

СУЩНОСТЬ, ЗАДАЧИ И ВИДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ

Т. П. Шарашкина, канд. экон. наук, доцент кафедры управления качеством ГОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева»

В статье рассмотрены различные подходы к определению статистического приемочного контроля, его сущность. Перечислены задачи статистического приемочного контроля. Рассмотрен статистический приемочный контроль по количественному и альтернативному признаку, а также приведены достоинства и недостатки таких видов контроля.

Ключевые слова: статистический приемочный контроль, статистический приемочный контроль по альтернативному признаку, статистический приемочный контроль по количественному признаку, план контроля, сплошной контроль, выборочный контроль

Основным методом контроля поступающих потребителю сырья, материалов и готовых изделий является статистический приемочный контроль качества продукции. В настоящее время статистический приемочный контроль с успехом применяется в большинстве стран мира для проверки качества самой разнообразной продукции, как военного, так и гражданского назначения.

Существуют различные мнения и подходы к определению статистического приемочного контроля. Рассмотрим подходы отечественных и зарубежных ученых к трактовке данного понятия (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

**Подходы отечественных и зарубежных ученых к трактовке
статистического приемочного контроля**

Автор	Трактовка понятия
Х.-Й. Миттаг, Х. Ринне	Контроль качества конечной генеральной совокупности изделий, проводимый на основе выборок ограниченного объема [6]
Л. Ноулер	Выборочный контроль качества продукции, основанный на применении методов математической статистики для проверки качества продукции установленным требованиям [8]
Э.Н. Гончаров	Совокупность мероприятий, проводимых в процессе производства и по его окончании, с целью проверки соответствия показателей качества продукции установленным требованиям [4]
С.Ф. Жулинский, Е.С. Новиков, В.Я. Поспелов	Выборочный контроль, при котором по результатам проверки качества единиц продукции, входящих в случайную выборку, с помощью методов математической статистики делается обоснованное заключение о качестве всей изготовленной партии продукции, о ее пригодности к поставке и использованию по назначению [3]

Анализируя приведенные определения, можно выделить следующие ос-

новные положения, объединяющие их:

- 1) статистический приемочный контроль – это выборочный контроль;
- 2) статистический приемочный контроль осуществляется с использованием методов математической статистики;
- 3) статистический приемочный контроль проводится для проверки качества продукции установленным требованиям.

Однако, тот факт, что приемочный контроль может проводиться на различных этапах производства, а именно при получении товара (входной контроль сырья и полуфабрикатов); при переходе от одной ступени производства к другой (промежуточный контроль); при выпуске изделий (выходной контроль), нашел отражение только в определении статистического приемочного контроля, данным Э.Н. Гончаровым.

В целом, сущность статистического приемочного контроля заключается в следующем. От партии изделий объемом N , соблюдая принцип случайности, отбирают выборку n штук, причем n , как правило, много меньше N . Все изделия выборки подвергаются контролю, в результате которого определяют степень пригодности каждого изделия для дальнейшего использования. Затем рассчитывают те или иные обобщенные характеристики, которые сравнивают с нормативными. В результате сравнения выносят суждение о качестве всей партии и решение о дальнейшем ее использовании [5].

Основными задачами приемочного контроля являются [5, 11]:

– отбраковка партий, засоренность которых дефектной продукцией превышает уровень, установленный нормативно-технической документацией для нормального хода производства (при этом под нормальным ходом производства понимают такое его состояние, когда соблюдены основные требования технологии);

– исключение спорных решений по результатам контроля, возможных из-за статистического характера процедуры выборочного контроля и различных интересов потребителя и изготовителя.

Введение контроля всегда увеличивает издержки производства, поэтому часто контроль качества продукции связывают с дополнительными производственными расходами, ухудшающими экономические результаты деятельности предприятий. Однако нельзя не учитывать, что при правильно организованном контроле снижаются расходы на изготовление и эксплуатацию некачественной продукции. Выбор программы контроля представляется сложной комплексной задачей, включающей экономический, математический и организационно-технический аспекты. Только научный подход к организации контроля позволяет разработать рациональную программу, обеспечивающую максимальный эффект.

Приемочный контроль должен быть организован таким образом, чтобы большинство партий, выпущенных при нормальном ходе производства, принималось, тогда как партии с большей засоренностью дефектной продукцией, выпущенные в условиях разлаженного технологического процесса, браковались.

