МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры
«Промышленная автоматика
и робототехника»
«17» января 2023 г., протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой
____________________________О.А. Ерзин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Статистические методы управления качеством в полиграфическом производстве»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

с направленностью (профилем)
Технология полиграфического производства

Формы обучения: заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 290303-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Пальчун Е.Н., доцент, канд. техн. наук, ____________
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) (подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие №1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ.
НЕКОТОРЫЕ ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕМЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Определение вероятности. Некоторые основные теоремы теории вероятности

Понятие случайного события. Вероятность случайного события

Как и во всякой науке, развивающей теорию какого-либо круга явлений, в теории вероятностей содержится ряд основных понятий, на которых она базируется. В качестве первого понятия введем термин «случайное событие».

Под **случайным событием** в теории вероятностей понимается всякий факт, который в результате опыта может произойти или не произойти. События будем обозначать заглавными буквами латинского алфавита. Например, событие А- извлечение из ящика единственной дефектной детали среди 100 годных деталей. Событие В - появление герба при бросании монеты. Событие, которое в результате опыта обязательно произойдет– **достоверное** событие. Событие, которое в результате опыта наверняка не произойдет **невозможное** событие. Случайные события могут быть **равновозможным и несовместными. Равновозможные события**-события с одинаковыми возможностями. **Несовместные события**- события взаимоисключающие друг друга. Пример равновозможного события - появление герба или цифры. Несовместные события - появление герба исключает появление цифры и наоборот. Несколько событий образуют **полную группу событий,** если в результате опыта обязательно произойдет одно из них.

Основной теоретической числовой характеристикой случайного события является вероятность его появления. Согласно классическому определению вероятностью случайного события *A* называется отношение числа исходов, благоприятствующих событию *A*, к общему числу равновозможных и несовместных исходов.

(Благоприятными исходами называются такие, при которых событие ***A*** обязательно произойдет). Математически данное определение можно записать так:

$$P(A)= m/n,$$

где *P(A)*- классическая вероятность рассматриваемого события ***A, m*** - число исходов, благоприятствующих событию

n- общее число равновозможных и несовместимых исходов.
Из определения легко можно вывести основные свойства вероятности:

1) **вероятность достоверного события равна 1;**
2) **вероятность невозможного события равна 0;**
3) **вероятность случайного события заключена между 0 и 1.**

Основы классической теории вероятностей были заложены в середине XYII века в переписке между учеными Блезом Паскалем и Пьером Ферма.. Они рассмотрели решение ряда задач, связанных с азартными играми, которые предложил кавалер де Мэре. Вот один из парадоксов, который поставил де Мэре перед Паскалем. Какова вероятность получения в сумме 11 и 12 очков при бросании 3-х игральных костей? Рассуждение де Мэре было примерно следующим: 11 очков можно получить 6-ю различными способами: 641-632-551-542-533-443. 12 очков также можно получить 6-ю способами 651-642-633-552-543-444.Тем не менее, де Мэре заметил, что тот, кто ставил на 11 очков, выигрывал чаще, чем на 12. Паскаль довольно быстро нашел ошибку в рассуждениях де Мэре. Ошибка в том, что исходы, которые рассматривал де Мэре, не являются равновозможными. Например, комбинация 641 может быть получена
6-ю способами, а 444 - одним. Если говорить современным языком, де Мэре неправильно определил поле событий. Нетрудно подсчитать, что при бросании трех игральных костей возможны 216 ($6 \times 6 \times 6$) несовместных равновозможных исходов. Появление события А (11 очков) имеет 27 исходов. Появление события В (12 очков)- 25 исходов. Р(А)=27/216 > Р(В) = =25/216.

Пользуясь классическим определением понятия вероятности, можно вычислить вероятность какого-либо случайного события теоретически, не прибегая к опыту. Однако это не всегда выполнимо, ибо на практике не всегда можно соблюдать такое условие, как равновозможность, лежащее в основе классического определения. По этой причине наравне с классическим определением пользуются также статистическим определением вероятности. При изучении массовых явлений какое-либо случайное событие может появиться несколько раз в процессе испытаний. Например, пусть при **N** испытаниях событие **A** появилось **f** раз. Число **f** носит название частоты появления события.

Отношение частоты **f** события **A** к общему числу испытаний **N** носит название частости события **A** или относительной частоты, которую будем обозначать через **W(A)= f/N**. Например, на станке обработано 100 деталей. При измерении деталей оказалось, что 85 из них имеют размеры в пределах допуска, а 15 - вышли за пределы допуска. Следовательно, частость события А, заключающегося в появлении годных деталей при 100 испытаниях, составляет W(A)= 85/100. Частость события В, заключающегося в появлении брака, W(B)= 15/100. Если случайное событие имеет устойчивую частость в серии массовых испытаний, т.е. в каждой серии испытаний частость этого события изменяется незначительно и колеблется вблизи некоторого положительного числа, то это число и принимается за вероятность данного события. Вычисленную таким способом вероятность называют статистической. Примером статистической вероятности в демографии может явиться число 0,514 - это вероятность рождения мальчиков. Или число 0,013 - вероятность того, что 10 летний ребенок доживет до 90 лет. Вернемся к классическому определению вероятности. Это определение позволяет нам заранее вычислить вероятность какого-либо события, не прибегая к опыту. Разберем ряд примеров.

Пример 1. В урне находится 2 белых и 3 черных шара. Из урны наугад вынимается один шар. Требуется найти вероятность того, что шар белый.

Решение. Событие А- взять белый шар. Общее число случаев (n)=5, благоприятно(m)=2.Следовательно, P(A)=2/5

Пример 2. Из партии изготовленных деталей, среди которых 20 годных и 5 бракованных, для контроля наудачу взято 8 штук. При контроле оказалось, что первые 3 оказались годными. Определить вероятность того, что следующая деталь будет годная.

Решение. n= 22 (25-3),m= 17 (20-3). P(A)= 17/22.

Пример 3. В партии из N деталей M бракованных. Определить вероятность того, что среди выбранных наудачу n деталей m- бракованные.

Решение. Число возможных способов взять из N деталей n:

$$C_N^n = N!/(N-n)!n!$$

Благоприятствующими являются случаи, когда из общего числа ***M*** бракованных деталей взято ***m*** деталей. (Это можно сделать C_M^m способами), а остальные ***n-m*** взяты из ***N-M*** деталей (количество способов C_{N-M}^{n-m}) . Поэтому число благоприятствующих случаев $P(A) = C_M^m C_{N-M}^{n-m} / C_N^n$

1.2. Алгебра событий

Во многих областях точных наук применяются символические операции над различными объектами, которые получают свои названия по аналогии с арифметическими действиями, рядом свойств которых они обладают. Таковы, например, операции сложения и умножения векторов в механике, операции сложения матриц в алгебре и т.д. Эти операции, подчиненные известным правилам, позволяют не только упростить форму записей, но и в ряде случаев существенно облегчают логическое построение научных выводов. Введение таких символических операций над событиями оказывается плодотворным и в теории вероятностей.

Познакомимся с такими понятиями как сумма событий и произведение событий.

Суммой двух событий А и В называется событие С, состоящее в выполнении события А или события В или обоих вместе.

C= A+B

Суммой нескольких событий называется событие, состоящее в появлении хотя бы одного из этих событий.

C=A+B+D+…

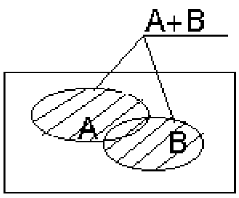
Произведением двух событий А и В называется событие С, состоящее в совместном выполнении и события А и события В. С= АВ.

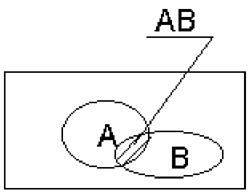
Произведением нескольких событий называется событие, состоящее в совместном появлении всех этих событий.

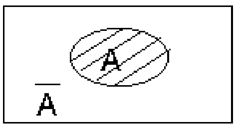
B= CDEF…

В алгебре событий рассматривается еще одно понятие - противоположные события. Два единственно возможных и несовместных события **называются противоположными**. Обозначаются противоположные события- A и $\overline{A}$.

Действия над событиями становятся более наглядными, если придать им геометрическую интерпретацию. Изображать события в виде диаграмм предложил математик Вьенн, именем которого они и названы. Все возможные элементарные исходы представим в виде совокупности точек некоторого квадрата. Обе совокупности А и В изобразим в виде кругов, причем если события несовместные, круги не имеют общих точек, а если события совместные, то круги будут пересекаться.







Геометрически сумму событий **А** и **В** будет выражать область, включающая в себя все точки, принадлежащие или кругу **А**, или кругу **В**, или одновременно и **А**, и **В**. Аналогичным образом интерпретируется и произведение двух событий **А** и **В** - это область, включающая в себя точки, принадлежащие одновременно и кругу **А**, и кругу **В**.

1.3. Зависимые и независимые события. Условные и безусловные вероятности.

Для дальнейших рассуждений необходимо ввести понятия зависимых и независимых событий.

Случайные события могут быть взаимно независимыми или зависимыми одно от другого. Если два события являются взаимно независимыми, то вероятность появления одного из них не зависит от появления или не появления другого и не изменяется в зависимости от того, при каком предположении она вычисляется. Если событие **А** является зависимым от события **В**, вероятность его изменяется в зависимости от предположения от осуществления или неосуществления события **А**.

Теоретической характеристикой случайного события А, зависимого от события В, является условная вероятность появления события А, вычисленная в предположении осуществления события В. Обозначается она символом **Р(А/В).** Можно встретить и такое обозначение **Р(А/ВСD)**. Для взаимонезависимых событий **А** и **В**

Р(А/В)= Р(А); Р(В/А)= Р(В),

т.е. условная вероятность равна безусловной.

Пример. В урне 20 шаров: 15 - белых; 5 - черных. Найти вероятность события А - вынуть 2 черный шар, при условии, что 1 шар - белый (В); при условии, что 1 шар - черный (С): P(A/B)=5/19; P(A/C)=4/19.

1.4. Основные формулы теории вероятностей

Приведем ряд теорем и основных формул, вывод которых прост и имеется в любом учебнике по теории вероятностей.

Теорема сложения вероятностей для несовместных событий**.**

Вероятность суммы двух несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий.

Пример. **в урне 30 шаров: 10 красных, 5 синих, 15 белых. Найти вероятность появления цветного шара.**

Р(А)= 10/30 +5/30=1/2.

В общем случае вероятность суммы нескольких событий равна сумме вероятностей этих событий:

$$P\sum_{i=1}^{n} A_i = \sum_{i=1}^{n} P(A_i)$$

Следствие. Если несовместные события $A_1, A_2, \ldots, An$ образуют полную группу несовместных событий, то сумма их вероятностей равна единице:

$$\sum_{i=1}^{n} P(A_i) = 1.$$

Теорема сложения вероятностей для совместных событий:

Р(А+В)= Р(А)+Р(В)-Р(АВ);

Р(А+В+С+)=Р(А)+Р(В)+Р(С)-Р(АВ)-Р(АС)-Р(ВС)+Р(АВС);

$$P(\sum_{i=1}^{n} A_i)=\sum_{i} P(A_i)-\sum_{i,j} P(A_iA_j)+\sum_{i,j,k} P(A_i)P(A_j)P(A_k)-\ldots$$

$$+(-1)^{n-1}P(A_1A_2\ldots A_n).$$

Теорема умножения вероятностей для независимых событий

Вероятность совместного появления двух независимых событий равна произведению вероятностей каждого из этих событий. В символической форме это значит **P(AB)=P(A)P(B).**

Например, если имеются две группы изделий $a_1\mathbf{b_1c_1d_1e_1}$ и $\mathbf{a_2b_2}$, причем из каждой группы производится случайная выборка изделий, то вероятность совместной выборки изделий $\mathbf{a_1}$ и $\mathbf{a_2}$ составит 1/5x1/2=1/10 . Этому примеру можно дать и такую интерпретацию. Если дефектными изделиями являются только изделия $\mathbf{a_1}$ и $\mathbf{a_2}$, то вероятность, что оба изделия в осуществленной таким образом выборке из двух изделий будут дефектными, равна 1/10.

Аналогично этому, вероятность совместного появления нескольких независимых событий равна произведению вероятностей каждого из этих событий:

$$P(A_1A_2\ldots A_n)=P(A_1)P(A_2)\ldots P(A_n).$$

Рассмотрим теперь случай, когда приходится иметь дело с условными вероятностями. Предположим, что речь идет о партии из шести перчаток, в которой содержится 3 перчатки на правую руку и 3 перчатки на левую. Из этой партии мы случайным образом выбираем 2 перчатки, и нас интересует, какова вероятность выборки двух парных перчаток (одной перчатки на правую руку и одной - на левую).

Вероятность выбора правой перчатки при первом выборе равна 3/6. После выбора этой перчатки вероятность выбора левой перчатки 3/5. Следовательно, вероятность выбора сначала правой, а потом левой перчатки равна 3/6x3/5=9/30. Аналогично этому вероятность выбора вначале левой перчатки равна 3/6, а за ней правой – 3/5. Вероятность выбора этой пары равна 9/30. А вероятность выбора пары вообще равна

$$9/30+9/30=18/30$$

Теперь можно сформулировать теорему умножения вероятностей. Вероятность совместного появления двух событий равна безусловной вероятности первого события, умноженной на условную вероятность второго события. В символической форме это можно записать следующим образом:

$$P(AB)=P(A)P(B/A)=P(B)P(A/B).$$

1.5. Формула полной вероятности и формула Байеса

Пример. Штамповочный цех отправил в ОТК два контейнера штампованных деталей. Первый контейнер содержит 20000 деталей, 5%

которых являются браком. Второй контейнер содержит 10000 деталей с 1% брака. Детали из обоих контейнеров были перемешаны, после чего контролер берет наудачу из общей партии одну штампованную деталь. Какова вероятность того, что деталь будет бракованной? Для расчета вероятности введем следующие обозначения: событие А - выбор исходной детали; событие B_1- выбор из общей партии детали, которая раньше находилась в первом контейнере, B_2 - во втором контейнере. Вероятность выбора бракованной детали из первого контейнера- $P(A/B_1)$= 0,05; из второго- $P(A/B_2)$=0,01.

Вероятность $P(B_1)$= 2000/3000= 2/3; $P(B_2)$= 1/3. Теперь можно подсчитать: P(A)= 2/3x0,005+1/3x0,01=0,037.

Сформулируем следующую теорему:

Вероятность события А, которое может наступить лишь при условии появления одного из несовместных событий $B_1, B_2, \ldots, B_n$, образующих полную группу, равна сумме вероятностей каждого из этих событий на соответствующую условную вероятность события А:

$P(A) = \sum_i P(B_i)P(A/B_i)$-формула полной вероятности.

Следствием теоремы умножения и формулы полной вероятности является формула Байеса.

Пусть событие **А** может наступить при условии появления одного из несовместных событий $B_1, B_2, \ldots, B_n$, образующих полную группу. Поскольку заранее неизвестно, какие из этих событий наступят, их называют **гипотезами.** Вероятность появления события определится по формуле полной вероятности:

$$P(A) = \sum_i P(B_i)P(A/B_i).$$

Допустим, что произведено испытание, в результате которого появилось событие **А**. Поставим своей задачей определить: как изменились (в связи с тем, что появилось событие **А**) вероятности гипотез, т.е. найти $P(B_1/A)$, $P(B_2/A)$ и так далее.

Найдем сначала $P(B_1)$. По теореме умножения вероятностей

$P(AB_1) = P(A)P(B_1) = P(B_1)P(A/B_1)$; $P(B_1/A) = P(B_1)P(A/B_1)/P(A)$,

но $P(A) = \sum_i P(B_i)P(A/B_i)$. Окончательно запишем:

$P(B_1/A) = P(B_1)P(A/B_1)/\sum_i P(B_i)P(A/B_i)$, а в общем виде формула примет вид:

$$P(B_i/A)= P(B_i)P(A/B_i)/ \sum_i P(B_i)P(A/B_i) \text{ -- - формула Байеса.}$$

Пример. На предприятии имеется 3 станка одного типа. Один из них дает 20% продукции, второй - 30%, третий - 50%. При этом первый станок дает 5% брака, второй - 4%, третий - 2%. Найти вероятность того, что случайно отобранное бракованное изделие выпущено первым станком.

Пусть событие B_i обозначает принадлежность изделия i- му станку (i=1, 2, 3). Тогда $P(B_1)$ =20/100 = 0,2; $P(B_2)$ = 0,3; $P(B_3)$ = 0,5. Соответственно $P(A/B_1)$ = 0, 05; $P(A/B_2)$ = 0,04; $P(A/B_3)$ = 0, 02. Подставив данные в формулу Байеса, получим

$P(B_1/A) = 0,2x0,05/0,2x0,5+0,3x0,04+0,5x0,02 = 0,031$

1.6. Частная теорема о повторении опытов

При практическом применении теории вероятностей часто приходится встречаться с задачами, в которых один и тот же опыт или аналогичные опыты повторяются неоднократно. В результате каждого опыта может появиться или не появиться некоторое событие А, причем нас интересует не результат каждого отдельного опыта, а общее число появлений события А в результате серии опытов, причем опыты могут быть независимыми или зависимыми. Мы будем рассматривать случай только независимых опытов.

Несколько опытов называются независимыми, если вероятность того или иного исхода каждого из опытов не зависит от того, какие исходы имели другие опыты.

Независимые опыты могут производиться в одинаковых или в различных условиях. Будем рассматривать только одинаковые условия.

Рассмотрим следующий *пример*: производится 3 независимых выстрела по мишени, вероятность попадания в которую при каждом выстреле равна р. Найти вероятность того, что в мишени будет ровно 2 пули. Это событие может произойти тремя способами:

1) –1+2+ 3 (промах, попадание, попадание);
2) +1- 2+ 3 (попадание, промах, попадание);
3) +1+ 2- 3 (попадание, попадание, промах).

$$A = A_1 A_2 A_3 + A_1 A_2 A_3 + A_1 A_2 A_3$$

В общем случае, если производится n независимых опытов, в каждом из которых событие А появляется с вероятностью р, то вероятность того, что событие А появится ровно m раз, выражается формулой

$$P_{m,n} = C_n^m p^m (1-p)^{n-m}, \ (C_n^m = n!/(n-m)!m!)$$

Это распределение называется биномиальным, так как вероятности $P_{m,n}$ по форме представляют собой члены разложения бинома $(q+p)^n$.

Пример. Из партии изготовленных автоматом втулок наудачу отбираются 100 деталей, у которых контролируется диаметр. Втулка дефектна, если ее размер не укладывается в заданное поле допуска. Пусть известно по опыту, что средний процент брака для втулок данного вида составляет 3%. Какова вероятность того, что среди 100 втулок будет точно 3 дефектных?

Запишем сокращенно: р = 0,03; q = 1-p = 0,97; n = 100; $P_{(x=3)}$-?
$P_{(X=3)} = 100!\ 0,03^3\ 0,97^{100-3} / 97!\ 3!$

Пример. Завод изготавливает изделия, каждое из которых с вероятностью **r** (независимо от других) оказывается дефектным. При осмотре дефект, если он имеется, обнаруживается с вероятностью **р**. Для контроля продукции завода отбирается **n** изделий. Найти вероятность события **А** - обнаружить среди **n** изделий ровно в двух деталях дефект:

$$P(A) = C_n^2 (pr)^2 (1-pr)^{n-2},$$ где pr – вероятность обнаружить дефект.

Практическое занятие № 2.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАКОНАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

ЧАСТЬ 1

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Основные сведения о законах распределения случайных величин

Случайные величины и их законы распределения.

Одним из важнейших основных понятий теории вероятностей является понятие о случайной величине.

Случайной величиной называется величина, которая в результате опыта может принять то или иное значение, причем неизвестно заранее, какое именно.

Случайные величины подразделяются на дискретные и непрерывные.

Случайная величина называется **дискретной**, если между любыми двумя ее значениями заключено конечное число других допустимых значений. Например, количество бракованных деталей в партии, количество слушателей в аудитории.

Случайная величина называется **непрерывной**, если между любыми двумя ее значениями заключено бесконечное множество значений (размер детали, например).

Условимся в дальнейшем случайные величины обозначать большими буквами, а их возможные значения - соответствующими малыми буквами. Например, **X**- количество брака в партии, **x**- конкретное значение числа деталей в партии. Рассмотрим случай **дискретной случайной величины X** (д. с. в. **X**) с возможными значениями $\mathbf{x_1, x_2,\dots, x_n}$. Каждое из этих значений возможно, но не достоверно. Величина **X** может принять каждое из них с некоторой вероятностью. В результате опыта величина **X** примет одно из этих значений, т.е. произойдет одно из полной группы несовместных событий: $\mathbf{X = x_1, X = x_2,\dots, X = x_n}$. Обозначим вероятности этих событий буквами **p** с соответствующими индексами: $\mathbf{P(X = x_1) = p_1, P(X = x_2) = p_2,\dots, P(X = x_n) = p_n}$.

Так как несовместные события образуют полную группу событий, то сумма вероятностей этих событий равна единице:

$$\sum_i p_i = 1.$$

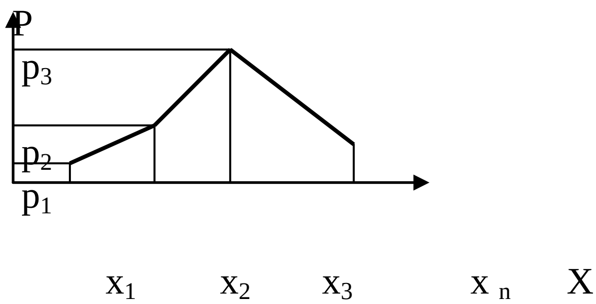
Эта суммарная вероятность каким-то образом распределена между отдельными значениями. Случайная величина будет полностью определена с вероятностной точки зрения, если мы зададим ее распределение, т.е. в точности укажем, какой вероятностью обладает каждое из событий. Этим мы установили так называемый закон распределения.

Законом распределения случайной величины называется всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями.

Простейшей формой задания закона является таблица, в которой перечислены всевозможные значения случайной величины и соответствующие им вероятности.

x_i	x_1	x_2	...	x_n
p_i	p_1	p_2	...	p_n

Такую таблицу будем называть **рядом распределения случайной величины.** Чтобы придать ряду распределения более наглядный вид, часто прибегают к его графическому изображению: на оси абсцисс откладываются возможные значения случайной величины, а на оси ординат - вероятности этих значений. Для наглядности полученные точки соединяются отрезками прямых. Такая фигура называется многоугольником распределения.



Многоугольник распределения так же как и ряд распределения полностью характеризует случайную величину.

Рассмотрим следующий пример. Производится один опыт, в котором может появиться или не появиться событие **A.** Вероятность события **A** равна 0,3. Рассматривается с.в. **X** - число появлений события **A** в данном опыте (т.е. величина **X** может принять значения 1, если событие появится и 0 - если не появится.

Ряд распределения примет вид :

x_i	0	1
p_i	0,7	0,3

Пример. Вероятность появления события А в одном опыте равна р . Производится ряд независимых опытов, которые продолжаются до первого появления события А , после чего опыты прекращаются. С. в. Х- число произведенных опытов. Построить ряд распределения величины.

Решение. Возможные значения величины Х : 1, 2, 3 (теоретически они ничем не ограничены). Для того чтобы величина Х приняла значение 1, необходимо: чтобы событие А произошло в первом же опыте. Вероятность этого события равна р . Для того чтобы величина Х приняла значение 2 нужно, чтобы в первом опыте событие не появилось, а во втором - появилось, вероятность этого события – pq (q = 1-p) и т.д. Ряд распределения величины Х будет иметь вид:

x_i	1	2	3	…	i
p_i	p	pq	pq^2	…	pq^{i-1}

2.2. Функция распределения.

В предыдущем разделе мы ввели в рассмотрение ряд распределения как исчерпывающую характеристику случайной величины. Однако эта характеристика не является универсальной. Она существует только для д.с.в. Нетрудно убедиться, что для непрерывной случайной величины (н.с.в.) такую характеристику построить нельзя, так как составить таблицу, в которой были бы перечислены все возможные значения непрерывной случайной величины, невозможно. Следовательно, для н.с.в. не существует ряда распределения в том смысле, в котором он существует для д.с.в. Однако различные области возможных значений случайной величины все же не являются одинаково вероятными, и для н.с.в. существует « распределение вероятностей », хотя и не в том смысле, как для д.с.в.

Для количественной оценки этого распределения вероятностей удобно пользоваться не вероятностью события **Х = х,** а вероятностью события **Х < х,** где **х-** некоторая текущая переменная. Вероятность этого события есть некоторая **функция** от **Х.** Эта функция называется **функцией распределения** случайной величины **Х** и обозначается **F (x): F (x) = P (X < x).**

Функцию распределения F (x) иногда называют интегральной функцией распределения или интегральным законом распределения.

Функция распределения F (x) - универсальная характеристика случайной величины. Она существует как для н.с.в., так и для д.с.в. Функция распределения полностью характеризует случайную величину с вероятностной точки зрения, т.е. является одной из форм закона распределения.

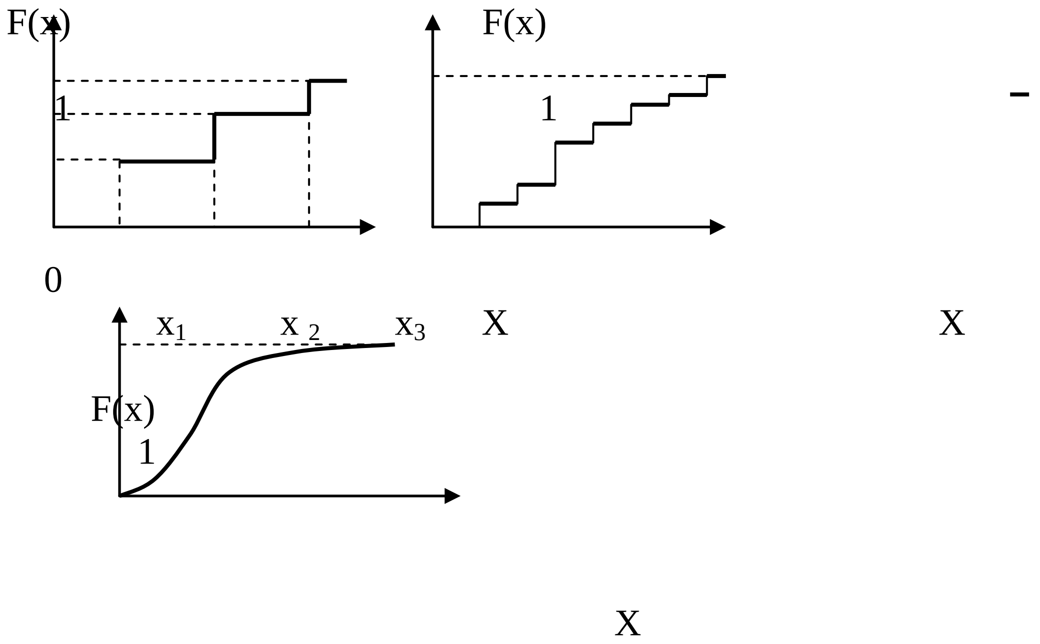
Сформулируем **общие свойства** функции распределения.

1. Функция распределения F (x) есть неубывающая функция своего аргумента, т. е. при $x_2 > x_1$ $F(x_2) \geq F(x_1)$.

2. На минус бесконечности функция распределения равна нулю: $F(-\infty) = 0$.

3. На плюс бесконечности функция распределения равна единице: $F(+\infty)=1$.

Функция распределения любой д.с.в. всегда есть разрывная ступенчатая функция, скачки которой происходят в точках соответствующих возможным значениям с.в. и равны вероятностям этих значений.



Сумма всех скачков функции F (x) равна единице. По мере увеличения числа возможных значений случайной величины и уменьшения интервалов между ними число скачков становится больше, а сами скачки – меньше; ступенчатая кривая становиться более плавной; случайная величина постепенно приближается к непрерывной величине, а ее функция распределения- к непрерывной функции.

2.3. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок.

При решении практических задач, связанных со с.в., часто оказывается необходимым вычислять вероятность того, что с.в. примет значение, заключенное в некоторых пределах, например, от α до β. Это событие мы будем называть попаданием с.в. на участок от α до β. Условимся для определенности левый конец α включать в участок (α, β), а правый не включать. Тогда попадание с.в. X на участок (α, β) равносильно выполнению неравенства

$$\alpha \le \mathbf{X} < \beta .$$

Выразим вероятность этого события через функцию распределения величины X. Для этого рассмотрим 3 события:

событие A, состоящее в том, что X< β;

событие B, состоящее в том, что $X < \alpha$;

событие C, состоящее в том, что $\alpha \le X < \beta$.

