек находится внутри полуторасигмовых линий, это означает, что в подгруппах смешиваются данные из различных распределений.
4. Имеет место периодичность, т.е. то подъем, то спад с примерно одинаковыми интервалами времени.
5. Контрольные границы шире поля допуска. В идеальном случае достаточно, чтобы контрольные границы составляли ¾ величины поля допуска.

Рис. 1 Пример контрольной карты

Если процесс налажен (достигнута необходимая стабильность), на контрольную карту продолжают наносить точки, но через 20-30 точек пересчитывают контрольные границы. Они должны совпадать с исходными границами. Если контрольная карта показывает, что процесс разлажен, находят причины разлаженности и производят наладку.

Различают контрольные карты по количественным признакам (для непрерывных значений) и по качественным признакам (для дискретных значений). По количественным признакам используют в основном, следующие виды контрольных карт:

карта средних арифметических значений (-карта);

карта медиан (-карта);

карта средних квадратических отклонений (s-карта);

карты размахов (R-карта);

двойные карты (-R – карта, -s – карта и др.).

**Карта средних арифметических значений** используется для контроля отклонения параметра от нормы и настройки на норму. Точки на контрольной карте – это средние значения небольших выборок, обычно одинакового объема из 3-10 элементов:

,

где n – объем выборки (подгруппы).

Для получения выборок можно также использовать результаты измерений, проводившихся через одинаковые промежутки времени, путем разбиения их на группы.

Средние значения выборок находят с одним лишним знаком по сравнению с исходными данными. Среднюю линию рассчитывают как среднее из средних значений выборок:

,

где k – число подгрупп (число точек), обычно k=20-30.

Контрольные границы на этой карте рассчитывают по формуле:

,

где S – СКО всей совокупности данных, определяется по формуле

.

При определении контрольных границ на карте средних значений (как при расчете контрольных границ для других видов контрольных карт) коэффициент 3 используется, исходя из правила трех сигм.

**Карта медиан** используется вместо карты средних арифметических значений, когда хотят упростить расчеты. Точки на карте – это медианы  выборок одинакового объема из 3-10 элементов. Медианой при нечетном объеме выборки является середина вариационного ряда, при четном объеме – среднее из двух значений середины вариационного ряда.

Средняя линия  определяется как среднее из медиан всех выборок. Контрольные границы находят по формуле:

.

Карта медиан менее точна, чем карта средних арифметических значений.

**Карта средних квадратических отклонений** используется для контроля рассеяния показателя. Точки на карте – СКО выборок одинакового объема из 3-10 элементов. Средняя линия  - это среднее из СКО выборок. Контрольные границы определяют по формулам:

, ,

где  - критерий Пирсона, n - объем выборки, α - уровень значимости.

Обычно принимают α=0,0027, что соответствует доверительной вероятности 0,9973. Часто на s-карте используют только вертикальную границу.

**Карта размахов** используется вместо карты средних квадратических отклонений, когда хотят упростить расчеты. Карта размахов менее точна.

При построении R-карты берут 20-30 выборок одинакового объема из 2-10 элементов. Точки на карте - размахи выборок. Размах выборки R – это разность между максимальными  и минимальными  значениями выборки.

Средняя линия  - это среднее размахов выборок. Контрольные границы рассчитывают по формулам , .

При уровне значимости 0,0027 коэффициенты D3 и D4 можно найти из таблицы значений коэффициентов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| D3 | - | - | - | - | - | 0,076 | 0,136 | 0,184 | 0,223 |
| D4 | 3,267 | 2,575 | 2,282 | 2,115 | 2,004 | 1,924 | 1,864 | 1,816 | 1,777 |

При n<7 контрольная граница не используется.

Обычно при статистическом регулировании технологического процесса используют двойные карты, отражающие как отклонение параметра от нормы, так и его рассеяние.

**Пример построения контрольной карты.**

В цехе принято решение перевести на статистическое регулирование технологический процесс изготовления болтов на автоматах. За показатель качества (контролируемый параметр) выбран диаметр болта. Результаты измерений (отклонения диаметра болта от установленного размера в микрометрах) приведены в таблице 1. Полученная выборка составила 100 значений: 20 экспериментов по 5 наблюдений.

