Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Методические указания к практическим работам по дисциплине
«Управление системами и процессами»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»,

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2025

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.

1. Система управления качеством продукции

Управление качеством продукции включает действия, осуществляемые при создании и эксплуатации или потреблении продукции, в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня её качества. Качество продукции – это совокупность свойств изделия, обусловливающих её пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением [6].

Качество изделий машиностроения характеризуется теми их свойствами, которые являются их объективной особенностью, проявляющейся в процессе эксплуатации изделия путём удовлетворения в той или иной мере потребностей народного хозяйства и населения.

Количественная характеристика свойств изделия, определяющих его качество, называется показателем качества. В зависимости от числа свойств, включённых в показатель качества, он может быть единичным (одно свойство, например, производительность) или комплексным (несколько свойств, например, ремонтопригодность можно охарактеризовать коэффициентом готовности $К_г$ техники, который включает в себя два свойства: наработку изделия на отказ $Т_о$ и среднее время восстановления изделия $Т_в$, т. е. $К_г = Т_о/(Т_о + Т_в)$).

Номенклатура показателей качества разнообразна и в зависимости от их характера разделяется на группы [5, 7]:

1. Показатели назначения изделия – мощность, производительность, скорость и др.

2. Показатели экономичного использования сырья, электроэнергии при эксплуатации машин и механизмов у потребителя. Например, удельный расход энергии, потреблённой станком, на единицу произведённой продукции и др.

3. Показатели надёжности:

- безотказность: вероятность безотказной работы, время наработки на отказ при заданной вероятности, интенсивность отказов;
- долговечность: технический ресурс, срок службы;
- ремонтопригодность: среднее время восстановления, вероятность восстановления работоспособности в течение заданного времени, коэффициент готовности, коэффициент технического использования;
- сохраняемость изделия: время возможного хранения и транспортирования при сохранении заданных технических характеристик;

- защищённость изделия от вредных воздействий – теплоты, влажности, пыли, агрессивных сред и др.

4. Показатели безопасности, отражающие требования, обеспечивающие безопасность человека в производственных условиях.

5. Эргономические показатели, учитывающие требования гигиенических (освещённость, температура, влажность, напряжённость магнитного и электрического полей, запылённость, токсичность, шум, вибрации, перегрузки), антропометрических (соответствие конструкции изделия размерам и форме человека), физиологических (соответствие конструкции изделия силовым, скоростным, зрительным, слуховым, осязательным физиологическим возможностям человека), психологических (возможность человека воспринимать и перерабатывать информацию, выдаваемую машиной; возможность использования закрепленных и вновь формируемых навыков человека) свойств человека, проявляемых в производстве и быту при эксплуатации, использовании или потреблении изделия.

6. Эстетические показатели, характеризующие выразительность и рациональность формы, целостность композиции, совершенство исполнения, товарного вида, соответствие современному стилю оцениваемого изделия и другие группы показателей.

7. Показатели технологичности изделия: удельная трудоёмкость изготовления; удельная материалоёмкость; коэффициент сборности (блочности).

8. Показатели стандартизации и унификации, характеризующиеся процентом применяемости унифицированных и стандартных сборочных единиц.

9. Патентно-правовые показатели: показатель патентной защиты; показатель патентной чистоты.

Различают показатели качества изделия, продукции, работы и труда [6, 7]. Показатель качества изделия количественно характеризует его полезность и потребительскую стоимость, но так как научно-методические и технические решения количественной оценки качества изделий до настоящего времени несовершенны, то эта характеристика довольно приближённа.

Показатель качества продукции количественно характеризует качество определённой массы изделий (партия, выборка, годовая программа и др.) по содержанию в этой массе продукции изделий, качество которых отвечает заданным требованиям, или по отклонениям от заданного качества выявленного количества изделий.

Показатель качества работы используют в тех производствах или организациях, где продукцией являются не изготовленные ими материальные ценности, а работа. Это могут быть, например, разработка технологий и конструкторской документации, переработка информации, ремонтные или погрузочно-разгрузочные работы и др.