Учитывая, что A = B + C, по теореме сложения вероятностей имеем

$$P(X < \beta) = P(X < \alpha) + P(\alpha \le \beta); \text{ или}$$

$$F(\beta) = F(\alpha) + P(\alpha \le X < \beta); \text{ откуда}$$

$$P(\alpha \le X < \beta) = F(\beta) - F(\alpha),$$

т.е. **вероятность попадания случайной величины на заданный участок равна приращению функции распределения на этом участке.**

Следствие из этого вывода: **вероятность любого отдельного значения н.с.в. равна нулю, т.е. при $\beta \to \alpha$ P(X) = 0.**

2.4. Плотность распределения

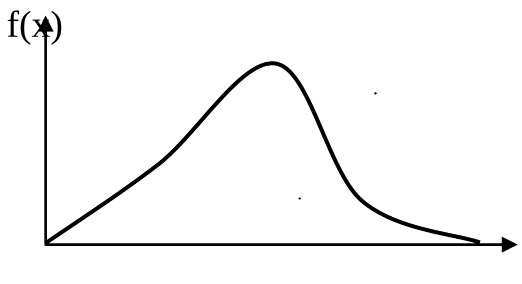
Пусть имеется непрерывная величина X с функцией распределения F (x), которую мы предположим непрерывной и дифференцируемой. Вычислим вероятность попадания этой случайной величины на участок от x до $x + \Delta x$:

$$P(x < X < x + \Delta x <) = F(x + \Delta x) - F(x),$$

т.е. приращение функции распределения на этом участке. Рассмотрим отношение этой вероятности к длине участка, т.е. среднюю вероятность, приходящуюся на единицу длины на этом участке и будем приближать Δx к нулю. В пределе получим производную от функции распределения:

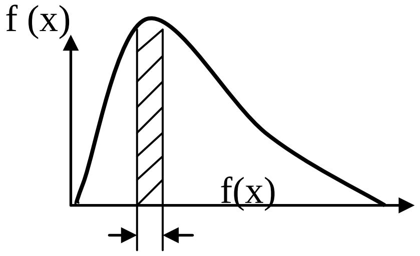
$$\lim_{\Delta x \to 0} F(x + \Delta x) - F(x)/\Delta x = F'(x) = f(x)$$

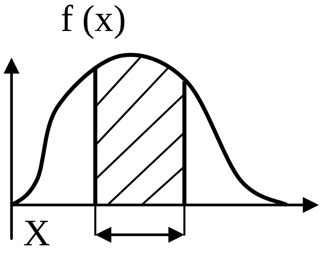
Функция f (x) - производная функции распределения - характеризует как бы плотность, с которой распределяются значения случайной величины в данной точке. Эта функция называется плотностью распределения (иначе "плотностью вероятности") непрерывной случайной величины X. Иногда функцию f (x) называют также дифференциальной функцией распределения или дифференциальным законом распределения величины X. Кривая, изображающая плотность распределения случайной величины, называется кривой распределения. Плотность распределения, также как и функция распределения, есть одна из форм закона распределения. В противоположность функции распределения эта форма не является универсальной, она существует только для н.с.в.



X

Рассмотрим непрерывную случайную величину с плотностью распределения и элементарный участок dx, примыкающий к точке x. Вероятность попадания случайной величины X на этот участок равна f(x)d(x**). Величина f(x)dx называется элементом вероятности.** Геометрически это есть площадь элементарного прямоугольника, опирающегося на отрезок *dx* (Рис. 1).





X

dx α β

Рис.1 Рис.2

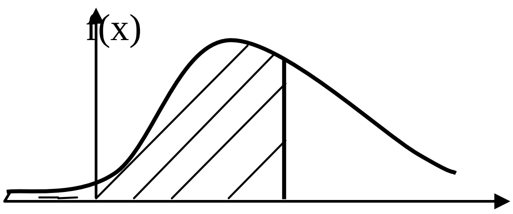
Выразим вероятность попадания величины X на отрезок от α до β (Рис. 2) через плотность распределения. Очевидно, она равна сумме элементов вероятности на всем этом участке, т.е. интегралу:

$$P(\alpha < X < \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x)dx$$

Геометрически вероятность попадания величины X на участок (α , β) равна площади кривой распределения, опирающейся на этот участок. Если выразить функцию распределения через плотность, то:

$$F(x) = P(-\infty < X < x) = \int_{-\infty}^{x} f(x)dx.$$

Геометрически F(x) есть площадь кривой распределения, лежащая левее точки x.



x X

Укажем основные свойства плотности распределения:

1. Плотность распределения есть неотрицательная функция: $f(x) \geq 0$. Это свойство вытекает непосредственно из того, что функция распределения есть неубывающая функция.

2. Интеграл в бесконечных пределах от плотности распределения равен единице: $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$, так как $F(\infty) = 1$.

Геометрически это означает, что площадь, ограниченная кривой распределения и осью абсцисс, равна единице.

Пример. Случайная величина X распределена по закону "прямоугольного треугольника" в интервале (0,a). Необходимо:

а) написать выражение плотности распределения;

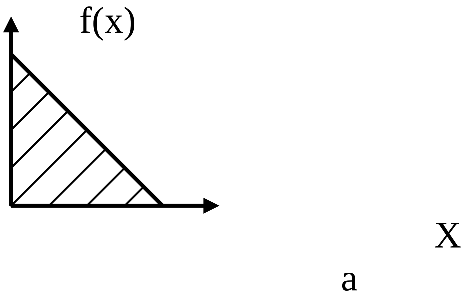
б) найти функцию распределения F(x);

в) найти вероятность попадания случайной величины X на участке от a/2 до a.

Решение. Используем свойства линейной функции у = кх + в: к = -2/аа (площадь треугольника S = a/2, y = 2/a) ; к= $-2/a^2$;

$f(x) = 2/a\times(1-x/a)$

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0; \\ 2/a\times(1-x/a) & \text{при } 0\le x\le a; \\ 0 & \text{при } x > 0. \end{cases}$$



$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} 2/a\times(1-x/a)dx = 2/a\times x - x^2/a^2 = x/a\times(2-x/a)\Big|_{a/2}^{a};$$

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0; \\ x/a\times(2-x/a) & \text{при } 0 < x < a; \\ 1 & \text{при } x > a; \end{cases}$$

F(a) – F(a/2) =1 – 3/4 = 1/4.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАКОНАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

ЧАСТЬ 2

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.
2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:
   - составить план блока;
   - составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;
2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Основные сведения о законах распределения случайных величин (часть 2)

Числовые характеристики случайной величины

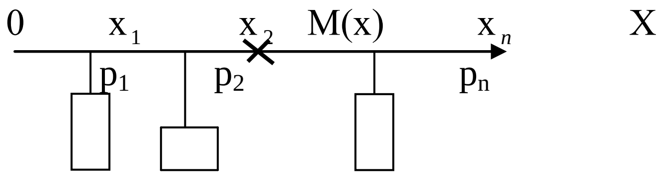
Каждый закон распределения представляет собой некоторую функцию, и указание этой функции полностью описывает случайную величину с вероятностной точки зрения. Однако, во многих вопросах практики нет необходимости характеризовать случайную величину полностью, исчерпывающим образом. Часто достаточно бывает указать только отдельные числовые параметры до некоторой степени характеризующие существенные черты распределения случайной величины. Такие **характеристики, назначение которых - выразить в сжатой форме наиболее существенные особенности распределения, называются числовыми характеристиками случайной величины.**

Среди числовых характеристик случайной величины нужно прежде всего отметить те, которые характеризуют положение случайной величины на числовой оси, т.е. указывают некоторое среднее, ориентировочное значение, около которого группируются все возможные значения случайной величины.

Из характеристик положения важнейшую роль в теории вероятностей играет математическое ожидание случайной величины, которое иногда называют теоретическим средним значением.

Рассмотрим д.с.в. X, имеющую возможные значения $x_1, x_2, \dots, x_n$ с вероятностями $p_1, p_2, \dots, p_n$.

Математическим ожиданием случайной величины называется сумма произведений всех возможных значений случайной величины на вероятности этих значений. Если рассматривать $x_1, x_2, \dots, x_n$ как координаты точек, лежащих вдоль некоторого стержня, а $p_1, p_2, \dots, p_n$ - как веса грузов, подвешенных в этих точках, то M(x) будет совпадать с координатой центра тяжести образовавшейся системы.



Пример. Определить математическое ожидание выпадаемого числа очков при бросании игральной кости.
Решение. Составим ряд распределения.

x_i	1	2	3	4	5	6
p_i	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6

$$M(x) = 1/6(1+2+3+4+5+6) = 3{,}5.$$

Для н.с.в. математическое ожидание выражается не суммой, а интегралом:

$$M(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)d(x)$$

Пример. Случайная величина подчинена закону распределения, плотность которого:

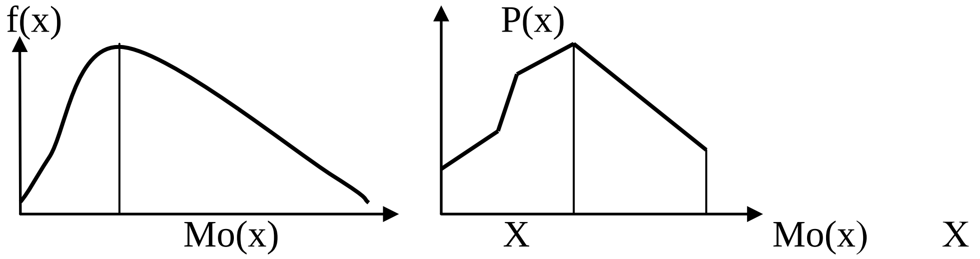
$$f(x) = \begin{cases} 2x & \text{при } 0 < x < 1; \\ 0 & \text{при } x < 0;\ x > 1; \end{cases}$$

Математическое ожидание случайной величины X:

$$M(x) = \int_0^1 xf(x)dx = \int_0^1 2x^2dx = 2/3$$

Кроме математического ожидания на практике иногда применяются и другие характеристики положения, в частности, мода и медиана случайной величины.

Модой случайной величины называется ее наиболее вероятное значение для д.с.в., и наибольшая плотность вероятности для н.с.в.



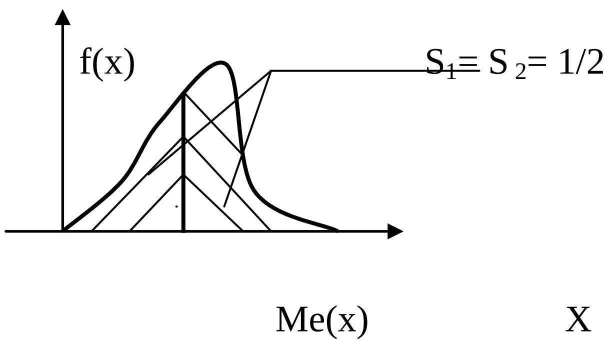
Если многоугольник распределения (кривая распределения) имеет больше одного максимума, распределение называется "полимодальным". Иногда встречаются распределения, обладающие посредине не максимумом, а минимумом. Такие распределения называют "антимодальными". В общем случае мода и математическое ожидание не совпадают.

Часто применяется и еще одна характеристика положения - так называемая медиана случайной величины. Этой характеристикой обычно пользуются для н.с.в., хотя формально ее можно определить и для д.с.в.

Медианой случайной величины X называется такое ее значение Ме(х), удовлетворяющее условию: интеграл плотности вероятностей (сумма вероятностей) значений х, меньших Ме(х) равен интегралу плотности вероятностей (сумме вероятностей) значений х, больших Ме(х) , т.е. для н.с.в.:

$$\int_{-\infty}^{Me(x)} f(x)dx = \int_{Me(x)}^{\infty} f(x)dx = 1/2.$$

Геометрически медиана - это абсцисса точки, в которой площадь, ограниченная кривой распределения, делится пополам.



M(x), Mo(x), Me(x) - это характеристики положения.

Кроме характеристик положения - средних, типичных значений случайной величины, существуют еще характеристики рассеивания.

Основной числовой характеристикой рассеивания одномерной случайной величины X является дисперсия D(x).

Дисперсия – это сумма произведений квадратов отклонений случайной величины X от ее математического ожидания на соответствующие вероятности.

Для д.с.в.: $D(x) = \sum_i [x_i - M(x)]^2 p(x_i) = \sum_i x_i^2 p(x_i) - [M(x)]^2$;

для н.с.в.: $D(x) = \int_{-\infty}^{\infty} [x_i - M(x)]^2 f(x)dx = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x)d(x) - [M(x)]^2$.

Весьма часто вместо дисперсии пользуются другой характеристикой, непосредственно с ней связанной, а именно, теоретическим средним квадратическим отклонением (или стандартным отклонением) σ_x :

$$\sigma_x = \sqrt{D(x)};$$

Удобство пользования средним квадратическим отклонением в качестве меры рассеивания вместо D(x) заключается в том, что оно выражается в тех же единицах измерения, что и сама величина X, тогда как дисперсия выражается в квадратах соответствующей единицы измерения.

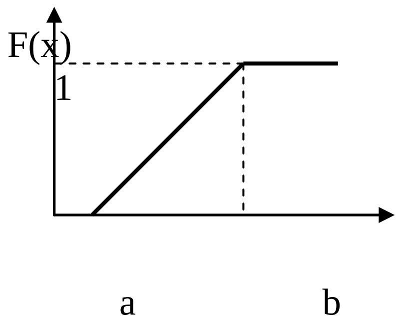
Пример. Вычислить дисперсию D(x) и среднее квадратическое отклонение σ_x по следующим данным:

X_i	X_i^2	$P(x_i)$	$X_iP(x_i)$	$X_i^2 P(x_i)$
0	**0**	**1/32**	**0**	**0**

1	**1**	**5/32**	**5/32**	**5/32**
2	**4**	**10/32**	**20/32**	**40/32**
3	**9**	**10/32**	**30/32**	**90/32**
4	**16**	**5/32**	**20/32**	**80/32**
5	**25**	**1/32**	**5/32**	**25/32**
	$\sum$	**1**	**2,5**	**240/32**

$$\mathbf{D(x) = 240/32 - 2{,}5^2 = 1{,}25;\quad \sigma(x) = \sqrt{2{,}5} = 1{,}12.}$$

Пример. Функция распределения случайной величины X задана графиком. Найти M(x) и D(x).



Составим уравнение:

$$(x_2 - x_1)/(x_2 - x_1) = (y - y_1/(y_2 - y_1);$$

$$(x - a) /(b - a) = y ;$$

$$F(x)=\begin{cases} 0 & \text{при } x < a; \\ (x - a)/ (b - a) & \text{при } a < x \le b; \\ 1 & \text{при } x > b; \end{cases}$$

$f(x) = F^I (x) = 1/(b - a)$; $M(x) = \int_a^b [x/(b - a)]\,dx = x^2/2(b - a)\Big|_a^b = (b + a)/2$; $D(x) =$

$\int_a^b [x^2/(b - a)]dx - [(b + a)/2]^2 = x^3/3(b - a)\Big|_a^b =$

$= [(b^3 - a^3)/3(b - a)] - (a + b)^2/4 = (a - b)^2/4.$

Пример. Выражение плотности распределения имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} 2x & \text{при } 0 < x < 1; \\ 0 & \text{при } x < 0,\ x > a; \end{cases}$$

Найти дисперсию.

$D(x) = \int_0^1 x^2 f(x)dx - [M(x)]^2$, $M(x) = 2/3$ (см. пример на стр.)

$D(x) = 2x^4\Big|_0^1 - [2/3]^2 = (1/2) - (2/3)^2 = 1/18.$

Пример. Найти математическое ожидание и дисперсию для случайной величины, подчиняющейся закону распределения Пуассона :

$P(m) = (a^m/m!)e^a$, $m = 0, 1, \ldots$,

a – некоторая положительная величина, называемая параметром Пуассона.

$M(x) = \sum_{m=0}^{\infty} mP(m) = \sum_{m=0}^{\infty} (ma^m/m!)e^{-a},$

при m = 1 первый член суммы равен единице.

$$M(x) = \sum_{m=1}^{\infty} (ma^m/m!)e^{-a} = a\, e^{-a}\sum_{1}^{\infty} a^{m-1}/(m-1)! = a\, e^{-a}e^{a} = a,$$

$$D(x) = \sum_{1}^{\infty} [(m^2a^m)/m!]e^{-a} - a^2,\ D(x) = a \sum_{1}^{\infty} [ma^{m-1}/(m-1)!]e^{-a} - a^2,$$

$$D(x) = a\sum_{1}^{\infty} \{[(m-1) + 1]a^{m-1}/(m-1)!\}e^{-a} - a^2 = aa + a - a^2.$$

Таким образом, дисперсия случайной величины, распределенной по закону Пуассона, равна ее математическому ожиданию.

2.6 Понятие о моментах случайной величины.

Кроме перечисленных ранее параметров случайной величины в теории вероятностей используется ещё ряд характеристик, каждая из которых описывает то или иное свойство распределения. В качестве таких характеристик чаще всего применяют так называемые **моменты**.

Понятие момента широко применяется в механике для описания распределения масс (статические моменты, моменты инерции и т.д.). Совершенно теми же приёмами пользуются в теории вероятностей для описания основных свойств распределения случайной величины. Чаще всего применяются на практике моменты двух видов: начальные и центральные.

Начальным моментом s-го порядка д.с.в. X называется сумма вида:

$$\alpha_s[X] = \sum_{i=1}^{n} x_i^s p_i.$$

Для н.с.в. X начальным моментом s- го порядка называется интеграл

$$\alpha_s[X] = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x)dx.$$

Нетрудно убедиться, что основная характеристика положения- **математическое ожидание**- представляет собой не что иное, как **первый начальный момент** случайной величины X.

Пользуясь знаком математического ожидания, можно написать общую формулу начального момента s-го порядка, справедливую как для д.с.в., так и для н.с.в:

$$\alpha_s[X] = M[X^s],$$

Иначе говоря, начальным моментом s-го порядка случайной величины X называется математическое ожидание s- ой степени этой случайной величины.

Введем новое понятие «центрированной случайной величины».

Пусть имеется случайная величина X с математическим ожиданием m_x (такое обозначение математического ожидания часто используется наряду с M(X)).

Центрированной случайной величиной, соответствующей величине X, называется отклонение случайной величины X от ее математического ожидания:

$$\overset{o}{X} = X - m_x$$

Нетрудно убедиться, что математическое ожидание центрированной случайной величины равно нулю, так как:

$$M[\overset{o}{X}] = M[X - m_x] = \sum_{i=1}^{n} (x_i - m_x)p_i = \sum_{i=1}^{n} x_i p_i - m_x \sum_{i=1}^{n} p_i = =m_x - m_x = 0.$$

Аналогично и для н.с.в.

Моменты центрированной случайной величины носят название центральных моментов.

Таким образом, **центральным моментом порядка s случайной величины X называется математическое ожидание s- ой степени соответствующей центрированной случайной величины**:

$$\mu_s[X] = M[\overset{o}{X}{}^s] = M[(X - m_x)^s] .$$

Для д.с.в. s-й центральный момент выражается суммой

$$\mu_s = \sum_{i=1}^{n} (x_i - m_x)^2 p_i,$$

а для н.с.в. – интегралом

$$\mu_s = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^s f(x)dx.$$

Несложно заметить, что формула второго центрального момента идентична формуле дисперсии случайной величины.

2.7. Основные свойства математического ожидания и дисперсии

Свойства математического ожидания:

1. Математическое ожидание постоянной величины есть сама постоянная: **M(C) = C.**

2. Математическое ожидание произведения постоянной величины на случайную величину равно произведению постоянной величины на математическое ожидание случайной величины:

$$\mathbf{M(Cx) = cM(x).}$$

3. Математическое ожидание суммы нескольких случайных величин равно сумме математических ожиданий этих величин:

$$\mathbf{M\sum x_i = \sum M(x_i).}$$

4. Математическое ожидание суммы постоянной и случайной величины равно сумме постоянной величины и математического ожидания случайной величины:

$$\mathbf{M(C + x) = C + M\ (x).}$$

5. Математическое ожидание произведения независимых случайных величин равно произведению их математических ожиданий:

$$\mathbf{M(xy) = M(x)M(y).}$$

Свойства дисперсии случайной величины:

1. Дисперсия постоянной величины равна нулю:

$$\mathbf{D(C) = 0.}$$

2. Дисперсия произведения постоянной величины на случайную величину равна произведению квадрата постоянной величины на дисперсию случайной величины:

$$\mathbf{D(Cx) = C^2D(x).}$$

3. Дисперсия суммы постоянной и случайной величины равна дисперсии случайной величины:

$$\mathbf{D(C + x) = D(x).}$$

4. Дисперсия суммы нескольких независимых случайных величин равна сумме дисперсий этих величин:

$$\mathbf{D\sum x_i = \sum D(x_i).}$$

Практическое занятие № 3

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Часть 1

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Основные законы распределения

Рассмотрим законы распределения одномерных случайных величин, которые наиболее часто встречаются в технических приложениях, и кратко укажем некоторые условия их применения.

3.1.Гипергеометрическое распределение.

Гипергеометрическое распределение является одним из основных распределений в теории статистического контроля качества.

Рассмотрим следующий пример. Имеется партия объема **N** деталей, в которой **D** деталей – дефектные. Из партии случайным образом отбирается **n** деталей. Какова вероятность, что среди них окажется ровно **d** дефектных деталей.

Решение. Общее число возможных исходов равно числу способов, которыми можно извлечь **n** деталей из **N** деталей, т.е. C_N^n - числу сочетаний из **N** элементов по **n.** Подсчитаем число исходов, благоприятствующих интересующему нас событию (среди **n** деталей ровно **d** дефектных): **d** дефектных деталей можно взять из **D** дефектных деталей C_D^d способами; при этом остальные

n – d деталей должны быть годными; взять **n – d** годных деталей из **N – D** годных можно C_{N-D}^{n-d} способами. Следовательно, число благоприятствующих исходов равно $C_D^d C_{N-D}^{n-d}$. Искомая вероятность равна отношению числа исходов, благоприятствующих событию, к общему числу исходов:

$$P(N,n,D,d) = C_D^d C_{N-D}^{n-d} / C_N^n .$$

Полученная формула представляет собой **закон гипергеометрического распределения.**

Математическое ожидание и дисперсия случайной величины, распределенной по этому закону, соответственно равны:

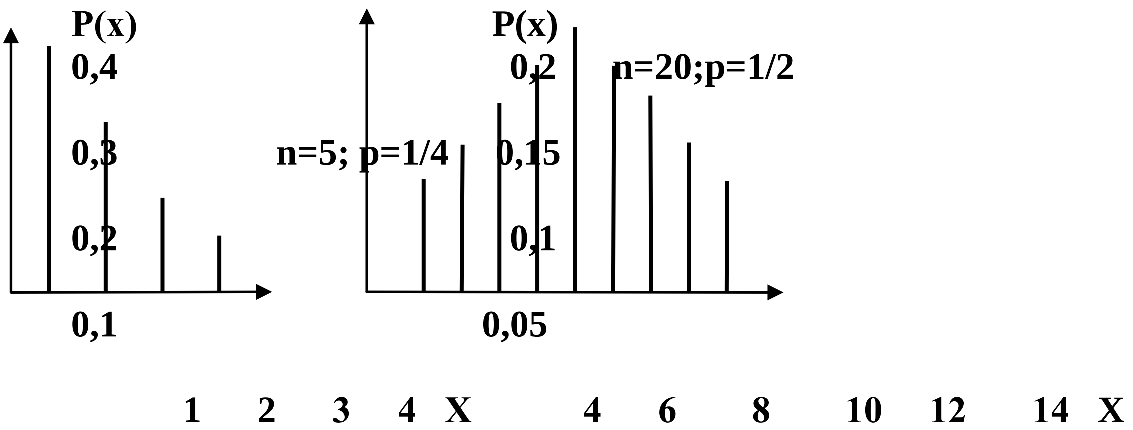
M(x) = np , где p = D/N; D(x) = np(1 – p) (N – n)/N – 1;

3.2.Закон биномиального распределения.

Если производится n независимых опытов, в каждом из которых событие **А** появляется с вероятностью **р**, то вероятность того, что событие **А** появится **m** раз, выражается формулой:

$$P(n,x) = C_n^x p^x (1 - p)^{n-x};$$

Биномиальное распределение нашло свое применение при расчете планов статистического контроля вместо гипергеометрического распределения в тех случаях, когда объем партий велик, а объем выборки $n \le 0{,}1N$.



Определяется двумя параметрами **n** и **p**: **n –** целое положительное число; **p** – любое значение между **0** и **1**. При **p =1/2 –** закон распределения симметричный, при **p≠1/2** – несимметричный. Причем несимметричность становится менее резко выраженной при увеличении **n** и при приближении **p** к **1/2.**

Математическое ожидание и дисперсия биномиального распределения соответственно равны:

$$M(x) = np; D(X) = np(1 - p).$$

Пример. На участке имеется несколько одинаковых станков, коэффициент использования которых по времени составляет 0,8. Какова вероятность того, что в середине смены при нормальном ходе производства из пяти таких станков будет работать только 2, а 3 - не работать?

Решение может быть получено расчетом по формуле с параметрами:

$n = 5$; $x = 2$, $p = 0{,}8$: $P(5; 0{,}8) = C_5^2\, 0{,}8^2 0{,}2^3$;

Пример. В партии имеется брак, доля которого составляет 0,1. Производится последовательное извлечение 10 деталей. После каждого извлечения и обследования детали она вновь возвращается в партию, которая затем тщательно перемешивается, т.е. испытания носят независимый характер. Какова вероятность того, что при извлечении по такой схеме 10 деталей, среди них появится одна бракованная?

Непосредственная подстановка данных в формулу биномиального распределения с параметрами $n = 10$; $x = 1$; $p = 0{,}1$ позволяет получить следующие результаты:

$$P(10;1) = C_{10}^{1}\,0{,}9^{9}0{,}1^{1} = 0{,}387.$$

3.3. Закон Пуассона (закон редких событий).

Применяется в тех же случаях, что и закон биномиального распределения при $n \le 0{,}1N$; $p \le 0{,}1$; $np \ge 4$.

Формула закона:

$$P(n,x) = (a^{x}/x!)e^{-a}, \text{ где } a = np = M(x) = D(x).$$

Пример. В партии имеется 1% брака. Какова вероятность, что при взятии выборки объемом n = 50, в ней будет 4 дефектных детали.

*Решение***.** Согласно формуле закона Пуассона при n = 50, x = 4; p = 0,01 $P(50;4) = [(50\times 0{,}01)^{4}/4!]e^{-50x0{,}01} = 0{,}001$.

3.4. Закон нормального распределения (Гаусса).

Закон нормального распределения находит большое применение в различных отраслях производства. Этому закону подчиняются многие непрерывные случайные величины, встречающиеся в технике, например, ошибки измерения, высота микронеровностей на обработанной поверхности, погрешности изготовления деталей по различным параметрам и многие другие. Широкое применение закона Гаусса в технологии машиностроения находит свое теоретическое обоснование в теореме, которая была доказана выдающимся русским математиком А.М. Ляпуновым. Теорема, доказанная Ляпуновым, имеет настолько важное значение, что получила название центральной предельной теоремы теории вероятностей. Она объясняет, почему во многих случаях реальные случайные величины с большой точностью следуют закону нормального распределения.

Опуская строгую математическую формулировку теоремы Ляпунова и ее доказательства, ограничимся лишь описанием следствия из этой теоремы, которая заключается в следующем.

Если случайная величина **X** представляет собой сумму очень большого числа взаимно независимых случайных величин $\mathbf{x_1, x_2, \dots, x_n}$, влияние каждой из которых на всю сумму ничтожно мало,

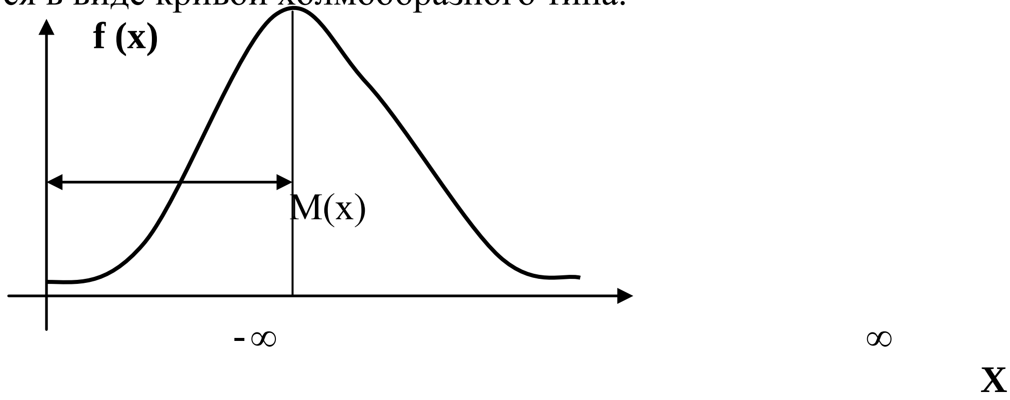
то независимо от того, каким законам распределения подчиняются слагаемые $\mathbf{x_1, x_2, \dots, x_n}$, сама величина **X** будет иметь распределение вероятностей, близкое к нормальному, и тем точнее, чем больше числи слагаемых.

