НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ
технических систем

ОАО “НИЦ КД”

РЕКОМЕНДАЦИИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Р 50-609-40-01

Нижний Новгород
2001 г.

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1. **РАЗРАБОТАНЫ** ОАО "НИЦ КД" (Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем)
2. **ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ** приказом ОАО "НИЦ КД"
   от 25.12.2001 № 36
3. **ВЗАМЕН** Р 50-609-40-88 «Технологическое проектирование технического контроля».
4. Переиздание (декабрь 2001 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные положения .....

2. Требования к техническому контролю и технологическому проектированию технического контроля .....

3. Порядок разработки процессов (операций) технического контроля .....

4. Порядок разработки систем автоматического (автоматизированного) контроля .....

Приложение А Методика экономического обоснования технического контроля

Приложение Б Методика определения вероятностей ошибок контроля 1 и 2 рода .....

РЕКОМЕНДАЦИИ

Технологическое проектирование технического контроля **Р 50-609-40-01**

Настоящие рекомендации устанавливают основные положения, требования к техническому контролю и порядок технологического проектирования систем, процессов и операций технического контроля при технологической подготовке производства.

1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Технический контроль является неотъемлемой составной частью технологического изготовления, испытания и ремонта изделия.

Технологическое проектирование технического контроля осуществляется в виде:

систем технического контроля;

процесса технического контроля;

операции технического контроля.

1.1.1 Операции технического контроля разрабатывает для совокупности изделий и технологических процессов и устанавливают в технологической документации на процессы и операции технического контроля

Систему технического контроля для гибких производственных систем, автоматических (автоматизированных) производств, автоматизированных систем управления технологическими процессами следует разрабатывать в виде системы автоматического (автоматизированного) контроля (САК).

1.1.2 Процесс технического контроля разрабатывают как совокупность взаимосвязанных операций технического контроля для отдельных групп и типов материалов, заготовок, полуфабрикатов, деталей и сборочных единиц, а также для отдельных видов технического контроля и производств.

При необходимости разрабатывают процесс технического контроля для отдельных исполнителей контроля и заказчика.

1.1.3 Операцию технического контроля разрабатывают для входного, операционного и приемочного контроля отдельных объектов контроля или контролируемых признаков (параметров):

а также для операционного контроля технологического процесса получения материа-

ла, заготовки, полуфабрикатов, детали, сборочной единицы после завершения определенной технологической операции обработки (сборки).

1.1.4 Степень детализации системы, процессов, операции технического контроля в технологической документации устанавливают предприятия в зависимости от сложности объектов контроля, типа, вида и условий производства.

1.1.5 Технологическую документацию на системы, процессы, операции технического контроля согласовывают с отделом технического контроля предприятия-изготовителя.

1.2 Технологическое проектирование технического контроля должно обеспечивать заданные показателя процесса контроля с учетом затрат на его реализацию и потерь от брака в производстве и при использовании продукции вследствие ошибок контроля или его отсутствия.

1.3 Устанавливаются обязательные показатели процесса контроля:

производительность или трудоемкость контроля;

характеристики достоверности контроля;

комплексный экономический показатель.

В зависимости от специфики производства и видов объектов контроля допускается использовать другие показатели процессов контроля (стоимость, объем, полнота, периодичность, продолжительность контроля и т.д.).

1.4 Методику расчета показателей процессов контроля и порядок их учета устанавливает предприятие-разработчик. Методы экономического обоснования технического контроля приведены в приложении А.

1.5 При анализе затрат на реализацию процесса контроля необходимо учитывать:

объем выпуска и сроки изготовления продукции;

технические требования к продукции;

технические возможности средств контроля;

затраты на приобретение средств контроля и поверочного оборудования и их эксплуатацию.

1.6 При анализе потерь от брака вследствие ошибок контроля или его отсутствия необходимо учитывать:

уровень дефектности (долю брака) продукции, подвергающейся контролю;

значимость дефектов по контролируемым признакам (критические, значительные и малозначительные) ;

потери от ложного брака вследствие ошибок контроля первого рода, возникающие в производстве;

потери в производстве от пропуска брака вследствие ошибок контроля второго рода, а также потери у потребителя от пропуска брака вследствие ошибок контроля второго рода;

ущерб от поставки продукции не соответствующей установленным требованиям.

1.7 Методика определения вероятностей ошибок контроля первого и второго рода приведена в приложении Б.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

2.1 Технический контроль должен предотвращать пропуск дефектных материалов, полуфабрикатов, заготовок, деталей и сборочных единиц на последующие этапы изготовления, испытания, ремонта и потребления.

2.2 Технический контроль должен соответствовать требованиям действующей на предприятии системы менеджмента качества.

2.3 Технический контроль должен соответствовать требованиям промышленной безопасности, пожаро- и взрывобезопасности, промышленной санитарии и правилами защиты окружающей среды.

2.4 Технологическое проектирование технического контроля осуществляют с учетом характеристик технологического процесса изготовления, испытания и ремонта изделия с обеспечением необходимой взаимосвязи и взаимодействия между ними.

2.5 При технологическом проектировании технического контроля должны обеспечиваться:

достоверная оценка качества продукции и снижение потерь от брака как при изготовлении, так и использование продукции;

повышение производительности труда;

снижение трудоемкости контроля, особенно в процессах с тяжелыми и вредными условиями труда;

возможное совмещение операций изготовления, испытания и ремонта с операциями технического контроля;

сбор и обработка информации для контроля, прогнозирования и регулирования технологических процессов обработки и сборки;

оптимизация технического контроля по установленным технико-экономическим критериям.

