

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ФИЛИАЛ)  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Учебно-методические указания к практическим и  
лабораторным занятиям дисциплинам  
«Ресурс и надежность изделий из композиционных  
материалов» «Стандартизация и сертификация в  
материаловедении» и «Технология получения  
конструкционных материалов»

Набережные Челны  
2019

УДК 51-74

Учебно-методические указания к практическим и лабораторным занятиям: сост. Бобрышев А.А., Шафигуллин Л.Н. – Набережные Челны: НЧИ (ф) КФУ, 2019. – 31 с.

Издание содержит вопросы, связанные с входным контролем; вопросы поддержания сотрудничества с поставщиками, а также оценка эффективности их работы. Также в пособии рассмотрены три важнейших статистических закона распределения, которые обеспечивают математическое обоснование вопросов, связанных с качеством различных объектов. Пособие может быть использовано для практических и лабораторных занятий по дисциплинам «Ресурс и надежность изделий из композиционных материалов» «Стандартизация и сертификация в материаловедении» и «Технология получения конструкционных материалов» для студентов направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Рецензент: д.т.н., профессор, профессор кафедры «Материалы, технологии и качества» НЧИ КФУ Астащенко В.И.

@ НЧИ (ф) КФУ  
2019 г.

## Содержание

Введение.....	4
1.Классификация дефектов и форм контроля осуществляемого для приемки продукции.....	6
2. Выборочный приемочный контроль.....	8
2.1. Классификация выборочного приемочного контроля.....	8
2.2. Одноступенчатый выборочный контроль по альтернативным признакам.....	9
2.3. Двухступенчатый выборочный контроль по альтернативным признакам.....	14
3. Оценка поставщика.....	17
4. Параметры распределения вероятности и выборки.....	21
5. Биноминальное распределение.....	22
6. Распределение Пуассона.....	26
7. Нормальный закон распределения.....	27
7.1. Статистическое управление качеством.....	27
7.2. Нормальный закон распределения.....	29
Литература.....	31

## Введение

В данном пособии представлены вопросы, связанные с входным контролем; вопросы поддержания сотрудничества с поставщиками, а также проведем оценку эффективности их работы. Необходимо отметить, что затраты на контроль материалов или комплектующих изделий должны быть минимизированы.

В пособии рассмотрены три важнейших статистических закона распределения, которые обеспечивают математическое обоснование вопросов, связанных с качеством. Эти законы - биномиальный, Пуассона и нормальный закон распределения. Они значимы в том случае, когда оценивается вероятность или значимость конкретного числа выявленных бракованных изделий, дефектов и измеренных значений.

Изучены также вопросы, связанные с погрешностью или изменчивостью, возникающими при производстве продукции или оказании услуги. По способу отбора изделий, подвергаемых контролю качества различают сплошной (стоцентный) и выборочный контроль. В крупносерийном и массовом производстве контроль подвергают только часть партии – выборку ( $n$ ). В том случае, если уровень качества изделия в выборке соответствует установленным требованиям, то партию можно принять как годную, в противном случае партия бракуется.

В различных случаях получают разные законы распределения вероятностей попадания годных и дефектных изделий в выборку. Вследствие этого

необходимо правильно выбирать математический аппарат для оценки качества контроля.

При выборочном контроле в основном применяют биномиальный, Пуассона и нормальный законы распределения. Первые два являются законами распределения случайных величин, когда испытания серий имеют только два исхода («годное» или «дефектное»). Нормальный закон используется при контроле по количественным признакам.

## **1. Классификация дефектов и форм контроля осуществляемого для приемки продукции.**

Целью входного контроля является подтверждение уверенности в том, что потребитель получил продукцию необходимого качества.