Из теоремы Ляпунова можно сделать важный вывод, имеющий большое практическое значение о том, что если изучаемая величина является суммой большого числа независимых случайных слагаемых, то хотя бы последние были нам не известны, часто можно заранее считать, что наша величина имеет нормальное распределение Теорема Ляпунова дает теоретическое объяснение и тому факту, что при устойчивом процессе обработки деталей на настроенных станках и при отсутствии изменяющихся во времени систематических погрешностей действительные размеры деталей часто подчиняются закону нормального распределения, так как результирующая погрешность обработки представляет собой сумму большого числа погрешностей, зависящих от станка, приспособлений, инструмента, заготовки..

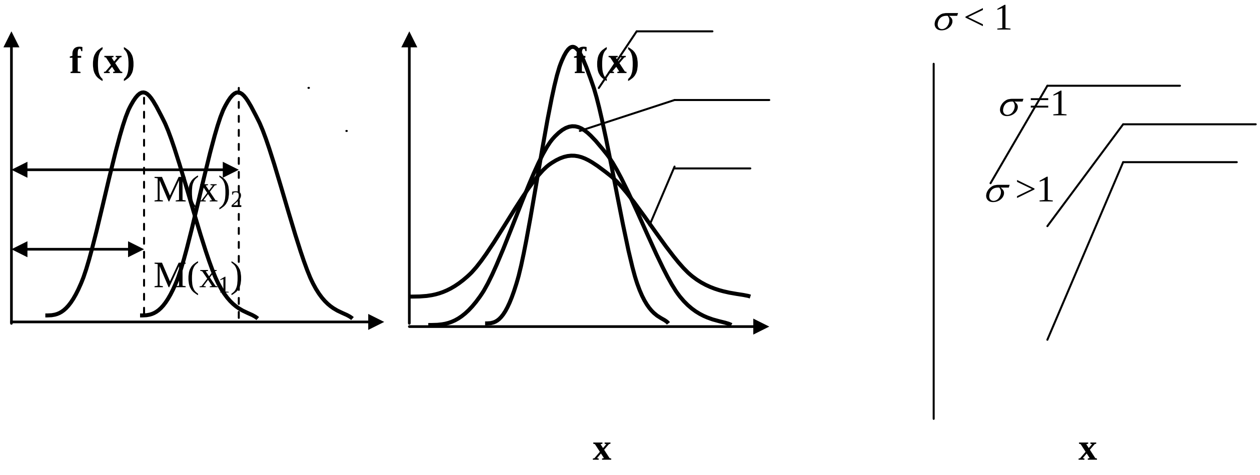
Плотность вероятности или дифференциальная функция распределения случайной величины, подчиняющейся закону нормального распределения, имеет следующее выражение:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-M(x))^2/2\sigma^2},$$

Дифференциальная функция нормального распределения графически выражается в виде кривой холмообразного типа.



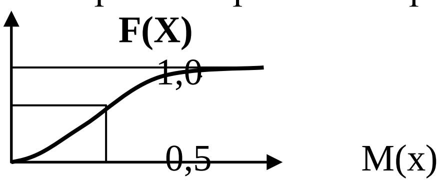
Из вида кривой нормального распределения следует, что она симметрична относительно ординаты точки x = M(x), т.е. равновозможны одинаковые положительные и отрицательные отклонения от M(x). При этом меньшие отклонения более вероятны, чем большие. Положение кривой относительно начала координат и ее форма определяются двумя параметрами M(x) и σ. С изменением M(x) форма кривой не меняется, но меняется ее положение относительно начала координат. С изменением σ положение кривой не меняется, но меняется ее форма. С уменьшением σ кривая становится более вытянутой, а ветви ее сближаются, с увеличением σ, наоборот, кривая становится более приплюснутой, а ветви ее раздвигаются шире.



Интегральный закон нормального распределения в общем виде выражается так:

$$F(x) = 1/\sigma\sqrt{2\pi}\int_{-\infty}^{x} e^{-[(x-M(x)^2]/2\sigma^2}dx.$$

Интегральная кривая нормального распределения имеет вид:



Найдем вероятность попадания случайной величины X, распределенной по закону Гаусса в интервал от x_1 до x_2:

$$P(x_1 < X < x_2) = 1/\sigma\sqrt{2\pi}\int_{x1}^{x2} e^{-[(x-M(x)^2]/2\sigma^2}dx.$$

Произведем замену переменной x путем подстановки [x – M (x)]/t и, учитывая, что $x = t\sigma + M(x)$; $dx = \sigma dt$, получим:

$$P(x_1 < X < x_2) = 1/\sqrt{2\pi}\int_{t1}^{t2} e^{-t^2/2}dt.^{*)}$$

Новые пределы интегрирования $t_1 = [x_1 – M(x)]/\sigma$ и $t_2 =$ $=[x_2 – M(x)]/\sigma$ заменили пределы x_1 и x_2. Правую часть уравнения $*^{)}$ можно представить в виде суммы двух интегралов:

$$P(x_1<X<x_2) = 1/\sqrt{2\pi}\,[\int_{t1}^{0} e^{-t^2/2}dt + \int_{0}^{t2} e^{-t^2/2}dt] =$$

$$=1/\sqrt{2\pi}\,[\int_{0}^{t2} e^{-t^2/2}dt - \int_{0}^{t1} e^{-t^2/2}dt]\ .$$

Интеграл $1/\sqrt{2\pi}\int_{0}^{t1} e^{-t^2/2}dt] = \Phi(t)$ носит название нормированной функции Лапласа.

У теоретической кривой нормального распределения ветви ее асимптотически приближаются к оси абсцисс и встречаются с последней где-то в бесконечности, т.е. зона рассеивания случайной величины X лежит в пределах $\pm\infty$. Для практического использования закона нормального распределения зону рассеивания случайной величины X ограничивают конечными пределами. В технике и многих других прикладных науках считают, что практическая зона рассеивания случайной величины, подчиняющейся закону нормального распределения, лежит в пределах $M(x) \pm\sigma$, т.е. в пределах 6σ. В этом случае

$$P[M(x) – 3\sigma < X < M(x) + 3\sigma] = 1/\sigma\sqrt{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{[(x-M(x)]^2/2\sigma^2}dx = =0,9973,$$ т.е.

вероятность попадания случайной величины вне указанного предела не превосходит q = 1 – p = 1 – 0,9973 = 0,2273 т.е. очень мала. Вот почему в технике принято зону рассеивания случайной величины X, подчиняющейся нормальному распределению, ограничивать трехсигмовыми пределами.

3.5. Закон равной вероятности.

Если непрерывная случайная величина при испытаниях принимает все значения интервала x с одинаковой плотностью вероятности, то распределение вероятности графически будет выражаться в виде прямоугольника, с основанием ***ab*** и высотой **f(x)** (рис.а).

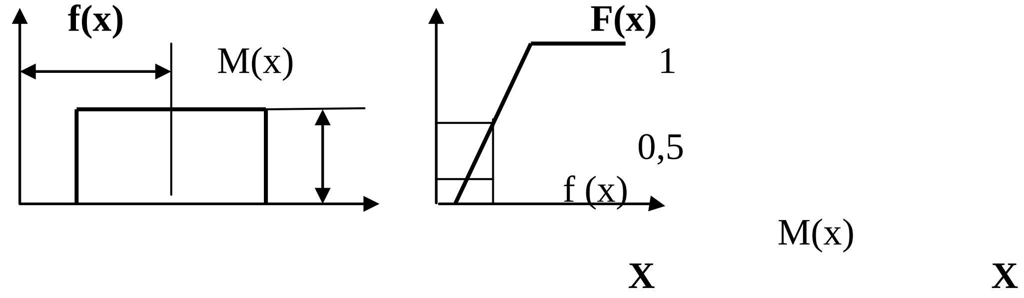


Рис. а) Рис. б)

Такой закон распределения н.с.в. называется законом равной вероятности, а само распределение - равномерным. При интервале изменений случайной величины X от a до b:

$$P(\,a < X < b\,) = \int_a^b f(x)d(x) = 1,$$

т.е., вероятность того, что случайная величина x при испытаниях будет принимать значения в интервале от a до b, равна площади под дифференциальной кривой распределения. В соответствии с рис. а), эта площадь представляет собой прямоугольник с основанием ab и высотой f(x). Следовательно, $(b - a)\,f(x) = 1$.

Отсюда, уравнение дифференциальной функции распределения или плотности вероятности будет иметь следующий вид:

$$f(x) = \begin{cases} 1/(b-a) & \text{при } a \le x \le b; \\ 0 & \text{при } x > b,\ x < a. \end{cases}$$

Математическое ожидание, дисперсия и с.к.о. соответственно равны: $\mathbf{M(x) = (b + a)/2;\ \ D(x) = (b - a)^2/12;\ \ \sigma(x) = (b - a)/2\sqrt{3}.}$

Применение закона. Закон наблюдается в тех случаях, когда на исследуемую величину оказывает влияние резко доминирующий фактор, равномерно изменяющийся во времени (например, равномерный износ инструмента).

3.6. Закон распределения эксцентриситета (Релея).

Закон распределения эксцентриситета имеет место при отклонениях эксцентриситета осей или биении поверхностей деталей, которые являются н.с.в. Этот закон однопараметрический, и дифференциальная функция его распределения имеет вид:

$$f\mathbf{(R) = (R/\sigma^2)e^{-R^2/2\sigma^2}},$$

где R – переменная величина эксцентриситета или биения,

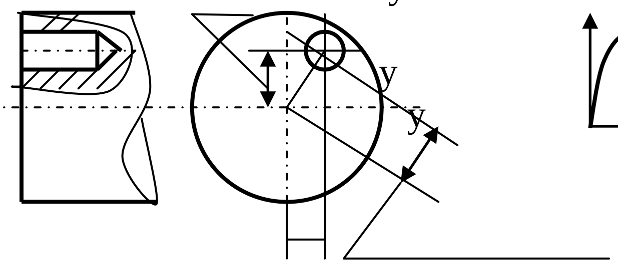
причем $R = \sqrt{x^2 + y^2}$, а x и y - координаты точки конца R (рис.а); σ - среднее квадратическое отклонение значений координат x и y, имеющих одинаковое распределение: $\sigma = \sigma_x = \sigma_y$.

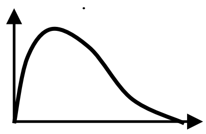
Интегральный закон распределения эксцентриситета имеет выражение:

$$\mathbf{F(R) = 1/\sigma^2 \int_0^R Re^{-R^2/2\sigma^2} dR.}$$

Графическое изображение дифференциального закона распределения дано на рис. б).

y





f (R)

Рис.2 R

Рис. 1 x $R=\sqrt{x^2+y^2}$

Особенностью данного распределения является то, что в основе его лежит нормальное распределение, так как координаты x и y точки конца R распределены нормально, а само распределение не является нормальным. Связь между σ_R, M(R) и σ представлена следующими зависимостями:

$$M(R) = \sigma\sqrt{\pi/2}\,;\ \sigma_R = \sqrt{2-\pi/2}\,;$$

Закон Релея можно ожидать в следующих случаях:

а) при несоосности двух номинально соосных цилиндрических поверхностей (эксцентриситет, биение);

б) при непараллельности двух образующих цилиндрических поверхностей;

в) при непараллельности двух плоскостей;

г) при непараллельности двух плоскостей или осей к плоскости;

д) при разностенности.

3.7. Закон распределения модуля разности.

Если две случайные величины x_1 и x_2 каждая в отдельности имеют нормальное распределение с параметрами $M(x_1)$, $M(x_2)$ и $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_0$, то модуль разности этих величин $r = |x_1 - x_2|$ имеет распределение, которое носит название закона распределения модуля разности. Этому закону часто подчиняются погрешности взаимно расположенных поверхностей и осей, а также погрешности формы деталей: овальность, конусность и т.д.

Плотность вероятности или дифференциальная функция распределения случайной величины r выражается следующим уравнением:

$$f(r) = 1/\sigma_0\sqrt{2\pi}\,[\,e^{-(r-M(x_0))^2/2\sigma_0^2} + e^{-(r+M(x_0))^2/2\sigma_0^2}],$$

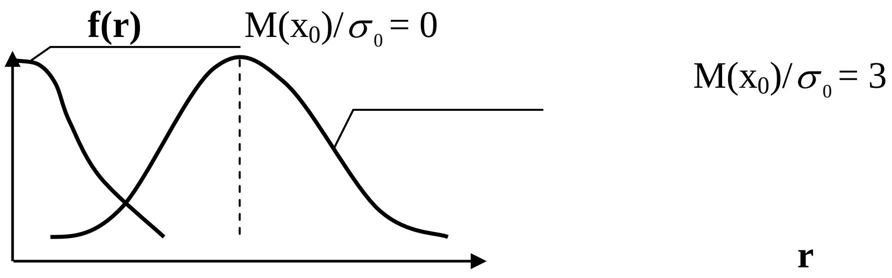
где $M(x_0) = |M(x_1) - M(x_2)|$ и σ_0 являются параметрами распределения модуля разности r.

Интегральная функция распределения модуля разности имеет вид:

$$F(r)\,) = 1/\sigma_0\sqrt{2\pi}\int_0^r [\,e^{-(r-M(x_0))^2/2\sigma_0^2} +$$

$$+\,e^{-(r+M(x_0))^2/2\sigma_0^2}],$$

Вид кривой распределения f(r) зависит от отношения $M(x_0)/\sigma_0$:



3.8. Композиция законов распределения.

Если величина **U** является суммой других взаимно независимых случайных величин **X, Y, Z** ,...,то закон распределения суммы U называется композицией законов распределения слагаемых **X, Y, Z, ...** . Операция нахождения закона называется компонированием и обозначается значком $*$.

В случаях, когда суммируемые слагаемые **X, Y, Z** ,... заданы вероятностями $\mathbf{p_1(x_i)}$, $\mathbf{p_2(y_i)}$, $\mathbf{p_3(z_i)}$, ... или функциями **F(x), F(y),** F(z),... или плотностями вероятности **f(x), f(y), f(z),** ... формулы компонирования записываются следующим образом:

$$P(U_k) = p_1(x_i) * p_2(y_i) * p_3(z_i)... ;$$
$$F(U) = F(x) * F(y) * F(z)... ;$$
$$f(U) = f(x) * f(y) * f(z) ... .$$

Закон распределения суммы нескольких слагаемых находится путем последовательного определения закона для суммы 2-х слагаемых, потом к этой сумме добавляется третье слагаемое и т.д.

Рассмотрим следующий пример. Дискретные случайные величины **X** и **Y** заданы рядами распределения

i						$\sum p_i$
(X$_i$)	/5	/5	/5	/5	/5	
i						
(Y$_i$)	/5	/5	/5	/5	/5	

Закон распределения суммы U двух независимых д.с.в. X и Y, заданных их законами распределения $P(X_i)$ и $P(Y_i)$, определяется по следующей формуле композиции дискретных законов распределения:

$$P(U_k) = p(x_i)p(y_i) = \sum_i p_1(x_i)p_2(u_k - x_i) = \sum_i p_1(y_i)p_2(u_k - y_i).$$

Определим область возможных значений величины U:

$$U_{min} = X_{min} + Y_{min} = 2; U_{max} = X_{max} + Y_{max} = 10;$$

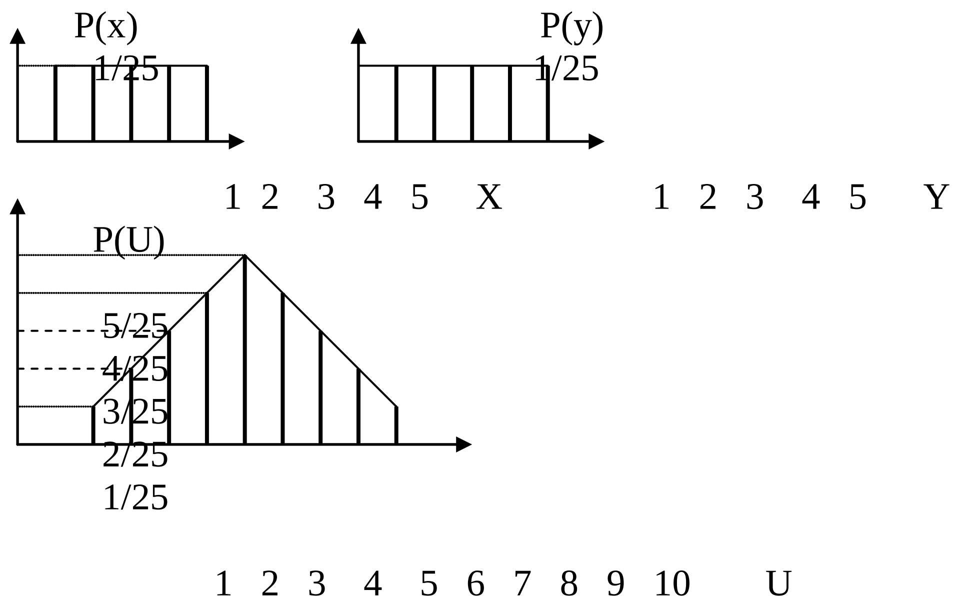
Применяя способ непосредственного подсчета вероятностей и пользуясь основными теоремами о вероятностях, определим $p(x_i)p(y_i)$. Расчеты удобно вести с помощью таблицы

$_k$	$_i$	$_i$	(x_i)	(y_i)	P $(x_i)P(y_i)$	P (u_k)
2	1	1	1/5	1/5	1/25	1/25
3	1 2	2 1	1/5 1/5	1/5 1/5	1/25 1/25	2/25
4	1 2 3	3 2 1	1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5	1/25 1 /25 1 /25	3/25
5	1 2 3 4	4 3 2 1	1/5 1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25 1/25	4/25
6	1 2 3 4 5	5 4 3 2 1	1/5 1/5 1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25 1/25 1/25	5/25
7	2 3 4 5	5 4 3 2	1/5 1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25 1/25	4/25
8	3 4 5	5 4 3	1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25	3/25
9	4 5	5 4	1/5 1/5	1/5 1/5	1/25 1/25	2/25
10	5	5	1/5	1/5	1/25	1/25

Составим ряд распределения случайной величины U:

ui	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P(ui)	1/25	2/25	3/25	4/25	5/25	4/25	3/25	2/25	1/25

Графическое представление результатов:



Пример. Случайная величина X распределена по нормальному закону с плотностью $f(x) = (1/\sigma\sqrt{2\pi})e^{-[x-M(x)]^2/2\sigma^2}$, случайная величина Y распределена по закону равной вероятности в интервале от а до в с плотностью f(y) = 1/(b – a).

Плотность вероятности суммы U двух независимых случайных величин X и Y, заданных их плотностями вероятностей $f_1(x)$ и $f_2(y)$, определится по формуле:

$$f(u) = f(x+y) = f_1(x)*f(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x)f_2(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x)f_2(u-x)dx = = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(y)f_2(u-y)dy$$

Для рассматриваемого примера уравнение примет конкретный вид:

$$f(u) = \int_a^b [1/(b-a)](1/\sigma\sqrt{2\pi})e^{-[u-y-M(x)]^2/2\sigma^2}dy,\ a \le y \le b.$$

Здесь интеграл берется от a до b, потому что только в этих пределах $y \neq 0$. Введем подстановку:

$[u - y - M(x)]/\sigma = -t$; $dy = \sigma dt$;

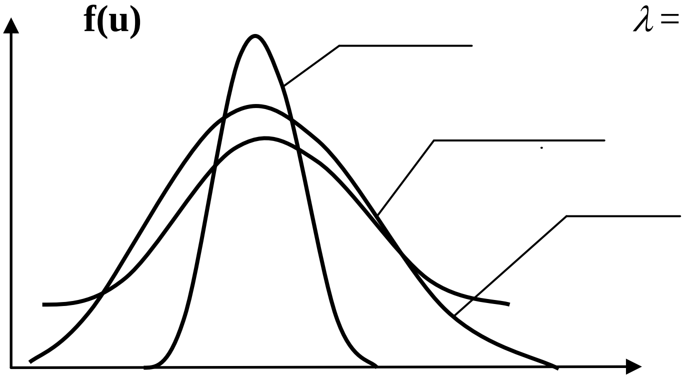
$[a - u + M(x)]/\sigma = t_1$; $[b - u + M(x)]/\sigma = t_2$;

Тогда уравнение примет вид:

$$f(u) = (1/b-a)(1/\sqrt{2\pi})\int_{t_1}^{t_2} e^{-t^2}dt = 1/(b-a)[\Phi(t_1) - \Phi(t_2)],$$

где $\Phi(t)$ – функция Лапласа.

Так как среднее значение для x равно M(x), для y - (b + a)/2, то
$M(u) = M(x) + (b + a)/2$; $D(u) = D(x) + (b – a)^2/12$.



На рисунке приведены кривые распределения по закону композиции нормального и равновероятного распределения при различных $\lambda = (b – a)/\sigma_x$. Вид кривых показывает, что с уменьшением λ они приближаются к нормальной кривой. Поэтому, когда $b – a \le \sigma$, для практических целей можно использовать закон нормального распределения.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Часть 2

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;

- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Основные законы распределения

3.5. Закон равной вероятности.

Если непрерывная случайная величина при испытаниях принимает все значения интервала x с одинаковой плотностью вероятности, то распределение вероятности графически будет выражаться в виде прямоугольника, с основанием ***ab*** и высотой **f(x)** (рис.а).

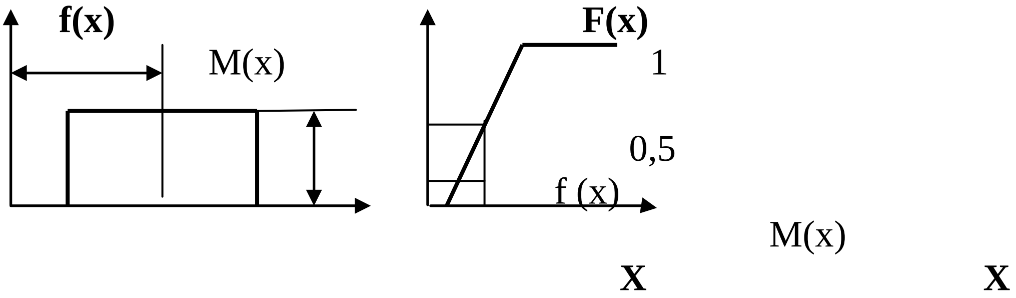


Рис. а) Рис. б)

Такой закон распределения н.с.в. называется законом равной вероятности, а само распределение - равномерным. При интервале изменений случайной величины X от *a* до *b*:

$$P(\, a < X < b\,) = \int_a^в f(x)d(x) = 1,$$

т.е., вероятность того, что случайная величина x при испытаниях будет принимать значения в интервале от *a* до *b*, равна площади под дифференциальной кривой распределения. В соответствии с рис. а), эта площадь представляет собой прямоугольник с основанием *ab* и высотой f(x). Следовательно, $(b - a)\, f(x) = 1$.

Отсюда, уравнение дифференциальной функции распределения или плотности вероятности будет иметь следующий вид:

$$f(x) = \begin{cases} 1/(b-a) & \text{при } a \le x \le b; \\ 0 & \text{при } x > b,\ x < a. \end{cases}$$

Математическое ожидание, дисперсия и с.к.о. соответственно равны: $\mathbf{M(x) = (b + a)/2}$; $\mathbf{D(x) = (b - a)^2/12}$; $\sigma\mathbf{(x) = (b - a)/2}\sqrt{3}$.

Применение закона. Закон наблюдается в тех случаях, когда на исследуемую величину оказывает влияние резко доминирующий фактор, равномерно изменяющийся во времени (например, равномерный износ инструмента).

3.6. Закон распределения эксцентриситета (Релея).

Закон распределения эксцентриситета имеет место при отклонениях эксцентриситета осей или биении поверхностей деталей, которые являются н.с.в. Этот закон однопараметрический, и дифференциальная функция его распределения имеет вид:

$$f\mathbf{(R) = (R/\sigma^2)e^{-R^2/2\sigma^2}},$$

где R – переменная величина эксцентриситета или биения,

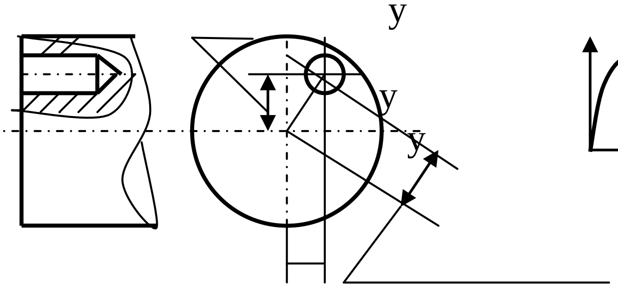
причем $R = \sqrt{x^2 + y^2}$, а x и y - координаты точки конца R (рис.а); σ- среднее квадратическое отклонение значений координат x и y, имеющих одинаковое распределение: $\sigma = \sigma_x = \sigma_y$.

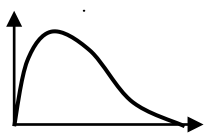
Интегральный закон распределения эксентриситета имеет выражение:

$$\mathbf{F(R) = 1/\sigma^2 \int_0^R Re^{-R^2/2\sigma^2} dR.}$$

Графическое изображение дифференциального закона распределения дано на рис. б).

y





f (R)

Рис.2 R

Рис. 1 x $R=\sqrt{x^2 + y^2}$

Особенностью данного распределения является то, что в основе его лежит нормальное распределение, так как координаты x и y точки конца R распределены нормально, а само распределение не является нормальным. Связь между σ_R, M(R) и σ представлена следующими зависимостями:

$$M(R) = \sigma\sqrt{\pi/2}\,;\ \sigma_R = \sqrt{2-\pi/2}\,;$$

Закон Релея можно ожидать в следующих случаях:

а) при несоосности двух номинально соосных цилиндрических поверхностей (эксцентриситет, биение);

б) при непараллельности двух образующих цилиндрических поверхностей;

в) при непараллельности двух плоскостей;

г) при непараллельности двух плоскостей или осей к плоскости;

д) при разностенности.

3.7. Закон распределения модуля разности.

Если две случайные величины x_1 и x_2 каждая в отдельности имеют нормальное распределение с параметрами $M(x_1)$, $M(x_2)$ и $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_0$,то модуль разности этих величин $r = |x_1 - x_2|$ имеет распределение, которое носит название закона распределения модуля разности. Этому закону часто подчиняются погрешности взаимно расположенных поверхностей и осей, а также погрешности формы деталей: овальность, конусность и т.д.

Плотность вероятности или дифференциальная функция распределения случайной величины r выражается следующим уравнением:

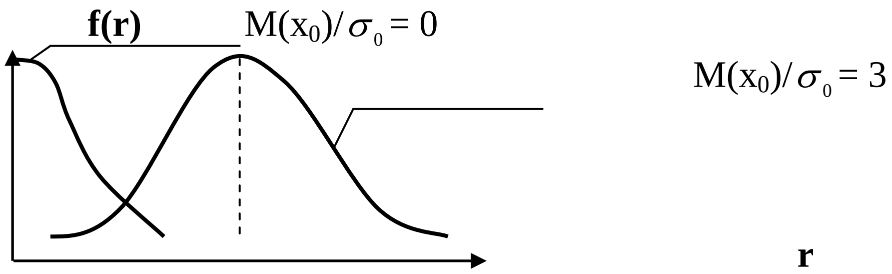
$$f(r) = 1/\sigma_0\sqrt{2\pi}\,[\,e^{-(r - M(x_0))^2/2\sigma_0^2} + e^{-(r + M(x_0))^2/2\sigma_0^2}\,],$$

где $|M(x_0) = M(x_1)| - M(x_2)$ и σ_0 являются параметрами распределения модуля разности r.

Интегральная функция распределения модуля разности имеет вид:

$$F(r)\,) = 1/\sigma_0\sqrt{2\pi}\int_0^r [\,e^{-(r - M(x_0))^2/2\sigma_0^2} + + e^{-(r + M(x_0))^2/2\sigma_0^2}\,],$$

Вид кривой распределения f(r) зависит от отношения $M(x_0)/\sigma_0$:



3.8. Композиция законов распределения.