Поставленная задача наиболее просто и точно может быть решена с помощью так называемого сплошного контроля, когда испытанию подвергается ка-

ждое изготовленное изделие. Однако в производстве такой контроль часто невозможен: во-первых, сплошной контроль не всегда экономически оправдан; во-вторых, контроль должен быть неразрушающим, т.е. изделие после контроля не должно терять свои потребительские свойства.

Мы можем проверить все изделия если [9]:

- партия изделий или материала невелика;
- качество входного материала плохое или о нем ничего не известно.

Однако следует иметь в виду, что в условиях массового производства даже этот очень жесткий контроль не гарантирует абсолютное качество продукции: при сплошном контроле и при разбраковке изделий контролер быстро устает, его внимание ослабевает, в результате чего он может пропустить дефектное изделие и забраковать годное. Чтобы гарантировать безупречную оценку" качества продукции, необходимо, как показали многочисленные исследования, проводить шестикратный сплошной контроль.

Исследования в области теории вероятностей и математической статистики привели к выводу, что для оценки степени засоренности партии дефектными изделиями и принятия решения о качестве готовой продукции нет необходимости проводить сплошную проверку всех изделий, а достаточно исследовать лишь часть партии – выборку [2].

Мы можем ограничиться проверкой части материала или изделий, если:

- дефект не вызовет серьезной неисправности оборудования и не создаст угрозу жизни;
- бракованные изделия можно обнаружить на более поздней стадии сборки [9].

Для применения выборочного контроля необходимо выполнить следующие условия [3].

1. Выборочный контроль не может гарантировать, что все изделия внутри принятой партии по своим свойствам удовлетворяют техническим требованиям. При стремлении получить гарантию полного соответствия всех изделий техническим требованиям следует осуществлять тщательный сплошной контроль.

2. Выборка должна составляться случайным образом.

3. Если окажется, что изделия, отнесенные к годной партии, в действительности не соответствуют техническим требованиям или партия изделий, которая была признана негодной, на самом деле является годной, то это явление следует рассматривать как риск потребителя и риск поставщика.

Приемочный контроль в зависимости от способа восприятия признака качества можно разделить на контроль по качественному признаку, альтернативному признаку и измерительный контроль (контроль по количественному признаку). При приемочном контроле по качественному признаку осуществляется контроль качества продукции, в ходе которого каждую проверенную единицу относят к определенной группе, а последующее решение о контролируемой совокупности принимают в зависимости от соотношения числа единиц, оказавшихся в разных группах. Контроль по альтернативному признаку представляет собой контроль по качественному признаку. В ходе него проверенную единицу

продукции относят к категории годных или дефектных, а последующее решение о контролируемой совокупности принимают в зависимости от числа дефектных единиц или числа дефектов на определенное число единиц продукции [10, 11]. При контроле по количественному признаку контролируемый признак качества имеет непрерывное распределение (приемочный контроль в форме контроля величин). Почти всегда в этом случае признак качества имеет нормальное распределение. Суждение о выборке выносится на основе анализа выборочных характеристик. Часто используется выборочное среднее [1].

Инструментом приемочного контроля является план статистического контроля. Как при контроле по качественному, так и при контроле по количественному признаку статистический план контроля устанавливает объем (объемы) выборки, а также числовые характеристики условий приемки партии. При контроле по качественному признаку таким условием может быть максимально допустимое число дефектных изделий или дефектов (приемочное число), при контроле по количественному признаку – граничные значения (приемочные границы) для выборочного среднего значения показателя качества или другой выборочной характеристики.

В зависимости от способов восприятия признаков качества различают планы статистического контроля по качественному признаку и планы статистического контроля по количественному признаку. В обоих случаях в зависимости от количества взятых выборок, в настоящее время, наибольшее распространение на практике получили четыре вида планов приемочного контроля [5]:

- одноступенчатый – решение о принятии или забраковании партии принимается на основании проверки одной единственной выборки из нее;
- двухступенчатый – число выборок не превышает двух;
- многоступенчатый – решение о принятии или забраковании принимается на основании испытаний K ($K > 2$) выборок, причем максимальное количество выборок ограничено и заранее установлено.
- последовательный – решение о приемке партии, браковке или продолжении испытаний принимается после оценки каждого последовательно проверяемого изделия, причем число изделий, подвергаемых контролю, заранее не ограничено.

Каждый из указанных планов обладает рядом преимуществ и недостатков. Планы одноступенчатого контроля значительно проще с организационной точки зрения, так как предусматривают элементарную процедуру контроля, в которой объем выборки постоянен и заранее известен. В остальных планах процедуры контроля значительно сложнее, применение их на производстве требует наличия квалифицированных кадров. В тоже время при двухступенчатом, многоступенчатом и последовательном контроле при том же среднем объеме выборки, равном объему выборки одноступенчатого контроля, достигается большая достоверность принимаемых решений.