Таблица 1

Результаты измерений диаметра болта

|  |  |
| --- | --- |
| № эксперимента | Результаты контроля |
| 1 измерение | 2 измерение | 3 измерение | 4 измерение | 5 измерение |
| 1 | 10 | 3 | 5 | 14 | 10 |
| 2 | 2 | 1 | 8 | 13 | 11 |
| 3 | 12 | 12 | 3 | 8 | 10 |
| 4 | 12 | 14 | 7 | 11 | 9 |
| 5 | 10 | 11 | 9 | 15 | 7 |
| 6 | 11 | 12 | 11 | 14 | 12 |
| 7 | 15 | 11 | 14 | 8 | 3 |
| 8 | 12 | 14 | 12 | 11 | 11 |
| 9 | 11 | 7 | 11 | 13 | 9 |
| 10 | 14 | 10 | 9 | 12 | 8 |
| 11 | 9 | 11 | 14 | 10 | 13 |
| 12 | 13 | 13 | 6 | 4 | 13 |
| 13 | 5 | 8 | 3 | 3 | 4 |
| 14 | 8 | 5 | 6 | 9 | 13 |
| 15 | 8 | 4 | 9 | 5 | 8 |
| 16 | 4 | 12 | 10 | 6 | 10 |
| 17 | 10 | 6 | 13 | 10 | 5 |
| 18 | 7 | 9 | 12 | 1 | 7 |
| 19 | 4 | 7 | 6 | 7 | 12 |
| 20 | 10 | 10 | 6 | 9 | 3 |

Необходимо провести статистический анализ процесса по контрольной карте.

**Решение.**

Результаты расчета значений для построения карты средних значений и карты средних квадратических отношений (СКО) сведем в таблицу 2. Расчет удобно проводить в редакторе Microsoft Excel, используя стандартные функции: для нахождения среднего значения – СРЗНАЧ, для нахождения СКО – СТАНДОТКЛОН, для вычисления квадратного корня – КОРЕНЬ, для вычисления значений распределения Пирсона – ХИ2ОБР.

Таблица 2

Результаты расчета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № эксп. | Результаты контроля | Карта средних значений | Карта СКО |
| Xср | X ср.cр. | Kн | Kв | S | Sср | Кн | Кв |
| 1 | 10 | 3 | 5 | 14 | 10 | 8,4 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 4,39 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 2 | 2 | 14 | 8 | 13 | 11 | 9,6 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 4,83 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 3 | 12 | 12 | 3 | 8 | 10 | 9 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 3,74 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 4 | 12 | 14 | 7 | 11 | 9 | 10,6 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,70 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 5 | 10 | 11 | 9 | 15 | 7 | 10,4 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,97 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 6 | 11 | 12 | 11 | 14 | 12 | 12 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 1,22 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 7 | 15 | 11 | 14 | 8 | 3 | 10,2 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 4,87 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 8 | 12 | 14 | 12 | 11 | 11 | 12 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 1,22 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 9 | 11 | 7 | 11 | 13 | 9 | 10,2 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,28 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 10 | 14 | 10 | 9 | 12 | 8 | 10,6 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,41 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 11 | 9 | 11 | 14 | 10 | 13 | 11,4 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,07 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 12 | 13 | 13 | 6 | 4 | 13 | 9,8 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 4,44 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 13 | 5 | 8 | 3 | 3 | 4 | 4,6 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,07 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 14 | 8 | 5 | 6 | 9 | 13 | 8,2 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 3,11 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 15 | 8 | 4 | 9 | 5 | 8 | 6,8 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,17 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 16 | 4 | 12 | 10 | 6 | 10 | 8,4 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 3,29 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 17 | 10 | 6 | 13 | 10 | 5 | 8,8 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 3,27 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 18 | 7 | 9 | 12 | 1 | 7 | 7,2 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 4,02 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 19 | 4 | 7 | 6 | 7 | 12 | 7,2 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 2,95 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |
| 20 | 10 | 10 | 6 | 9 | 3 | 7,6 | 9,2 | 4,5 | 13,8 | 3,05 | 3,05 | 0,50 | 6,44 |

Так же, используя редактор Microsoft Excel, удобно построить графики по рассчитанным значениям. Примеры контрольных карт для рассматриваемого примера представлены на рис.2.

Рис. 2 карта

Анализ контрольной карты показывает, что рассеяние диаметра болта несущественно, и по рассеянию процесс стабилен (оборудование настроено достаточно точно), поскольку на S-карте не показаний разлаженности процесса.

Однако на - карте имеются серии из девяти точек (с четвертой по двенадцатую) и из восьми точек (с тринадцатой по двадцатую), расположенных по одну сторону от средней линии. Это указывает на нестабильности процесса.

Видимо, в течение процесса, при переходе от двенадцатой к тринадцатой точке, изменилось математическое ожидание значения диаметра болта. Рекомендации: следует выяснить причину этой нестабильности и провести управляющее воздействие на процесс. После стабилизации контрольную карту следует построить заново.

**УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ.**

**Вариант 0**

По результатам измерения некоторого параметра качества, представленного в таблице 3, построить контрольную  и провести статистический анализ процесса.