Различают три варианта контроля:

1) 100%-й контроль (дорогой, требует много времени, не всегда осуществим);

2) выборочный контроль, основывающийся на математической теории вероятностей (является для потребителя обычно самым приемлемым методом, особенно если независимый производитель берет на себя ответственность за соответствие товаров требованиям);

3) случайная выборка без математического обоснования (не является удачным решением, поскольку связана с высоким риском ошибиться и невозможностью провести расчеты).

Необходимо отметить, что затраты на контроль материалов или комплектующих изделий должны быть минимизированы.

Различают следующие виды дефектов:

1) Критичный дефект — это дефект, который способен вызвать опасность или создать угрозу для безопасности людей, использующих, обслуживающих или полагающихся на продукцию, или же полностью вывести продукцию из строя.

2) Большой дефект – это дефект, который приводит либо к выходу из строя, либо к существенному снижению эффективности продукции.

3) Малый дефект – это дефект, не оказывающий сильного влияния на функционирование продукции.

Полностью неисправная продукция – это такая продукция, которая имеет один или более критичных дефектов.

Сильно неисправная продукция – это продукция, которая имеет один или более больших (но не критичных) дефектов.

Слабо неисправная продукция - это продукция, которая имеет один или несколько слабых дефектов.

Существуют несколько основных форм контроля, проводимого до приемки продукции:

1) периодический контроль эффективности системы обеспечения качества поставщика и анализ ее повседневной эффективности;

2) требование отгружать вместе с товарами протоколы процессов контроля;

3) требование к поставщику осуществлять 100 %-ый контроль и испытание;

4) выборочные приемно-сдаточные испытания партии товаров поставщиков;

5) использование поставщиком формальной системы обеспечения качества (например, установленной стандартами ISO 9000 (2018 г.), определенной потребителем;

б) проверка, контроль или испытания товаров потребителем на предприятии поставщика или субподрядчика;

7) контроль или испытания и сертификация с привлечением третьей стороны на определенном этапе перед приемкой продукции потребителем.

100%-ый входной контроль не всегда приемлем. В случаях серийного, крупносерийного и массового производств, где необходимо определить качество отдельных партий продукции, используется выборочный контроль на основе программы Limiting Quality — предельного качества или Lot Tolerance Percent Defective — допустимого процента брака в партии.

## **2. Выборочный приемочный контроль**

### **2.1. Классификация выборочного приемочного контроля.**

Различают выборочный контроль по количественным и альтернативным (качественным) признакам.

Контроль по количественным признакам – контроль, при проведении которого у каждого контролируемого изделия измеряют один или несколько параметров, и решение о качестве партии принимается в зависимости от распределения этих параметров.

Контроль по альтернативным признакам – контроль, при проведении которого контролируемые изделия имеют два исхода - годное или дефектное. При этом решение о качестве партии (принять или забраковать) принимается в зависимости от числа дефектных изделий в выборке.



Основными видами выборочного контроля по альтернативным признакам является одноступенчатый и двухступенчатый контроль.

В принципе двухступенчатый контроль может решать те же задачи, что и одноступенчатый, т.е. гарантировать забракованные партии с заданным браковочным уровнем и обеспечивать предел среднего уровня выходного качества.

Наряду с вышеуказанными видами контроля существует многоступенчатый контроль, при котором производят отбор последующей выборки в зависимости от результата проверки предыдущих выборок, причем общее число выборок колеблется от 5 до 7.

В России разработаны и введены в действие стандарты, устанавливающие методы определения планов контроля – ГОСТ 16493 – 70, ГОСТ 18242 – 72, ГОСТ 24660 – 81, ГОСТ 20736 – 75, а также международный стандарт ИСО 293 – 76 и другие.

## **2.2. Одноступенчатый выборочный контроль по альтернативным признакам**

При данном виде контроля из партии отбирается одна выборка и проверяется на соответствие технической документации. В случае, когда число дефектных изделий (изделий, имеющих один или несколько дефектов, не допускаемых технической документацией) в выборке не превышает приемочного числа<sup>1</sup>, то вся партия

---

<sup>1</sup> Приемочное число – назначаемое заранее число дефектных изделий, превышение которого приводит к отбраковке всей партии продукции

принимается. Если число дефектных изделий в выборке превышает приемочное число, то вся партия бракуется и, как правило, возвращается изготовителю без права последующего предъявления на контроль. Такой контроль называется контролем без разбраковки.