Перед применением плана следует однозначно установить, что мы будем считать дефектом. Дефектом называется несоответствие значения признака качества заданным требованиям [7].

В настоящее время принята следующая классификация дефектов по их

значимости: критические, значительные и малозначительные. Критические дефекты – те, последствия которых угрожают жизни и здоровью персонала, который использует контролируемое изделие. Потребитель может поставить условие, чтобы поставщик проверил каждое изделие. Кроме того, потребитель может сам провести сплошной контроль. Значительные дефекты – те, которые существенно влияют на использование продукции по назначению и ее долговечность, но не являются критическими. Малозначительные дефекты – те, которые существенно не влияют на использование продукции по назначению и ее долговечность [9].

Оценку уровня дефектности в партии в каждом конкретном случае следует решать особо. Необходимо знать, что следует определить долю дефектных единиц, продукции в единице продукции или число дефектов на 100 единиц продукции. Процент содержания (доля) дефектных единиц продукции рассчитывается следующим образом. Число дефектных единиц продукции делится на число проверенных единиц продукции и умножается на 100. Число дефектов на 100 единиц продукции будет равно отношению числа дефектов к числу проверенных единиц продукции, умноженному на 100.

Суть статистического приемочного контроля по альтернативному признаку состоит в том, что решение относительно того, принимать или браковать данную единицу продукции, контролер принимает в процессе ее контроля без предварительного разнесения результатов контроля по группам, сортам, классам, категориям и т.д. Данный вид контроля можно осуществлять с применением как простых средств измерения, например, предельных калибров (скобы, шаблоны, пробки и т.д.), так и более сложных средств измерения, включая автоматические измерительные устройства. Однако статистический приемочный контроль по альтернативному признаку обладает и недостатками. Достоинства и недостатки статистического приемочного контроля по альтернативному признаку приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Достоинства и недостатки статистического приемочного контроля по альтернативному признаку

Достоинства	Недостатки
1. Не требует использования сложного контрольно-измерительного оборудования. 2. Не требует высококвалифицированных специалистов, большого времени. 3. Не требует большого числа записей и вычислений для определения судьбы контролируемой партии; 4. Не требует больших затрат. 5. Позволяет по результатам контроля партии продукции разделить единицы продукции на годные и дефектные.	1. Требуется значительно больший объем выборки (по сравнению с контролем по количественному признаку). 2. Менее информативен. 3. Не дает точного представления о положении признака качества внутри поля допуска, в результате чего снижается вероятность обнаружения неприемлемых результатов.

Ранее отмечалось, что при статистическом приемочном контроле по аль-

тернативному признаку выделяют следующие типы планов: одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые и последовательные. В таблице 4.3 проведен сравнительный анализ этих планов.

При одноступенчатом плане выборочного контроля по альтернативному признаку из контролируемой партии продукции берут выборку объемом n , определяют общее число несоответствующих (дефектных) изделий в выборке и партию принимают только тогда, когда оно не превышает заданного значения, называемого приемочным числом [2, 5]. На рисунке 1 приведена схема одноступенчатого плана выборочного контроля [3].