Показатель качества труда количественно характеризует полезность труда коллектива или отдельного работника, которые участвуют в создании ценностей различного назначения для удовлетворения потребностей общества.

Известны различные методы определения показателей качества: измерительный, регистрационный, расчётный, экспертный, социологический, органолептический, комбинированный [7].

Измерительный метод использует для установления значений показателей качества изделий технические средства измерения.

Регистрационный метод определения показателей качества продукции основан на наблюдении и подсчете числа событий, предметов и случаев. Например, подсчет числа изделий с устранимыми и неустранимыми дефектами за определённый период времени, в течение которого выпускалась продукция.

Расчётный метод определения показателей качества применяется при разработке новых изделий. При этом используют теоретические и эмпирические зависимости, а для расчёта часто, особенно в последние годы, используют средства вычислительной техники. Этим методом рассчитывают значения таких показателей качества будущих изделий, как производительность станка, надёжность техники, мощность электродвигателя и др.

Экспертный метод определения показателей качества используют главным образом для группы эстетических показателей качества изделий. Назначается группа экспертов (специалистов в данной области), которая в определенных единицах (баллах) дает оценку потребительских свойств новых видов товаров, обычно бытового назначения (телевизоров, холодильников, мотоциклов и др.). В машиностроении этот метод применяется крайне редко.

Социологический метод определения показателей качества продукции обычно используют при проведении выставок, на покупательских конференциях и совещаниях, где фактические или потенциальные покупатели и потребители будущей продукции с помощью опросных листов, анкет или устно высказываются о качестве продукции. Этот метод широко распространён за рубежом и в последние годы достаточно часто используется и у нас в стране.

Органолептический метод основан на анализе восприятий органов чувств таких потребительских свойств продукции, как цвет, запах и т. д. и в машиностроении практического применения не находит.

Комбинированный метод – это сочетание нескольких различных методов определения показателей качества, дополняющих друг друга, что обеспечивает получение всесторонней оценки качества.

В зависимости от цели оценки в практике машиностроения используют такие понятия, как «качество изделия» и «техническое качество изделия»; «уровень качества изделия» и «технический уровень качества изделия».

В отличие от термина «качество изделия» термин «техническое качество изделия» включает не всю совокупность свойств, а лишь те, которые характеризуют технические параметры изделия и не учитывают эстетические, эргономические, экологические и другие свойства изделия, не являющиеся его техническими характеристиками.

Для сравнительной оценки качества изделия с качеством ранее выпускавшихся, перспективных или лучших отечественных и зарубежных изделий, которые принимают за базу сравнения, определяют уровень качества изделия путем сравнения значений показателей качества оцениваемого изделия со значениями соответствующих показателей базового изделия (рис. 1). Технический уровень изделия определяют аналогично, путем сравнения значений показателей технического качества изделия.