2.6 При технологическом проектировании технического контроля по возможности следует обеспечивать единство измерительных баз с конструкторскими и технологическими.

2.7 При технологическом проектированием САК должны обеспечиваться:

увязка работ по созданию САК с работами по созданию ГПС, АСУ, АСУП, САПР, АСТПП, АСУТП;

максимальная гибкость процесса контроля и управляемость им;

адаптивность к условиям производственного процесса;

достижение необходимой полноты и надежности контроля;

внедрение прогрессивных автоматизированных приборов на базе цифровой и аналоговой техники;

внедрение локально замкнутых САК и гибких производственных изделий.

3 ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ПРОЦЕССОВ (ОПЕРАЦИЙ) ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

3.1 Основные этапы разработки процессов технического контроля, задачи, решаемые на этапе, основные документы, обеспечивающие решение задач, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Этап разработки процессов	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы, обеспечивающие решение задач
1. Подбор и анализ исходных материалов для разработки процессов контроля	Ознакомление с изделием, требованиями к изготовлению, испытаниям, ремонту и эксплуатации Подбор и анализ справочной информации, необходимой для разработки процесса контроля	Конструкторская документация на изделие. Технологическая документация на изготовление, испытание и ремонт изделия Объем и сроки изготовления изделия. Перспективные методы и процессы контроля Производственные инструкции на проведение контроля
2. Выбор объектов и видов контроля	Оценка возможности и стабильности технологического процесса изготовления, испытания и ремонта. Определение номенклатуры объектов контроля (продукции, средств технологического оснащения, технологических процессов изготовления, испытания и ремонта, технологической документации). Установление видов контроля по его объектам. Определение технических требований на операции контроля	Конструкторская документация на изделие. Технологическая документация на изготовление, испытание и ремонт изделия Методика выбора объектов контроля Методика установления видов технического контроля
3. Выбор действующего типового, группового процесса (характеристики) технического контроля или поиск аналога единичного процесса технического контроля	Отнесение объекта контроля к действующему типовому, групповому или единичному процессу контроля с учетом количественной оценки групп изделий Примечание. При наличии разработанного перспективного процесса технического контроля на изделие его следует брать за основу при выборе действующего технологического процесса	Документация групповых, типовых и единичных процессов технического контроля для данной группы изделий. Документация перспективных процессов технического контроля для данной группы изделий. Документация перспективных процессов технического контроля Конструкторская документация Технологическая документация на изготовление, испытание и ремонт изделия
4. Составление технологического маршрута процесса контроля	Определение состава и последовательности технологических операций технического контроля, обеспечивающих своевременное выявление и устранение дефектов и получение информации для оперативного регулирования и прогнозирования технологического процесса и обратной связи с АСУ и АСУТП. Предварительное определение состава контрольного	Методика размещения постов контроля по технологическому процессу изготовления, испытания и ремонта изделия. Технологическая документация на изготовление, испытание и ремонт

Этап разработки процессов	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы, обеспечивающие решение задач
	оборудования	
5. Разработка технологических операций технического контроля	Выбор контролируемых параметров (признаков). Выбор схем контроля, включая определение контрольных точек объектов, измерительных баз	Методика выбора контролируемых параметров (признаков). Методика выбора схем контроля Стандарты и методические материалы по системам качества, по статистическим методам
	Выбор методов и средств контроля	Методика выбора методов и средств контроля Каталоги (альбомы, картотеки) средств контроля
	Определение объема (плана) контроля	Классификатор технологических операций контроля
	Разработка последовательности переходов технического контроля	Классификатор технологических переходов контроля
6. Нормирование процессов контроля	Установление исходных данных, необходимых для расчетов норм времени и расхода материалов Расчет и нормирование затрат труда на выполнение процесса Определение разряда работ и обоснование профессии исполнителей контроля для выполнения операций в зависимости от сложности этих работ	Нормативы времени и расхода материала Методика разработки норм времени на технический контроль Классификатор разрядов работ и профессий исполнителей контроля
7. Расчет технико-экономической эффективности процесса контроля	Выбор оптимального варианта процесса технического контроля	Методика оптимизации технического контроля
8. Оформление технологических документов на технический контроль	Заполнение технологических документов. Нормоконтроль технологической документации. Согласование технологической документации с заинтересованными подразделениями и ее утверждение	Стандарты ЕСТД
9. Разработка документации результатов контроля	Установление порядка оформления результатов контроля и необходимого состава форм документов. Разработка технологических паспортов, карт измерения, журналов контроля	Методика оформления результатов контроля Стандарты ЕСТД

3.2 Необходимость каждого этапа, состав задач и последовательность их решения определяются в зависимости от видов и типа производства и устанавливаются предприятием.

4 ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО (АВТОМАТИЗИРОВАННОГО) КОНТРОЛЯ

4.1 Основные этапы разработки системы автоматического контроля, задачи, решаемые на этапе, основные документы, обеспечивающие решение этих задач, приведены в табл.2.