Для использования хороших изделий в забракованных партиях может проводиться разбраковка. При этом изделия забракованной партии подлежат сплошному контролю, в результате которого все годные изделия принимаются, а дефектные заменяются годными.

Браковочный уровень качества вбирается в пределах 0,5 – 10%, а риск потребителя (вероятность приемки партии с браковочным уровнем качества) 5 - 10%.

Универсальная формула, предложенная академиком А. Н. Колмогоровым для расчета планов контроля с приемочным числом, равным нулю имеет вид:

$$n = N \left[ 1 - \left( \frac{\beta}{100} \right)^{\frac{100}{qN}} \right] \quad (2.1)$$

где  $\beta$  - средний процент принимаемых партий;

$q$  — доля дефектных изделий, %;

$n$  – число изделий в выборке;

$N$  – число изделий в партии.

Ожидаемый процент принятых партий при данном объеме выборки определяется как функция доли дефектных изделий в партии и называется оперативной характеристикой плана контроля:

$$\beta(q) = 100 \left( 1 - \frac{n}{N} \right)^{\frac{qN}{100}} \quad (2.2)$$

Оперативную характеристику плана контроля можно представить в виде графика (рис.2.1), с помощью которого изготовитель может определить, при каком уровне качества продукции он может обеспечить сдачу потребителю большинства предъявляемых партий, и принять соответствующие меры в производстве для обеспечения необходимого среднего уровня входного качества по формуле:

$$q = \frac{100}{N} \frac{\lg \beta - 2}{\lg \left( 1 - \frac{n}{N} \right)} \quad (2.3)$$

Для выбора плана издаются стандарты, в которых помещены таблицы планов контроля.

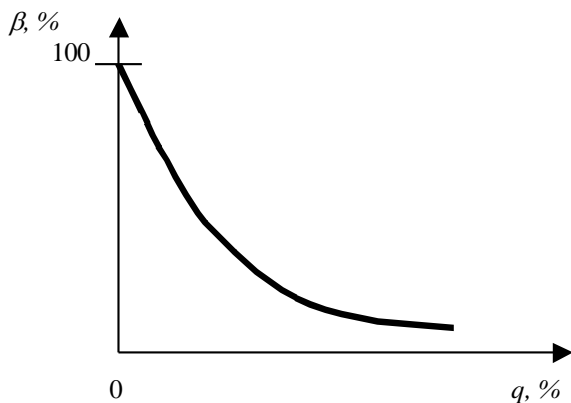


Рис 2.1. Оперативная характеристика плана контроля

Для определения объема выборки по заданным объему партии и пределу среднего уровня выходного качества с приемочным числом  $c=0$  А.Н. Колмогоров предложил следующую формулу:

$$n = N \left[ 1 - e^{-\frac{100}{eq^*n}} \right] \quad (2.4)$$

где  $e$  – основа натурального логарифма;

$q^*$  - предел среднего уровня выходного качества, %.

### Контрольное задание № 1

1) Построить график (рис.2.1) оперативной характеристики плана контроля по следующим данным, приведенным в таблице 2.1

2) Определить среднюю долю дефектных изделий в партиях ( $q$ , %), предъявляемых на контроль, чтобы обеспечить сдачу в среднем  $\beta$  % партий при плане контроля (табл.2.1).

3) Определить план контроля, гарантирующий, что в принятой продукции средняя доля дефектных изделий не превысит  $q$  и объем каждой партии равен  $N$  изделиям (табл.2.2)..