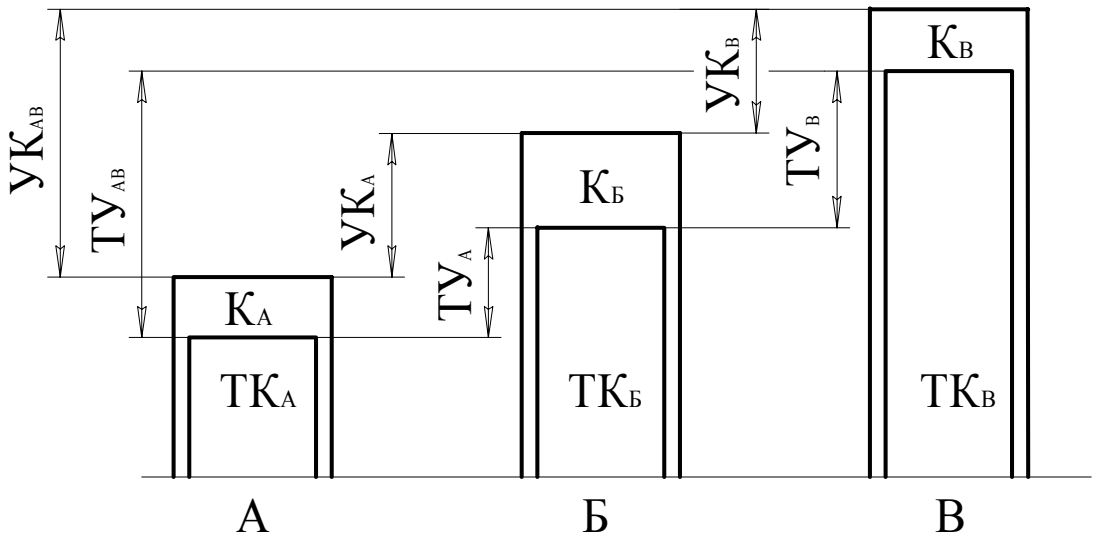

Рис. 1. Система понятий качества, технического качества и их уровней: А, В – изделия-аналоги; Б – базовое изделие; К, ТК – соответственно качество, техническое качество изделий; УК, ТУ – соответственно уровень качества, технический уровень качества изделий

Базовое изделие в зависимости от целей оценки выбирают с различных позиций. Если следует оценить технический уровень нового изделия по сравнению с имеющимся, то за базовое изделие принимаются лучшие из имеющихся аналогов. Это – ретроспективная оценка. Если за базовый аналог взять идеальное изделие будущего, которое можно получить на данной ступени научно-технического развития общества, то различие между его техническим качеством и техническим качеством оцениваемого изделия позволит определить его технический потенциал – перспективная оценка.

2. Организация технического контроля

Первостепенную роль в системах управления качеством на предприятиях играет технический контроль, от степени совершенства, технического оснащения и организации которого во многом зависит эффективность производства. Этим объясняется большое внимание к совершенствованию средств и методов технического контроля на машиностроительном предприятии, позволяющим при минимальных затратах достичь высокой стабильности показателей качества продукции. Обеспечение качества продукции на всех этапах производственного процесса является предпосылкой высокоэффективной работы предприятия. Основной задачей технического контроля на промышленном предприятии является предотвращение выпуска продукции, не удовлетворяющей установленным требованиям, следовательно, технический контроль — это проверка соответствия процессов, от которых зависит качество продукции, и их результатов установленным техническим требованиям.

На машиностроительных предприятиях применяют различные виды технического контроля, отличающиеся по методу исполнения, месту расположения в производственном процессе, по охвату контролем продукции и некоторым другим признакам.

В зависимости от места организации контроля на том или ином этапе производства различают следующие его разновидности.

1. Входной – это контроль сырья, материалов, комплектующих изделий и готовой продукции, поступающих от других предприятий или своих производственных участков.

2. Операционный – это контроль продукции или технологического процесса, выполняемый после завершения отдельной операции или в течение её выполнения. Операционный контроль выполняется мерительным инструментом и часто сопровождается выключением станка и снятием с него заготовки (детали) для измерения. Прогрессивным видом операционного контроля является активный контроль, осуществляемый непосредственно в процессе изготовления продукции приборами, встроенными в технологическое оборудование. Приборы непрерывно дают показания о величине контролируемого параметра и используются в качестве датчиков для автоматического управления процессом изготовления продукции [7]. Применение активного контроля позволяет значительно повысить производительность технологического оборудования и исключить влияние субъективного фактора на результаты контроля.

3. Приёмочный – это контроль готовой продукции после завершения всех технологических операций по её изготовлению, в результате которого принимается решение о пригодности продукции к поставке или использованию.

В зависимости от полноты охвата продукции контролем входной, операционный и приёмочный контроль может быть сплошным или выборочным.

Сплошной – это контроль, при котором решение о качестве принимают по результатам проверки каждой единицы продукции. Он почти полностью исключает возможность попадания к потребителю некачественной продукции, но иногда его применение оказывается экономически нерациональным или практически невозможным, например, в случае разрушающего контроля.

Выборочный – это контроль, при котором решение о качестве контролируемой продукции принимают по результатам проверки одной или нескольких выборок из партии. В данном случае на основе ограниченного количества контрольных проверок можно судить с определенной степенью точности о качестве всей партии изделий или состоянии технологического процесса.