Таблица 2

Этап разработки систем автоматического контроля	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы, обеспечивающие решение задач
1. Подбор и анализ исходных материалов для разработки системы автоматического контроля	Ознакомление с изделием, требованиями к изготовлению, испытаниям, ремонту и эксплуатации. Подбор и анализ справочной информации, необходимой для разработки системы автоматического контроля	Конструкторская документация на изделие Технологическая документация на изготовление, испытания и ремонт изделия Объем и сроки изготовления изделия Информация по перспективным методам и системам автоматического контроля Производственные инструкции на проведение технического контроля Каталоги перспективных автоматизированных средств и систем контроля, в том числе координатно-измерительных машин, измерительных роботов и т.д.
2. Выбор объектов и видов контроля	Оценка стабильности технологического процесса изготовления, испытания, и ремонта. Определение номенклатуры объектов контроля (продукция, средства контроля технологического оснащения, технологические процессы изготовления, испытания и ремонта) Установление видов контроля по объектам контроля	Методика выбора объектов и видов контроля в гибких и автоматизированных производствах
3. Составление обобщенного процесса контроля	Анализ совокупности технологических процессов контроля Синтез обобщенного маршрута контроля Проектирование типовых операций контроля. Установление сводного перечня контролируемых параметров. Установление основных процессов контроля (централизация, степень автоматизации совместно с обработкой)	Методика составления обобщенных процессов контроля

Этап разработки систем автоматического контроля	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы, обеспечивающие решение задач
4. Разработка структуры САК	Разработка базового комплексов алгоритмов обработки контрольно-измерительной информации. Разработка системных решений САК Разработка планируемых решений Рациональное разделение функций контроля. Выбор схем контроля включает определение контрольных точек объекта Выбор методов и средств контроля, в том числе типов датчиков и устройств обработки первичной информации, устройств ввода информации оператором вручную (периферийное устройство). Выбор действующих модулей (блоков) САК. Построение алгоритмов контроля и разработка математических методов обработки результатов измерения и контроля	Документация действующих модулей и систем автоматического контроля для аналогичных групп объектов контроля Каталоги (альбомы, картотеки) автоматизированных средств контроля и систем контроля. Каталоги алгоритмов и методов обработки результатов измерений и контроля
5. Разработка информационного обеспечения системы автоматического контроля	Определение перечня информации и формы ее представления в систему контроля. Определение перечня информации и формы ее представления из системы контроля в систему управления. Оценка избыточности информационных потоков в системе контроля	Методика информационного обследования системы автоматического контроля
6. Разработка программно-математического обеспечения системы автоматического контроля	Создание и отладка программно-математического обеспечения, включая: ввод-вывод информации, обмен информацией с системами; информационное обеспечение производственного процесса; переработка информации по методикам измерения; информационное обеспечение работы оборудования и	Инструкция по программированию

Этап разработки систем автоматического контроля	Задачи, решаемые на этапе	Основные документы, обеспечивающие решение задач
	систем управления ; тестовые программы; управление работой вспомогательного оборудования	
7. Разработка правил эксплуатации и обслуживания системы автоматического контроля	Разработка инструкции, методических указаний, правил для эксплуатирующего и обслуживающего персонала	Правила эксплуатации и обслуживания систем автоматического контроля
8. Оценка эффективности системы автоматического контроля	Оценка трудоемкости и производительности контроля Определение и обоснование состава обслуживающего персонала Расчёт экономической эффективности	Методика оценки эффективности системы автоматического контроля
9. Оформление документации на систему автоматического контроля	Согласование технологической документации с заинтересованными подразделениями Учет требований государственной системы обеспечения единства измерений	Стандарты ЕСТД и ГСИ

4.2 Необходимость каждого этапа, состав задач и последовательность их решения определяются в зависимости от видов и типа производства и устанавливаются предприятием.

Приложение А

МЕТОДИКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО контроля

1 Экономическое обоснование варианта контроля выполняют с помощью комплексного экономического показателя $К_э$, представляющего собой сумму приведенных затрат на реализацию процесса контроля $З_к$ и потерь от брака вследствие ошибок контроля или его отсутствия $П_б$.

$$К_э = З_к + П_б$$

2 Приведенные годовые затраты находят по формуле:

$З_к = И + Е_н К$

где И – годовые эксплуатационные издержки;

$Е_н$ – норматив окупаемости капитальных вложений;

К – капитальные вложения в процессе контроля, руб.

Расчет годовых эксплуатационных издержек и капитальных вложений выполняются в соответствии с применяемыми методиками.

При расчете годовых эксплуатационных издержек учитывают следующие составляющие.

$$C_э = \frac{\sum_{j=1}^{n} t_j R_j (1 + \frac{K}{100})}{m_k};$$

$$C_a = \sum_{i=1}^{a} \frac{A_i D_i H}{B_i m_{ki} \varphi_1 100} \cdot t_{oi};$$

$$C_э^* = \sum_{i=1}^{a} \frac{U_{эi} N_i \varphi_2}{m_{ki}} \cdot t_{oi}.$$

Для контрольного оборудования и прибора, использующего различные виды энергии, затраты рассчитывают по каждому виду энергии, а затем суммируют.

$$C_o = \sum_{i=1}^{d} \frac{A_i D_i}{B_i T_i \varphi' i} \cdot t_{oi};$$

$$C_{n.з} = \frac{\sum_{j=1}^{l} t_{n.зj} R_{n.зj} (1 + \frac{K}{100})}{m_k}.$$

Перечень обозначений величин, входящих в формулы, приведен в табл. 3.