Таблица 2.1

№ варианта	N, шт	n, шт	C	$\beta$ , %
1	100	21	0	90
2	120	25	0	92
3	140	29	0	90
4	150	32	0	92
5	160	34	0	90
6	180	38	0	92
7	200	42	0	90
8	220	46	0	92
9	240	50	0	90
10	260	55	0	92

Таблица 2.2

№ варианта	Средняя доля дефектных изделий, q	Объем партии, N, шт.	Приемочное число, c
1	1%	100	0
2	2%	110	0
3	3%	110	0
4	4%	120	0
5	5%	130	0
6	1%	140	0
7	2%	150	0
8	3%	160	0
9	4%	170	0
10	5%	180	0

### **2.3. Двухступенчатый выборочный контроль по альтернативным признакам**

Данный вид контроля используется для сокращения объема контроля и проводится по следующим правилам:

1) из контролируемой партии отбирается первая выборка объемом  $n_1$  изделий;

2) все изделия первой выборки проверяются, и если число дефектных изделий не превышает первого приемочного числа  $c$ , партия принимается;

3) если число дефектных изделий в первой выборке превысит второе приемочное число ( $c_2 > c_1$ ), партия бракуется. В случае забраковки, партия, как и при одноступенчатом контроле, может быть возвращена изготовителю или подвергнута сплошному контролю для приемки только годных изделий;

4) если число дефектных изделий в первой выборке окажется больше первого приемочного числа, но меньше второго приемочного числа, то из партии отбирается вторая выборка объемом  $n_2$ ;

5) все изделия второй выборки проверяются. Если общее число дефектных изделий в первой и второй выборках окажется меньше второго приемочного числа, партия принимается;

6) если общее число дефектных изделий в обеих выборках будет больше второго приемочного числа, партия бракуется.

#### Контрольное задание № 2.

Партия из  $N$  изделий проверяется без последующей разбраковки, причем известны  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $x_1$ ,  $x_2$  (табл.2.3). Ответить на вопросы:

1) Принимается ли партия, если в первой выборке дефектные изделия не обнаружены?

2) Принимается ли партия, если в первой выборке обнаружены  $x_1$  дефектных изделий?

3) В первой выборке обнаружено одно дефектное изделие. Из оставшихся непроверенными изделий отбирается вторая выборка объемом  $n_2$ . Во второй выборке обнаружено  $x_2$  дефектных изделий. Принимается ли партия в этом случае?

Таблица 2.3

№ варианта	N, шт	$n_1$	$n_2$	$c_1$	$c_2$	$x_1$	$X_2$
1	1000	20	20	0	2	1	3
2	1200	25	25	0	2	1	1
3	1400	30	30	0	3	1	5
4	1500	35	35	0	2	1	1
5	1600	35	35	0	3	1	2
6	1800	40	40	0	3	1	8
7	2000	45	45	0	4	1	4
8	2200	50	50	0	3	1	2
9	2400	55	55	0	4	1	3
10	2600	55	55	0	2	1	1



### **3. Оценка поставщика**

После выбора поставщика его продукция должна пройти проверку на соответствие различным установленным критериям. Данная проверка зависит от сложности изделия, его эксплуатационных параметров, значимости и т.д.

Проверка начинается с представления серии образцов, которые в дальнейшем подвергаются физическим, функциональным и испытаниям на долговечность и эксплуатационную пригодность.

После положительной оценки образцов поставщику разрешается подготавливать производство по выпуску данной продукции.

После завершения данной работы поставщик производит несколько небольших партий продукции, проверяя изделие после его производства, изменяя при этом оснастку и производственный процесс до тех пор, пока не будет изготовлено изделие нужного качества. При этом заказчик должен быть осведомлен о режиме эксплуатации оснастки и оперативно информирован об отклонениях от установленных требований.