В массовом производстве чаще всего используют статистический контроль, основанный на законах статистики и теории вероятности. При относительно небольших затратах статистический контроль позволяет предупреждать возникновение брака в самом процессе производства, обеспечивает в сравнении со сплошным значительную экономию труда при измерениях и испытаниях, а при измерении одной или нескольких величин даёт возможность, как правило, судить об изменении других величин, которые не измеряли.

Внедрение статистических методов контроля является неотъемлемой частью общей проблемы управления качеством продукции. Статистические методы используют для анализа, регулирования технологических процессов и статистического приёмочного контроля качества продукции. Статистический приёмочный контроль – это выборочный контроль, в котором для обоснования правил приёмки используют методы математической статистики. Этот метод характеризуется, как и обычный выборочный контроль, тем, что из подконтрольной партии объектов непосредственной проверке подвергается часть, которая называется выборочной. Выборка должна быть представительной, т. е. правильно отражать состояние всей подконтрольной партии, так как на основании качества выборки формируется суждение о качестве всей подконтрольной партии.

В практике машиностроительных предприятий используют одноступенчатый (рис. 1), двухступенчатый (рис. 2) и последовательный статистический приёмочный контроль.

Одноступенчатый контроль позволяет делать вывод о качестве подконтрольной партии по одной выборке. Двухступенчатый – основан на контроле качества не более, чем по двум выборкам, причём отбор второй выборки определяется результатом контроля первой. Последовательный контроль не устанавливает заранее количество выборок, по которым будет сделано заключение о качестве всей продукции. Размер выборки, приёмочное и браковочное значение устанавливают исходя из требований рынка потребителей и производителей.

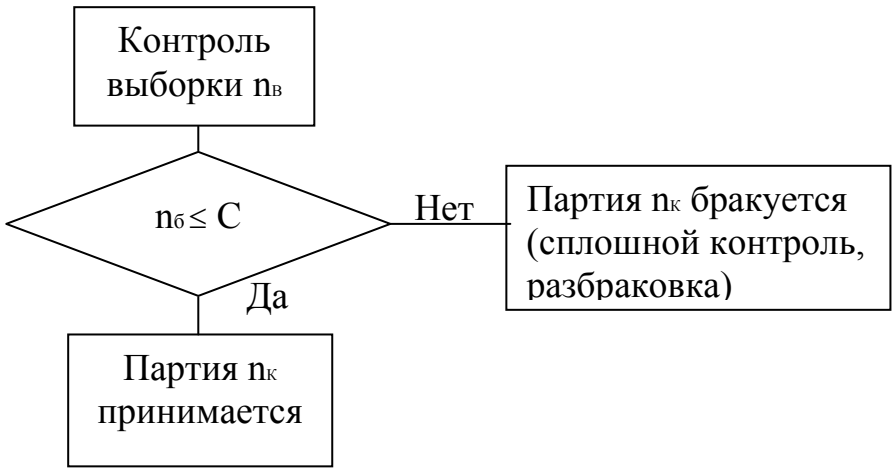

Рис.8. Блок-схема алгоритма одноступенчатого выборочного контроля: $n_в$ – выборка; $n_к$ – подготовительная партия продукции; $n_б$ – число бракованных изделий в выборке; C – приёмочное количество изделий в выборке