Таблица 3

Обозначение	Размеренность	Наименование обозначения
$C_з$	руб.	Сумма затрат на заработную плату исполнителей контроля
$C_а$	руб.	Амортизация контрольного оборудования и приборов на время контроля
$C_э$	руб.	Затраты на все виды энергии, потребляемые в процессе контроля
$C_о$	руб.	Затраты на контрольную оснастку (приспособления и инструмент), потребную для проведения контроля
$C_{пз}$	руб.	Стоимость подготовительно-заключительных работ
t_j	ч	Время, затрачиваемое j-м исполнителем контроля на контроль объекта
R_j	руб./ч	Часовая заработная плата j-го исполнителя контроля
n	чел.	Количество исполнителей контроля, участвующих в контроле объекта
K	%	Процент, учитывающий начисления на заработную плату и премии
m_k	шт.	Количество объектов контроля, которое может одновременно контролировать исполнитель
a	шт.	Количество типов контрольного оборудования и приборов, используемых для контроля данного объекта
A_i	руб.	Стоимость единицы i-го средства контроля, используемого для контроля объекта
D_i	шт.	Количество i-го средства контроля
H	%	Норма амортизационных отчислений за год
Bi	ч/год	Годовой фонд времени i-го средства контроля
t_{oi}	ч	Время работы i-го средства контроля при контроле объекта
m_{ki}	шт.	Количество объектов контроля, которое может одновременно контролироваться на i-м контрольном оборудовании
φ_1	–	Коэффициент загрузки контрольного оборудования или прибора, определяемый исходя из фактических условий контроля или принимаемый как среднее значение этого коэффициента для данного предприятия
$Ц_{эi}$	руб./кВт ч	Цена единицы используемой энергии для i-го контрольного оборудования или прибора
N_i	кВт	Мощность, потребляемая i-м контрольным оборудованием или прибором
φ_2	–	Коэффициент использования мощности
d	шт.	Количество контрольной оснастки, используемой для контроля данного объекта
φ_i	–	Коэффициент использования i-й контрольной оснастки
T_i	год	Срок службы i-й контрольной оснастки

Обозначение	Размеренность	Наименование обозначения
1	чел.	Количество исполнителей, занятых на подготовительно-заключительных операциях для данного объекта
$t_{п.зj}$	ч	Время затрачиваемое j-м исполнителем, занятым на подготовительно-заключительных операциях для данного объекта
$R_{п.зj}$	руб./ч	Часовая заработная плата j-го исполнителя, занятого на подготовительно-заключительных операциях для данного объекта

3 Потери от брака вследствие ошибок контроля или отсутствия контроля определяют по формуле:

$П_б = П^1_{б\ пр} + П^2_{\ б\ пр} + П_{б.\ потр} + П_{шк} + П_{ук}$,

3.1 Потери вследствие ошибок контроля i-го рода в производстве (забракование годных) определяют по формуле:

$П^1_{б\ пр} = 0{,}01 \cdot N_о \cdot Р_{гб} \cdot (С_{изг} - С_{ост})$,

где – $N_о$ - годовая программа контроля единиц продукции (в дальнейшем - деталей);

$Р_{гб}$ - вероятность ошибки контроля 1-го рода, %;

$С_{изг}$ - себестоимость изготовления детали, руб;

$С_{ост}$ - остаточная стоимость забракованной детали, руб.

3.2. Потери вследствие ошибок контроля 2-го рода в производстве (пропуск брака в технологический процесс) определяют по формуле:

$П^2_{б\ пр} = 0{,}01 \cdot No \cdot Р_{дп} \cdot Р_{обн} \cdot С_{устр}$,

где - $Р_{дп}$ вероятность ошибки контроля 2-го рода, %;

$Р_{обн}$- вероятность обнаружения дефектной детали среди годных на последующих этапах (стадиях) технологического процесса (при сборке узлов, испытаниях готовых изделий и т.п.);

$С_{устр}$- затраты на устранение брака, обнаруженного на последующих этапах (например, стоимость переборки узла или изделия), руб.

3.3 Потери вследствие ошибок контроля 2-го рода у потребителя (пропуск брака в готовое изделие) определяют по формуле:

$П_{б.\ потр} = 0{,}01 \cdot П_{дет} \cdot N_{изд} \cdot Р_{дп}\ (1 - Р_{обн}) \cdot С_{потр}$,

где – $П_{дет}$ – количество контролируемых деталей в составе готового изделия, шт.;

$N_{изд}$ – годовая программа выпуска готовых изделий, шт.;

$С_{потр}$ – потери в сфере потребления за счет снижения качества изделия, в состав которого попала дефектная деталь, руб.

Величину $С_{потр}$ находят на основании технико-экономического анализа потребительских свойств изделия с учетом влияния дефектов по контролируемым признакам.

При отсутствии данных для анализа допускается укрупненная оценка величины $С_{потр}$ Как части стоимости готового изделия, пропорциональной коэффициенту весомости дефекта.

3.4 Потери, связанные со штрафом за поставку продукции пониженного качества, определяют по формуле:

$$П_{шк} = \frac{С_с М_п Ш_К}{100},$$

где – $С_с$ – себестоимость единицы продукции, руб.;

$М_п$ – количество единиц продукции пониженного качества;

$Ш_к$ – размер штрафа на поставку продукции пониженного качества.

3.5 Потери, связанные с уценкой продукции, определяют по формуле

$П_{ук} = (С_с - С'_с)М_у$,

где – $С'_с$ – себестоимость единицы продукции после уценки, руб.;

$М_у$ – количество единиц уцененной продукции.

4 Вероятности ошибок контроля для случая измерительного допускового контроля определяют согласно приложению 2.

Допускаются и другие научно обоснованные методы определения вероятностей ошибок контроля.

5 Годовой экономический эффект при сравнении выбираемого варианта контроля с базовым находят по формуле

$Э = К_{э1} - К_{э2}$,

где индексы 1 и 2 относятся, соответственно, к базовому и выбираемому вариантам.