Если величина **U** является суммой других взаимно независимых случайных величин **X, Y, Z** ,...,то закон распределения суммы U называется композицией законов распределения слагаемых **X, Y, Z, ...** . Операция нахождения закона называется компонированием и обозначается значком ∗.

В случаях, когда суммируемые слагаемые **X, Y, Z** ,... заданы вероятностями **$p_1(x_i)$, $p_2(y_i)$, $p_3(z_i)$,** ... или функциями **F(x), F(y),** F(z),... или плотностями вероятности **f(x), f(y), f(z),** ... формулы компонирования записываются следующим образом:

$$P(U_k) = p_1(x_i) * p_2(y_i) * p_3(z_i) \ldots ;$$
$$F(U) = F(x) * F(y) * F(z) \ldots ;$$
$$f(U) = f(x) * f(y) * f(z) \ldots .$$

Закон распределения суммы нескольких слагаемых находится путем последовательного определения закона для суммы 2-х слагаемых, потом к этой сумме добавляется третье слагаемое и т.д.

Рассмотрим следующий пример. Дискретные случайные величины **X** и **Y** заданы рядами распределения

i						$\sum p_i$
(X_i)	/5	/5	/5	/5	/5	
i						
(Y_i)	/5	/5	/5	/5	/5	

Закон распределения суммы U двух независимых д.с.в. X и Y, заданных их законами распределения $P(X_i)$ и $P(Y_i)$, определяется по следующей формуле композиции дискретных законов распределения:

$$P(U_k) = p(x_i)p(y_i) = \sum_i p_1(x_i)p_2(u_k - x_i) = \sum_i p_1(y_i)p_2(u_k - y_i).$$

Определим область возможных значений величины U:

$$U_{min} = X_{min} + Y_{min} = 2; \; U_{max} = X_{max} + Y_{max} = 10;$$

Применяя способ непосредственного подсчета вероятностей и пользуясь основными теоремами о вероятностях, определим $p(x_i)p(y_i)$. Расчеты удобно вести с помощью таблицы

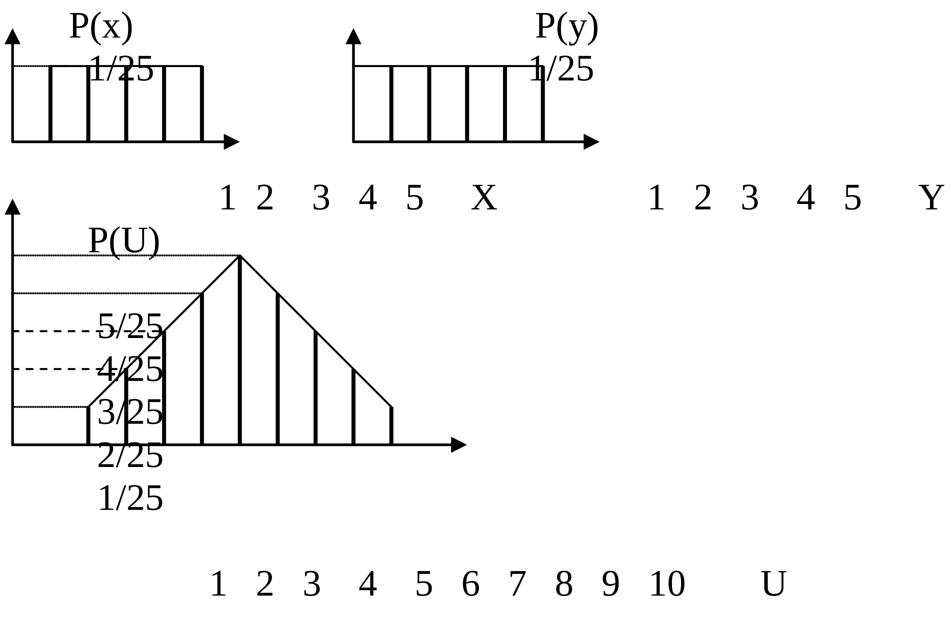
k	i	i	(x_i)	(y_i)	$P(x_i)P(y_i)$	$P(u_k)$
2	1	1	1/5	1/5	1/25	1/25
3	1 2	2 1	1/5 1/5	1/5 1/5	1/25 1/25	2/25
4	1 2 3	3 2 1	1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25	3/25
5	1 2 3 4	4 3 2 1	1/5 1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25 1/25	4/25
6	1 2 3 4 5	5 4 3 2 1	1/5 1/5 1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25 1/25 1/25	5/25
7	2 3 4 5	5 4 3 2	1/5 1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25 1/25	4/25

8	3 4 5	5 4 3	1/5 1/5 1/5	1/5 1/5 1/5	1/25 1/25 1/25	3/25
9	4 5	5 4	1/5 1/5	1/5 1/5	1/25 1/25	2/25
10	5	5	1/5	1/5	1/25	1/25

Составим ряд распределения случайной величины U:

ui	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P(ui)	1/25	2/25	3/25	4/25	5/25	4/25	3/25	2/25	1/25

Графическое представление результатов:



Пример. Случайная величина X распределена по нормальному закону с плотностью $f(x) = (1/\sigma\sqrt{2\pi})e^{-[x-M(x)]^2/2\sigma^2}$, случайная величина Y распределена по закону равной вероятности в интервале от a до в с плотностью f(y) = 1/(b – a).

Плотность вероятности суммы U двух независимых случайных величин X и Y, заданных их плотностями вероятностей $f_1(x)$ и $f_2(y)$, определится по формуле:

$$f(u) = f(x+y) = f_1(x) * f(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x)f_2(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x)f_2(u-x)dx = = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(y)f_2(u-y)dy$$

Для рассматриваемого примера уравнение примет конкретный вид:

$$f(u) = \int_{a}^{b} [1/(b-a)](1/\sigma\sqrt{2\pi})e^{-[u-y-M(x)]^2/2\sigma^2} dy, \quad a \le y \le b.$$

Здесь интеграл берется от a до b, потому что только в этих пределах $y \neq 0$. Введем подстановку:

$[u - y - M(x)]/\sigma = -t$; $dy = \sigma dt$;

$[a - u + M(x)]/\sigma = t_1$; $[b - u + M(x)]/\sigma = t_2$;

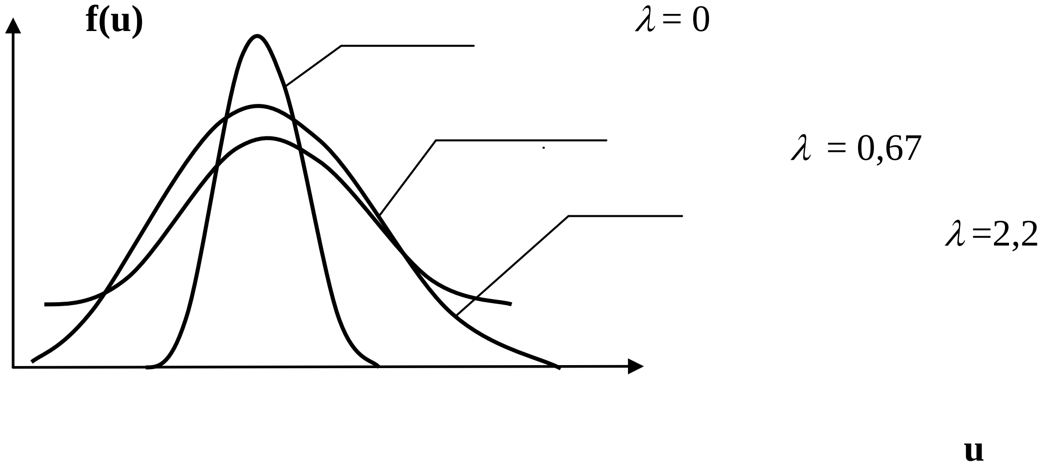
Тогда уравнение примет вид:

$$f(u) = (1/b-a)(1/\sqrt{2\pi})\int_{t_1}^{t_2} e^{-t^2} dt = 1/(b-a)[\Phi(t_1) - \Phi(t_2)],$$

где $\Phi(t)$ – функция Лапласа.

Так как среднее значение для x равно M(x), для y - $(b + a)/2$, то

$M(u) = M(x) + (b + a)/2$; $D(u) = D(x) + (b - a)^2/12$.



На рисунке приведены кривые распределения по закону композиции нормального и равновероятного распределения при различных $\lambda = (b-a)/\sigma_x$. Вид кривых показывает, что с уменьшением λ они приближаются к нормальной кривой. Поэтому, когда $b - a \le \sigma$, для практических целей можно использовать закон нормального распределения.

Практическое занятие №4

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЫБОРКИ ПО КРИТЕРИЮ КОЛМОГОРОВА

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Проверка гипотезы о нормальном распределении выборки по критерию Колмогорова

Для удобства расчетов разобьем статистические данные на интервалы. Для данной выборки, состоящей из 100 единиц продукции, количество интервалов должно быть не менее 6, 7. Принимаем количество интервалов для данной выборки равное 9.

Рассчитаем размер каждого интервала:

$$c = \frac{R}{k},$$

где k – количество интервалов,

R – разность между максимальным и минимальным значениями выборки:

$$R = x_{\max} - x_{\min}.$$

Получаем:

$$R = 33{,}42 - 33{,}33 = 0{,}09,$$

$$c = \frac{0{,}09}{9} = 0{,}01.$$

Рассчитаем частоты интервалов и представим их в таблице.

Таблица 1. Подсчет частот.

Интервал от	Интервал до	Середина	Подсчет частоты	Частота
33,33	33,34	33,335		2
33,34	33,35	33,345		3

33,35	33,36	33,355	⧄⊔	8
33,36	33,37	33,365	⧄⧄⧄	15
33,37	33,38	33,375	⧄⧄⧄⧄⧄_	26
33,38	33,39	33,385	⧄⧄L	12
33,39	33,4	33,395	⧄⧄⧄⊔	18
33,4	33,41	33,405	⧄⧄	10
33,41	33,42	33,415	⧄_	6
Σ				100

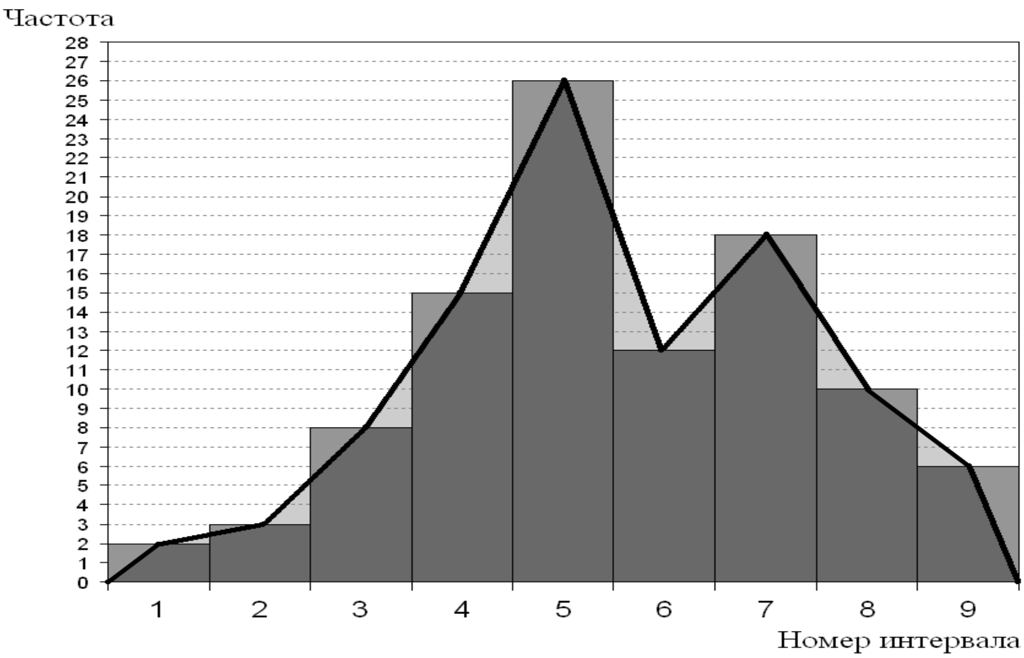


Рисунок 1. Частотная гистограмма.

Рассчитаем значения $\overline{x}$ и S по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \overline{x} &= \frac{\sum f_i x_i}{n} \\ S &= \sqrt{\frac{\sum f_i \left(x_i - \overline{x}\right)^2}{n}} \end{aligned}\right\} \text{для малых выборок,}$$

$$\left.\begin{aligned} \bar{x} &= a + c\frac{\sum b_i f_i}{n} \\ S &= c\sqrt{\frac{\sum b_i^2 f_i}{n} - \left(\frac{\sum b_i f_i}{n}\right)^2} \end{aligned}\right\} \text{для больших выборок,}$$

где

f_i – частота i-го интервала,

x_i – середина i-го интервала,

в качестве величины a принимается середина интервала

(для данного случая a = 33,375),

$$b_i = \frac{x_i - a}{c}.$$

Результаты расчета величины b представлен в таблице 4.

Таблица 2. Подсчет величины b.

№	Интервал x от	до	Середина x_i	Частота f	b	bf	b^2f
1	33,33	33,34	33,335	2	-4	-8	32
2	33,34	33,35	33,345	3	-3	-9	27
3	33,35	33,36	33,355	8	-2	-16	32
4	33,36	33,37	33,365	15	-1	-15	15
5	33,37	33,38	33,375	26	0	0	0
6	33,38	33,39	33,385	12	1	12	12
7	33,39	33,4	33,395	18	2	36	72
8	33,4	33,41	33,405	10	3	30	90
9	33,41	33,42	33,415	6	4	24	96
Σ				100		54	376

Получаем $\bar{x}$ и S:

$$\bar{x} = a + c\frac{\sum b_i f_i}{n} = 33{,}375 + 0{,}01\frac{54}{100} = 33{,}3804;$$

$$S = c\sqrt{\frac{\sum b_i^2 f_i}{n} - \left(\frac{\sum b_i f_i}{n}\right)^2} = 0{,}01\sqrt{\frac{376}{100} - \left(\frac{54}{100}\right)^2} = 0{,}0186.$$

Определим значения теоретических частот. Предположим, что значения параметра подчиняются закону Гаусса, тогда для расчета теоретических частот используется формула:

$$f_{iT} = P(x_i)n = \frac{nc}{S} z(t),$$

$$\text{где } z(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}},$$

величина *z(t)* определяется по таблице ГОСТа в зависимости от величины $t = \left| \frac{x_i - \overline{x}}{S} \right|$.

Таблица 3. Подсчет величины *z(t)*.

№ интервала	x_i	f_i	$x_i - \overline{x}$	$t = \left\| \frac{x_i - \overline{x}}{S} \right\|$	$z(t)$	f_{iT}
1	33,335	2	-0,045	2,44	0,0203	1,09
2	33,345	3	-0,035	1,90	0,0656	3,52
3	33,355	8	-0,025	1,36	0,1582	8,49
4	33,365	15	-0,015	0,83	0,2827	15,18
5	33,375	26	-0,005	0,29	0,3825	20,54
6	33,385	12	0,005	0,25	0,3857	20,71
7	33,395	18	0,015	0,78	0,2943	15,8
8	33,405	10	0,025	1,32	0,1669	8,96
9	33,415	6	0,035	1,86	0,0707	3,8
Σ		100				

Проверка гипотезы по критерию Колмогорова λ.

Предположим, что результаты подчиняются нормальному закону распределения. Проверим правдивость этой теории с помощью критерия Колмогорова. Значения параметра подчиняются нормальному закону, если выполняется неравенство $P(\lambda) > 0{,}05$.

Рассчитаем накопленные теоретические и эмпирические частоты $N_{xЭ}$, N_{xT}.

Накопленной частотой любого значения x_i называется сумма частот всех предшествующих значений x_i, включающая и частоту самого x_i.

Теоретическая частота рассчитывается по формуле:

$$N_{xT} = \sum_{i=1}^{m} f_i ,$$

где $m = k$.

Результаты расчетов сведем в таблицу.

№	$f_i = f_{iЭ}$	f_{iT}	$N_{xЭ}$	N_{xT}	$\lvert N_{xЭ} - N_{xT} \rvert$
1	2	1,09	2	1,09	0,91
2	3	3,52	5	4,61	0,39
3	8	8,49	13	13,1	0,1
4	15	15,18	28	28,28	0,28
5	26	20,54	54	48,82	5,18
6	12	20,71	66	69,53	3,53
7	18	15,8	84	85,33	1,33
8	10	8,96	94	94,29	0,29
9	6	3,8	100	98,09	1,91

Значение критерия Колмогорова рассчитывается по формуле:

$$\lambda = \frac{\left| N_{xЭ} - N_{xT} \right|_{\max}}{n} \cdot \sqrt{n};$$

получаем:

$$\lambda = \frac{5,18}{100} \cdot \sqrt{100} = 0,518.$$

По таблице ГОСТа находим значение вероятности $P(\lambda)$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$:

$$P(0,518) \approx 0,9639.$$

Вывод: так как неравенство $P(\lambda) > 0,05$ выполняется, гипотезу о нормальном распределении значений параметра принимаем.

Практическое занятие №5

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О НОРМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЫБОРКИ ПО КРИТЕРИЮ ПИРСОНА

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:
   - составить план блока;
   - составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;
2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Проверка гипотезы о нормальном распределении по критерию Пирсона

Для удобства расчетов разобьем статистические данные на интервалы. Для данной выборки, состоящей из 100 единиц продукции, количество интервалов должно быть не менее 6, 7. Принимаем количество интервалов для данной выборки равное 10.

Рассчитаем размер каждого интервала:

$$c = \frac{R}{k},$$

где k – количество интервалов,

R – разность между максимальным и минимальным значениями выборки:

$$R = x_{\max} - x_{\min}.$$

Получаем:

$$R = 22{,}35 - 22{,}13 = 0{,}22,$$

$$c = \frac{0{,}22}{10} = 0{,}022.$$

Рассчитаем частоты интервалов и представим их в таблице.

Таблица 4. Подсчет частот.

Интервал от	Интервал до	Середина	Подсчет частоты	Частота
22,13	22,152	22,141	∟	2
22,152	22,174	22,163	∟	2
22,174	22,196	22,185	□	4

22,196	22,218	22,207		6
22,218	22,24	22,229		10
22,24	22,262	22,251		33
22,262	22,284	22,273		11
22,284	22,306	22,295		16
22,306	22,328	22,317		5
22,328	22,35	22,339		11
Σ				100

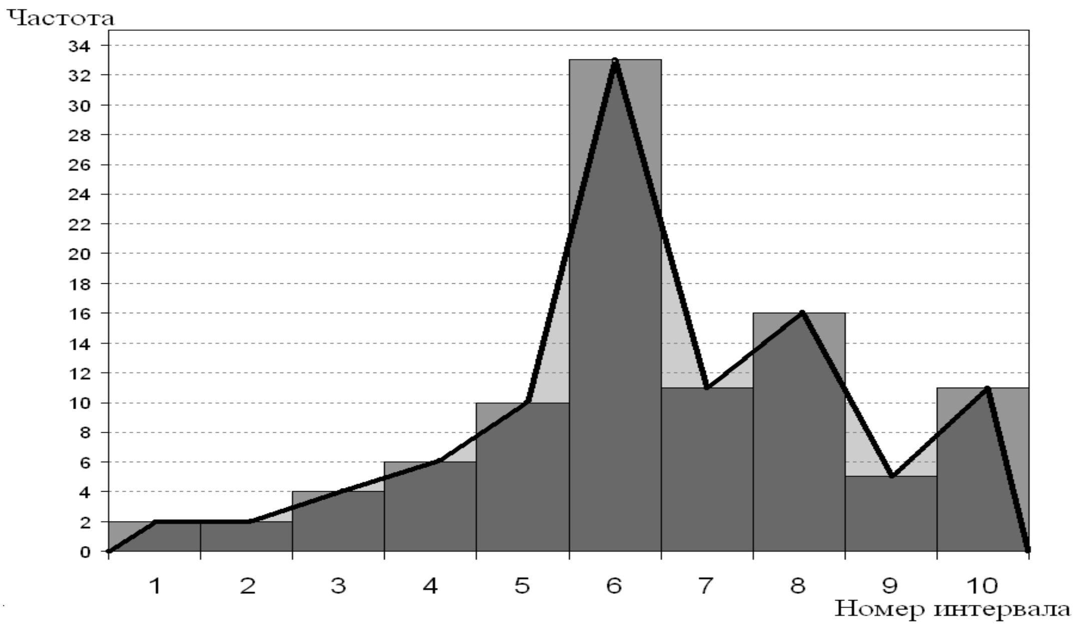


Рисунок 2. Частотная гистограмма.

Рассчитаем значения $\overline{x}$ и S по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \overline{x} &= a + c\frac{\sum b_i f_i}{n} \\ S &= c\sqrt{\frac{\sum b_i^2 f_i}{n} - \left(\frac{\sum b_i f_i}{n}\right)^2} \end{aligned}\right\} \text{ для больших выборок,}$$

где

f_i – частота i-го интервала,

x_i – середина i-го интервала,

в качестве величины a принимается середина интервала

(для данного случая a = 22,251),

$$b_i = \frac{x_i - a}{c}.$$

Результаты расчета величины *b* представлен в таблице 7.

Таблица 5. Подсчет величины *b*.

№	Интервал *x* от	до	Середина x_i	Частота *f*	*b*	*bf*	b^2f
1	22,13	22,152	22,141	2	-5	-10	50
2	22,152	22,174	22,163	2	-4	-8	32
3	22,174	22,196	22,185	4	-3	-12	36
4	22,196	22,218	22,207	6	-2	-12	24
5	22,218	22,24	22,229	10	-1	-10	10
6	22,24	22,262	22,251	33	0	0	0
7	22,262	22,284	22,273	11	1	11	11
8	22,284	22,306	22,295	16	2	32	64
9	22,306	22,328	22,317	5	3	15	45
10	22,328	22,35	22,339	11	4	44	176
Σ				100		50	448

Получаем $\bar{x}$ и S:

$$\bar{x} = a + c\frac{\sum b_i f_i}{n} = 22{,}251 + 0{,}022\frac{50}{100} = 22{,}262;$$

$$S = c\sqrt{\frac{\sum b_i^2 f_i}{n} - \left(\frac{\sum b_i f_i}{n}\right)^2} = 0{,}022\sqrt{\frac{448}{100} - \left(\frac{50}{100}\right)^2} = 0{,}0452.$$

Определим значения теоретических частот. Предположим, что значения параметра подчиняются закону Гаусса, тогда для расчета теоретических частот используется формула:

$$f_{iT} = P(x_i)n = \frac{nc}{S}z(t),$$

где $z(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{t^2}{2}}$, величина $z(t)$ определяется по таблице ГОСТа в зависимости от величины $t = \left| \frac{x_i - \overline{x}}{S} \right|$.

Таблица 6. Подсчет величины $z(t)$.

№ интервала	x_i	f_i	$x_i - \overline{x}$	$t = \left\lvert \frac{x_i - \overline{x}}{S} \right\rvert$	$z(t)$	f_{iT}
1	22,141	2	-0,121	2,67	0,0113	0,55
2	22,163	2	-0,099	2,19	0,0363	1,76
3	22,185	4	-0,077	1,70	0,0940	4,57
4	22,207	6	-0,055	1,22	0,1895	9,21
5	22,229	10	-0,033	0,73	0,3056	14,86
6	22,251	33	-0,011	0,24	0,3867	18,8
7	22,273	11	0,011	0,24	0,3867	18,8
8	22,295	16	0,033	0,73	0,3056	14,86
9	22,317	5	0,055	1,22	0,1895	9,21
10	22,339	11	0,077	1,70	0,0940	4,57
Σ		100				

Проверка гипотезы по критерию Пирсона χ^2.

Предположим, что результаты подчиняются нормальному закону распределения. Проверим правдивость этой теории с помощью критерия Пирсона. Значения параметра подчиняются нормальному закону, если выполняется неравенство $P(\chi^2) > 0{,}05$.

Условия применимости критерия Пирсона требуют, чтобы в каждом интервале было не меньше 5 частот. Поэтому объединим интервалы, в которых менее 5 частот и рассчитаем необходимые значения для вычисления критерия Пирсона. Результаты расчета представлены в таблице 9.

Для вычисления критерия Пирсона необходимо вычислить число степеней свободы по формуле:

$$r = m - p - 1, \text{ где}$$

m – число интервалов,

p – число параметров эмпирического распределения для нормального закона распределения случайных величин (p=2);

Таблица 7.Данные для расчета критерия Пирсона.

№ интервала	x_i	$f_{iЭ}$	f_{iT}	$(f_{iЭ} - f_{iT})$	$(f_{iЭ} - f_{iT})^2$	$\frac{(f_{iЭ} - f_{iT})^2}{f_{iT}}$
1	22,141	8	6,88	1,12	1,2544	0,182
2	22,163					
3	22,185					
4	22,207	6	9,21	-3,21	10,304	1,119
5	22,229	10	14,86	-4,86	23,62	1,589
6	22,251	33	18,8	14,2	201,64	10,726
7	22,273	11	18,8	-7,8	60,84	3,236
8	22,295	16	14,86	1,14	1,3	0,087
9	22,317	5	9,21	-4,21	17,724	1,924
10	22,339	11	4,57	6,43	41,345	9,047
Σ		100				27,911

получаем:

$$r = 8 - 2 - 1 = 5.$$

Рассчитаем значение критерия Пирсона по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{m} \frac{(f_{iЭ} - f_{iT})^2}{f_{iT}};$$

получаем:

$$\chi^2 = 27,991$$

По таблице ГОСТа находим значение вероятности $P(\chi^2)$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$:

$$P(\chi^2) \approx 0.$$

Вывод: так как неравенство $P(\chi^2) > 0,05$ не выполняется, гипотезу о нормальном распределении значений параметра отклоняем.

Практическое занятие № 6

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ СЛУЧАЙНОСТИ ВЫБОРКИ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Проверка гипотезы случайности выборки

Выборка должна быть представительной (репрезентативной). Для проверки гипотезы случайности выборки используют:

1) способ последовательных разностей
2) способ числа и длины серий

Способ последовательных разностей заключается в следующем: по полученным значениям χ_i выборки, расположенных в последовательности их наблюдения, образуем n–1 разностей между соседними значениями χ_i:

$a_1 = x_2 – x_1$
$a_2 = x_3 – x_2$
$a_{n-1} = x_n – x_{n-1}$

Пусть выборка взята из генеральной совокупности с параметрами $\bar{x}$ и σ^2. при проверке гипотезы случайности выборки используют критерий τ.

$$\tau = \frac{c^2}{s^2},$$

где $c^2 = \frac{1}{2(n-1)}\sum_{i=1}^{n-1} a_i^2$;

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2;$$

n – объём выборки.

При этом малые значения τ следует считать указывающими на неверность гипотезы случайности выборки:

$$\tau < \tau_q, \text{ где } \tau_q = 1 - \frac{t_q}{\sqrt{n+1}}$$

t_q определяется из таблиц по значению $\Phi(t_q) = 0{,}5 – q/100$;
q – уровень значимости (%).

Способ длины и числа серий. Пусть имеется последовательность, в которой наблюдается случайное чередование m и n, состоящее из n_1 – элементов 1-го рода (a) и n_2 – элементов 2-го рода (b). Тогда всю последовательность можно представить в виде

aaa bb aa b aa bbbb aa bb a b

$n_1 = 10 \quad m = n_1 + n_2 = 20$

$n_2 = 10$

Совокупность следующих друг за другом одинаковых элементов называют *серией*. Число элементов, входящих в серию, называют *длинной серии*. Обозначим наибольшую длину серии k = 4, а общее число серий R = 10.

Для значений k и R существуют таблицы.

Таблица 1

q = 0,05								
K	5	6	7	8	9	10	11	12
n	10	14	22	34	54	86	140	230

Например, в выборке объёмом n = 10, если она случайная, появление K = 5 имеет вероятность 0,05. Так как вероятность мала, то появление в выборке такой длины серий “k” указывает на то, что данный выбор является неслучайным.

Таблица 2

R	3	6	11	15	…
n	10	20	30	40	

Например, в выборке n = 10, если она случайная, можно встретить общее число серий $R \leq 3$ с вероятностью q = 0,05.

Для того, чтобы гипотезу случайности отвергнуть, достаточно наличие хотя бы одного из условий $k_н \geq k$

$R_н \geq R$

Процедура проверки гипотезы случайности выборки состоит в следующем. Берётся выборка объёма n и значения параметра χ_i разбиваются на 2 класса: больше медианы и меньше медианы. Тогда $a = x_i \geq Me$

$b = x_i \leq Me$

Составив последовательность из элементов a и b, определяем наибольшую длину серии K_n и общее число серий R. Затем сравнивают эти значения с таблицей и по результатам сравнения принимают или отвергают нулевую гипотезу. Нулевая гипотеза заключается в том, что выборка предполагается случайно.