Результаты проверки оснастки поставщика должны направляться заказчику вместе с деталями, обработанными с помощью проверяемой оснастки, что позволяет решить проблему адекватности проверки. Для оценки качества работы поставщика должна быть собрана и проанализирована информация из нескольких отделов:

а. отдел снабжения: о датах поставки, замечаниях о задержках, соответствии количества, возврате материалов и т.д.;

b. отдел обеспечения качества: о результатах входного контроля, анализах неисправностей и т.д.;

c. производственный отдел: о внутрипроизводственных и других потерях и браке;

d. отдел технического обслуживания и продаж: о выходе изделий из строя в процессе эксплуатации, возврате по гарантии и т.д.

Необходимо отметить, что ответственность за анализ работы поставщика возлагается либо на отдел снабжения, либо на отдел обеспечения качества.

Рассмотрим метод индексирования (представленный в книге Журана и Грайна «Справочник по управлению качеством»), который предполагает несколько источников информации и устанавливает следующие штрафные баллы, представленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Таблица бальных оценок

Факторы	Баллы
Браковка партии	20 пунктов
Брак выявлен позднее	10 пунктов
Приемка на пределе допуска	5 пунктов
Жалоба дилера	10 пунктов
Обращение по гарантии	10 пунктов

В таблице 3.2 приведен пример оценки рейтинга поставщика и комбинированной оценки индекса качества, цены и услуг, принятого Американской национальной

ассоциацией менеджеров в области снабжения (National Association of Purchasing Management) (табл.3.3).

Таблица 3.2

Что делается с партией	Число партий (из 50)	% партий	Вес	% x веса
Используется «как есть»	2	$2 / 50 = 4$	1	4
Сортируется/ переделывается	1	$1 / 50 = 2$	5	10
Бракуется/ возвращается	1	$1 / 50 = 2$	2	4
Рейтинг поставщика: $100 - 18 = 82\%$ ИТОГО: 18				

Таблица 3.3

Фактор	Единицы измерения	Вес, %
Качество	Процент принятых решений	40
Цена	Низкая цена / чистая цена	35
Услуга	Процент выполненных обещаний	25

Необходимо, чтобы между потребителем и поставщиком непрерывно шел обмен информацией о качестве предоставляемой продукции, т.е. осуществлялась обратная связь. В случае, когда поставщик окончательно не утвержден и нуждается в подтверждении своих

возможностей достигнуть приемлемого уровня (В), используется таблица 3.4. Снижение уровня поставщика до удовлетворительного уровня (С) означает, что они работают хуже, чем могут, однако, им предоставляется возможность проявить свои способности и исправиться до публикации следующего рейтинга (например, в течение четырех месяцев). В дальнейшем, при повторных оценках, если поставщики не смогут достичь уровня В, они исключаются из списка.

Таблица 3.4

Уровень	Оценка	Статус	Действие
А	95-100	Предпочтительно	Может быть единственным источником
В	80-95	Приемлемо	Не может быть единственным источником
С	70-80	Удовлетворительно	Требует улучшения до В
Д	менее 70	Неприемлемо	Исключить из списка

### Контрольное задание № 3.

(Источник: Управление качеством, под общ. Ред. Азарова В.Н., 1999)

Как правило, чем раньше диагностируется причина неисправности, тем дешевле обходится ее устранение. Примените этот принцип для случаев, представленных в табл. 3.1 и табл. 3.2, прокомментируйте схемы определения весовых коэффициентов для обоих этих случаев.

#### 4. Параметры распределения вероятности и выборки

Данные параметры разделяют на характеристики расположения и рассеяния.

Основной характеристикой расположения является среднее значение, которое определяется как среднее арифметическое ( $\bar{x}$ ) и находится по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (4.1)$$

где  $n$  – число наблюдений;  $x$  – текущее значение данного наблюдения.

Основной мерой рассеяния выборочных значений является дисперсия ( $\sigma^2$ ), характеризующая степень разброса количественных измерений индивидуальных значений выборки относительно среднего значения для этой выборки. Дисперсия определяется по одной из двух следующих формул:

$$\sigma^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{или} \quad \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (4.2)$$

Вторая из них используется для достаточно больших  $n$  ( $n > 10$ ).

Среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ) определяется по формулам:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{или} \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4.3)$$

Математическое ожидание ( $m$ ) представляет собой наиболее вероятное ожидаемое значение этой величины. Математическое ожидание дискретной случайной величины равно сумме произведений всех возможных ее значений ( $x$ ) на их вероятности ( $p$ ):

$$m = \sum_x x \cdot P(x) \quad (4.5)$$

Размах – величина, равная разнице между наибольшим и наименьшим значением выборки  $x_1 \dots x_n$ :

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (4.6)$$

## 5. Биномиальное распределение

Если партия из большого числа изделий  $N$  содержит некоторую долю дефектных изделий  $p$ , некоторую долю годных изделий  $q$ , то вероятность получения дефектного изделия в отдельном испытании составит  $p$ , а вероятность годного изделия будет равна  $q = 1-p$ .

При применении выборочного метода контроля вероятность того, что в выборке объема  $n$  число дефектных изделий в точности равно  $x$  ( $x = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n$ ) определяется по формуле:

$$P_n^x(x) = C_n^x p^x q^{n-x}, \quad (5.1)$$

где  $p$  – вероятность появления брака,  $q$  – вероятность появления годного изделия,

$$C_n^x = \frac{n!}{x!(n-x)!} \quad (5.2)$$

Где (5.2) число возможных групп по  $x$  элементов в каждой, которые можно составить из  $n$  различных элементов, пренебрегая порядком элементов в каждой группе.

При использовании биномиального закона на практике определяют кумулятивную вероятность, т.е. накопленную вероятность  $F(n, x)$ . Данная величина оценивает накопление дефектных изделий в выборке и находится по формуле:

$$F(n, x) = \sum_{k=0}^x P(n, k) \quad (5.3)$$

где  $k$  – число дефектных изделий, для которых выполняется расчет.

Биномиальный закон применяют для: - определения выборки, позволяющей осуществить приемку по альтернативным признакам (число бракованных изделий); - управления процессом «р» (процент брака).

#### Контрольное задание №4.

По нижеприведенным данным табл. 5.1 оценить вероятность появления бракованных изделий и кумулятивную вероятность для данной выборки. Результаты расчетов занести в таблицу 5.2. Построить графики плотности вероятности и кумулятивной вероятности, пример которых показан на рис. 5.1.

Таблица 5.1

№ варианта	Число дефектных изделий $x$ , шт	Вероятность получения дефектных изделий $p$	Вероятность получения годных изделий $q$	Объем выборки $n$
1	0÷10	0,05	0,95	30
2	0÷9	0,14	0,86	40
3	0÷8	0,03	0,97	50
4	0÷7	0,2	0,8	60
5	0÷6	0,06	0,94	50
6	0÷5	0,07	0,93	60
7	0÷11	0,1	0,9	100
8	0÷12	0,09	0,91	90
9	0÷13	0,17	0,83	80
10	0÷14	0,08	0,92	70

Таблица 5.2

Оценки вероятности обнаружения дефектных изделий

Число дефектных изделий $x$ , шт	Вероятность $P_n(x)$	Кумулятивная вероятность $F(n, x)$
0		
1		
...		
$x$		