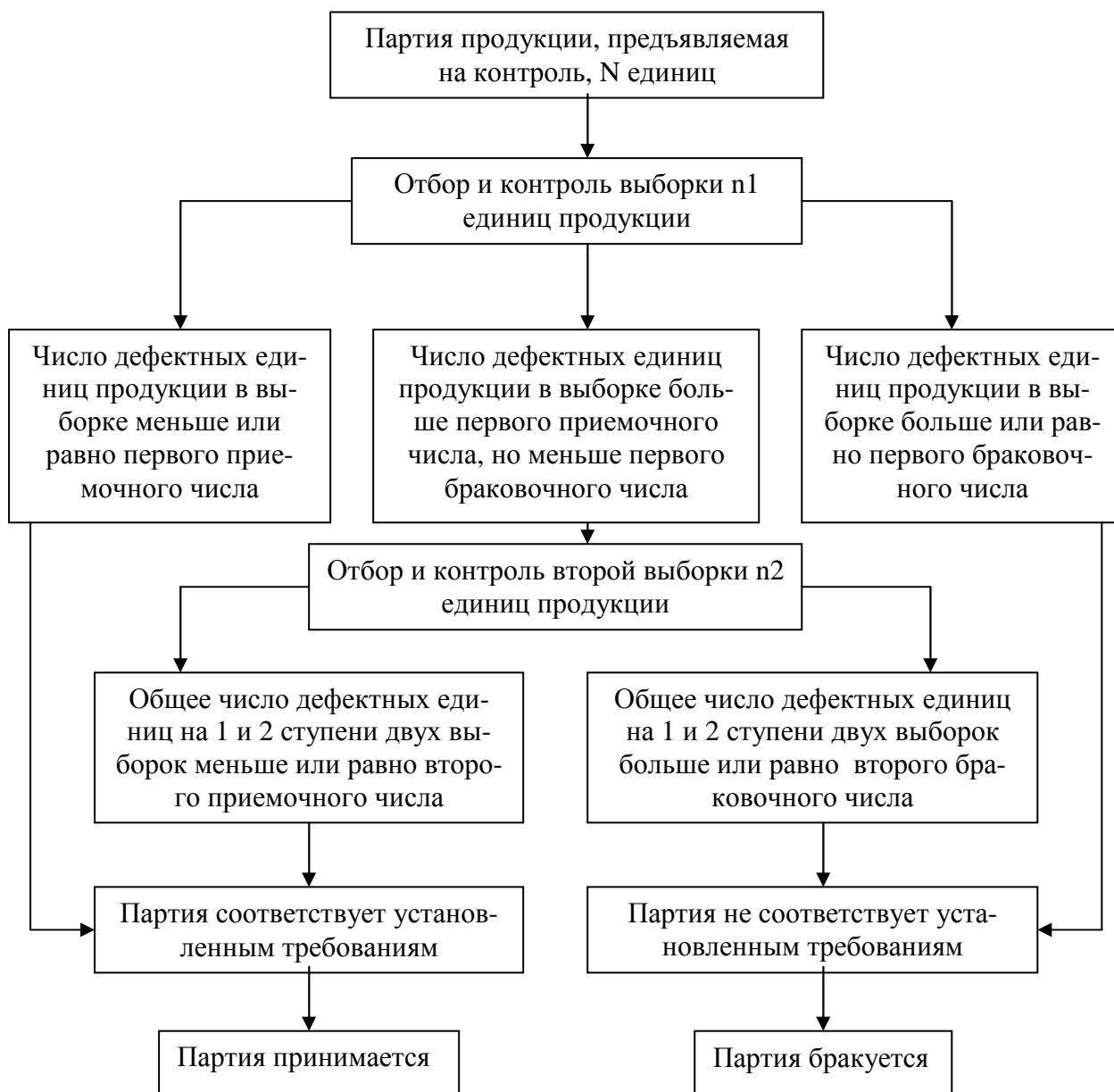
Р и с у н о к 1 Схема одноступенчатого плана контроля

В случае применения двухступенчатого плана контроля из партии объемом N берут сначала выборку объемом n_1 . Если в выборке несоответствующих изделий меньше или равно приемочного числа, то партию принимают, а если число несоответствующих изделий больше или равно браковочного числа, то партию бракуют. Если же число несоответствующих изделий находится в пределах между приемочным и браковочным числом, то берут вторую выборку объемом n_2 и партию принимают, если общее число несоответствующих изделий в обеих выборках меньше или равно второго приемочного числа, и бракуют, если общее число несоответствующих изделий в обеих выборках больше

или равно браковочного числа [2, 5, 3]. Двухступенчатый план выборочного контроля можно представить в виде схемы, изображенной на рисунке 2 [3].

Иногда вместо двухступенчатого контроля применяется многоступенчатый контроль.

Предельным случаем многоступенчатого контроля является последовательный контроль. Различают поштучный и множественный последовательный контроль. При поштучном контроле решение о качестве партии принимается после извлечения каждого изделия, т.е. объем выборки составляет одно изделие. Особенность поштучного последовательного контроля заключается в том, что этот вид контроля обладает минимальным средним объемом выборки по сравнению с одноступенчатым, многоступенчатым или множественным последовательным контролем [5, 7]. В дальнейшем будем рассматривать только поштучный последовательный контроль и в целях упрощения формулировок слово «поштучный» опустим.



Р и с у н о к 2 Схема двухступенчатого плана выборочного контроля

При последовательном контроле число выборок – случайная величина, принимающая значения чисел натурального ряда от одного до сколь угодно большого числа, т.е. верхняя граница числа выборок не устанавливается. При последовательном контроле последней выборки нет, и для всех выборок вероятность продолжения контроля отлична от нуля [5].