Пример. С автомата, обрабатывающего ролики $D = 20_{-0,16}$ мм, взята текущая выборка n = 20. Действительные результаты роликов в порядке их изготовления имеет следующие значения:

19,89; 19,92; 19,87; 19,86; 19,89; 19,90; 19,95; 19,84; 19,90; 19,88; 19,91; 19,88; 19,93; 19,92; 19,84; 19,86; 20,0; 19,92; 19,92; 19,94; 19,96.

Необходимо установить, является ли данная выборка случайной.

Решение. Определим медиану наблюдаемого ряда.
Me = 19,9 мм.
b a bb baa b a b a b aaa bb aaa
$k_n = 3$ $R_n = 12$
n = 20 по таблице K = 7
R = 6
$k_n < k$ и $R_n > R$ – гипотеза случайности выборки может быть принята.

Практическое занятие №7

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ РАВЕНСТВА 2-Х ВЫБОРОЧНЫХ СРЕДНИХ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Проверка гипотезы равенства 2-х выборочных средних

Пусть из одной и той же генеральной совокупности взяты 2 выборки, которые для величины X дают средние значения $\bar{x}_1$ и $\bar{x}_2$. Требуется узнать, случайно или неслучайно они отличаются друг от друга.

1) выборки из совокупности с нормальным распределением.

Оценка расхождения 2-х выборочных средних $\bar{x}_1$ и $\bar{x}_2$ производится при помощи критерия Стьюдента

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_{\bar{x}}}, \text{ при } n < 25$$

$$S_x = \sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$, где n_1, n_2 – объёмы 1 и 2 выборки

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$K = n_1 + n_2 - 2$

Когда n > 25

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Пример 1. С автомата, обрабатывающего втулку $D = 20^{+0,2}$ мм было взято в разное время 2 выборки по 5 шт. в каждой. Распределение диаметров втулки предполагается нормальным. Требуется определить, верна ли гипотеза о том, что генеральные средние в момент взятия выборок были равны между собой ($\bar{x}_{01} = \bar{x}_{02}$), то есть настройка станка в момент взятия выборки №1 и №2 не изменилась.

$$t=\frac{|20{,}084-20{,}096|}{\sqrt{5\cdot 0{,}0004+5\cdot 0{,}0013}}\cdot\sqrt{\frac{5\cdot 5\cdot(5+5-2)}{5+5}}=0{,}58$$

при t = 0,58   P(t) = 0,6 (по табл.); P(t) > 0,05, то гипотеза применяется.

Таблица 3.7

Результаты измерения диаметров втулок

№ выборки	№ детали					$\bar{x}$	S^2
	1	2	3	4	5		
1	20,05	20,08	20,1	20,1	20,09	20,084	0,0004
2	20,1	20,15	20,05	20,08	20,1	20,096	0,0013

Пример 2. При одних и тех же условиях было обработано по 25 шт. втулок развёртки d = 6 мм и d = 10 мм. Результаты измерений показали, что для d = 6 мм $\bar{x}_1$ = 10,4 мкм, для d = 10 мм $\bar{x}_2$ = 9,8 мкм; $S_1^2=3{,}8$ мкм^2; $S_2^2=4{,}76$ мкм^2.

Установить, влияет ли диаметр развёртки на величину разбивки отверстий (разность между диаметром отверстия и диаметром развёртки).

$$t=\frac{|10{,}4-9{,}8|}{\sqrt{\frac{3{,}8}{25}+\frac{4{,}7}{25}}}=1{,}03$$

при t = 1,03 P(t) = 0,31 > 0,05, то диаметр развёртки не влияет на величину отверстия

2) выборки из совокупности, не подчиняющиеся нормальному закону распределения.

В данном случае оценки возможны лишь приближённо. Вычисления осуществляются по тем же формулам. При этом если t ≥ 3, то средние $\bar{x}_1$ и $\bar{x}_2$ различаются существенно, t < 3 – несущественно.

Практическое занятие № 8

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ РАВЕНСТВА ДВУХ ВЫБОРОЧНЫХ ДИСПЕРСИЙ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Проверка гипотезы равенства 2-х выборочных дисперсий

Пусть имеется 2 выборки из нормальной совокупности, объём каждой из них = n_1 и n_2. Дисперсии соответственно равны $S_{x_1}^2$ и $S_{x_2}^2$. Можно ли считать при наличии некоторых различий между S_1^2 и S_2^2, что данные выборки принадлежат одной и той же генеральной совокупности или произведено 2 опыта, из которых один опыт производится с фактором А, а другой без него. В результате обработки данных получено, что дисперсия признака х в опытах с фактором А равна величине S_1^2, а без него S_2^2. Оказывает ли существенное влияние исследуемый фактор А на признак Х? Для решения этих задач сравнение дисперсий производится по соотношению

$$T_n = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

В частности ставится наибольшее значение дисперсии

$k_1 = n_1 – 1$

$k_2 = n_2 – 1$

Если $T_n < T$, то гипотеза принимается,

$T_n \geq T$, то расхождения между S_1^2 и S_2^2 не случайно, а существенно (т.е. выборки взяты не из одной генеральной совокупности и значения признака А оказывает существенное влияние на значение фактора Х).

Пример: с 2-х станков, обрабатывающих равные детали, взяты 2 выборки $n_1 = n_2 = 10$; $S_1^2 = 400$ мкм^2 и $S_2^2 = 325$ мкм^2. Можно ли считать, что оба станка обеспечивают одинаковую точность обработки?

$$T_n = \frac{400}{325} = 1{,}23$$

$k_1 = n_1 – 1 = 9$

$k_2 = n_2 – 1 = 9$

при $k_1 = k_2 = 9$ и $P = 0{,}05$

$T = 3{,}23$

$T_n < T$

1,23 < 3,23 – станок обеспечивает требуемую точность

Практическое занятие № 9

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ РАВЕНСТВА РЯДА ДИСПЕРСИЙ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Проверка гипотезы равенства ряда дисперсий

Пусть имеется m выборок неравных объёмов n_i, взятых из одной или m генеральной совокупностей, имеющих нормальное распределение. Дисперсия этих совокупностей $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_m^2 = \sigma^2$, а математические ожидания могут быть и неравны друг другу. Дисперсии выборок S_1^2, S_2^2, …, S_n^2 отличаются друг от друга по величине. Проверить гипотезу о том, что это различие дисперсий выборок носит случайный характер и выражение $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_m^2 = \sigma_n^2$ справедливо.

Для вычисления пользуются формулой критерия Бартлета

$$Q = \frac{2{,}3026m(n-1)\left[\lg S^2 - \frac{1}{m}\sum \lg S_i^2\right]}{1 + \dfrac{m+1}{3m(n-1)}},$$

где $S^2 = \dfrac{1}{m}\sum\limits_{i=1}^{m} S_i^2$.

При равных объёмах выборок вычисления производятся упрощённо, с помощью критерия

$$G_n = \frac{S_{i\max}^2}{\sum S_i^2}.$$

Если $G_n < G$ – гипотеза принимается;

$G_n > G$ – бракуется.

Из 4 станков, настроенных на обработку одних и тех же деталей взята партия выборок $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 10$. Значение дисперсий $S_1^2 = 100$ мкм^2, $S_2^2 = 300$ мкм^2, $S_3^2 = 200$ мкм^2, $S_4^2 = 400$ мкм^2.

Требуется определить, одинакова ли точность станков.

$S^2 = 250$

$\sum \lg S_i^2 = 9{,}38$; lg 250 = 2,398

$$Q = \frac{2{,}3026 \cdot 4(10-1)\left(2{,}398 - \frac{9{,}38}{4}\right)}{1 + \frac{4+1}{3{,}4(10-1)}} = 4{,}16$$

k = m–1 = 4–1 = 3

p = 0,05, χ^2 = 7,8

Q < χ^2 – гипотеза принимается.

$$G_n = \frac{400}{1000} = 0{,}4$$

G = 0,5 (табл.)

0,4 < 0,5 – гипотеза принимается, т.е. все станки имеют одинаковую точность.

Практическое занятие № 10

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О ПРИНАДЛЕЖНОСТИ 2-Х ВЫБОРОК ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ГЕНЕРАЛЬНОЙ СОВОКУПНОСТИ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;

- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Проверка гипотезы о принадлежности 2-х выборок одной и той же генеральной совокупности

Пусть имеется 2 серии независимых испытаний однородных величин X и Y. При этом значения X_i и Y_i дают различные значения средних $\overline{X} \neq \overline{Y}$ и $S_x \neq S_y$. Можно ли считать эти расхождения существенными или они носят случайный характер?

Для проверки гипотезы используют критерий Вилькоксона, основанный на вычислении инверсий.

$y_1 y_2 x_1 x_2 y_3 y_4 y_5 x_3 y_6 x_4$ – последовательность значений x и y в порядке убывания.

Если какому-либо значению X предшествует некоторое Y, то говорят, что эта пара даёт инверсию. Если некоторому значению X_m предшествует n значений Y, то это значит, что X_m имеет n-инверсию.

u – количество инверсий;

u = 2+2+5+6 = 15.

Нулевая гипотеза принимается, если число “u” будет лежать внутри некоторых предельных или критических значений.

Если n > 10 и m > 10,

$$\overline{u} = \frac{mn}{2}$$

$$G_n^2 = \frac{mn}{12}(m+n+1)$$

$$\overline{u} - tG_u \leq u \leq \overline{u} + tG_u$$

t – из таблицы со значениями Φ(t).

Практическое занятие № 11

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШАЙНИНА

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;

- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Контрольные карты индивидуальных значений.

Контрольные карты Шайнина

Контрольная карта является статистическим инструментом с помощью которого осуществляется контроль и регулирование технологического процесса. Границы регулирования могут быть:

1) статические границы регулирования K_B и K_n (процесс протекает стабильно, т.е. внутри своего статистического допуска);
2) заданные заранее предельные значения контролирующего размера: T_B и T_H (технические нормы на изготовление изделия известны).

Если последовательность значений точек контроля параметра не выходит за эти границы, то процесс является статистически управляемым.

При ведении контрольных карт следует учитывать:

1) если технические нормы на изготовление не известны (т.е. неизвестны μ и σ), то производится анализ процесса и опытным путём устанавливается номинальное значение параметра и допуск, в котором должен протекать процесс.
2) если технические нормы на изготовление изделия известны, процесс следует контролировать и управлять им так, чтобы требования стандарта соблюдались.

Предельные значения контрольного размера = $T_m \pm (T_B - T_H)/2$

Область применения контрольных карт

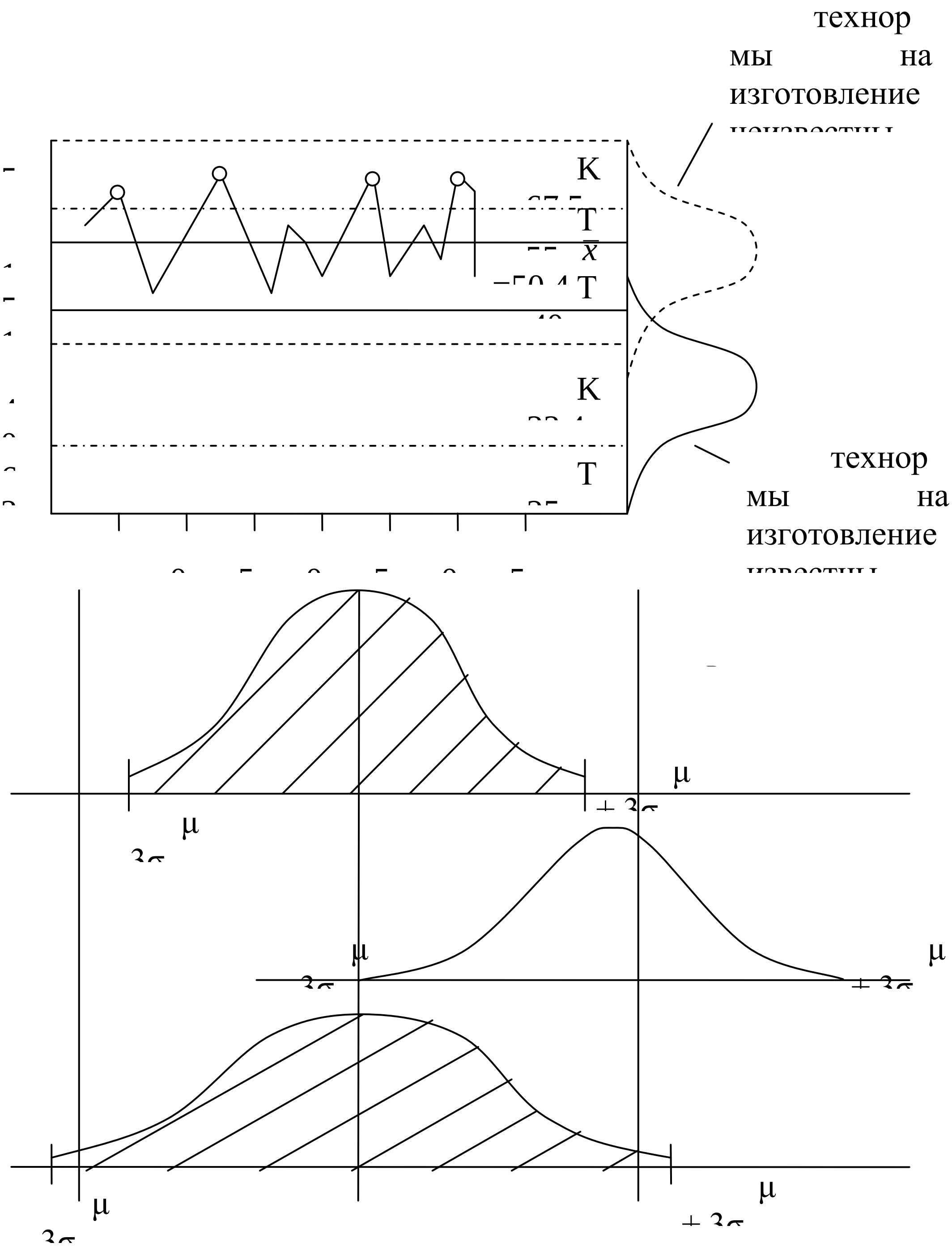


Рис. 4.1.

1) $T_m = \mu$ – процесс центрирован правильно
2) процесс смещён относительно середины поля допуска
3) процесс не является стабильным

Контрольные карты Шайнина

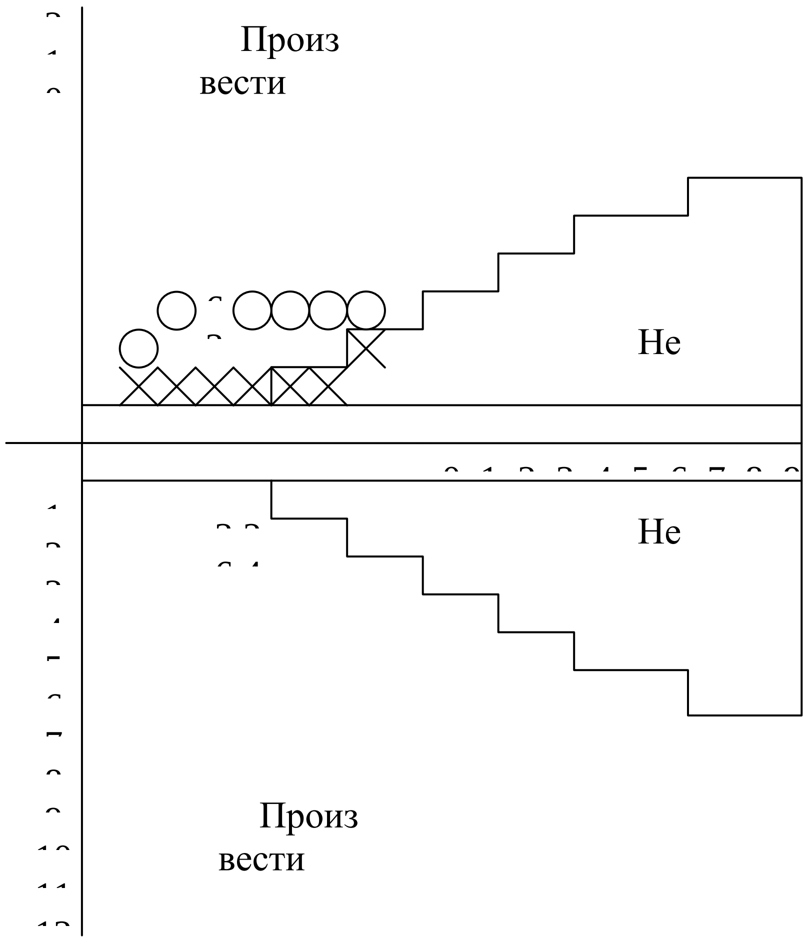
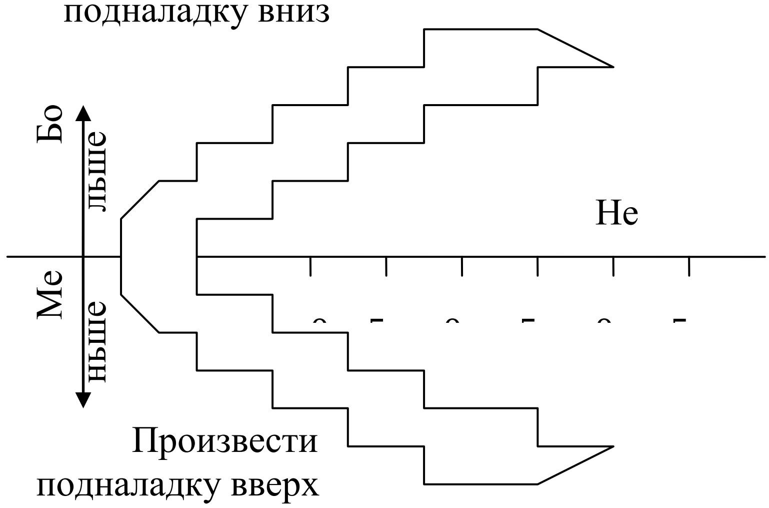


Рис. 4.2.
Карта регулирования Нельсона

Данные имерений наносятся на карту после контроля изделия определёнными калибрами.



Ступенча чый калибр
Рис.

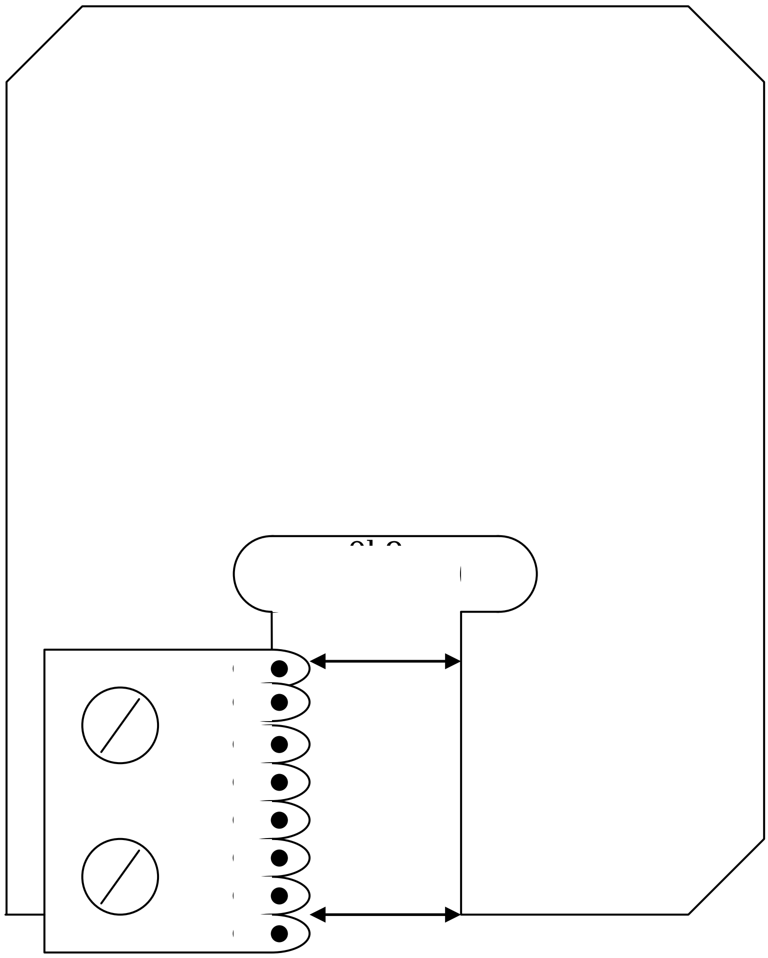


Рис. 4.4.

Таблица 4.1

Номинальный размер	Время				
	7^{00}	7^{30}	8^{00}	8^{30}	9^{00}

Практическое занятие № 12

КАРТА РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕЛЬСОНА

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Контрольные карты индивидуальных значений. Карта регулирования Нельсона

Контрольная карта является статистическим инструментом с помощью которого осуществляется контроль и регулирование технологического процесса. Границы регулирования могут быть:

3) статические границы регулирования K_B и K_n (процесс протекает стабильно, т.е. внутри своего статистического допуска);
4) заданные заранее предельные значения контролирующего размера: T_B и T_H (технические нормы на изготовление изделия известны).

Если последовательность значений точек контроля параметра не выходит за эти границы, то процесс является статистически управляемым.

При ведении контрольных карт следует учитывать:

3) если технические нормы на изготовление не известны (т.е. неизвестны μ и σ), то производится анализ процесса и опытным путём устанавливается номинальное значение параметра и допуск, в котором должен протекать процесс.
4) если технические нормы на изготовление изделия известны, процесс следует контролировать и управлять им так, чтобы требования стандарта соблюдались.

Предельные значения контрольного размера = $T_m \pm (T_B - T_H)/2$

Область применения контрольных карт

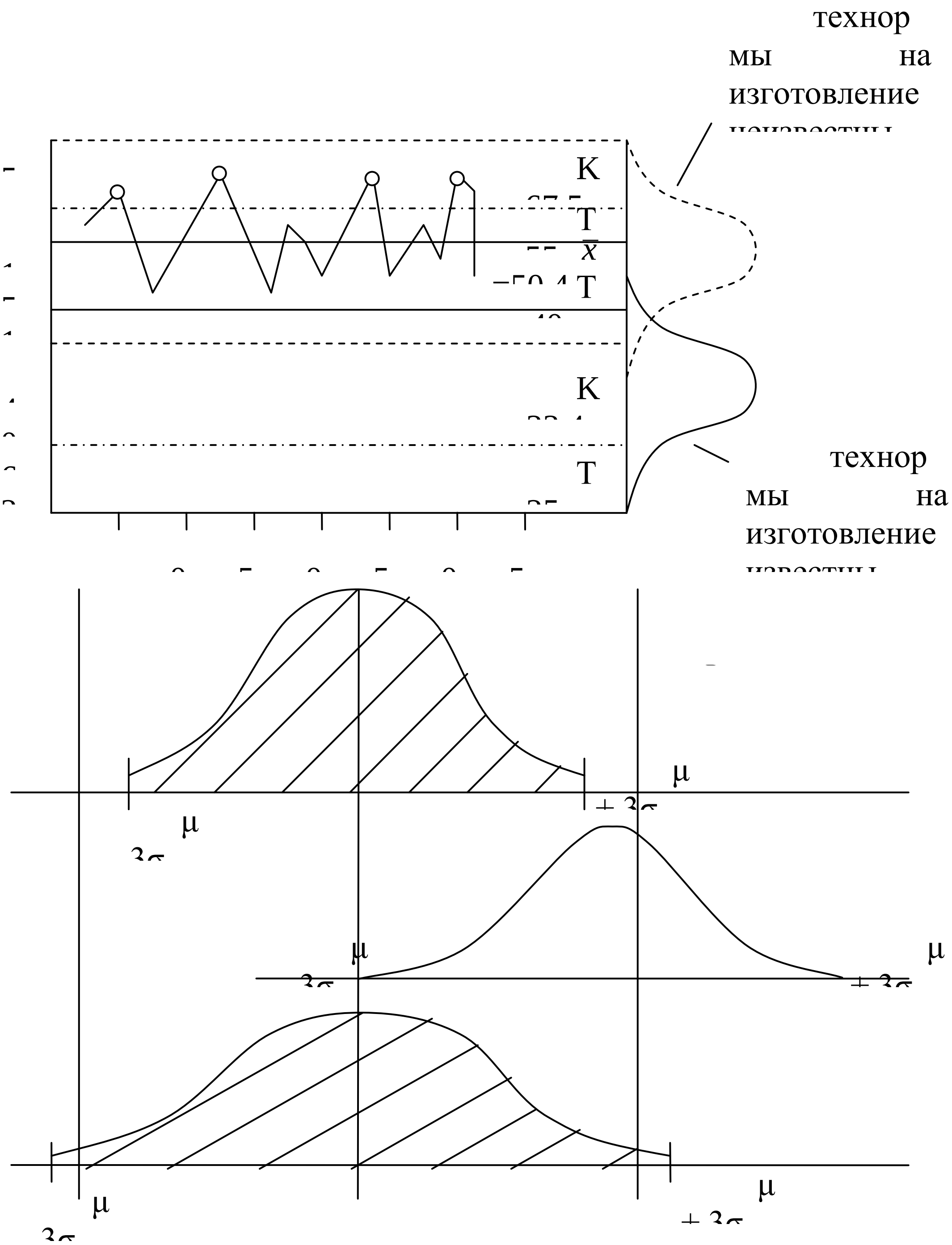


Рис. 1.

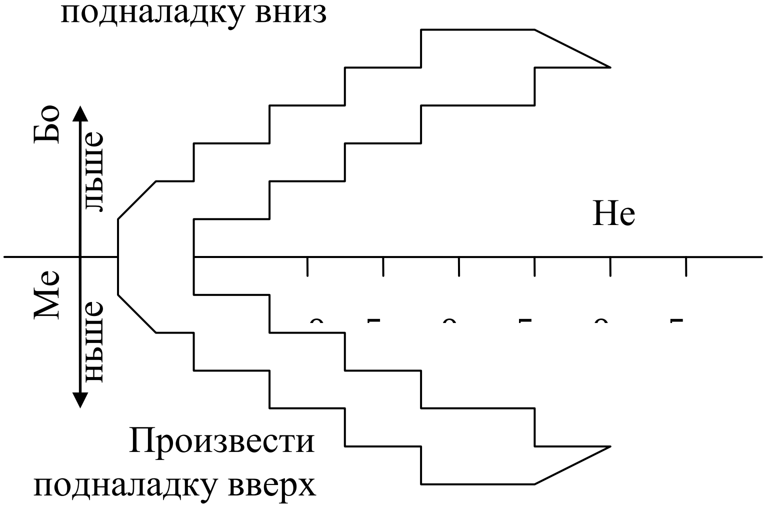
4) $T_m = \mu$ – процесс центрирован правильно

5) процесс смещён относительно середины поля допуска

6) процесс не является стабильным

Карта регулирования Нельсона

Данные имерений наносятся на карту после контроля изделия определёнными калибрами.



Ступенча   чый калибр
Рис.

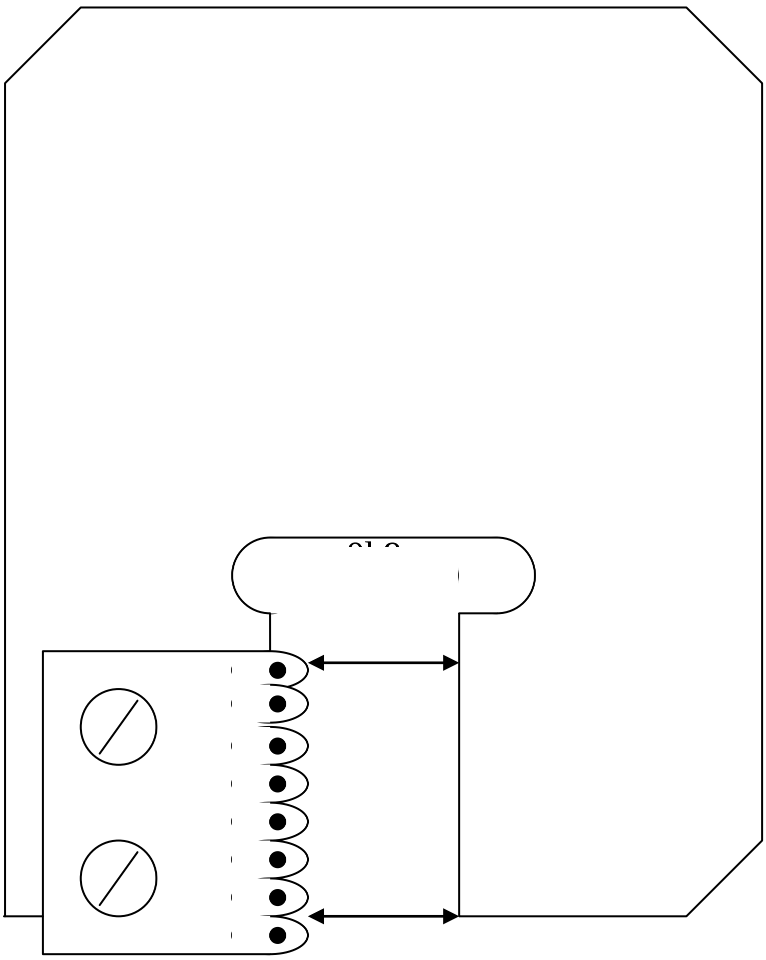


Рис. 3.