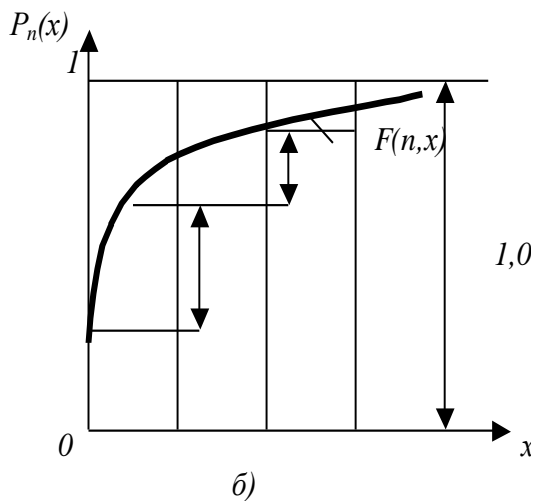
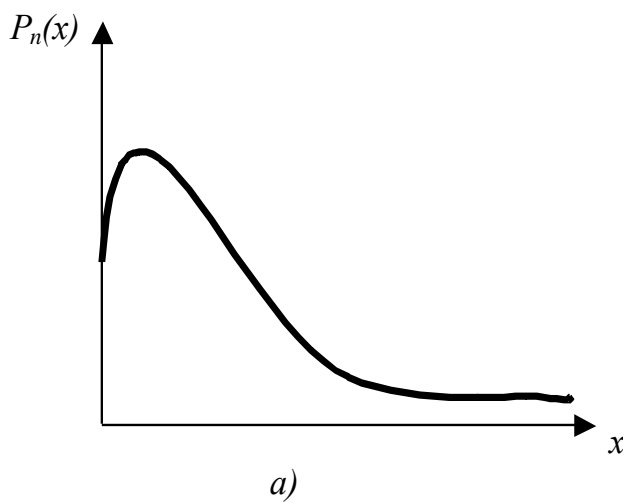


Рис.5.1. Графики плотности вероятности (а) и кумулятивной вероятности (б).

## 6. Распределение Пуассона

Распределение Пуассона относится к тем случаям, когда число случайных событий происходит на определенной длине площади, объеме или времени. Здесь основным определяющим параметром распределения является среднее число событий  $m$ . Распределение вероятности для  $x$  имеет следующий вид:

$$P(x) = \frac{m^x}{x!} e^{-m}, \quad (6.1)$$

где  $m=np$ .

Распределение Пуассона аппроксимирует биномиальные распределения в пределе, когда  $n \rightarrow \infty$ , а  $p \rightarrow 0$  так, что среднее  $n \cdot p = m = \text{const}$ .

Таким образом, распределение Пуассона является предельным для биномиального распределения, когда вероятность ( $p \leq 0,1$ ) мала, число событий велико, а математическое ожидание появления дефектных изделий является ограниченным числом.

Это распределение иногда называют законом распределения редких событий.

### Контрольное задание № 5

По данным таблицы 6.1 оценить вероятность появления бракованных изделий и кумулятивную вероятность для данной выборки. Результаты расчетов занести в таблицу 6.2. Построить графики плотности вероятности и кумулятивной вероятности. Сделать выводы.

Таблица 6.1

№ варианта	Число дефектных изделий $x$ , шт	Вероятность получения дефектных изделий $p$	Вероятность получения годных изделий $q$	Объем выборки $n$
1	2	3	4	5
1	0÷10	0,005	0,995	300
2	0÷9	0,004	0,996	400
3	0÷8	0,003	0,997	500
4	0÷7	0,002	0,998	600
5	0÷6	0,02	0,98	500
6	0÷5	0,007	0,993	600
7	0÷11	0,01	0,99	1000
8	0÷12	0,02	0,98	900
9	0÷13	0,03	0,97	800
10	0÷14	0,015	0,985	700

## 7. Нормальный закон распределения

### 7.1. Статистическое управление качеством.

Статистическое управление качеством (Statistical Quality Control – SQC) является мощным инструментом в области качества и предсказывает плохую продукцию, позволяет обеспечить возможности процесса, т.е. устанавливает пределы, в которые должны укладываться используемые способы и оборудование.

Управление процессом – это действие, направленное на недопущение отклонений от стандартов, а также обнаружение уже допущенного отклонения от стандарта.

На выходе процесса могут быть выделены те отклонения, которые вызваны систематическими (неслучайными) причинами и причинами, присущими самому процессу.