В настоящее время в различных странах мира разработаны стандартные планы статистического приемочного контроля по альтернативному признаку, которые успешно применяются при контроле качества самой разнообразной продукции. Среди них можно выделить такие виды планов, как план контроля 10 – процентной выборки, планы Доджа – Ромига. Международное значение имеет план Military Standard 105D (MIL-STD 105D), разработанный в 1963 году [7]. В таблице 3 представлена характеристика выше перечисленных планов.

План контроля 10 – процентной выборки заключается в следующем [58]:

1. Осмотрите 10 % изделий.
2. Если дефектов не обнаружено, то вся продукция принимается.
3. Если найден один дефект (или больше), то партия изделий бракуется.

В целом, необходимо отметить, что при плане контроля 10-процентной выборки не устанавливается уровень дефектности. Помимо этого данный план соответствует большой вероятности приемки продукции. Поэтому, на наш взгляд, он является необоснованным, не смотря на то, что план 10-процентной выборки достаточно распространен на производстве.

Додж и Ромиг разработали планы статистического приемочного контроля, направленные на сохранение качества партий изделий. Эти планы были разработаны таким образом, что если качество изделий в определенной степени низкое, то партия почти наверняка будет забракована. Можно сказать, что планы контроля Доджа – Ромига – наиболее популярные планы контроля. Они основаны на том, что предел среднего выходного уровня дефектности (AOQL) не должен быть больше заданной величины.

Чтобы понять, как следует использовать планы контроля Доджа - Ромига, необходимо начертить следующие кривые [9]:

- оперативную характеристику (OC), которая показывает зависимость между входным уровнем дефектности и вероятностью приемки партии изделий;
- кривую среднего общего количества проверенных изделий (АТГ), которая показывает зависимость между входным уровнем дефектности и общим количеством проверенных изделий в среднем на партию, включая сплошной контроль забракованных партий;
- кривую среднего выходного уровня дефектности (АОQ), которая показывает зависимость между входным уровнем дефектности и средним выходным уровнем дефектности.

Оперативная характеристика OC строится по нескольким предположительным значениям входного уровня дефектности p . Определяется среднее количество дефектных изделий, приходящееся на каждую выборку (np), а затем по распределению Пуассона определяется вероятность приемки партий изделий P_a , если p меньше 0,10.

Т а б л и ц а 3

Сравнительный анализ типов плана статистического приемочного контроля по альтернативному признаку

Тип плана	Параметры плана	Варианты исхода при реализации плана	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4	5
Одноступенчатый	<ul style="list-style-type: none"> – объем контролируемой партии (N); – объем выборки (n); – приемочное число (c); – браковочное число (R). 	<ul style="list-style-type: none"> – приемка партии на основании результатов контроля выборки; – браковка партии на основании результатов контроля выборки 	<ul style="list-style-type: none"> – применение данного плана контроля не требует больших затрат на организационную работу; – не требуются специально обученные контролеры; – прост в применении. 	<ul style="list-style-type: none"> – данные планы контроля с объемом выборки, составляющим определенный процент от объема партии, в условиях переменного N и постоянного c могут оказаться малоэффективными, так как с изменением объема выборки меняется также и вероятность приемки партии
Двухступенчатый	<ul style="list-style-type: none"> – объем контролируемой партии (N); – объем выборки соответственно на первой и второй ступенях контроля (n1 и n2); – приемочное число на первой и второй ступенях контроля (c1 и c2 соответственно); – браковочное число на первой и второй ступенях контроля (R1 и R2 соответственно) 	<ul style="list-style-type: none"> – приемка партии на основании результатов контроля первой выборки; – браковка партии на основании результатов контроля первой выборки; – взятие второй выборки, если число дефектных изделий в первой выборке больше приемочного, но меньше браковочного числа; – приемка партии на основании результатов контроля второй выборки; – браковка партии на основании результатов контроля второй выборки. 	<ul style="list-style-type: none"> – позволяет сократить необходимое количество опытов; 	<ul style="list-style-type: none"> – применение плана требует хорошо обученных, грамотных контролеров, что снижает экономическую эффективность данных планов, так как дополнительная прибыль идет на организационную работу