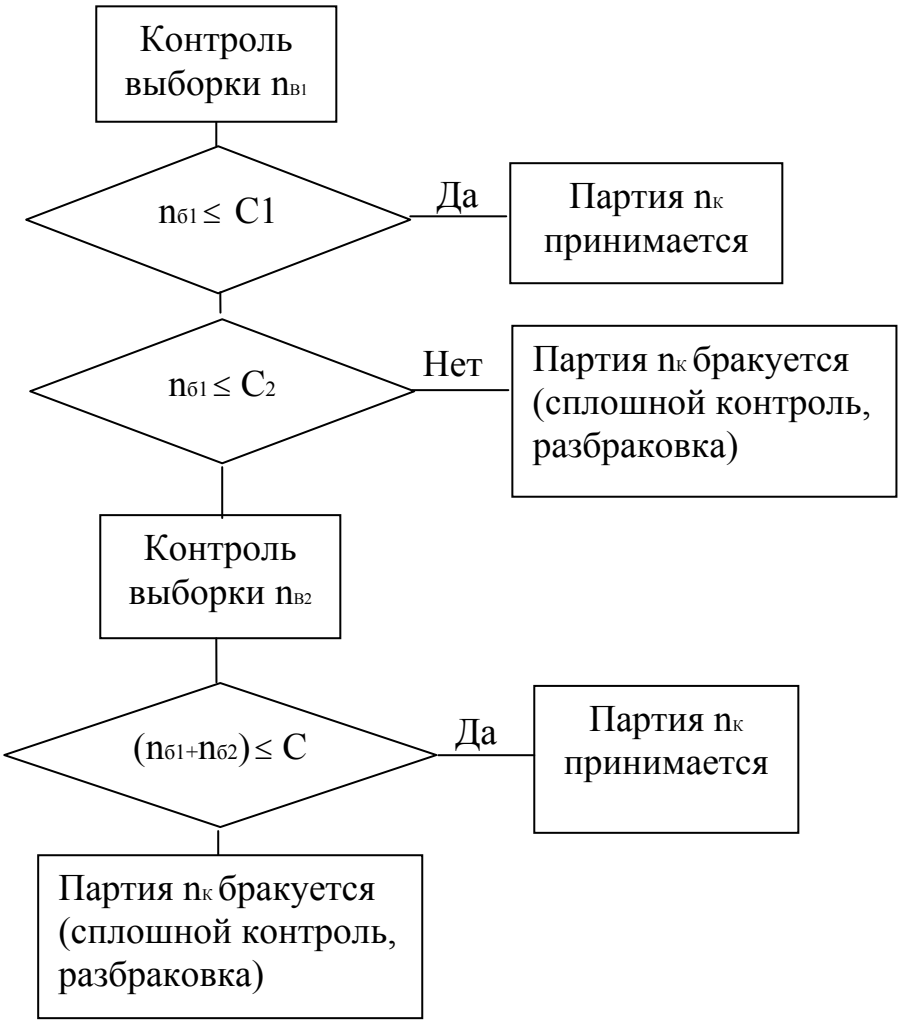

Рис. 2. Блок-схема алгоритма двухступенчатого выборочного контроля: C_1, C_2 – приёмочное и браковочное значение количества изделий в выборке соответственно

На рис. 3 представлена карта последовательного выборочного контроля. На основе статистического анализа контролируемого процесса берут последовательные выборки (например, по десяти контролируемым изделиям). Для каждой выборки определяют приёмочное и браковочное значение С, в результате чего устанавливают и отмечают на карте области принятия и отклонения партий. Если же контрольная точка попадает в область повторных выборок (между приёмочным и браковочным значениями дефектных изделий), то производят дополнительный контроль ещё одной выборки $n_в$ и по суммарному количеству проконтролированных объектов $\Sigma\, n_{вi}$ и по общему количеству дефектных объектов $\Sigma\, n_{бi}$ определяют и отмечают на карте контрольные точки а, б, в и т. д. (см. рис. 10).

Рис. 3. Карта последовательного выборочного контроля

Контрольные операции проводят до тех пор, пока контрольная точка не попадёт в область отклонения (например, точка д) или принятия партий (точка г), на основании чего принимают окончательное решение.

Особым видом контроля качества продукции являются испытания. Испытанием называется экспериментальное определение значений параметров и показателей качества продукции в процессе функционирования или при имитации условий эксплуатации.

3. Пример расчёта показателей качества проектируемого металлорежущего оборудования

3.1. Задание и исходные данные для расчёта

Проанализировать систему показателей качества базового и нового агрегатных станков и определить относительные показатели качества. Дать комплексную оценку качества агрегатного станка (базового и нового) и определить уровень качества нового станка. Действительный годовой фонд времени работы станков – 4015 ч., коэффициент загрузки станков – 0,75. Остальные исходные данные представлены в табл. 1.