Таблица 3

Результаты измерений диаметра болта

|  |  |
| --- | --- |
| № эксперимента | Результаты контроля |
| 1 измерение | 2 измерение | 3 измерение | 4 измерение | 5 измерение |
| 1 | 10 | 3 | 5 | 14 | 10 |
| 2 | 2 | 1 | 8 | 13 | 11 |
| 3 | 12 | 12 | 3 | 8 | 10 |
| 4 | 12 | 14 | 7 | 11 | 9 |
| 5 | 10 | 11 | 9 | 15 | 7 |
| 6 | 11 | 12 | 11 | 14 | 12 |
| 7 | 15 | 11 | 14 | 8 | 3 |
| 8 | 12 | 14 | 12 | 11 | 11 |
| 9 | 11 | 7 | 11 | 13 | 9 |
| 10 | 14 | 10 | 9 | 12 | 8 |
| 11 | 9 | 11 | 14 | 10 | 13 |
| 12 | 13 | 13 | 6 | 4 | 13 |
| 13 | 5 | 8 | 3 | 3 | 4 |
| 14 | 8 | 5 | 6 | 9 | 13 |
| 15 | 8 | 4 | 9 | 5 | 8 |
| 16 | 4 | 12 | 10 | 6 | 10 |
| 17 | 10 | 6 | 13 | 10 | 5 |
| 18 | 7 | 9 | 12 | 1 | 7 |
| 19 | 4 | 7 | 6 | 7 | 12 |
| 20 | 10 | 10 | 6 | 9 | 3 |

**Задача 3. Использование гистограмм для контроля качества технологического процесса**

Для оценки некоторого показателя качества по накопленным за некоторый период (смена, сутки, месяц) данным, которые называются выборкой, строится гистограмма. По гистограмме можно наглядно увидеть и оценить эффективность технологического процесса и выявить долю брака (в процентах) за указанный период.

Чем больше объем выборки значений показателя Y, тем ближе гистограмма к кривой плотности распределения показателя и тем надежнее получаемые с ее помощью оценки.

Построенные по данным, накопленным за некоторый период времени, гистограммы показателей качества продукции позволяют сопоставить полученные результаты с имеющимися директивными установками.

Сравнение гистограмм, построенных за последовательные периоды времени, позволяет сделать заключения об изменениях условий технологического процесса и привлечь дополнительную информацию для выявления причин этих изменений. Устойчивый характер гистограмм дает возможность прогнозировать ожидаемое распределение значений соответствующих показателей (при сохранении условий технологического процесса).

Данная задача весьма актуальна для промышленных предприятий.

При построении гистограммы для определения вида закона распределения выполняют следующие действия:

1. В выборке определяют число данных, отыскивают наименьшее (Xmin) и наибольшее (Xmax) значения параметра.
2. По полученной выборке строят вариационный ряд, т.е. преобразуют данные в порядке неубывания {Xi}.
3. Определяют число интервалов группирования по формуле
k = 1 + 3,32$\*$lg(N).
4. Вычисляют ширину интервала группирования по формуле (1):

  (1)

где R =Xmax – Xmin - размах.

1. Разбивают вариационный ряд на интервалы и определяютnj – число значений Х из вариационного ряда, попавших в j–ый интервал группирования (частота попадания). Если какое-либо значение попадает на границу двух интервалов, то к числу данных, попавших в каждый из интервалов, примыкающих к границе, добавляется ½. Суммарная частота попадания должна быть равна 1.
2. Строят гистограмму для данной выборки, по оси абсцисс откладывают величины границ интервалов группирования, а по оси ординат - частоту попадания измеренной величины хiв j-ый интервал.
3. По гистограмме определяютвид закона распределения.

Пример 1.

Пусть имеем выборку из N=500 значений случайной величины X.

1. По полученной выборке построим вариационный ряд, т.е. преобразуем данные в порядке неубывания {Xi}.
2. Определим число интервалов группирования по формуле
k = 1 + 3,32$\*$lg(500) ≈ 10.
3. Вычислим ширину интервала группирования по формуле (1): , где R =Xmax – Xmin = 14,732-(-12,141)=26,873 - размах.
4. Разбиваем вариационный ряд на интервалы: 

m1: [-12,141; -9,4537); m6: [1,2955; 3,9828);

m2: [-9,4537; -6,7664); m7: [3,9828; 6,6701);

m3: [-6,7664; -4,0791); m8: [6,6701; 9,3574);

m4: [-4,0791; -1,3918); m9: [9,3574; 12,0447);

m5: [-1,3918; 1,2955); m10: [12,0447; 14,732].