1	2	3	4	5
Многоступенчатый	<ul style="list-style-type: none"> – объем контролируемой партии (N); – объем выборки соответственно на первой, второй и последующих ступенях контроля (n1, n2, и т.д.); – приемочное число на первой, второй и последующих ступенях контроля (с1, с2 и т.д.); – браковочное число на первой, второй и последующих ступенях контроля (R1, R2 и т.д.) 	<ul style="list-style-type: none"> – приемка партии на основании результатов контроля первой выборки; – браковка партии на основании результатов контроля первой выборки; – взятие второй выборки, если число дефектных изделий в первой выборке больше приемочного, но меньше браковочного числа; – приемка партии на основании результатов контроля второй выборки; – браковка партии на основании результатов контроля второй выборки; – взятие третьей выборки, если общее количество дефектных изделий двух выборок больше приемочного, но меньше браковочного числа, и т.д. <p>Процедура контроля продолжается до тех пор, пока не будет принято окончательное решение о приемке или браковке партии.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – позволяет сократить необходимое количество опытов в среднем на 20-30%; – применяются при контроле дорогих изделий. 	<ul style="list-style-type: none"> – большие затраты на организационную работу; – при малых значениях N и малых выборках n, экономия от применения данных планов незначительна.

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
Последовательный	<ul style="list-style-type: none"> – объем контролируемой партии (N); – объем выборки (n), причем выборку может составлять одно изделие; – приемочное число (c); – браковочное число (R). 	<ul style="list-style-type: none"> – приемка партии, если количество дефектных изделий в совокупности n_i не больше приемочного числа; – браковка партии, если количество дефектных изделий не меньше браковочного числа; – проверка следующего изделия, если количество дефектных изделий больше приемочного числа, но меньше браковочного числа. 	<ul style="list-style-type: none"> – требуется меньший объем контроля, что делает данный план контроля эффективным при контроле качества изделий, оценка которых связана с разрушением образцов. 	<ul style="list-style-type: none"> – переменный характер объема контроля; – использование этих планов сопряжено со значительными организационно-техническими трудностями; – применение данных планов требует наличия высококвалифицированных кадров.

Кривая АТІ определяется по следующему уравнению:

$$АТІ = nPa + N(1 - Pa), \quad (1)$$

где N – объем партии изделий;

n – объем выборки;

Pa – вероятность приемки одной партии изделий.

Таким образом, если партия изделий принимается, то мы проверяем только n изделий. Но если партия не принимается, то следует проверить все изделия.

Значения кривой АОQ можно найти по следующему уравнению:

$$АОQ = (p (N - n) Pa) / N \quad (2)$$

Дефектные изделия обнаруживаются только в непроверенной части принятых партий. Эта часть равна N – n. Вероятность приемки партии изделий равна Pa, а вероятность обнаружения дефекта равна p. Так что ожидаемое количество изделий равно произведению этих величин, которое затем делится на объем партии.

План MIL-STD 105D основан на определении приемочного уровня дефектности (AQL) и риска поставщика. В соответствии с этим планом можно отметить следующее [9]:

– если входной уровень дефектности меньше AQL, то принимается большее число партий, чем если входной уровень дефектности равен AQL;

– если забракованные партии подвергаются сплошному контролю, то среднее количество проверенных образцов, приходящихся на партию, будет меньше, когда входной уровень дефектности меньше AQL. Если входной уровень дефектности больше AQL, то количество проверенных образцов будет больше.

Сущность выборочного контроля по количественному признаку состоит в том, что у единиц продукции, вошедших в выборку, измеряют с необходимой точностью значения одного или нескольких контролируемых параметров и решение о соответствии или несоответствии контролируемой партии продукции установленным требованиям принимают в зависимости от этих значений [3, 10, 11, 5, 2, 9, 7].

Характеристика видов плана статистического приемочного контроля по качественному признаку

План	Исходные данные	Данные, которые необходимо определить	Преимущества	Недостатки
План контроля 10 - процентной выборки	<ul style="list-style-type: none"> – партия изделий (N); – выборка из партии (n), причем $n = \text{const} = 10\%$. 	<ul style="list-style-type: none"> – количество дефектов 	<ul style="list-style-type: none"> – прост в применении; – недорогостоящий; – не требуются специально подготовленные высококвалифицированные специалисты 	<ul style="list-style-type: none"> – принятый материал имеет практически то же качество, что и входной материал; – качество принятого материала ухудшается по мере того, как ухудшается качество входного материала; – этот план не целенаправлен (до начала выборочного контроля мы не знаем, какой уровень дефектности соответствует заданной вероятности приемки).
Mil-Std-105D	<ul style="list-style-type: none"> – партия изделий (N); – приемочный уровень дефектности (AQL); – входной уровень дефектности; – 	<ul style="list-style-type: none"> – риск поставщика; – кодовая буква плана; – объем выборки (n); – приемочное число; – браковочное число. 	<ul style="list-style-type: none"> – определяет требования к качеству выпускаемой продукции, ориентируя поставщика на уровень качества, который он должен обеспечивать в производстве; – обеспечивает гарантии от значительного увеличения доли брака. 	<ul style="list-style-type: none"> – не обеспечивается воспроизводимость повторных процедур контроля.
Планы Доджа-Ромига	<ul style="list-style-type: none"> – партия изделий (N); – объем выборки (n); – приемочное число. 	<ul style="list-style-type: none"> – оперативная характеристика (OC); – кривая среднего общего количества проверенных изделий (АТI); – кривая среднего выходного уровня дефектности (АОQ). 	<ul style="list-style-type: none"> – обеспечивают высокие гарантии потребителю. 	<ul style="list-style-type: none"> – при малых значениях браковочного уровня качества предполагают отбор больших выборок.