Для оптимального варианта контроля $К_{э2} = \min$ и $Э = \max$

Приложение Б

МЕТОДИКА

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ОШИБОК КОНТРОЛЯ 1 И 2-ГО РОДА

1 Понятия ошибок контроля 1 и 2-го рода - согласно табл.4.

Таблица 4

Род ошибки	Содержание ошибки	Обозначение вероятности ошибки
1	Неправильная браковка (годные бракуются - ГБ)	$P_{гб}$
2	Неправильная приемка (дефектные принимаются - ДП)	$P_{дп}$

Примечание. Величины $P_{гб}$ и $P_{дп}$, выраженные в процентах соответствуют величинам n и m по ГОСТ 8.051-81 при условии: $\delta = \sqrt{3\sigma}$

где σ – значение среднего квадратического отклонения погрешности измерения.

2 При отсутствии контроля принимают

$P_{гб} = 0$; $P_{дп} = q_o$

где, q_o – средний входной уровень дефектности (доля брака), %.

3 При сплошном измерительном контроле по одному параметру вероятности ошибок контроля находят в следующем порядке:

3.1 Определяют относительную погрешность контроля по формуле:

$$\delta_o = \frac{\delta}{IT}$$

где δ – погрешность измерения;

IT – допуск на контролируемый параметр.

3.2 Принимают в качестве закона распределения контролируемого параметра один из двух основных законов - нормальный или Релея.

3.2.1 Нормальный закон принимают для тех параметров, отклонения которых от номинального значения могут быть как положительными, так и отрицательными, и для которых установлены две границы поля допуска (нижняя и верхняя). К таким

параметрам относятся, например, линейные и угловые размеры, твердость, давление, напряжение и др.

3.2.2 Закон Релея принимают для тех параметров, отклонения которых могут быть только положительными (или только отрицательными) и для которых установлена только верхняя (или только нижняя) граница поля допуска, а другой (естественный) границей является ноль. К таким параметрам относятся, например, отклонения формы и расположения, биения, уровень помехи, наличие примесей и др.

3.3 Находят вероятности ошибок контроля по табл. 5 и 6.

3.3.1 Если при контроле вводят приемочный допуск путем сдвига обеих (для двустороннего допуска) или одной (для одностороннего допуска) из приемочных границ внутрь поля допуска на некоторую долю λ ($0 \le \lambda \le 1$) от допускаемой погрешности δ, то вероятности ошибок контроля находят по формулам:

$$P_{гб} = (1+\lambda)P_{гб}(q_o,(1+\lambda)\delta_o) ; \quad (3)$$

$$P_{дп} = (1-\lambda)P_{дп}(q_o,(1-\lambda)\delta_o) , \quad (4)$$

где под $P_{гб}(q_o, \delta_o)$ и $P_{дп}(q_o, \delta_o)$ подразумеваются значения вероятностей выраженные в табл. 5 и 6 при значениях аргументов q_o, и δ_o.

3.3.2. При контроле с сортировкой на Z размерных групп для нахождения вероятности можно воспользоваться формулой:

$$P_{дп} = 11\,(\delta_o \cdot Z)^2 , \quad (5)$$

4 При выборочном контроле по одному параметру с применением планов статистического приемочного контроля принимают.

$$P_{гб} = 0; \qquad P_{дп} = q_o \cdot P(q_o), \quad (6)$$

где $P(q_o)$ – оперативная характеристика соответствующего плана контроля.

4.1 При выборочном измерительном контроле учитывают влияние погрешности измерения на оперативную характеристику плана контроля, для чего можно использовать формулу:

$$P_{дп} = q_o \cdot P(q_o + \Delta q) , \quad (7)$$

где – Δq сдвиг оперативной характеристики вследствие влияния погрешности измерения, определяемый по табл. 7.

4.2 Построение оперативной характеристики плана контроля осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 50779.71-99, ГОСТ Р 50779.74-99 и другими инструктивно-методическими материалами по статистическому приемочному контролю.

5 При контроле одновременно по двум и более параметрам вероятности ошибок контроля находят по формулам:

$$P_{гб} = \sum_{i=1}^{n} P_{гбi} \quad n \leq 5; \tag{8}$$

$$P_{дп} = \sum_{i=1}^{n} P_{дпi}, \tag{9}$$

где $P_{гб\,i}$, $P_{дп\,i}$ – соответствующие вероятности для каждого (i - го) параметра;

n - число контролируемых параметров.

Если n>5 или если n ≤ 5, но $P_{гб} > 50\%$, пользуются формулой

$$P_{гб} = (1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - \frac{P_{гб}}{100}))100\% \tag{10}$$

где $\prod_{i=1}^{n}$ – символ произведения всех скобок для i =1,2..., n.

6 Примеры определения вероятностей ошибок контроля 1 и 2-го рода.

6.1 Объект контроля - направляющая втулка клапан автомобильного двигателя. Контролируемый параметр - наружный диаметр. Номинальный размер -18 мм, допуск по 7 квалитету IT = 18 мкм. Средний входной уровень дефектности q = 1%. Допускаемая погрешность измерения по ГОСТ 8.051-81 составляет 5.0 мкм. Погрешность выбранного средства контроля (якобы рычажной) δ = 4 мкм.

6.2 Определяет относительную погрешность контроля по формуле (2).

$$\delta_o = \frac{\delta}{IT} = \frac{4}{18} = 0,22$$

6.3 Принимаем нормальный закон распределения, так как допуск двусторонний.