1. Определяем nj – число значений Х из вариационного ряда, попавших в j–ый интервал группирования.

n1 = 6; n6 = 100;

n2 = 15; n7 = 89;

n3 = 41; n8 = 58;

n4 = 63; n9 = 25;

n5 = 97; n10 = 6.

1. Строим гистограмму для данной выборки.



Рисунок 1 – Гистограмма

По построенной гистограмме можно сказать, что распределение близко к нормальному.

В случае, если требуется определить качество технологического процесса, то используют иной алгоритм построения гистограммы.

1. В выборке определяют число данных, отыскивают наименьшее (Xmin) и наибольшее (Xmax ) значения параметра.
2. По полученной выборке строят вариационный ряд, т.е. преобразуют данные в порядке неубывания {Xi}.
3. Число интервалов группирования и их ширина определяется из условий технологического регламента или требований к качеству продукции.
4. Определяютnj – число значений Х из вариационного ряда, попавших в каждый интервал группирования (частота попадания). Если какое-либо значение попадает на границу двух интервалов, то к числу данных, попавших в каждый из интервалов, примыкающих к границе, добавляется ½. Суммарная частота попадания должна быть равна 1.
5. Строят гистограмму для данной выборки, по оси абсцисс откладывают величины границ интервалов группирования, а по оси ординат - частоту попадания измеренной величины хiв каждый интервал.
6. По гистограмме определяюткачество технологического процесса.

Пример 2.

Исходные данные:

1. Выборка показателя качества: сопротивление продавливанию, кПа:

390, 370, 375, 480, 300, 480, 495, 510, 550, 520,

600, 630, 350, 610, 600, 615, 605, 590, 570, 650

1. Требования к качеству продукции, приведенные в таблице 1.
2. Установка для производства картона: выпуск марки К-1 не менее 80%, брак – не более 2%.

Таблица 1

Требования к качеству продукции

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателя | Марки картона массой 200 г/м2 |
| К-1 | К-2 | К-3 | К-4 | Брак |
| Сопротивление продавливанию, кПа | Не менее 590 | Не менее 490 | Не менее 390 | Не менее 345 | Менее 345 |

Расчет и построение графика можно выполнить в табличном редакторе MicrosoftExcel (таблица 2, рисунок 2).

Таблица 2

Результаты обработки данных для показателя сопротивление продавливанию

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № интервала | Марка продукции | Нижняя граница | Верхняя граница | Количество точек | Частота попадания | Процент выпуска продукции |
| 1 | брак | 300 | 345 | 1 | 0,05 | 5 |
| 2 | К-4 | 345 | 390 | 3,5 | 0,175 | 17,5 |
| 3 | К-3 | 390 | 490 | 2,5 | 0,125 | 12,5 |
| 4 | К-2 | 490 | 590 | 5,5 | 0,275 | 27,5 |
| 5 | К-1 | 590 | 650 | 7,5 | 0,375 | 37,5 |
|   |   |   |   | **20** | **1** | **100** |

Рисунок 2 – Гистограмма для оценки качества продукции

Выводы: из данных таблицы 2 видно, что установка для производства картона не выполняется – выпускмарки К-1 составляет 37,5%, а брак – 5%. Качество технологического процесса является неудовлетворительным.

Задание.

Дана выборка значений показателя качества готовой продукции, требования ГОСТ, в соответствии с которыми продукции присваивается определенная марка, и условия, предъявляемые к объемам производства продукции каждой марки. Требуется построить гистограмму для оценки качества технологического процесса.

В таблицах 3-13 представлены значения показателя качества картона (сопротивление продавливанию, кПа), в таблице 14 – требования к этому показателю.

Установку для производства картона приять такую же, как в примере 2.

**УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ**

Вариант 0.

Таблица 3

Экспериментальные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** |
| **Значение** | 600 | 630 | 600 | 620 | 580 | 595 | 610 | 612 | 550 | 560 | 580 | 579 | 584 | 596 |
| **№ пп** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** |
| **Значение** | 560 | 540 | 580 | 520 | 545 | 456 | 485 | 492 | 432 | 430 | 460 | 380 | 370 | 330 |
| **№ пп** | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** |
| **Значение** | 430 | 460 | 480 | 510 | 520 | 500 | 480 | 650 | 640 | 620 | 600 | 600 | 570 | 580 |

Таблица 4

Требования к качеству продукции

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателя | Марки картона массой 180 г/м2 |
| К-1 | К-2 | К-3 | К-4 | Брак |
| Сопротивление продавливанию, кПа | Не менее 570 | Не менее 460 | Не менее 390 | Не менее 340 | Менее 345 |