Теоретическое обоснование методов выборочного контроля по количественному признаку проводится для случая одновременного выполнения условий [3]:

- контроль проводят по одному количественно измеряемому показателю качества изделий;
- для измеряемого при контроле показателя качества установлены нижнее L или верхнее U предельное значение показателя или оба предельных значения (границы поля допуска);
- для контролируемого показателя качества и установленных предельных значений задан критерий качества партий изделий в виде нормативного уровня несоответствий NQL или приемлемого уровня качества AQL ;
- процедуру контроля применяют для непрерывной последовательности партий дискретных изделий, поставляемых одним изготовителем, который использует единый производственный процесс;
- производство стабильно и значение показателя качества изделий распределено по нормальному закону распределения;
- стандартное отклонение известно, если оно неизвестно, то можно использовать его оценку, полученную по выборочным данным.

Таким образом, исходят из того, что распределение значений показателя качества, измеряемого в процессе проведения выборочного контроля, является нормальным с изменяющимся (заранее неизвестным) математическим ожиданием и постоянной и известной технологической дисперсией. При этом только математическое ожидание, характеризующее уровень настройки производственного процесса, рассматривается как переменная величина.

Статистический приемочный контроль по количественному признаку обладает рядом преимуществ по сравнению со статистическим приемочным контролем по альтернативному признаку. Однако недостатков он также не лишен. Преимущества и недостатки статистического приемочного контроля по количественному признаку приведены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Преимущества и недостатки статистического приемочного контроля по количественному признаку

Преимущества	Недостатки
1. Требуется небольшого объема выборки. 2. Дает точные выводы о стабильности, помехах и смещении уровня настройки процесса изготовления изделий. 3. Имеем точное представление о положении признака качества внутри поля допуска.	1. Для контроля требуется более сложное оборудование. 2. Необходимы высококвалифицированные специалисты, что повышает стоимость и снижает эффективность контроля. 3. Разработка планов может потребовать значительно больших затрат труда. 4. Применим только для одного контролируемого параметра. 5. Возможно, что партия будет забракована, если даже ни один из результатов измерения в выборке не лежит вне границ допуска на изготовление.

Существуют также планы статистического приемочного контроля по количественному признаку, среди которых можно выделить план контроля, основанный на определении среднего арифметического при известном среднем квадратическом отклонении и планы контроля, основанные на уровне дефектности при неизвестном среднем квадратическом отклонении. Международное значение среди планов статистического приемочного контроля имеет план контроля стандарта Mil-STD-414 при известном среднем квадратическом отклонении.

Перечисленные выше планы контроля по количественному признаку предполагают нормальное распределение контролируемого параметра. При невыполнении этого условия рассматриваемые планы можно применять только после оценки получаемой при этом погрешности.

Рассмотрим более подробно план контроля, основанный на определении среднего арифметического при известном среднем квадратическом отклонении, планы контроля, основанные на уровне дефектности при неизвестном среднем квадратическом отклонении и план контроля стандарта Mil-STD-414 при известном среднем квадратическом отклонении (таблица 6).