6.4 Находим по табл. 5 $P_{гб} = 3,20\%$ и по табл. 6 $P_{дп} = 0,43\%$

6.5 Вводим приемочный допуск путем средств обеих приемочных границ внутрь поля допуска на величину.

$\frac{1}{2}\delta = 2 мкм \quad (\lambda = \frac{1}{2})$. Тогда новый допуск

$IT = IT - 2 \cdot \lambda \cdot \delta = 18\text{-}2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 = 14$ мкм.

Вычисляем:

$1 + \lambda = 1,5$; $(1+\lambda)\delta_o = 1,5 \cdot 0,22 = 0,33$;

$1 - \lambda = 0,5$; $(1-\lambda)\delta_o = 0,5 \cdot 0,22 = 0,11$.

Находим по табл. 6 $P_{гб}(q_o,(1+\lambda)\delta_o) = P_{гб}(1\%;0,33) = 6,88\%$.

и по табл 7 $P_{дп}(q_o, (1-\lambda)\delta_o) = P_{дп}(1\%;0,11) = 0,34\%$.

Находим по Формулам (3) и (4)

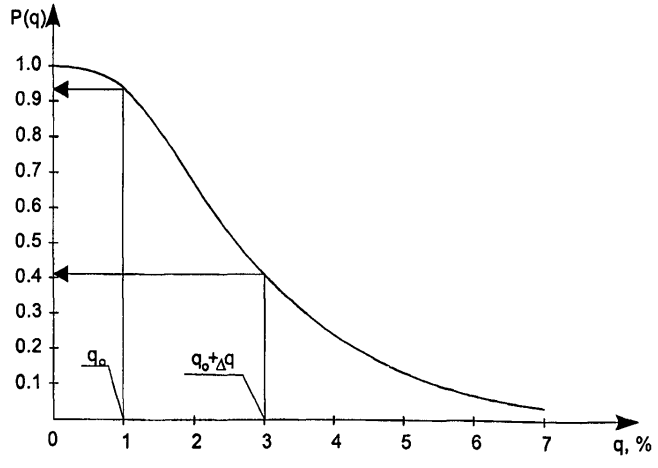
$P_{гб} = (1+\lambda)P_{гб}(q_o,(1+\lambda)\delta_o) = 1,5 \cdot 6,88\% = 10,32\%$;

$P_{дп} = (1-\lambda)P_{дп}(q_o,(1-\lambda)\delta_o) = 0,5 \cdot 0,34 = 0,17$.

6.6 При сортировке на три размерные группы (без приемочного допуска) будет по прежнему $P_{гб}=3,20$, а $P_{дп}$ определяем по формуле (5) при $Z = 3$.

$P_{дп} = 11 \cdot (0,22 \cdot 3)^2 = 4,79\%$

6.7 Выбираем план статистического приемочного контроля по альтернативному признаку по ГОСТ Р 50779.71-99. При объеме партии 2000 шт. и приемочном уровне дефектности 1% получаем код выборки 10, объем выборки n = 125 шт., приемочное число С = 3. Оперативная характеристика для кода выборки 10 показана на рисунке.



Определяем сдвиг оперативной характеристики по табл.7

при $q_o = 1\%$, $\delta o = 0,22$:

$\Delta q = 2,1\%$

По графику рисунка находим

$P(q_o+\Delta q) = P(1\%+2,1\%) = P(3,1\%) = 0,42$.

По формуле (7) вычисляем:

$P_{дп} = q_o \cdot P(q_o+\Delta q) = 1\% \cdot 0,42 = 0,42\%$.

Примечание – В данном случае вероятность браковки партии составит $1 - P(q_o+\Delta q) = 1-0,42 = 0,58$, т.е. около 60% объема партии будет забраковано по результатам выборочного контроля. Следует либо увеличить приемочный уровень дефектности, либо повысить точность измерений.

Вероятности ошибок контроля 1-го рода (неправильная браковка) $P_{гб}$, % **таблица 5**

δ_0	Уровень дефектности (доля брака), q_0, %										
	0	0,2	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10
	Распределение контролируемого параметра по нормальному закону										
0,02	0,00	0,05	0,10	0,12	0,20	0,22	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37
0,04	0,01	0,12	0,20	0,27	0,40	0,47	0,53	0,60	0,64	0,71	0,77
0,06	0,02	0,22	0,33	0,45	0,62	0,74	0,84	0,92	1,00	1,11	1,20
0,08	0,06	0,34	0,49	0,66	0,90	1,05	1,18	1,30	1,40	1,53	1,65
0,10	0,11	0,50	0,70	0,90	1,20	1,40	1,55	1,70	1,80	2,00	2,13
0,12	0,20	0,68	0,92	1,18	1,52	1,76	1,96	2,11	2,25	2,48	2,63
0,14	0,30	0,90	1,20	1,50	1,90	2,17	2,40	2,58	2,73	3,00	3,16
0,16	0,44	1,16	1,50	1,85	2,30	2,62	2,87	3,07	3,25	3,54	3,73
0,18	0,63	1,47	1,85	2,24	2,75	3,10	3,38	3,61	3,80	4,10	4,32
0,20	0,86	1,83	2,25	2,70	3,25	3,64	3,94	4,18	4,38	4,70	4,95
0,22	1,15	2,24	2,70	3,20	3,80	4,21	4,53	4,80	5,01	5,35	5,60
0,24	1,49	2,70	3,20	3,72	4,40	4,82	5,17	5,44	5,67	6,03	6,30
0,26	1,90	3,22	3,76	4,32	5,00	5,50	5,85	6,13	6,37	6,74	7,00
0,28	2,37	3,80	4,38	5,00	5,70	6,20	6,57	6,87	7,12	7,50	7,80
0,30	2,92	4,45	5,06	5,70	6,44	6,96	7,34	7,65	7,90	8,30	8,56
0,32	3,54	5,16	5,81	6,45	7,24	7,77	8,17	8,48	8,73	9,12	9,40
0,34	4,24	5,95	6,62	7,30	8,10	8,64	9,04	9,35	9,61	10,00	10,26