3.2. Пример расчёта показателей качества

Качество новой продукции устанавливают на основе комплексного анализа её свойств, которые количественно характеризуются одним или несколькими показателями. Выбор номенклатуры показателей качества зависит от цели оценки.

Относительные показатели качества продукции q применяют при оценке уровня качества дифференциальным методом, сущность которого заключается в сопоставлении единичных показателей оцениваемого и базового образца, и определяют по формулам

$$q_i = P_i / H_{iб}; \qquad (32,а)$$

$$q_i = P_{iб} / P_i , \qquad (32,б)$$

где P_i, $P_{iб}$ – соответственно значения i-го показателя оцениваемого и базового изделий.

Из этих уровней выбирают для конкретного показателя тот, при котором увеличению q отвечает улучшение качества продукции. Например, относительный показатель для производительности станка следует определять по формуле (32,а) ($q_{1.1}$ = 14 / 12 = 1,17), а показатель «удельная трудоёмкость» – по формуле (32,б) ($q_{3.2}$ = 390 / 360 = 1,08).

В случае, если какой-либо единичный показатель качества оцениваемого изделия окажется хуже подобного показателя базового изделия, то величина q будет меньше 1 ($q < 1$).

Результаты расчёта относительных показателей сводят в таблицу (см. табл. 12) и по её данным определяют комплексный показатель качества продукции. В табл. 2 не вошли экономические показатели, так как с их помощью оценивают обобщающий (интегральный) показатель качества.

1. Единичные показатели качества агрегатных станков

№ показателя	Наименование показателя, единица измерения	Величина показателя станка		Коэффициент весомости показателя
		базового	нового	
1. Показатели назначения				
1.1	Производительность станка, штук/ч	12	14	10
1.2	Точность обработки – отклонение от плоскостности на длине 500 мм, мм	0,06	0,05	8
1.3	Точность обработки – отклонение от параллельности плоскостей на длине 100 мм, мм	0,03	0,025	8
1.4	Шероховатость обработанных поверхностей по параметру R_a, мкм	3,0	2,5	8
2. Показатели надежности и долговечности				
2.1	Срок службы до капитального ремонта, год	8	10	9
2.2	Гарантийный срок, год	1,5	2	9
3. Показатели технологичности				
3.1	Коэффициент сборности (блочности) станка $К_{сб}$, ед.	1,0	1,0	4
3.2	Удельная трудоёмкость, нормо-ч/кВт	390	360	5
3.3	Удельная материалоёмкость, кг/кВт	800	780	5
4. Эргономические показатели				
4.1	Соответствие конструкции правилам техники безопасности, балл	5	5	8
4.2	Уровень шума, дБ	80	75	6
5. Эстетические показатели				
5.1	Внешний вид, качество отделки, упаковки, балл	4	5	6
6. Показатели стандартизации и унификации				
6.1	Применяемость унифицированных и стандартных сборочных единиц, %	60	65	8
7. Патентно-правовые показатели				
7.1	Показатель патентной защиты, $П_{п.з}$, ед.	0,13	0,15	6
7.2	Показатель патентной чистоты, $П_{п.ч}$, ед.	1,0	1,0	5
	Итого:			100
8. Экономические показатели				
8.1	Цена станка, руб.	8000	10000	–
8.2	Эксплуатационные расходы, руб./ч	1,64	1,73	–