Т а б л и ц а 6

Характеристика планов статистического приемочного контроля по количественному признаку

План	Требующаяся информация	Условия принятия или браковки партии
План контроля, основанный на определении среднего арифметического при известном среднем квадратическом отклонении	<ul style="list-style-type: none"> – объем выборки (n); – среднее квадратическое отклонение; – среднее арифметическое выборки (\bar{X}); – приемочный критерий (K), соответствующий минимальному среднему значению. 	<ul style="list-style-type: none"> – партия принимается, если среднее значение параметра равно или больше K; – партия бракуется, если среднее значение параметра меньше K.
План контроля, основанный на уровне дефектности при неизвестном среднем квадратическом отклонении	<ul style="list-style-type: none"> – объем выборки (n); – среднее квадратическое отклонение; – среднее арифметическое выборки (\bar{X}); – нижний допускаемый предел (L); – величина $\bar{X} - k \cdot \text{ср. квадр. отклонение}$ – приемочный коэффициент (K) 	<ul style="list-style-type: none"> – партия принимается, если величина $\bar{X} - k \cdot \text{ср. квадр. отклонение}$ больше или равна нижнему допускаемому значению (L); – в противном случае партия бракуется.
План контроля стандарта Mil-STD-414 при известном среднем квадратическом отклонении	<ul style="list-style-type: none"> – объем выборки (n); – среднее квадратическое отклонение; – сумма измерений; – среднее арифметическое выборки (\bar{X}); – нижний допускаемый предел (L); – величина $(\bar{X} - L)/\text{ср. квадр. отклонение}$ – приемочная константа (k); – приемочный критерий (сравнение $(\bar{X} - L)/\text{ср. квадр. отклонение}$ с k) 	<ul style="list-style-type: none"> – партия принимается, если величина $(\bar{X} - L)/\text{ср. квадр. отклонение}$ больше или равна приемочному критерию (k); – в противном случае партия бракуется.

По плану контроля, основанном на определении среднего арифметического при известном среднем квадратическом отклонении почти всегда будут приниматься партии с большим средним арифметическим, а партии с малым средним арифметическим чаще всего будут браковаться. Такой план основан на определении объема выборки n и приемочного критерия K , который соответствует минимальному среднему значению. Если среднее значение параметра равно или больше K , то партия принимается. Если же среднее значение меньше K , то партия бракуется. Таким образом, задача состоит в том, чтобы определить n и K [9].

Планы контроля, основанные на уровне дефектности, обеспечивают приемку таких партий, уровень дефектности которых оказывается ниже некоторой заранее установленной величины. Изделие считается дефектным, если результат измерения [9]:

- меньше нижнего допускаемого значения;
- больше верхнего допускаемого значения.

В плане контроля стандарта Mil-STD-414 кроме формы 1, где величина среднего квадратического отклонения известна, содержится еще форма 2, также предназначенная для определения соответствия партии изделий установленным требованиям. Метод работы по этой форме почти такой же, только нужно пройти еще один этап, чтобы определить уровень дефектности в партии изделий. Эта величина сравнивается с критерием, выраженным в процентах дефектных единиц. Лишний этап расчетов оправдывается, поскольку знать процент дефектных изделий в партии нужно для того, чтобы, действуя в соответствии с планом, усилить или ослабить контроль [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гличев А. В. Основы управления качеством продукции /А. В. Гличев. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2001 – 424 с.
2. Деминг Э. Выход из кризиса / Э. Деминг /Пер. с англ. – Тверь: Альба, 1994.
3. Зенин С. В. Применение диаграммы Парето для анализа качества автомобилей марки ВАЗ/ С. В. Зенин, В. Л. Шпер //Методы менеджмента качества. 2000. №11. – С.4-10
4. Контроль качества продукции машиностроения / А. Э. Артеса. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 447 с.
5. Коуден Д. Статистические методы контроля качества / Под. Ред. Б. Р. Левина. – М.: Физматгиз, 1961. – 623 с.
6. Миттаг Х.-Й. Статистические методы обеспечения качества/ Х.-Й. Миттаг, Х. Ринне /Пер. с нем. Под ред. Б.Н. Маркова. – М.: Машиностроение, 1995.
7. Михайлова Н. В. Семь методов обеспечения качества продукции и снижения издержек производства / Н. В. Михайлова // Стандарты и качество. – 1989. – №6-12.
8. Ноулер Л. и др. Статистические методы контроля качества продукции /Пер. с англ. Под ред. А.М. Бендерского. –М.: Изд-во стандартов, 1989.
9. Окрепилов В. В. Управление качеством / В. В. Окрепилов. – М.: Экономика, 1998. – 639 с.
10. Сажин Ю. В. Статистические методы анализа и контроля качества продукции: Монография/ Ю. В. Сажин, В. А. Басова, Г. В. Егорова /Под общ. ред. Ю.В. Сажина. – Тольятти, ТГИС, 2003. – 246 с.

11. Семь инструментов качества в японской экономике. – М.: Изд-во стандартов, 1990.