Таблица 1

Номинальный размер	Время				
	7^{00}	7^{30}	8^{00}	8^{30}	9^{00}

Практическое занятие № 13

ПРОИЗВОДНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ (ДВОЙНЫЕ КАРТЫ). ОПИСАНИЕ РАБОТ С КОНТРОЛЬНЫМИ КАРТАМИ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;

- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Производные контрольные карты (двойные карты)

Описание работ с контрольными картами

Задачи, решаемые при ведении контрольных карт:

1) проверка точности работы станка
2) планирование расходов на контроль
3) выбор измерительных приборов, установление метода измерения, определение периода отбора выборок

Подготовительные работы с контрольной картой включают в себя:

1) через заданные промежутки времени производятся n измерений
2) вычисление $\bar{x}$ и R
3) перенос значений $\bar{x}$ и R на контрольную карту

Далее производится запоминание контрольной карты. После заполнения делаются выводы о состоянии технологического процесса.

Чувствительность контрольной карты

Чувствительность контрольной карты – вероятность, с которой карта позволяет распознавать ошибки производства.

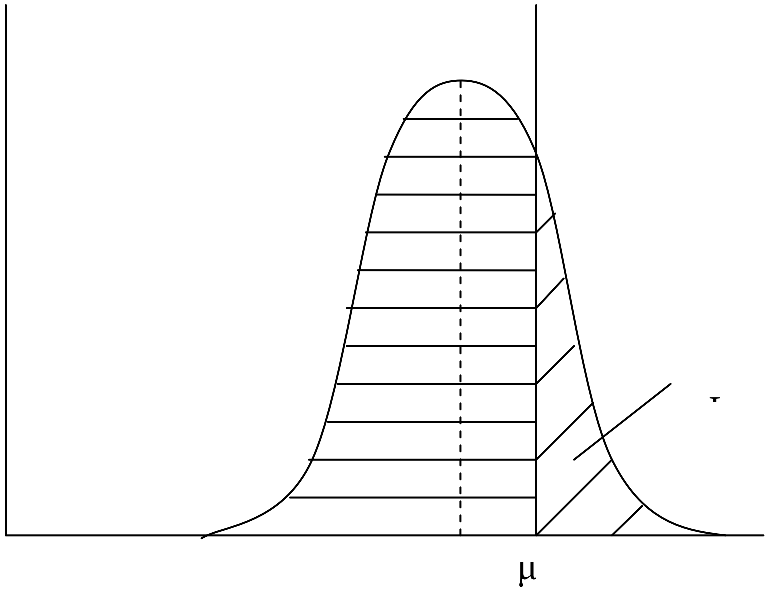


Рис 1. Графическое представление чувствительности контрольной карты

Вероятность того, что выборочные средние будут лежать внутри границ λ_1, λ_2, равна величине L, которая равна сумме функций Лапласа $\Phi(\lambda_1) + \Phi(\lambda_2)$.

$$\lambda_1 = \frac{\mu - \bar{x}}{\sigma / \sqrt{n}};$$

$$\lambda_2 = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}.$$

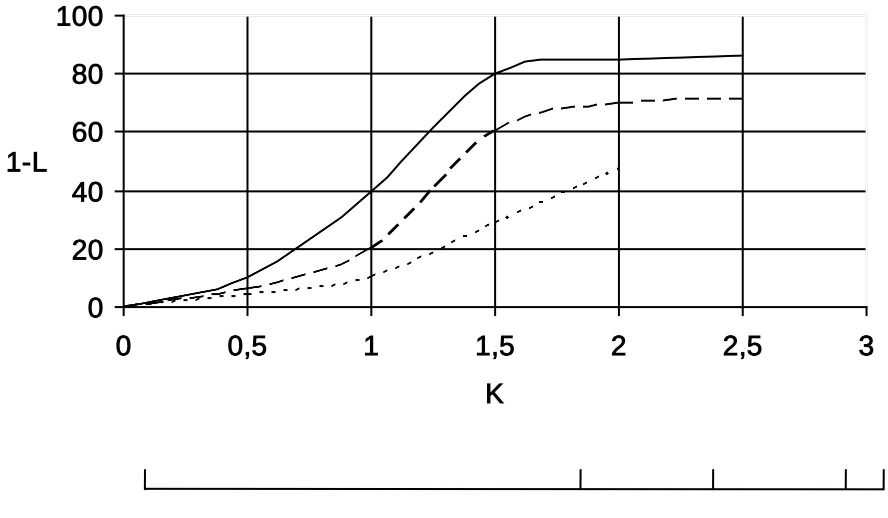


Рис. 2.

Процесс с трендом

Систематическое разлаживание процесса называют *трендом*.

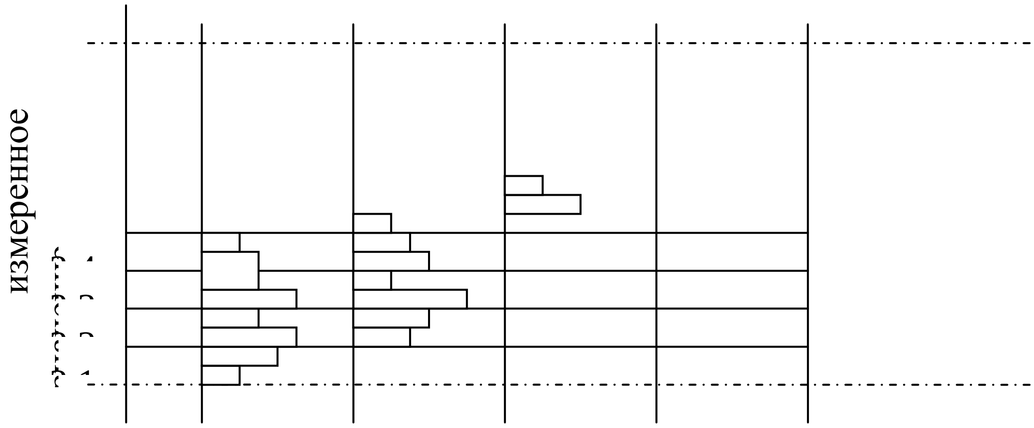


Рис. 3.

Зачастую при контроле процесса наиболее целесообразно использование контрольной карты с предупредительной границей (± 2σ). Это позволяет вовремя обнаружить разлад технологического процесса и осуществить своевременную настройку оборудования.

Практическое занятие № 14

КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА НАКОПЛЕННЫХ СУММ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Контрольная карта накопленных сумм

Если значение статистической характеристики равно M, то ордината в точке (i+1) равна ординате в точке i + M_{i+1}, равна ординате в точке (i–1) + M_i + M_{i+1} = … = $\sum_{j=1}^{i+1} M_j$.

Пусть гипотеза H_0 состоит в том, что средние значения $\mu = \mu_0$, а гипотеза H_1 – $\mu = \mu_0 + \delta\sigma$, $\delta > 0$.

Гипотеза H_0 принимается, если справедливо следующее выражение:

$$\frac{1}{\sigma}\sum_{i=1}^{m}(x_i - \mu_0) \le \frac{1}{\delta}\ln\frac{\beta}{1-\alpha} + \frac{1}{2}m\sigma .$$

Гипотеза H_1 принимается, если справедливо следующее отношение:

$$\frac{1}{\sigma}\sum_{i=1}^{m}(x_i - \mu_0) \ge \frac{1}{\delta}\ln\frac{1-\beta}{\alpha} + \frac{1}{2}m\delta .$$

α, β – ошибки 1 и 2-го рода.

Если все точки {m, $1/\sigma\sum(x_i–\mu_0)$} нанести на миллиметровку, то область контроля в дальнейшем будет находится между 2-мя параллельными прямыми. Они наклонены к оси m под углом tgθ = $\frac{1}{2}\sigma$ и отсекают по оси ординат $1/\sigma\sum(x_i–\mu)$ отрезки $(1/\delta)\ln[\beta/(1–\alpha)]$ и $(1/\delta)\ln[(1–\beta)/\alpha]$.

Карту интегрируют, накладывая на неё шаблоны и совмещая нулевую точку шаблона с последней точкой, нанесённой на карту. Если какая-нибудь точка закрывается шаблоном, то считается, что процесс стал статистически неуправляемым.

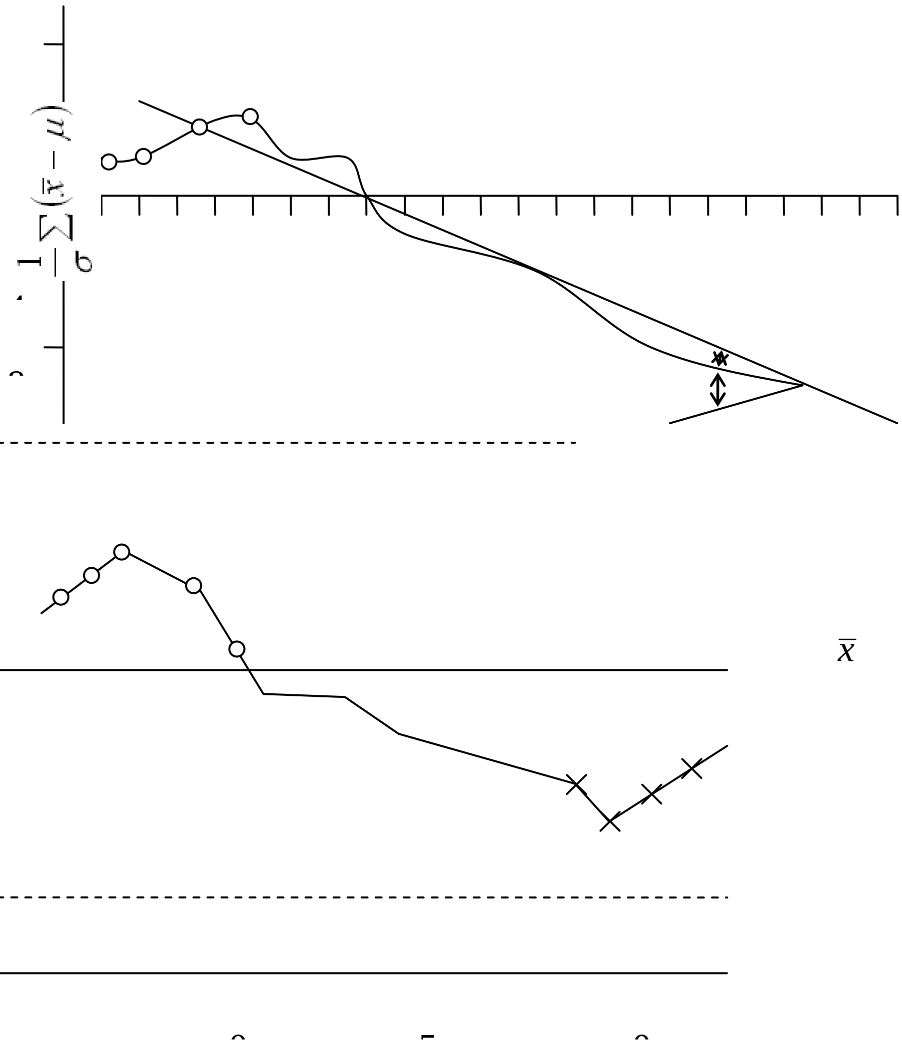


Рис. 1

Практическое занятие № 15

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Контрольные карты для качественных признаков

p – карта

При оценке расходов, связанных с изготовлением единицы продукции, существенным является установление средней доли отходов материалов или дефектных единиц $\overline{p}$. Обычно выражается в % или в числе дефектов на 100 единиц.

1) $$\overline{p} = \frac{\text{количество отходов в k - партиях,состоящих из одинаковых изделий}}{\text{общее количество материала,необходимого для изготовления k - партий, состоящих из одинаковых изделий}} \times 100\% = \text{количество отходов (\%)}$$

2) $$\overline{p} = \frac{\text{количество дефектных единиц продукции в k - партиях, состоящих из одинаковых изделий}}{\text{общее количество проверенных единиц продукции в k - партиях, состоящих из одинаковых изделий}} \times 100\% = \text{процент дефектных изделий}$$

3) $$\overline{p} = \frac{\text{число дефектов в k - партиях, состоящих из одинаковых изделий}}{\text{общее количество проверенных единиц продукции в k - партиях, состоящих из одинаковых изделий}} \times 100\% = \text{количество дефектов на 100 изделий}$$

На p-карте числа отмечают в виде точек. Ординатами точек является доля брака p в %, а абсциссами – текущие номера контролируемых партий.

np – карта

Количество дефектов или дефектных изделий в партии обозначают через np. Например, $\overline{p} = 0{,}4\%$, n = 100 шт, np = 0,4.

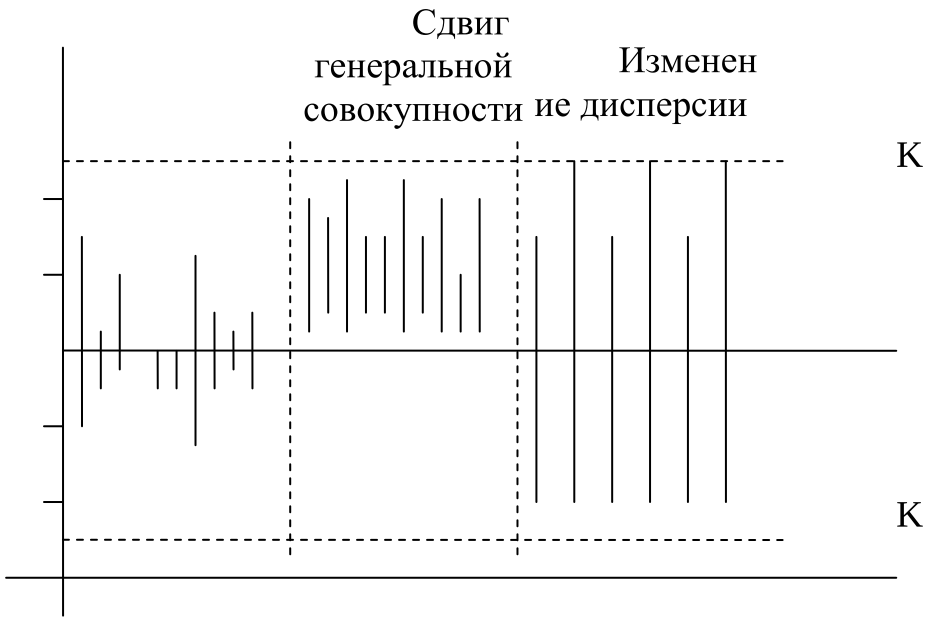


Рис. 1. пр – карта Стивенса-Типпета

np $_1$ – заниженный размер;

np $_3$ – завышенный размер.

$$K_{B,np1} = n\bar{p}_1 + 3\sqrt{n\bar{p}_1\left(1 - n\bar{p}_1\right)},$$

$$K_{B,np3} = n\bar{p}_3 + 3\sqrt{n\bar{p}_3\left(1 - n\bar{p}_3\right)}.$$

u – карта и с – карта

u – карта и с – карта применяют для контроля дефектов, которые можно считать редкими событиями.

с – число дефектов на одном изделии;

u – относительное число дефектов приходится на единицу продукции, если партия состоит из N единиц.

Практическое занятие №16

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОСТОГО ВЫБОРОЧНОГО ПЛАНА

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Выборочные планы для контроля по качественному признаку

Основные сведения о проведении выборочного контроля

Способ получения простой выборки (простого выборочного плана) состоит в следующем: из партии объёмом № изделий случайным образом извлекают выборку объёмом n и контролируют их. Устанавливают число z дефективных изделий. Если $z \leq C$ (прёмочное число), то партия принимается, если $z > C$, то партия отклоняется. Решение о приёмке партии с допустимым уравнением дефектности можно принять после контроля всей выборки до конца. В случае, если число дефектных изделий превысило приёмочное число C до окончания проверки всей выборки контроль прекращают, но если надо точно установить долю брака, то проверяют выборку до конца. Данные выборочного контроля за длительный период времени называется *историей качества*.

Важной предпосылкой применения выборочного плана является соблюдение принципа случайности. Каждое изделие должно иметь одинаковую вероятность попадания в выборку независимо от того, годное оно или дефектное. Выборка должна быть репрезентативной, т.е. реально отражать свойства партии.

Оперативная характеристика (приёмочная кривая)

Оперативная характеристика отражает зависимость вероятности принятия партии от уровня дефектности.

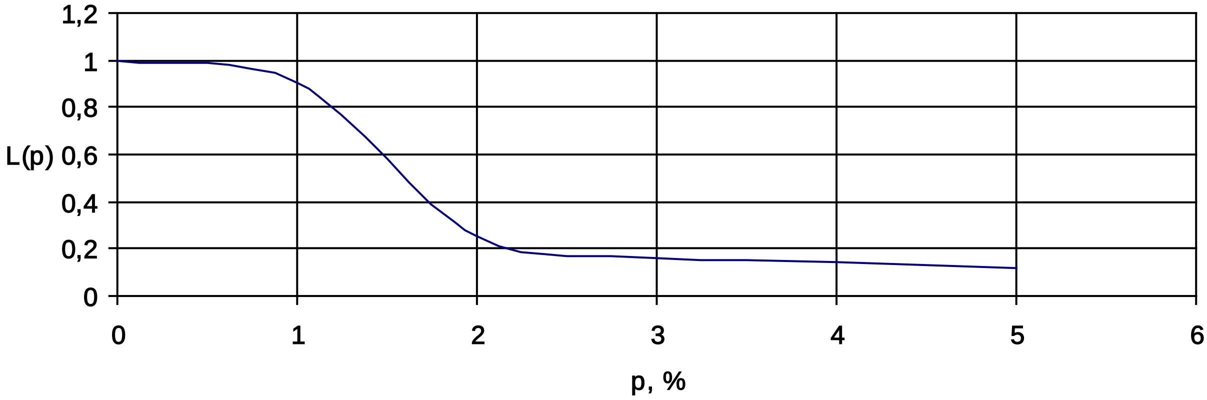


Рис. 1.

25% – принимается.

Вычисление оперативной характеристики простого выборочного плана

Из партии объёмом N, из которого Z – дефектные, случайным образом извлечена выборка объёма n. Вероятность того, что в выборке будет равно z дефектных изделий, равна

$$P(z)=\frac{\binom{Z}{z}\binom{N-Z}{n-z}}{\binom{N}{n}}.$$

При больших значениях N вычисление вероятности P(z) затруднительно из-за вычисления биномиальных коэффициентов. Но при N→∞ b $P=\frac{Z}{N}$ гипергеометрическое распределение сводится к биномиальному. Если n < 0,1 N, то

$$P(z)=\binom{n}{z}p^{z}(1-p)^{n-z}$$ – биномиальное распределение.

Если p ≤ 0,1, то хорошим приближением является пуассоновское:

$$P(z)=\frac{(np)^{z}}{z!}e^{-np}$$

Для определения значений np по таблице можно найти вероятность появления любого количества дефектов от 0 до n.

Вероятность принятия партии будет равно сумме вероятностей попадания в выборку от 0 до C дефектных изделий.

$$L(p)=p(0)+p(1)+\ldots+p(c)=\sum_{x=0}^{c}\frac{(np)^{x}}{x!}e^{-np}$$

Свойства оперативной характеристики

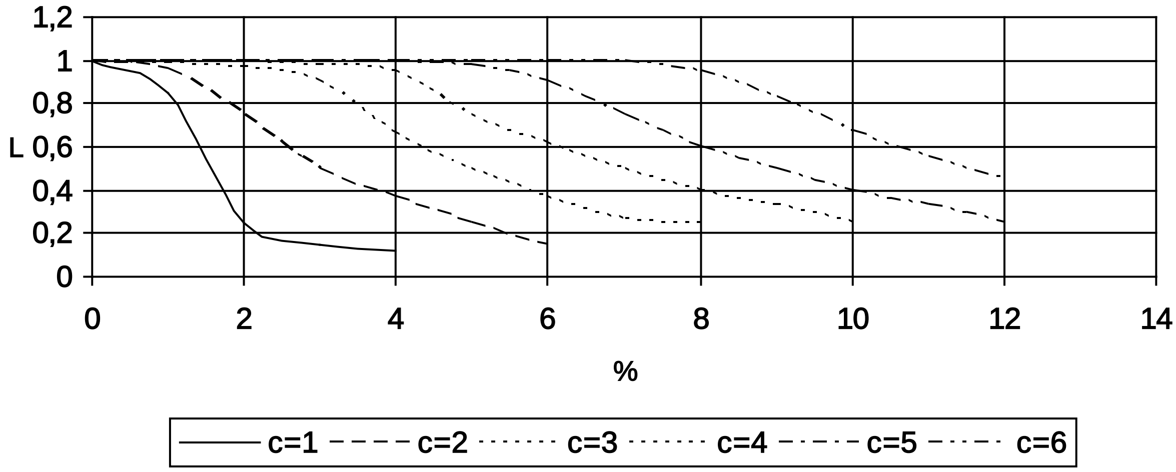


Рис. 6.2. Семейство оперативных характеристик для n = 100 и приемочном числе с = 0÷6

Для постоянного значения объёма выборки и постоянной доли брака с увеличением приёмочного числа растёт вероятность принятия партии.

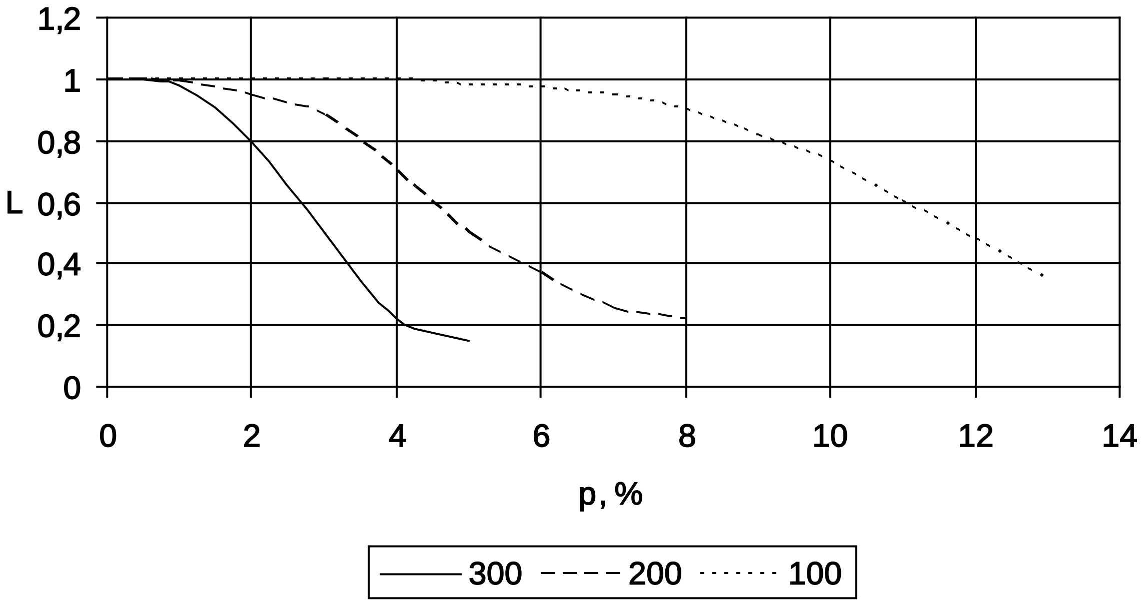


Рис. 6.3. Семейство оперативных характеристик для с = 4; n = 100, 200, 300

Чем больше при постоянном значении p и с общий объём выборки, тем чаще число браков изделий в ней будет превышать приёмочное число, тем меньше будет вероятность принять партию.

Практическое занятие №17

СРЕДНИЙ ОБЪЁМ КОНТРОЛЯ И СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ ВЫХОДНОГО КАЧЕСТВА

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Средний объём контроля и средний уровень выходного качества

Оперативная характеристика показывает, сколько партий, имеющих одинаковую долю брака p, будет в среднем отклонено или принято. При построении оперативной характеристики будем предполагать, что отклонённые партии разбраковываются, т.е. контролируются все изделия подряд и все дефектные заменяются годными. Таким образом, разбракованная партия состоит только из годных изделий. Сначала устанавливают, сколько изделий в каждой партии в среднем нужно проверять. Партии должны иметь одинаковый объём N. Средний объём контроля $\bar{n}$ складывается из объёма выборки n и (N–n) проверенных изделий в каждой из отклонённых и разбракованных партий. $\bar{n}$ зависит от доли брака в партии p, так как от p зависит вероятность приёмки (отклонения). При постоянной доле брака p в среднем L(p)·100% партий принимается и [1–L(p)]·100% отклоняется. В отклонённых партиях следует проверять и остальные (N–n) изделия. Тогда следующий объём контроля определяется по формуле:

$$\bar{n}(p) = n + [1 - L(p)](N - n)$$

В партиях с большой долей брака L(p) мала и тогда $\bar{n} \approx N$. Для партий с низкой долей брака вероятность L(p) велика. Поэтому контролируется в среднем n изделий из партии. Другой важной характеристикой является *характеристика качества проконтролированной партии* – доля брака – средняя доля пропущенного брака. Так как при определении доли брака p [1–L(p)]·100% партия отклоняется и разбраковывается, то пропущенный брак D всегда меньше p. До контроля число дефектных изделий в партии в среднем равно Np. после контроля оно равно ND. В среднем среди контролируемых $\bar{n}$ изделий следует ожидать $\bar{n}p$ дефектов. Так как обнаружения дефектного изделия при контроле всегда заменяются годными, то   ND = Np – np.

Если используется выражение для $\bar{n}$, то получим следующую формулу:

$$D(p) = pL(p)\frac{N - n}{N}$$

Если объём выборки n мал по сравнению с N, то

$$D(p) \approx pL(p)$$

Графическая характеристика предела среднего уровня выходного качества.

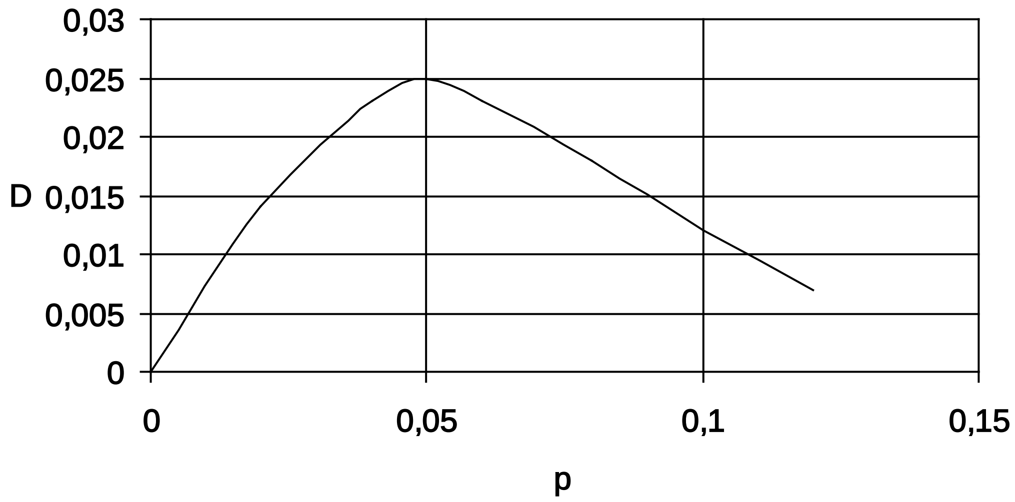


Рис.1. D_{max} = 0,025; n = 100; c = 4

D_{max} – максимальный пропущенный брак, наивысшая доля брака, которая может быть обнаружена в неблагоприятном случае при условии, что отклоненные партии разбраковываются (AOQL – Average Outing Quality Limit).