2. Относительные показатели качества агрегатного станка

Номер показателя по табл. 11	Наименование показателя	Относительный показатель q_i	Слагаемое комплексного показателя $к_i q_i$
1. Показатели назначения			
1.1	Производительность станка	1,17	11,7
1.2	Точность обработки – отклонение от плоскостности на длине 500 мм	1,2	9,6
1.3	Точность обработки – отклонение от параллельности плоскостей на длине 100 мм	1,2	9,6
1.4	Шероховатость R_a обработанных поверхностей	1,2	9,6
2. Показатели надёжности и долговечности			
2.1	Срок службы до капитального ремонта	1,25	11,3
2.2	Гарантийный срок	1,33	6,7
3. Показатели технологичности			
3.1	Коэффициент сборности (блочности) станка	1,0	4,0
3.2	Удельная трудоёмкость	1,08	5,4
3.3	Удельная материалоёмкость	1,02	5,1
4. Эргономические показатели			
4.1	Соответствие конструкции правилам техники безопасности	1,0	8,0
4.2	Уровень шума	1,07	6,4
5. Эстетические показатели			
5.1	Внешний вид, качество отделки, упаковки	1,25	6,3
6. Показатели стандартизации и унификации			
6.1	Применяемость унифицированных и стандартных сборочных единиц	1,08	8,6
7. Патентно-правовые показатели			
7.1	Показатель патентной защиты	1,15	6,9
7.2	Показатель патентной чистоты	1,0	5,0
	Итого:		114,2

Комплексный показатель качества продукции $К_{ком}$ можно определить на основании функциональной зависимости его от единичных показателей, когда известны параметры зависимости

$$К_{ком} = f\,(P_1, P_2, \ldots P_i, \ldots P_n). \qquad (33)$$

Если параметры не известны, $К_{ком}$ определяют методом средневзвешенного арифметического:

$$К_{ком} = \Sigma\, к_i \cdot q_i \,/\, \Sigma\, к_i\,, \qquad (34)$$

где $к_i$ – коэффициент весомости для i-го единичного показателя качества, определяемый экспертным, социологическим или расчётным методом.

В нашем примере нет математической зависимости, описывающей взаимосвязь единичных и комплексного показателей, поэтому используем второй метод. Результаты расчёта произведения $к_i \cdot q_i$ для натурально-вещественных показателей качества заносят в табл. 12 и определяют по зависимости (34) комплексный показатель, количественно характеризующий натурально-вещественные свойства нового станка:

$$К_{ком} = 114{,}2 \,/\, 100{,}0 = 1{,}4.$$

Как видно из табл. 12, относительные показатели или равны, или больше единицы. Это означает, что отдельные показатели нового станка находятся на уровне базового, а в большинстве превышают их.

Обобщающий (интегральный) показатель качества $К_и$ определяют по формуле

$$К_и = \frac{Э_{п.с}}{И_с + И_{п.п}}\,, \qquad (35)$$

где $Э_{п.с}$ – суммарный полезный эффект от потребления продукции; $И_с$ – затраты на создание продукции, руб. (цена станка); $И_{п.п}$ – затраты на потребление продукции, руб.

В рассматриваемом примере $Э_{п.с}$ определяют как общее количество обрабатываемых за срок службы заготовок:

$$Э_{п.с} = В_ч \cdot F_д \cdot К_з \cdot Т, \qquad (36)$$

где $В_ч$ – часовая производительность станка; $F_д$ – действительный годовой фонд времени станка, ч; $К_з$ – коэффициент загрузки станка; Т – срок службы до капитального ремонта, год.

Для базового станка

$$Э_{п.с.б} = 12 \cdot 4015 \cdot 0{,}75 \cdot 8 = 289080 \text{ шт. ;}$$

для нового станка

$$Э_{п.с.н} = 14 \cdot 4015 \cdot 0{,}75 \cdot 10 = 421580 \text{ шт.}$$

Затем определяют затраты на потребление продукции

$$И_{п.п} = З_ч \cdot F_д \cdot к_з \cdot Т, \qquad (37)$$

где $З_ч$ – часовые эксплуатационные затраты, руб./ч.

Для базового станка

$$И_{п.п.б} = 1,64 \,.\, 4015 \,.\, 0,75\ 8 = 39557 \text{ руб.};$$

для нового станка

$$И_{п.п.н} = 1,73 \,.\, 4015\ 0,75\ 10 = 52090 \text{ руб.}$$

Обобщающий (интегральный) показатель качества составит:

- для базового станка

$$К_{и.б} = \frac{289080}{8000 + 39557} = 6,08 \text{ шт./руб.};$$

- для нового станка

$$К_{и.н} = \frac{421580}{10000 + 52090} = 6,79 \text{ шт./руб.}$$

Уровень качества нового станка К вычисляют по формуле

$$К = К_{и.н} / К_{и.б;} \qquad (38)$$

$$К = 6,79/6,08 = 1,12.$$

Небольшое различие величины $К_{ком}$ и К (менее 25 %) свидетельствует о достаточно высокой точности оценки качества агрегатных станков.