После определения возможности процесса, необходимо выделить и исследовать систематическую составляющую погрешности и найти тот момент, когда она приведет к браку.

Различают случайные и систематические погрешности, которые вызываются различными факторами:

- погрешности людей,
- погрешности оборудования,
- погрешности материалов,
- погрешности способов,
- погрешности изменения условий окружающей среды.

Погрешности приводят к максимизации разброса выходной характеристики относительно среднего значения. В том случае, если разброс, оцениваемый погрешностью выходного параметра имеет плавный характер относительно среднего значения (нормальное распределение), то можно говорить о случайном характере разброса. Нестабильное изменение, являющееся результатом резкого изменения одного из входных параметров, рассматривается как систематическая погрешность, которая может быть установлена [1, Т.1].

Нормальный закон распределения применяется в двух областях – выборочный контроль по переменным

параметрам и управление процессом путем построения графиков переменных параметров.

## 7.2. Нормальный закон распределения

Нормальный закон распределения применяется при работе с непрерывно изменяющимися переменными и рассматривает то, каким образом группируются результаты относительно среднего значения. Его также называют законом распределения ошибок и законом распределения Гаусса в честь известного немецкого ученого-математика Карла Гаусса (1777 – 1855 гг.).

Нормально распределенная случайная величина – это непрерывная случайная величина, плотность распределения вероятностей ( $f(x)$ ) которой имеет следующий вид:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (7.1)$$

Функция распределения нормально распределенной величины равна:

$$P(x < t) = F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (7.2)$$

Для нормальной величины и с параметрами  $m=0$  и  $\sigma=1$ ,  $P$  равна:

$$P(u < z) = \Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad (7.3)$$

Такое распределение вероятностей имеет приведенная величина и, равная  $u = \frac{x-m}{\sigma}$

Соответствующая дополнительная вероятность  $R(z)=1-\Phi(z)$ , представленная в таблице 1 (приложения).

На рис.7.1. изображен график нормального закона распределения.

Кривая нормального распределения строится по следующим правилам: 1) производятся измерения на выходе процесса, 2) правильное нормальное распределение всегда симметрично, 3) по 50% результатов измерений располагаются с каждой стороны от среднего значения, 4) с каждой стороны от среднего приблизительно 16% значений оказываются за пределами  $1\sigma$ , 2,5 % - за пределами  $2\sigma$ , 0,1% - за пределами  $3\sigma$  от среднего значения.

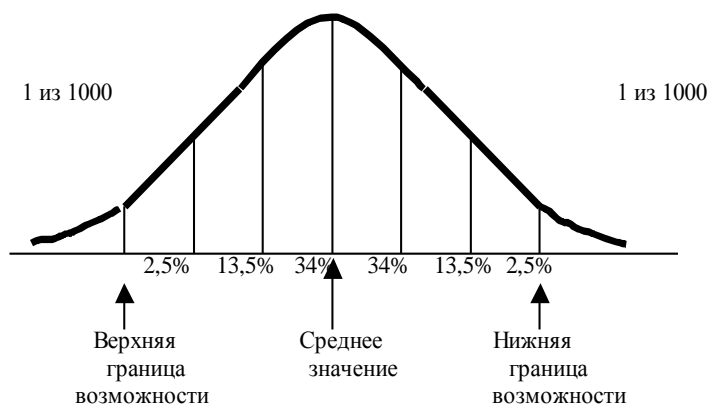


Рис.7.1. Нормальный закон распределения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Управление качеством: Том 1 и 2. Принципы и методы всеобщего руководства качеством / Под общ.ред. Азарова В.Н., М.: МГИЭМ, 2000.
2. Огвоздин В.Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Дело и сервис», 1999. - 160 с.
3. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 212 с.
4. Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация. Курс лекций. – М.: Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». Издательство «ЭКМОС», 2000. – 320 с.
5. Басовский Л.Е. Теория экономического анализа: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М. 2001. – 222 с.