0,36	5,04	6,82	7,51	8,20	9,00	9,56	9,96	10,28	10,53	10,90	11,16
0,38	5,93	7,76	8,46	9,15	10,00	10,54	10,94	11,25	11,50	11,86	12,10
0,40	6,91	8,80	9,50	10,20	11,03	11,57	12,00	12,30	12,51	12,86	13,10
Распределение контролируемого параметра по закону Релея											
0,02	0,00	0,03	0,05	0,07	0,11	0,13	0,16	0,17	0,20	0,22	0,24
0,04	0,00	0,06	0,11	0,15	0,22	0,28	0,32	0,36	0,40	0,45	0,50
0,06	0,00	0,11	0,17	0,24	0,35	0,43	0,50	0,55	0,60	0,70	0,76
0,08	0,01	0,16	0,24	0,35	0,50	0,60	0,68	0,76	0,83	0,95	1,03
0,10	0,02	0,22	0,33	0,46	0,65	0,77	0,88	0,98	1,06	1,20	1,31
0,12	0,04	0,28	0,42	0,58	0,80	0,96	1,10	1,21	1,31	1,47	1,61
0,14	0,06	0,36	0,53	0,71	0,97	1,16	1,32	1,45	1,56	1,76	1,92

δ_0	Уровень дефектности (доля брака), q_0, %										
	0	0,2	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10
0,16	0,09	0,45	0,65	0,86	1,16	1,37	1,55	1,70	1,83	2,05	2,23
0,18	0,13	0,55	0,78	1,02	1,36	1,60	1,80	1,97	2,12	2,36	2,56
0,20	0,17	0,67	0,92	1,20	1,57	1,84	2,06	2,25	2,41	2,36	2,91
0,22	0,23	0,80	1,07	1,38	1,80	2,10	2,34	2,54	2,72	3,02	3,26
0,24	0,30	0,93	1,25	1,58	2,04	2,36	2,63	2,85	3,04	3,37	3,63
0,26	0,38	1,10	1,43	1,80	2,30	2,65	2,93	3,17	3,38	3,73	4,01
0,28	0,47	1,26	1,63	2,03	2,57	2,94	3,25	3,51	3,71	4,10	4,40
0,30	0,58	1,45	1,85	2,28	2,86	3,26	3,60	3,86	4,10	4,50	4,81
0,32	0,70	1,65	2,08	2,54	3,15	3,60	3,94	4,23	4,48	4,90	5,23
0,34	0,84	1,87	2,34	2,83	3,47	3,93	4,30	4,61	4,87	5,31	5,66
0,36	1,00	2,11	2,61	3,13	3,81	4,30	4,68	5,01	5,28	5,74	6,11
0,38	1,18	2,37	2,90	3,45	4,17	4,68	5,10	5,42	5,71	6,20	6,57
0,40	1,37	2,65	3,20	3,78	4,54	5,08	5,50	5,85	6,15	6,65	7,05

Вероятности ошибок контроля 2-го рода (неправильная приемка) $P_{ап}$, % Таблица 6

δ_0	Уровень дефектности (доля брака), q_0, %										
	0	0,2	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10
	Распределение контролируемого параметра по нормальному закону										
0,02	0,00	0,04	0,07	0,10	0,15	0,19	0,23	0,25	0,28	0,32	0,35
0,04	0,00	0,06	0,11	0,18	0,29	0,37	0,43	0,50	0,53	0,62	0,70
0,06	0,00	0,07	0,15	0,25	0,40	0,51	0,61	0,69	0,77	0,90	1,00
0,08	0,00	0,08	0,17	0,30	0,49	0,64	0,77	0,88	1,00	1,14	1,27
0,10	0,00	0,08	0,19	0,33	0,57	0,75	0,91	1,05	1,17	1,37	1,54
0,12	0,00	0,09	0,20	0,36	0,63	0,85	1,03	1,20	1,34	1,60	1,80
0,14	0,00	0,09	0,21	0,39	0,68	0,93	1,14	1,33	1,50	1,78	2,02
0,16	0,00	0,09	0,21	0,40	0,72	0,99	1,23	1,44	1,63	1,96	2,23
0,18	0,00	0,09	0,22	0,41	0,77	1,05	1,31	1,54	1,75	2,12	2,42
0,20	0,00	0,09	0,22	0,42	0,79	1,09	1,38	1,63	1,86	2,26	2,60
0,22	0,00	0,09	0,22	0,43	0,81	1,16	1,43	1,76	1,96	2,40	2,76
0,24	0,00	0,09	0,22	0,43	0,83	1,19	1,48	1,77	2,04	2,51	2,91
0,26	0,00	0,09	0,23	0,44	0,84	1,22	1,57	1,83	2,11	2,62	3,05
0,28	0,00	0,09	0,23	0,44	0,85	1,24	1,60	1,90	2,17	2,71	3,20
0,30	0,00	0,09	0,23	0,45	0,86	1,25	1,63	1,96	2,23	2,80	3,30
0,32	0,00	0,09	0,23	0,45	0,87	1,27	1,65	2,02	2,38	2,87	3,40
0,34	0,00	0,09	0,23	0,45	0,88	1,28	1,67	2,05	2,42	2,94	3,48