Исходные данные для индивидуального выполнения практического занятия № 1 выдает преподаватель каждому студенту согласно варианта индивидуально.

4. Задание к практическому занятию № 5.

Задание: 1. Составить алгоритмы контроля при одинарной и двойной выборках.

2. Построить карту последовательного приемочного контроля и показать, после какой выборки принимают окончательное решение о качестве продукции.

К п. 1. По результатам статистического анализа качества процесса изготовления вала редуктора приняты параметры выборочного приемочного контроля с одинарной и двойной выборкой.

Методика разработки алгоритмов достаточно подробно рассмотрена в параграфе 1.2, поэтому пример решения данной задачи представлять не имеет смысла. При выдаче задания студентам конкретные значения объёма выпуска изделий N, величины n_b, n_{b1}, n_{b2} и c, c_1, c_2 задает преподаватель.

К п. 2. Для контроля качества детали используется последовательный приемочный контроль, параметры которого $c_1 = a\ (n_b - b)$; $c_2 = d + n_в \cdot e$. При этом величина c_1 ограничивает область применения контрольной партии продукции, c_2 – область отклонения контрольной партии. Каждая последовательная выборка составляет f деталей.

Общее количество дефектных деталей при последовательно приводимых выборках и значениях величин a, b, d, e, f задает преподаватель индивидуально каждому студенту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вайрадян Л. С. Надёжность автоматизированных систем управления / Л. С. Вайрадян, Ю. Н. Федосеев; Под ред. Я. А. Хетагурова. Ч. 1, 2. – М.: МИФИ, 1974.

2. Вальков В. М. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / В. М. Вальков, В. Е. Вершин. – Л.: Политехника, 1991. – 269 с.

3. Трапезников В. А. Автоматическое управление и экономика // Автоматика и телемеханика. – 1966. № 1. – С. 5 – 22.

4. Алексеев Г. Н. Энергия и энтропия / Г. Н. Алексеев. – М.: Знание, 1988. – 192 с.

5. Смирнов С. В. Управление машиностроительным предприятием / С.В. Смирнов, С. Н. Ефимушкин, А. А. Колобов / Под ред. С. Г. Пуртова, С. В. Смирнова. – М.: Высшая школа, 1989. – 240 с.

6. Родионов Б. Н. Организация, планирование и управление машиностроительным производством: Учеб. пособие для студентов машиностроительных вузов / Б. Н. Родионов, Н. А. Соломатин, Л. Г. Осадчий / Под ред. Б. М. Родионова. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

7. Советов Б. Я. Автоматизированное управление современным предприятием / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 168 с.

8. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием: Учебник в 2 ч. Ч. 1. Организация и управление машиностроительным предприятием / Под ред. В. А. Летенко, Б. М. Родионова. – М.: Высшая школа, 1979. – 296 с.

9. Худобин Л. В. Разработка технологических процессов сборки в курсовых и дипломных проектах: Учебное пособие / Л. В. Худобин, В. Ф. Гурьянихин, В. Р. Берзин. – Ульяновск: УлГТУ, 1995. – 80 с.

10. Гурьянихин В. Ф. Проектирование технологических процессов обработки заготовок в ГПС: Учебное пособие / Под ред. Л. В. Худобина. – Ульяновск: УлПИ, 1994. – 108 с.

11. Рязанов С. И. Технологические процессы отраслей. 4.3. Нормирование и организация технологических процессов: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технологические процессы отраслей» для студентов направления 521500 – Менеджмент / С. И. Рязанов, Ю. В. Псигин. – Ульяновск: УлГТУ, 1999. – 28 с.