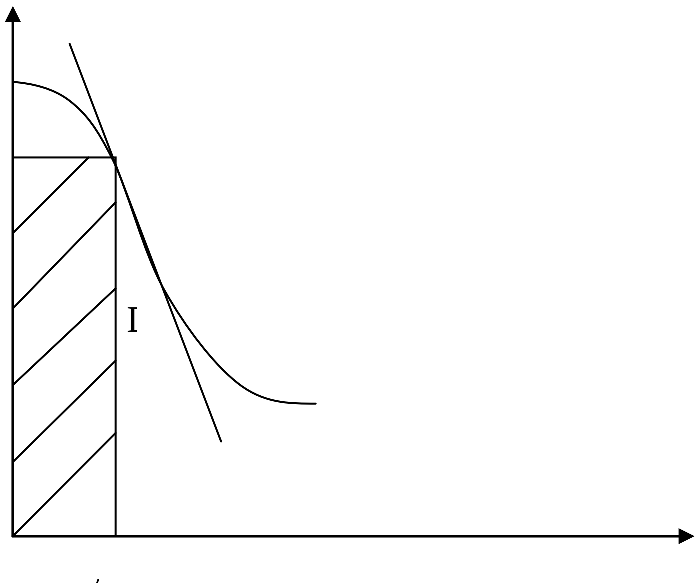


Рис. 2.

Практическое занятие № 18

ПРОЦЕДУРА ВЫБОРА ПЛАНА КОНТРОЛЯ ПО ГОСУДАРСТВЕННОМУ СТАНДАРТУ

ЧАСТЬ 1

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Процедура проведения выборочного контроля по качественному признаку (по государственному стандарту)

1.Обзор

1.1 Цель и содержание

Стандарт состоит из планов и выборочных методов для контроля по качественному признаку.

1.2 Применение

С помощью выборочных планов, содержащихся в стандарте, можно контролировать:

а) готовую продукцию
б) полуфабрикат или сырьё
в) ход работы
г) поставки на склад
д) техническое обслуживание
е) периодически накапливаемые данные
ж) административные работы

Выборочные планы следует применять в 1-ую очередь в серийном производстве.

1.3 Контроль качества

Измерение, контроль, проверка и др. сравнения изделия с предписанием.

1.4 Контроль по качественному признаку

При нём изделия подразделяются на годные и дефектные

1.5 Изделие

Изделие – это отдельный экземпляр штучной продукции, которое проверяют, чтобы установить дефектное оно или нет, или чтобы установить число дефектов в нём.

2. Классификация дефектов и дефектных изделий

2.1 Методы классификации дефектов

Классификация дефектов – это разделение возможных дефектов изделия по серьёзности.

Дефект – это каждое отдельное несоответствие изделие данному предписанию.

1) критический дефект – дефект, который может подвергнуть опасности людей, пользующихся дефектным изделием, хранящих его или каким-то образом созданных с ним
2) главный дефект вызывает или отказ изделия, или снижение его пригодности
3) второстепенный дефект – снижает лишь потребительскую стоимость изделия и оказывает незначительное воздействие на пригодность или функционирование изделия

2.2 Классификация дефектных изделий

Дефектные изделия с критическими дефектами содержат 1 или более критических дефектов. В нём могут быть главные и второстепенные дефекты. Дефектное изделие с главным дефектом содержит 1 и более главных дефектов. Оно может содержать также второстепенные дефекты, но не должно иметь критического дефекта. Дефектное изделие с второстепенными дефектами может содержать 1 и более второстепенных дефектов, но не может содержать критических или главных дефектов.

3. Дефектность (в %) и количество дефектов на 100 изделий

3.1 Величина несоответствия изделия предписанию должна выражаться или в % дефектности, или количеством дефектов на 100 изделий.

3.2 Дефектность в % = $100\,\% \cdot \dfrac{\text{число дефективных изделий}}{\text{общее число проверенных изделий}}$

3.3 Количество дефектов на 100 изделий =

$$= 100\,\% \cdot \frac{\text{число дефективных изделий}}{\text{общее число проверенных изделий}}$$

4. Приемлемый уровень качества AQL

Значение AQL вместе с ключевой буквой используется для нахождения в ГОСТ выборочного плана. Значение AQL – это максимальная дефективность в % (или максимальное количество дефектов на 100 изделий), которое при выборе плана можно рассматривать как удовлетворительный средний уровень входящего качества. Смысл AQL – если потребитель выбрал определённое значение AQL для известного дефекта или класса дефекта, то он сообщает его поставщику с тем, чтобы преобладающее большинство партии принималось выборочно.

5. Представление изделий на контроль

5.1. Партия

Под контрольной партией понимается то кол-во изделий, из которых должна быть извлечена и проконтролирована выборка с целью установления соответствия с приёмочным контролем. Каждая партия должна состоять из изделий одного типа, величины и состава, которые были изготовлены в основном в одинаковых условиях и в одно t. Объём партии = числу изделий в контрольной партии. Поставщик должен предусмотреть специально приспособленные для составления партии места, предусмотренные проводимым мероприятия и подготовить персонал для работы.

ЧАСТЬ 2

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

6. Приёмка и отклонение партии

Пригодность партии определяется путём использования одного или нескольких выборных планов, которые связаны с AGL. Контролёр имеет право возвращать каждое дефектное изделие, обнаруженное в процессе контроля. При обнаружении критического дефекта партия тот час же отклоняется. Отклонение партии после корректировки прод-и в них предъявляется повторному контролю.

7. Взятие выборок

Выборка состоит из 1 или нескольких единиц продукции, которые случайным образом отобрана из партии. Число единиц продукции в выборке называется *объёмом выборки.* Для получения представит выборки изделия должны отбираться из партии с соблюдением принципа случайности. Выборку следует делать тогда, когда партия готова целиком. Однако выборки могут быть взяты и в процессе составления партии.

8. Нормальный, усиленный и сокращённый контроль

Контроль качества начинают с нормального контроля изделия. В зависимости от количества партии изделия вид контроля может изменяться. От нормального к усиленному контролю переходят если 2 из 5 последовательно изготовленной партии были отклонены или средний уровень входного ткачества в 10 последних партиях вышел за верхнюю границу регулирования истории качества. От усиленного к нормальному контролю следует вернуться тогда, когда будут приняты 5 последовательно представленных на контроль партий или когда средний уровень входящего качества в последних 10 партиях больше или равен AGL.

От нормального к сокращённому контролю следует переходить тогда, когда выполнены следующие условия:

а) 10 предыдущих партий подверглись нормальному контролю и не одна партия не была возвращена;

б) общее количество дефектов или дефективных изделий в выборках из 10 или более предыдущих партий не больше установочного числа, найденных по таблице планов контроля; средний уровень входящего качества $\overline{\rho}$ меньше или равен нижней границе регулирования;

в) если сокращённый контроль был предусмотрен заранее.

От сокращённого к нормальному контролю переходят если выполнены следующие условия:

а) партия отклонена;

б) меняется объём выпуска продукции;

в) новее условие требует нормальный контроль;

г) средний уровень входящего качества > AGL.

Выборочные планы. Указывают отбираемое из контрольной партии число единиц продукции (объём выборки или серия объёмов выборок) и критерий приёмки партии (приёмочное и браковочное число). Конт. ступень устанавливает соотношение между объёмом партии и объёмом выборки. В рассматриваемом ГОСТе даны 3 контрольные ступени: I, II, III. Если нет особых предписаний, то использовать II контрольную ступень (нормативный контроль). Если допустимо малое деф-ние объём выборок, то можно применять ступень I, а при повышенных требованиях – ступень III. В таблице имеются, также, специальные ступени: S-1, S-2, S-3, S-4, которыми можно пользоваться если допустим большой риск и необходимость относительно малые объёмы выборок. Каждому объёму выборки соответствует своя ключевая буква, которая находится по таблице, исходя из объёма партии и заданной контрольной ступени. Поиск выборочного плана осуществляется по таблице по ключевой букве и значению AGL.

Планы контроля могут быть одноступенчатые, 2-х ступенчатые, и многоступенчатые.

Таблица 6.1

№ / ступень	I	II	III	S-1	S-2	S-3	S-4
10.000–35.000	H	L	B				
35.000–50.000	K	M	C				
50.000–100.000							
100.000–500.000	C	A	E				

10. Установление пригодности партии

Простой одноступенчатый выборочный план

n – объём выборки;

c_1 – приёмочное число;

d – число дефектных единиц продукции в партии.

Если $d \leq c_1$, партия принимается (признаётся годной по данному виду дефекта).

Двухступенчатый план контроля

n_1 – объём выборки 1-й ступени;

n_2 – объём выборки 2-й ступени;

c_1 и c_2 – приёмочные числа 1 и 2 ступени контроля;

r_1 и r_2 – браковочные числа 1 и 2 ступени контроля.

1 ступень: если $d_1 \leq c_1$ – партия принимается;

если $d_1 \geq r_1$ – партия бракуется;

если $c_1 < d < r_1$ – переход ко второй ступени контроля.

2 ступень: $d_1 + d_2 \leq c_2$ – партия принимается;

$d_1 + d_2 \geq r_2$ – партия бракуется.

При многоступенчатом плане контроля количество выборок > 2.

ЧАСТЬ 3

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Разъяснение некоторых предписаний ГОСТ Р 50779.70-95

Характеристика среднего уровня выборки

В 1-ступенном плане контроля объём выборки постоянен $u = n$. Найдём средний объём выборки двухступенчатого плана контроля.

Пусть ρ – доля брака в выборке (дефектность в % или количество дефектов в % на 100 изделий).

Вероятность принятия партии после 1 выборки $= L(n_1, c_1, \rho)$.

Тогда вероятность того, что должна быть взята 2-ая выборка

$[1 - L(n_1, c_1, \rho)]$.

Тогда средний объём выборки при 2-ступенчатом плане контроля =

$ASN = n_1 \cdot L(n_1, c_1, \rho) + (n_1 + n_2)\,[1 - L(n_1, c_1, \rho)]$;

$ASN = n_1 + n_2\,[1 - L(n_1, c_1, \rho)]$.

При вычислении среднего объёма выборки 2-х ступенчатого плана контроля исходят из того, что 2-ая выборка берётся всегда.

Отклонённая партия

Каждое отклонение партии связано с ненужными расходами. Если партию отклоняет потребитель при своём входящем контроле, то увеличиваются расходы обеих сторон.

При разбраковке партии (сплошном контроле и замене дефектных изделий годными) мероприятия по улучшению качества процесса бывают зачастую запоздалыми. Поэтому, в связи с этим при предъявлении партии для повторного контроля следует ответить на 3 вопроса:

1) если партию разбраковывать и дефектные изделия заменить годными, то нужно ли потребителю опасаться, что появятся дополнительные дефекты, например, после термообработки;

2) если дефектная деталь может быть исправлена, например, вручную, то нужно ли откорректируемую партию контролировать повторно относительно всех классов дефектов;

3) если при повторном контроле обнаружены изделия с такими классами дефектов, относительно которых они были проверены и приняты при первичном контроле, то можно ли повторно партию не отклонять, т. к. выборочный контроль вообще не гарантирует полную бездефектность.

Способы использования дефектных единиц продукции тех партий, которые с полным основанием возвращены потребителю

В опротестованных партиях все дефектные детали заменяются годными. Поставщик может использовать такие партии следующим образом:

1) партии корректируются и снова предъявляются потребителю;
2) партии корректируются, составляются блоки и предъявляются потребителю как «состав партии»;
3) партии сдаются по сниженной цене с более высоким значением AGL;
4) при повторном предъявлении партии могут контролироваться потребителем планы с приёмочным числом $c = 0$ или особыми контрольными ступенями;
5) партии идут в металлолом;

6) если партия возвращена потребителем только из-за дефекта одного из показателей качества или группы дефектов, то повторный контроль производится только по этому показателю или группе дефектов;
7) рез-ми контроля повторно предлагаемых партий нельзя пользоваться при вычислении среднего уровня входящего качества.

ЧАСТЬ 4

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.

2. Составить терминологический словарь.

3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Процедура выбора плана контроля по ГОСТ Р 50779.71-99

Объёмы выборок, приёмочные и браковочные числа определяется по ключевым буквам, выбранным в свою очередь в зависимости от объёма партии и конт. ступени.

Выбор контрольных ступеней

Специальный контроль ступени S-1, S-2,… используется при разруш-м или очень дорогостоящем контроле. Перед выбором контрольной ступени инженер по качеству должен рассмотреть следующее:

1) сравнение оперативных характеристик с точки зрения гарантий, которые предлагают различные планы;
2) различие между контроль ступенями;
3) процесс изготовления;
4) требования к пригодности изделия;
5) стоимость проведения контроля;
6) проверка деления на виды дефектов;
7) оценка предельных уровней качества.

Обычно контрольную ступень II рассматривают как нормальную, объём выборки контрольной ступени I составляет 0,4 от нормального. Объём выборки контрольной ступени III – 0,6 от нормального.

Пример. Пусть при контрольной ступени II используется простой план. Объём партии N = 5000; AGL = 1%.

По таблице стандарта определяем объём выборки и приёмочное число.

Таблица 6.2

Общая контрольная ступень	I	II	III
Ключевая буква	J	L	M
Объём выборок	80	200	315
Приёмочное число	2	5	7

При малых V выборок значения AGL должны быть увеличены.

Пусть для нормальной ступени задан простой план:

AGL > 10; N = 5000.

Таблица 6.3

Общая контрольная ступень	S-1	S-2	S-3	S-4
Ключевая буква	C	D	F	G
Объём выборок	5	8	20	32
Приёмочное число	1	3	5	7

Выборочные системы контроля по качественному признаку

1. *Система AGL*.

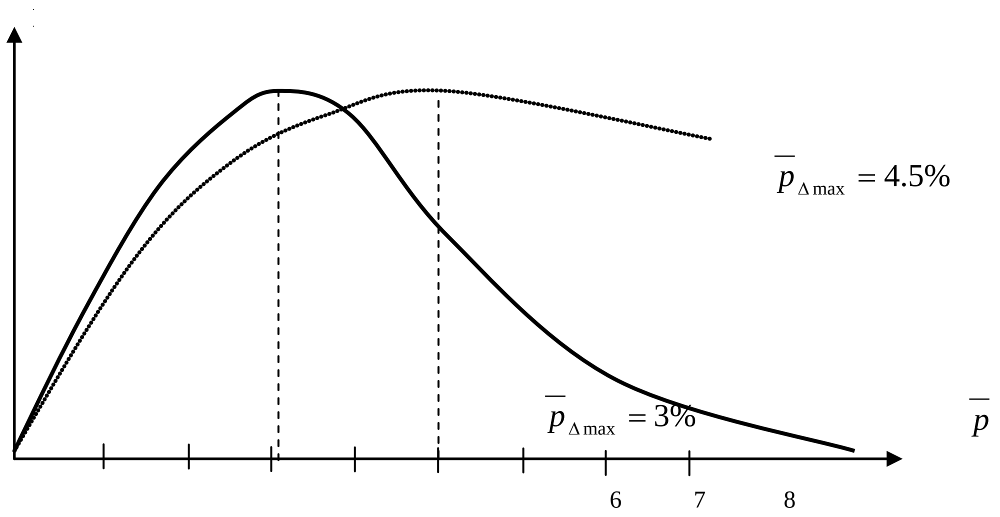
В этой системе выборочные планы базируются на значениях AGL. Риск поставщика с ростом затрат на контроль снижается с 11 до 1%. Благодаря этому уменьшается вероятность ошибочного отклонения партии.

2. *Система LG*.

Предельный уровень качества LG зависит от AGL и *n*. Система LG особенно удобна для единичных партий, т. к. для них нельзя получить средний уровень входного качества. При применении этой системы должны быть рассмотрены следующие вопросы:

1) при каком значении LG можно ещё гарантировать качество при переработке сомнительных изделий;
2) на какой объём выборки нужно ориентироваться для получения нужной информации при выбранном значении LG.

3) когда нужен сплошной контроль



Кроме того, применяя данную систему в стандарте, необходимо выбрать подходящую оперативную характеристику и соответствующий ей план контроля.

План контроля с риском потребителя $\beta = 10\%$

L : *n* = 200; *c* = 10; *AGL* = 2,5; $LG_{(0,10)}$ = 7,7; D_{max} = 3,3%.

К : *n* =125; *c* = 5; *AGL* = 1,5; $LG_{(0,10)}$ = 7,42; D_{max} = 2,5%.

Н : *n* = 50; *c* = 1; *AGL* = 1,0; $LG_{(0,10)}$ = 7,7; D_{max} = 2,7%.

3) *Система* D_{max}.

Для потока изделий (штампованные детали; изделия, изготовленные методом прессовки и литья) при не разрушенном контроле поставщик может применить систему $D_{max.}$

Если при выборе контрольных планов поставщик руководствуется стандартом $> LG$, то потребитель может быть уверен, что будет обеспечен высококачественными изделиями с соответствующими требованиями:

$\overline{\rho} = AGL; \ \leq D_{max}$.

Рис. 1.

Отклонения партии должны тот час же исправляться и тем самым будет улучшен уровень качества.

4) *Система нейтрального качества*.

ЧАСТЬ 5

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:
   - составить план блока;
   - составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;
2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Представление партии на контроль

Есть две возможности проверить соответствие партии продукции предписаниям ГОСТ.

1) непрерывный контроль в процессе изготовления продукции. Причём объём контрольной партии определяется выпуском продукции на единицу времени или может быть неограничен;

2) предоставление на контроль отдельных партий после завершения производственных операций. Обычно такой контроль производится на сборочном конвейере или поточной линии. Поэтому отклонение качества изделия от стандарта обнаруживается очень рано и исправление можно внести своевременно.

Образование контрольных партий

Контрольная партия – совокупность однородных изделий, подлежащих контролю.

А) Партии большого объёма.

При больших объёмах партии:

1) затраты на контроль пропорционально уменьшаются с ростом объёма партии;

2) точность и разделительная способность контроля будут больше, т. К. с ростом объёма партии N увеличивается объём выборки n.

Партия большого объёма требует соответствующих складских помещений и больших затрат на обработку.

Б) Партии малого объёма и уменьшение партии.

Из малой партии можно взять только малую выборку и как следует из ГОСТ для малой партии нельзя найти ни одного подходящего плана. В таких случаях можно объединить выпущенную за несколько дней продукцию в одну партию и пол ГОСТ найти соответствующий план контроля.

Партию большого объёма, наоборот, можно уменьшить если можно получить репрезентативную выборку из неё, таким образом получить уменьшение партии.

В) Единичные партии.

С единичными партиями чаще всего имеют дело при изготовлении продукции по особым заказам. Потребитель при своём входящем контроле должен искать наиболее подходящий контрольный план, гарантирующий ему качество изделий.

Случайная выборка из партии. Некоторые случаи образования выборок

Имеется много видов изделий, выборочный контроль которых затруднителен, из-за физической сущности единицы изделия. Так, например, в некоторых ёмкостях, наполненных жидкостью или сыпучим материалом при разной степени перемешивания обнаружить большую разницу в изм-ях. Как единицу продукции здесь следует рассматривать всю ёмкость целиком.

В таких ситуациях нужно руководствоваться следующим:

1) строго случайный отбор нельзя осуществить, нужно использовать только конечные отрезки;

2) при контроле прочности параметров следует испытания строить так, чтобы одновременно с оценкой уровня дефектности оценить величины разрывной нагрузки;

3) при контроле однородности массы на единицу длины следует установить отрезок определённой длины для контроля.

Приемлемый уровень качества

Средний уровень входящего качества $\overline{\rho}$ позволяет сравнивать показатели качества изделий потока партий. Из последовательных значений $\overline{\rho}$, нанесённых на контрольную карту, формируется история качества. Значение $\overline{\rho}$, вычисленное по возможно большему количеству выборок, образует базис системы AGL.

Для выбора подходящей AGL целесообразно пользоваться историей качества. Выбирая значение AGL, следует учитывать последствия пропуска дефекта. Выбранное значение AGL – определение гарантии качества на всём пути продукции до потребителя. Для деталей, которые могут быть забракованы при сборке, используются большие значения AGL, чтобы не задерживать процесс сборки. Но собранные узлы должны контролироваться с меньшим значением AGL для большей гарантии качества.

Слишком малые значения AGL не соответствует состоянию техники и процесса, приводящего к частым отклонениям партии.

Завышенные значения AGL также увеличивает число отклонений и стоимость корректировки при окончательном контроле. Величина значения AGL зависит также от качества исходного материала.

Средний уровень входного качества $\overline{\rho}$

– это среднее значение из к-результатов контроля одинаковых показателей непрерывной последовательности партий. Он отражает состояние качества процесса изготовления K – партий ($K > 10$). Если K взять слишком большим, то можно не обнаружить тренд.

$$\overline{\rho} = \sum_{i=1}^{n} \rho_i \, .$$

Чтобы не искажать значения $\overline{\rho}$ нельзя использовать для его подсчёта результаты контроля прерывистой последовательности партии.

Для каждого класса дефектов с различным значением AGL должно быть вычислено значение $\overline{\rho}$. По $\overline{\rho}$ ориентируются – каким образом продолжить контроль. При $\overline{\rho} > K_B$ можно переходить к усиленному контролю (например, если 2 из 5 последовательно изготовленные партии отклонено). При $\overline{\rho} > K_H$ – можно использовать сокращённый контроль.

История качества

Цель истории качества состоит в наглядном отображении состояния качества процесса за определённый отрезок времени. История качества представляет собой совокупность значений $\overline{\rho}$, или произведения $\overline{\rho} \cdot n$, или количества дефектов на 100 единиц продукции в хронологической последовательности. Значение $\overline{\rho}$ даёт информацию об отдельных показателях качества с точки зрения соответствия их AGL. История качества отражает следующее:

1) степень жёсткости контроля во время действия договора и определение её для последнего договора;
2) полный охват показателей качества изготавливаемых изделий;
3) информацию о конструктивных особенностях изделий и основные виды информации;
4) результаты обследования производства.

История качества является также основой для расчёта цены изделия, который необходимо связывать с AGL.

Таблица 1

Пример вычисления $\overline{\rho}$.

Простой план	N = 5000; AGL = 2,5; n = 200; c = 10				
Номер партии	N	h	Число дефектов	Решение	Примечание
11	5000	200	8	Принять	
12–21		2000	60	Принять	$\overline{\rho}$ = 3,0
22	5000	200	5	Принять	
23	5000	200	31	Отклонить	$\overline{\rho}$ = 2,8
24	5000	200	3	Принять	
25	5000	200	11	Отклонить	

Приёмочный контроль, гарантирующий качество

При поставках следует различать 3 типа:

1) поставки, состоящие из унифицированный изделий (нормализованные детали, моторы и т. д.);
2) изделия, изготовленные на заказ по специальным чертежам;
3) единичные партии.

Практическое занятие № 19

ДРУГИЕ ВЫБОРОЧНЫЕ СИСТЕМЫ. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ. НЕПРЕРЫВНЫЙ КОНТРОЛЬ.

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

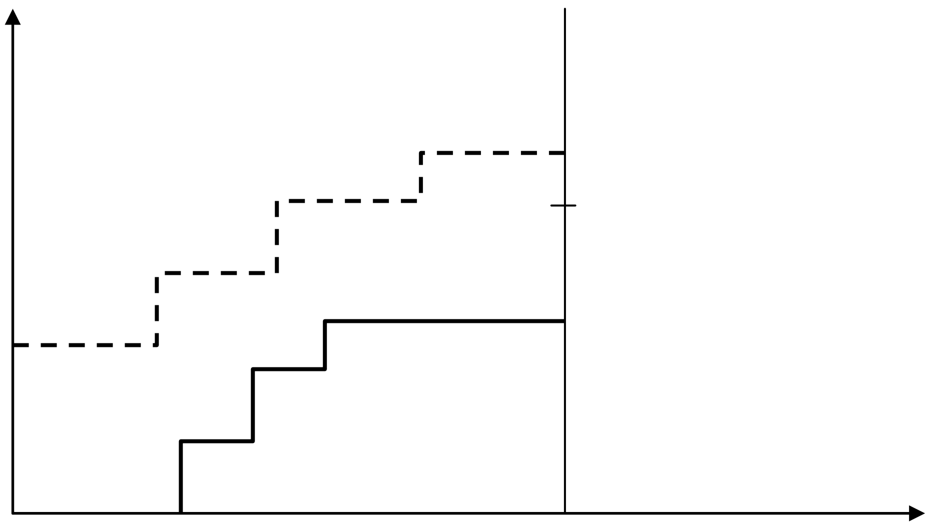
4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)
4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)
4.4. Дискуссии. (10 минут.)
4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)
5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)
6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)
7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Другие выборочные системы

Последовательный контроль

Изобразим выборочный план графически. Для этого в прямоугольной системе координат по оси абсцисс отложим число проконтролированных изделий n, а по оси ординат – число обнаруженных дефектных изделий z.



Если изделие годное, линию продвигаем вправо на 1 шаг, если дефектное, то делают шаг вправо и вверх. Таким образом процесс контроля изображается ступенчатой линией.

Для изображения простого выборного плана, который характеризуется объёмом выборки n и приёмочным числом c, проводят на расстоянии n вертикальную линию – выборочную прямую, которая делится приёмочным числом «*c*» на 2 участка A и R. В каждом конкретном случае фиксируют где заканчивается ступенчатая линия. Если она заканчивается на участке A, т. е. число обнаруженных в выборке дефектных изделий $<$ приёмочного числа, то рассматриваемая партия принимается; если на участке R, т. е. число дефектных изделий $>$ приёмочного, то партия отклоняется. В крайнем случае, когда число выборок существенно возрастает и одновременно уменьшается их объём, решение принимается после каждого отдельного изделия.

Этот вид контроля называется последовательным, состоит в том, что последовательно отобранные изделия отбирают из партии случайным образом и на каждом шаге принимают одно из 3-х возможных решений:

1) принять партию;
2) отклонить партию;
3) взять следующее изделие.

Контроль продолжается до тех пор, пока не накопится информация достаточная для принятия или отклонения партии.

Непрерывный контроль

1.*План CSP-1*. Он предусматривает немедленныё переход к сплошному контролю при обнаружении в выборке 1-го дефекта.

Приводится следующим образом:

1) начинают со сплошного контроля изделий, по мере их изготовления, и продолжают до тех пор, пока не обнаружат i бездефектных изделий подряд;
2) если i изделий, взятых подряд, бездефектны, – переход от сплошного контроля к контролю части изделия;
3) если в выборке обнаружен хотя бы 1 дефект, – немедленно переходят к сплошному контролю.

Пусть :

f – доля изделий, контролируемых выборочно;

u – среднее число изделий, которые после обнаружения дефекта должны быть подвергнуты сплошному контролю;

v – среднее число единиц продукции, которое проверяется выборочным способом до того, как обнаружен дефект.

Тогда, fv – количество изделий, которое контролируется выборочно, а $(1 - f)\, v$ – количество изделий, которое принимается без контроля.

Тогда средняя доля всех контролируемых изделий:

$$F = \frac{u + fv}{u + v}.$$

Если доля дефектной продукции ρ, то зн-ние пропущенного брака:

$$D = \rho(1 - F) = \rho\left(1 - \frac{u + fv}{u + V}\right).$$

3. *План CSP-2.* При его использовании к к сплошному контролю переходят лишь тогда, когда дефекты часто следуют друг за другом.

Контроль по плану CSP-2 осуществляется следующим образом:

1) начинают со сплошного контроля изделий, по мере их изготовления, и продолжают его тех пор, пока не обнаружат i дефектных изделий подряд;
2) если i последовательных изделий – бездефектны, то переход к выборочному контролю части изделий, отбираемых случайным образом;

3) при обнаружении дефекта продолжают выборочный контроль, но с этого момента подсчитывают число проверенных изделий:

а) если среди $к$ и менее изделий обнаружено дефектное, то немедленно переходят к сплошному контролю;

б) если среди изделий дефектных не обнаружено, то продолжают выборочный контроль, но если в дальнейшем обнаружен дефект, то переходят к пункту 3.

Практическое занятие № 20

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ПОГРЕШНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ЗОНЫ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;

- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Статистический анализ точности механической обработки и статистическое регулирования технологических процессов

Погрешности механической обработки и зоны их распределения

При механической обработке деталей на металлорежущих станках возникает ряд погрешностей, источником которых является станок, приспособление и инструмент, и сама обрабатываемая деталь. Погрешности обработки принято делить на 3 вида:

1) погрешности размера;
2) погрешности формы;
3) погрешности взаимно расположенных поверхностей и осей детали.

Исходя из характера образовавшейся погрешности обработки их можно разделить на: случайные и систематические. Систематические в свою очередь на: постоянные и функциональные.

Постоянными называются такие погрешности, которые сохраняют своё значение при обработке каждой новой детали.

Функциональными называются такие погрешности, величина которых закономерно изменяется при обработке каждой новой детали.

Случайными называются погрешности, величина которых при обработке каждой новой детали может принять любое численное значении (в определённых пределах) заранее нам неизвестное.