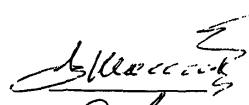
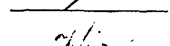
0,36	0,00	0,10	0,23	0,46	0,88	1,29	1,69	2,08	2,45	3,00	3,57
0,38	0,00	0,10	0,23	0,46	0,89	1,31	1,71	2,10	2,48	3,22	3,64
0,40	0,00	0,10	0,23	0,46	0,89	1,32	1,72	2,12	2,51	3,26	3,71
	Распределение контролируемого параметра по закону Релея										
0,02	0,00	0,02	0,04	0,06	0,10	0,12	0,15	0,16	0,18	0,21	0,23
0,04	0,00	0,04	0,08	0,12	0,19	0,24	0,28	0,32	0,35	0,41	0,45
0,06	0,00	0,05	0,11	0,17	0,27	0,34	0,41	0,46	0,51	0,60	0,67
0,08	0,00	0,06	0,13	0,21	0,34	0,44	0,52	0,60	0,66	0,78	0,87
0,10	0,00	0,07	0,15	0,25	0,41	0,53	0,63	0,72	0,81	0,95	1,06
0,12	0,00	0,08	0,16	0,28	0,46	0,61	0,73	0,84	0,94	1,11	1,25
0,14	0,00	0,08	0,17	0,31	0,52	0,68	0,83	0,95	1,07	1,26	1,43

δ_0	Уровень дефектности (доля брака), q_0, %										
	0	0,2	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10
0,16	0,00	0,08	0,18	0,33	0,56	0,75	0,91	1,05	1,18	1,41	1,60
0,18	0,00	0,09	0,19	0,35	0,60	0,81	1,00	1,15	1,29	1,54	1,76
0,20	0,00	0,09	0,20	0,36	0,64	0,87	1,06	1,24	1,40	1,67	1,91
0,22	0,00	0,09	0,20	0,38	0,67	0,91	1,13	1,32	1,50	1,80	2,05
0,24	0,00	0,09	0,21	0,39	0,70	0,96	1,19	1,40	1,58	1,91	2,20
0,26	0,00	0,09	0,21	0,40	0,72	1,00	1,24	1,46	1,66	2,02	2,32
0,28	0,00	0,09	0,21	0,41	0,74	1,03	1,29	1,53	1,74	2,12	2,45
0,30	0,00	0,09	0,22	0,41	0,77	1,06	1,34	1,58	1,81	2,21	2,56
0,32	0,00	0,09	0,22	0,42	0,78	1,09	1,38	1,64	1,88	2,30	2,67
0,34	0,00	0,09	0,22	0,42	0,80	1,11	1,41	1,70	1,94	2,39	2,78
0,36	0,00	0,10	0,22	0,43	0,81	1,16	1,44	1,73	2,00	2,46	2,88
0,38	0,00	0,10	0,22	0,43	0,82	1,18	1,47	1,77	2,05	2,54	2,97
0,40	0,00	0,10	0,22	0,43	0,83	1,20	1,50	1,81	2,10	2,60	3,06

Сдвиг оперативной характеристики Δq, % Таблица 7

δ_0	Уровень дефектности (доля брака), q_0, %													
	0	0,2	0,5	1	2	5	10	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10
	Распределение контролируемого параметра по нормальному закону													
0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,04	0,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
0,06	0,00	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
0,08	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
0,10	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
0,12	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,14	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9
0,16	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2
0,18	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,5
0,20	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	0,3	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	1,9
0,22	1,1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,9	3,0	0,3	0,5	0,9	1,2	1,6	2,1	2,2
0,24	1,3	1,6	2,1	2,5	2,9	3,4	3,6	0,4	0,6	1,0	1,4	1,9	2,5	2,6
0,26	1,6	1,9	2,4	2,9	3,4	4,0	4,2	0,5	0,7	1,2	1,7	2,2	2,9	3,1
0,28	1,8	2,2	2,8	3,4	3,9	4,6	4,9	0,6	0,9	1,4	2,0	2,6	3,4	3,6
0,30	2,1	2,6	3,3	3,9	4,5	5,3	5,7	0,7	1,0	1,6	2,3	3,0	3,9	4,2
0,32	2,4	2,9	3,7	4,4	5,1	6,0	6,5	0,8	1,1	1,8	2,6	3,4	4,4	4,7
0,34	2,6	3,2	4,2	5,0	5,8	6,8	7,3	0,9	1,3	2,1	2,9	3,8	5,0	5,3
0,36	2,9	3,6	4,7	5,8	6,5	7,6	8,2	1,0	1,4	2,3	3,2	4,3	5,6	6,0
0,38	3,3	4,0	5,2	6,2	7,2	8,5	9,1	1,1	1,6	2,6	3,6	4,7	6,2	6,6
0,40	3,6	4,5	5,8	6,9	8,0	9,4	10,1	1,2	1,8	2,9	4,0	5,3	6,9	7,4

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Генеральный директор ОАО “НИЦ КД”		Шолкин В.Г.
1-й Зам.ген.директора по науке		Лапидус В.А.
Нач. сектора		Терехова Т.В.
Техник		Ястребова Н.А.

gost.e-ecolog.ru