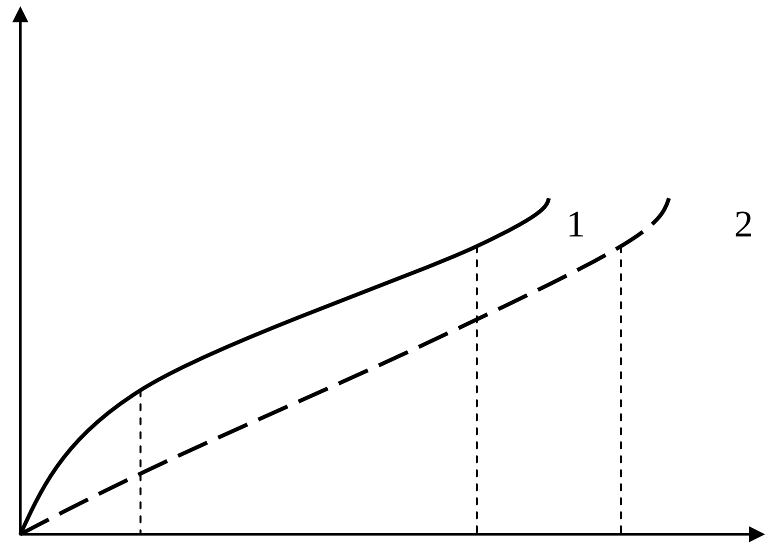
Причины постоянных погрешностей:

1) неточность настройки режущего инструмента на размер;
2) неточное изготовление станка, приспособлений и мерного режущего инструмента.

Рис. 1. Кривая износа инструмента

Функциональные погрешности обработки возникают вследствие размер. износа режущего инструмента и его t^0–ных деформаций от нагрева в процессе резания.

При работе на настроенных станках размер износа систематически изменяется. Размер каждой новой детали изменяется на удвоенную величину износа инструмента при выполнении диаметральных размеров. Размер каждой новой детали



изменяется только на величину износа при выполнении размеров длин. Установлено, что размер износ режущего инструмента протекает во времени τ.

Кривая имеет 3 участка:

$0 - \tau_н$ – характеризует изменения износа инструмента в период его приработки (начальный износ инструмента);

$\tau_н - \tau_к$ – характеризует нормальный износ инструмента;

$\tau_к$ – конца – катастрофический износ, когда наступает быстрое разрушение инструмента.

Если работа производится предварительно доведённым инструментом, размерный износ будет изменятся по прямой (кривая 2). При этом стойкость инструмента увеличивается.

Характеристика интенсивности размер износа является относит. удель. износ., т. е. износ в микрометрах отнесён к 1000м пути резания l:

$$u_o = \frac{1000 \cdot u}{l};$$

$$l = v \cdot \tau; v[м/мин].$$

Суммарную погрешность обработки партии изделий можно выразить:

$$\Delta = \Delta n + \frac{1}{k}\sqrt{\Delta_f^2 K_f^2 + \Delta_c^2}.$$

Δn – сумма постоянных погрешностей;

Δf – сумма функциональных погрешностей;

Δc – сумма случайных погрешностей;

K и K_f – коэффициенты относительного рассеяния.

Суммарная погрешность обработки Δ представляет собой поле рассеяния действующих размеров деталей в данной партии. Поэтому сопоставление суммарных погрешностей с допуском на размер 2δ позволяет оценить точность обработки на данной операции.

Если функциональная погрешность имеет пренебрежительно малое значение, то поле рассеяния размеров определяется только случайной погрешностью, суммарная величина которых:

$$\Delta c = 6\tau;$$

где τ – СКО случайная погрешность от их среднего значения.

Практическое занятие № 21

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОСРЕДСТВОМ БОЛЬШИХ ВЫБОРОК

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Статистический анализ посредством больших выборок

Статистический анализ следует проводить после того, как станок проработал некоторое время, необходимое для стабилизации температуры системы – СПИД.

Статистический анализ посредством большой выборки, заключается в следующем:

Со станка берётся большая текущая выборка, состоящая из деталей, изготовленных подряд – одна за другой при неизменной настройке и других неизменных условиях. Объём выборки устанавливается в зависимости от желаемой точности и надёжности. Определяют меры рассеивания в суммарной погрешности обработки. Для практических целей можно принять точность вычисленной оценки σ по вторичному значению S.

$\varepsilon = \pm 0{,}2Su$ с вероятностью $\alpha = 0{,}95$.

С увеличением $\overline{V}$ выборки, точность ε возрастает, поэтому *n* принимают ≥ 100.

Все детали выборки должны быть измерены шкальным измерительным инструментом с ценой деления измерительной шкалы $\left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{10}\right) \cdot 2\delta$,

где 2δ – допуск на измеряемый раствор.

На основании результатов измерения деталей выборки, составляется таблица распределения результатов выборки. При составлении таблицы все, полученные измерения размеров разбиваются на интервалы, число которых выбирается так, чтобы ширина интервала была больше чем в 2 раза цены деления шкалы измерительного инструмента.

Затем производятся вычисления статических характеристик выборки: $\bar{x}$ и S, которые принимаются в качестве оценок параметров $\overline{x_o}$ и σ_o, распределяются генеральной совокупности из которых взята выборка.

После этого проводится проверка гипотезы нормальности распределения.

Выборка проверяется также на случайность по известному методу. При положительных результатах проверки гипотез норм и случайности распределения выборки суммарной погрешности определяется по формуле:

$$\Delta = \Delta н + \Delta c,$$

$\Delta н$ – постоянная погрешность.

Для определения суммарной величины погрешности, необходимо в качестве оценки σ_O, принять $\sigma = S \cdot Z_2$,

Z_2 – коэффициент, определяемый по таблицам, в зависимости от объёма выборки.

Тогда величина случайной погрешности

$$\Delta c = 6Z_2 \cdot \delta = 6\sigma.$$

Фактически, величина постоянной погрешности $\Delta н$ или резерв допуска, приходящийся на долю постоянной погрешности, определяется по формуле:

а) для наружных поверхностей:

$$\Delta n = \overline{X} - 3\sigma - HO,$$

б) для внутренних поверхностей:

$$\Delta n = BO - \overline{X} - 3\sigma,$$

ВО и НО – верхнее и нижнее предельные отклонения измеряемого размера с учётом их знаков.

$\overline{X}$ – среднее значение отклонений размеров от их номинала

Для оценки точности процесса необходимо сравнить полученную суммарную погрешность Δc допуском на размер детали (2δ).

Точность процесса считается достаточной или избыточной, если выполняется неравенство $\Delta \le 2\delta$.

Координаты середины поля допуска относительно номинального значения размера определяются по формуле:

$$\Delta = \frac{BO + HO}{2}$$

Величина смещения определяется по формуле:

$$E = \overline{X} - \Delta,$$

где $\overline{X}$ – среднее значение действительных отклонений, измеренного размера от номинала.

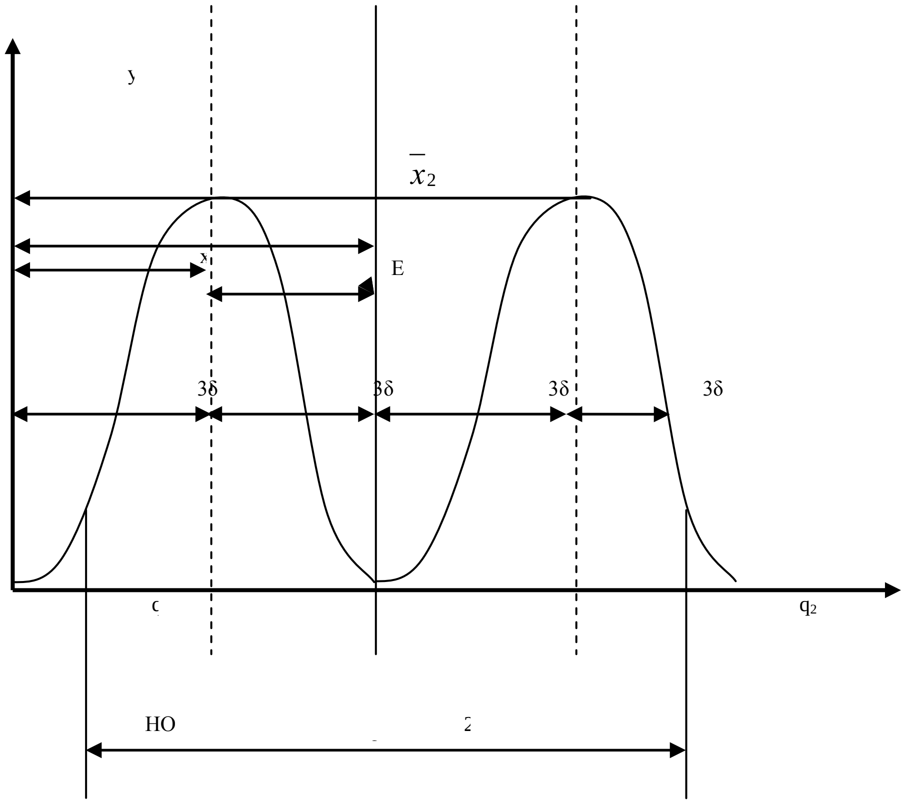


Рис. 1. Допустимое смещение центра рассеивания размеров

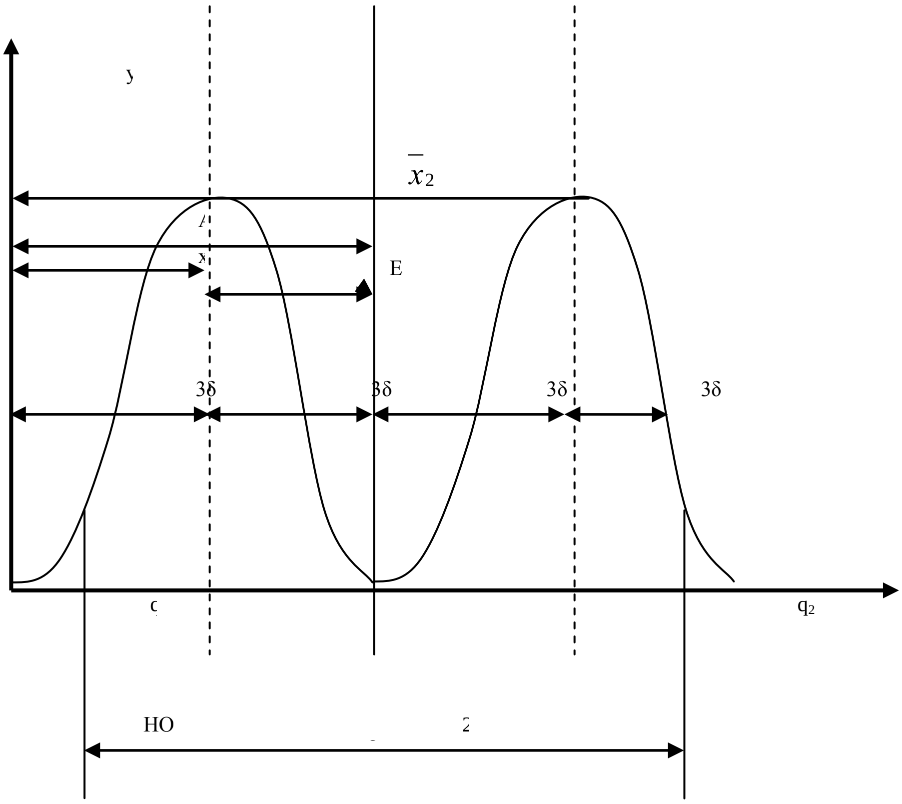


Рис. 2. Недопустимое смещение центра рассеивания размеров

g_1 и g_2 – брак.

Из рис. под буквой а) видно, что допускаемая погрешность настройки ремонтного инструмента на размер определяется по формуле:

$$\Delta н.д. = Eд - \left(\frac{2\delta - 6\sigma}{2}\right) = \delta - 3\sigma$$

Фактическая величина погрешности настройки определяется по формуле:

$$\Delta н.ф. = Eф - \left|\overline{X} - \Delta,\right|$$

Для работы без брака должно выполняться неравенство:

$$\Delta н.ф. \leq \Delta н.д.$$

Если неравенство не соблюдено, то при обработке партии неизбежен брак, даже при избыточной точности процесса.

Вероятный процент брака определяется по формуле:

$$g = \left[0{,}5 - \Phi\left(\frac{\delta - Eф}{\sigma}\right)\right] \cdot 100\%$$

Для сравнительной оценки точности можно пользоваться коэффициентом точности

$$K_T = \frac{6\sigma}{2\delta} = \frac{3\sigma}{\delta}$$

При $K_T \le 1$ точности процесса достаточно;

$K_T > 1$ – точности недостаточно.

Для оценки точности настройки станка пользуются коэффициентами точности на стройки:

$$e = \frac{|E|}{2\delta}; \qquad e_\partial = \frac{2\delta - 6\sigma}{2\delta} = 1 - K_T$$

Его действительное значение.

Фактическое:

$$e_\phi = \frac{|\overline{X} - \Delta o|}{2\delta}$$

Условие работы без брака выражается неравенствами:

$$\left.\begin{array}{l} K_T \le 1 \\ e_\phi \le e_\partial \end{array}\right\}$$

Практическое занятие № 22

СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОСРЕДСТВОМ МАЛЫХ ВЫБОРОК

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Статистический анализ посредством малых выборок

Основными преимуществами анализа перед методом больших выборок состоит в уменьшении объёма вычислительных работ, и возможностью следить за динамикой изменения точности процесса во времени.

Анализ производится следующим образом.

Выборки, объёмом $n = 5 \div 10$ шт. берутся через определённый, фиксированный промежуток времени – $15 \div 30$ мин. Период времени, для отбора проб устанавливается опытным путём и зависит от производительности станка, объёма выборки и степени устойчивости технологического процесса. Каждая выборка должна быть проверена на случайность по методу последовательных разностей. Для каждой вычисляется $\overline{X}$ и S^2. Для каждых двух смежных выборок, проверяется гипотеза однородности дисперсий выборок при помощи критерия Г. Если (дисперсия) гипотеза подтверждена, то это свидетельствует о стабильности рассеивания или о том, что сравниваемые выборки взяты из одной и той же генеральной совокупности и при подтверждении гипотезы однородности дисперсий 2-х выборок, следует проверить гипотезу однородности двух выборочных средних по критерию Стьюдента t.

Подтверждение этой гипотезы означает, что центр настройки станка не изменился в момент взятия выборки, т. е. процесс находится в стабильном состоянии.

При обнаружении факта нарушения стабильности процесса можно установить и область, в которой следует искать причину этого явления.

Неоднородность выборочных дисперсий указывает, что причину следует искать в станке или установочно-зажимном приспособлении, или в механических свойствах обрабатываемого материала.

Неоднородность выборочных средних может являться следствием либо износа режущего инструмента, либо ослабление крепления инструмента, либо другой причиной, связанной с настройкой инструмента на размер. После проведения вышеперечисленных вычислений и устранения причин разлада, процесс можно привести в состояние, когда рассеивание размеров будет носить более или менее стабильный характер.

Для центра рассеивания размеров можно добиться такого положения, что смещение будет зависеть главным образом от интенсивности размер. износа режущего инструмента и, следовательно, носить вполне закономерный характер.

Практическое занятие № 23

МЕТОД СРЕДНИХ И РАЗМАХОВ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.
3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.
4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)
2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)
3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)
4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Метод средних и размахов

В этом методе наблюдения за ходом технологического процесса производится с помощью среднего арифметического и размахов малых выборок. Сущность метода заключается в следующем: предварительно строятся *е* диаграммы. Одна из диаграмм служит для наблюдения за средними значениями $\overline{X}$ выборок, а другая – для наблюдения за размахом R выборок. По оси ординат диаграммы наносятся шкала измерительного инструмента в пределах допуска на, контролируемую деталь, а по оси абсцисс – указанное время взятия выборки или номера выборок, если они берутся через одинаковые промежутки времени. Затем на диаграмме для средних наносятся 2 горизонтальные линии B_T и H_T. Соответственно верх. и нижнему пред. отклонениям размера детали по чертежу от его номинального значения.

Интервал между этими линиями, называют *линиями верхнего и нижнего технического предела*, будет равен 2δ, т. е. допуску на контролируемый размер. Далее на эту же диаграмму наносятся 2 параллельные линии, которые называются линиями верхнего и нижнего контрольных пределов $\text{В}\overline{X}$ и $\text{Н}\overline{X}$. После подготовки диаграмм приступают к наблюдению за процессом. Во взятых через определённый интервал выборках измеряют каждую деталь (контролирующий параметр), а затем значение ср. арифметического $\overline{X}$ и размах R. Полученные значения $\overline{X}$ и R наносят на диаграмму в виде точек, которые характеризуют состояние процесса в данный момент времени и позволяют судить за её стабильностью.

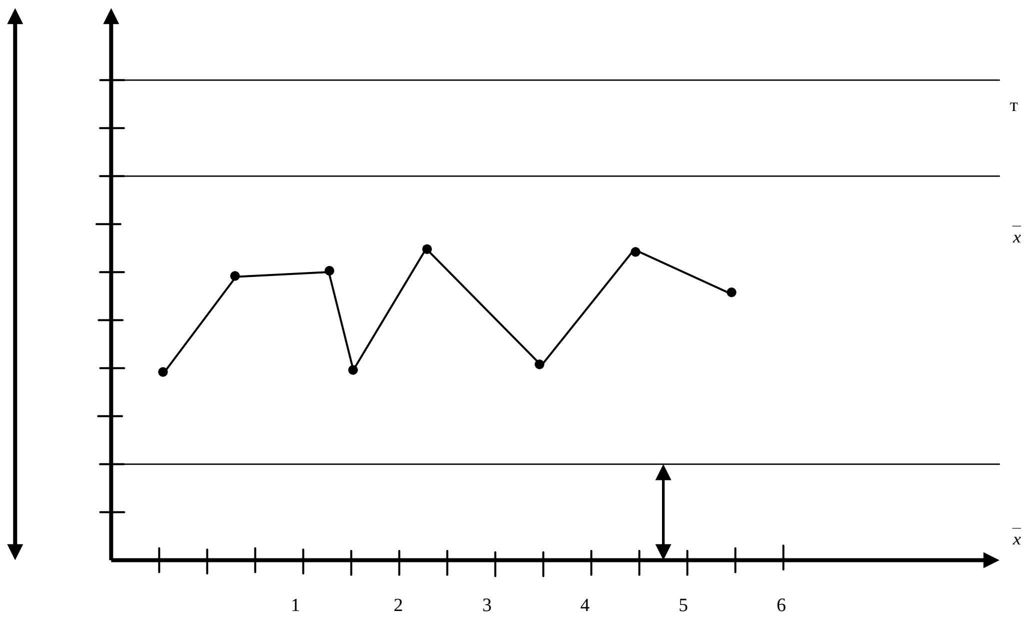


Рис. 1.

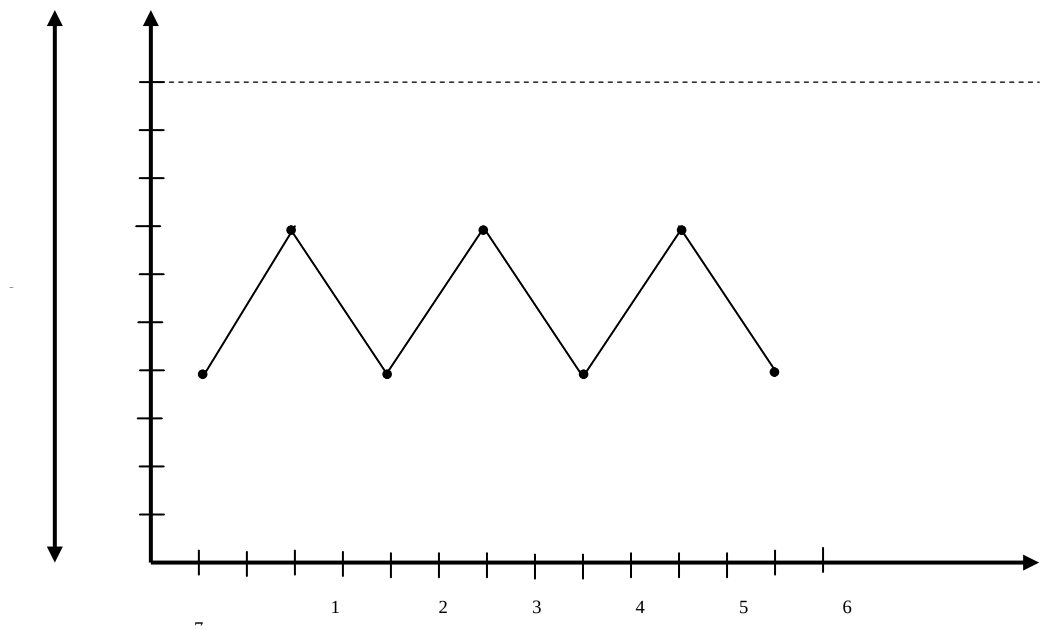


Рис. 2.

для наружной обработки

$$\left.\begin{aligned} B_{\overline{X}} &= B_T - e \\ H_{\overline{X}} &= H_T + \Delta н + e \end{aligned}\right\}$$

$$e = 3\sigma_M - \frac{3\sigma_M}{\sqrt{n}} = 3\sigma_M\left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right)$$

б) для внутренней обработки

$$\left.\begin{array}{l} B_{\overline{X}} = B_T - \Delta н - e \\ H_{\overline{X}} = H_T + e \end{array}\right\},$$

где σ_M – среднее кв. отклонение мгновенного распределения, определяется по результатам статистического анализа;

с n-объёмом выборки;

$\Delta н$ – погрешности настройки, определяемые либо по результатам анализов, либо принятые равными = 0; $1 \cdot 2\delta$.

$$B_R = \overline{R} \cdot 3\sigma_R$$

Практическое занятие № 24

МЕТОД МЕДИАН И КРАЙНИХ ЗНАЧЕНИЙ

Задание к практическому занятию:

1. Составить логическую схему базы знаний по содержанию блока.
2. Составить терминологический словарь.
3. Выполнить все пункты, перечисленные в разделе подготовительного этапа к практическому занятию.

Практическое занятие (деловая игра)

Цели: 1. Закрепить и углубить изучаемый материал студентами.

2. Уметь изложить свою точку зрения по вопросам обработки, хранения и передачи информации.

Участники: Студенты распределены на 3 подгруппы:

1-я подгруппа – заказчики (задающие вопросы);

2-я подгруппа – специалисты (отвечающие на вопросы);

3-я подгруппа – экспертная группа (оценивающие правильность формулировки вопросов и ответов на них).

Время: 90 минут.

1. Подготовительный этап (домашняя работа):

1. Подготовить материл по ранее выданной на текущее занятие (в конце предыдущего занятия) преподавателем теме:

- составить план блока;
- составить терминологический словарь: выписать встречаемые в тексте блока термины и дать им расшифровку;

2. По содержанию блока составить до десяти вопросов.

3. Быть готовыми ответить на вопросы по рассматриваемой теме. Уметь оценить вопросы и ответы участников будучи в подгруппе экспертов.

4. Оформить домашнюю работу в виде отчета.

2. Порядок проведения практического занятия

1. Организация занятия (проверка присутствующих и готовности к занятиям, объявление темы исходя из содержания текущего занятия). (5 минут.)

2. Распределение на подгруппы и доведение порядка проведения занятия. (5 минут.)

3. Присвоение подгруппам первоначальных ролей (заказчики, специалисты, экспертная группа). (5 минут.)

4. Обсуждение студентами подгрупп вопросов, вынесенных на практическое занятие с целью выработки общих позиций:

4.1. Вопросы со стороны подгруппы заказчиков. (15 минут.)

4.2. Ответы со стороны подгруппы специалистов. (15 минут.)

4.3. Оценивание подгруппой экспертов вопросов и ответов участников. (15 минут.)

4.4. Дискуссии. (10 минут.)

4.5.Выработка общей позиции и общего подхода к вопросам рассматриваемым на текущем занятии согласно его теме. (5 минут.)

5. Обсуждение преподавателем и старшими групп оценок участников занятия. (5 минут.)

6. Подведение итогов занятия с объявлением окончательных оценок участников практического занятия. (5 минут.)

7. Объявление темы и содержания следующего практического занятия. (5 минут.)

Метод медиан и крайних значений

При использовании данного метода на точечную диаграмму, называемую контрольной картой, наносится 6 горизонтальных линий, которые устанавливают пределы колебаний действительных размеров, медиан, крайних значений. Эти линии имеют следующие обозначения: $В_Т$ и $Н_Т$, $В_М$ и $Н_М$, $В_К$ и $Н_К$, $В_Т$ и $Н_Т$. Линии верхнего и нижнего технического предела, соответствуют верхним и нижним предельным отношениям контролируемого размера.

$В_М$ и $Н_М$ – линии верхнего и нижнего контролируемого предела для медиан выборок.

$В_К$ и $Н_К$ – линии верхнего и нижнего контролируемого предела для крайних значений.

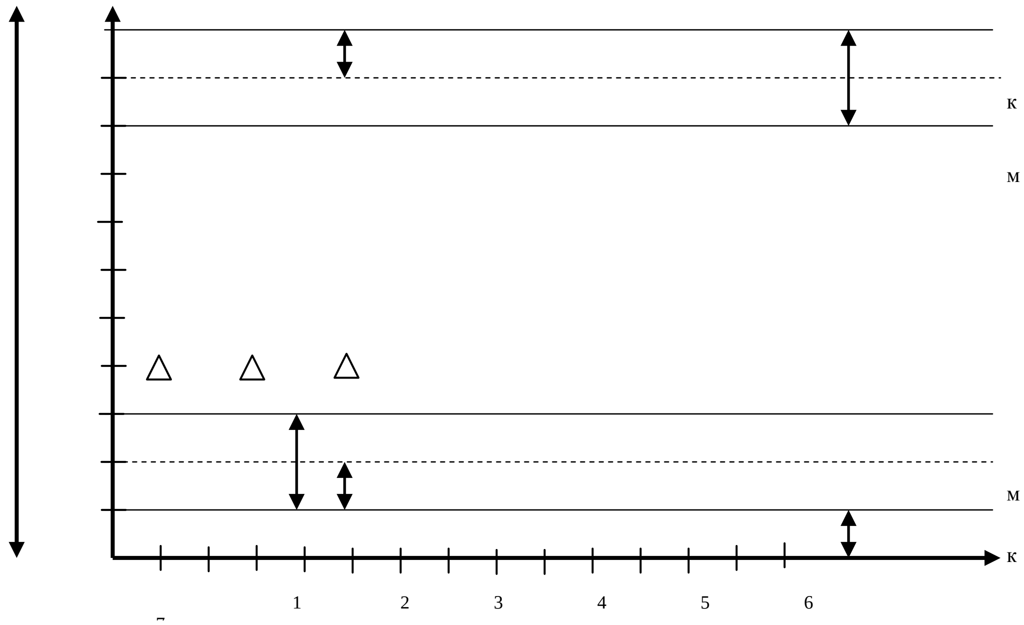


Рис. 1.

$$\begin{cases} B_K = B_T - e_K = B_T - K_K\sigma_M \\ H_K = H_T + e_K = H_T + K_K\sigma_M \\ B_M = B_T - e_M = B_T - K_M\sigma_M \\ H_M = H_T + e_M = H_T + B_M\sigma_H \end{cases}$$

K_M и K_K – коэффициенты, зависящие от объёма выборки.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Планирование контроля качества продукции на основе экономико - статистических критериев / А.С. Горелов [и др.]– Тула: издательство ТулГУ, 2016. – 120 с.

2. Балдин К.В. Общая теория статистики (электронный ресурс): учебное пособие / К.Б. Балдин, А.В. Рукосуев. – М: Дашков и К, 2017. – 536 с. –

Дополнительная литература

1. Просветов, Г. И. Анализ данных с помощью Excel: задачи и решения: учеб.-практ. пособие / Г. И. Просветов. — М.: Альфа-Пресс, 2009.— 158 с.

2. ГОСТ Р 50779.24-2005 (ИСО 8595:1990).Статистическое представление данных. Оценка медианы.— Введ. 2005-07-01.— М.: Стандартинформ, 2005.— II,6с.

3. ГОСТ Р 50779.22-2005 (ИСО 2602:1980). Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего.— Введ.2005-07-01.— М.: Стандартинформ, 2005.— III,7с.

4. Арефьева, Е.А. Общая теория статистики: учеб. пособие / Е. А. Арефьева, Т. Н. Маркова; ТулГУ.— 2-е изд., перераб. и доп. — Тула: ТулГУ, 2007.— 140 с.

5. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы: Для экономистов и менеджеров: учебник для вузов / А.М.Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И.Трошин. — М.: Финансы и статистика, 2005.— 352с.

Периодические издания

1. Журнал «Стандарты и качество».— М. Стандарты и качество: 2005-2011.