

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО КУРСУ

**«Управление качеством и конкурентоспособностью
продукции»**

ТАШКЕНТ 2007

Составители: доц. Молчанова Н.Г., проф. Мамаджанов А.М.

Методические указания к выполнению практических занятий по курсу «Управление качеством и конкурентоспособностью продукции»

(Ташкентский Государственный технический университет; составители Молчанова Н.Г., Мамаджанов А.М., Ташкент, 2007 г., 35 с., ил.)

Методические указания предназначены для закрепления на практических занятиях теоретических знаний в области управления качеством и конкурентоспособностью машиностроительной продукции, приобретения навыков использования статистических методов управления качеством и построения различного вида диаграмм с целью прогнозирования показателей качества продукции. В методических указаниях учтены требования международного и государственных стандартов, определяющих показатели конкурентоспособности качества продукции.

Содержание практических занятий по указанной дисциплине соответствует учебным программам и планам подготовки магистров по специальностям 5A520601 – «Технология машиностроения» и 5A520607 – «Автоматизированные системы и станочные комплексы».

Кафедра: «Технология машиностроения, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

Печатается по решению научно-методического совета ТашГТУ имени Абу Райхана Беруни.

Рецензенты: Исматуллаев П.Р.,
д.т.н. профессор (ТашГТУ)

Сайфиев Р.,
инженер-конструктор
(Ташкентский агрегатный завод)

Практическое занятие №1

Статистические методы определения процента брака в машиностроении.

Цель и задачи практического занятия: Изучение методов прогнозирования процента брака в машиностроении.

Содержание занятия

- по результатам эксперимента выполнить проверку соответствия эмпирического распределения действительных размеров деталей выбранному теоретическому закону распределения при помощи критериев согласия.
- определить возможный процент брака деталей путем сравнения зоны действительного рассеивания с величиной допуска на размер деталей.
- определить пути повышения точности обработки деталей с учетом экономичности для конкретных условий механической обработки.

Краткие теоретические сведения

Статистические методы управления качеством продукции в промышленности, применяемые с 1930 г., позволяют устанавливать возможность появления брака по ограниченному числу наблюдений называемых выборками. Широкое применение метод получил после Второй мировой войны вследствие того, что он позволяет вместо 100% контроля деталей после их изготовления использовать статистический отбор небольшого числа деталей и немедленно принимать меры по устранению брака, не дожидаясь окончания обработки всей партии. Такой метод управления качеством эффективен в серийном и массовом типах производства с хорошо отлаженными и стабильными технологическими процессами. Для внедрения этого метода в производство необходимо провести статистический анализ точности технологических процессов изготовления деталей на основании распределения

действительных размеров деталей. Размер выборки деталей обработанных на данном станке при постоянной настройке и других неизменных условиях зависит от требуемой точности изготовления и таких производственных условий как производительность операции, частота подналадки станка, износ, стойкость, замена режущего инструмента и других условий. Выборки берутся через определенные промежутки времени из обработанных годных деталей и измеряются универсальными приборами по исследуемому параметру.

Наиболее часто для статического контроля применяются следующие математические законы:

- закон нормального распределения (Гаусса)
- законы Рэля и Максвелла
- экспоненциальный закон (Вейбулла)

Закон Гаусса используют при устойчивом процессе обработки деталей на настроенных станках при достаточно большом периоде стойкости режущего инструмента для контроля размеров деталей, параметров микронеровностей, погрешностей измерения.

Дифференциальная функция распределения случайной величины x , подчиняющейся закону Гаусса, имеет вид:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (1.1)$$

где x и \bar{x} - текущее и среднее значения случайной величины x
 σ - среднее квадратичное отклонение случайной величины x от \bar{x}

Законам распределения Рэля и Максвелла подчиняются непрерывные величины, имеющие только положительные значения. Например, эти законы применяются для описания погрешностей формы в продольном и поперечном сечениях

детали, радиального и торцевого биения, отклонений от параллельности, перпендикулярности и тому подобных требований.

Функция распределения случайной величины R , подчиняющейся закону Рэлея, имеет вид:

$$\varphi(R) = 1 - e^{-\frac{R^2}{2(\sigma')^2}} \quad (1.2)$$

где σ' – среднее квадратичное отклонение значений x и y , имеющих одинаковое распределение $\sigma' = \sigma_x = \sigma_y$

Закон Рэлея однопараметрический, поэтому для вычисления $\varphi(R)$ необходимо знать только один параметр, как это видно из уравнения (1.2), σ' который связан с \bar{R} и σ_R соотношениями:

$$\sigma' = \frac{\bar{R}}{\sqrt{\pi/2}} \quad (1.3)$$

$$\sigma_R = \sigma' \sqrt{2 - \pi/2} \quad (1.4)$$

где \bar{R} - среднее значение случайной величины R ;
 σ_R - среднее квадратическое отклонение R от \bar{R} .

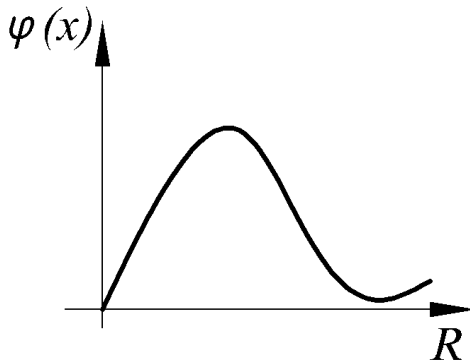


Рис. 1.1 Кривая Рэлея

Экспоненциальный закон Вейбулла применяется при статистическом анализе рассеяния отказов машин, двигателей, инструментов.

Экспоненциальная (показательная) функция имеет вид:

$$y=e^x \quad (1.5)$$

$$y=\exp x \quad (1.6)$$

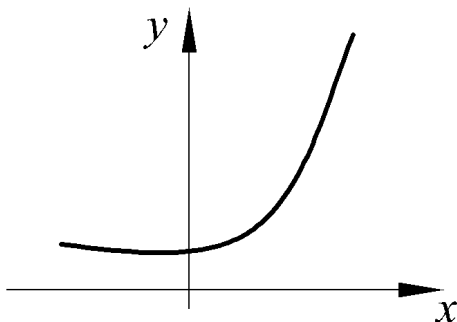


Рис 1.2 Кривая Вейбулла

Указания к проведению занятия

Для конкретных условий обработки измеряются параметры детали в объеме установленной выборки. Результаты измерений исследуемого параметра оформляются в виде таблицы 1.1 протокола, в котором записаны измеренные величины в последовательности проведения измерений. Число измерений не должно быть менее 100, т.е. объем выборки $N \geq 100$. Для снижения трудоемкости записей в каждой графе таблицы полное численное значение параметра указывается только один раз - в верхней строке, ниже указываются только десятые и сотые доли миллиметра каждого размера. По таблице устанавливаются наибольшее и наименьшее значение измеренных величин, разность которых составляет поле рассеивания. Для анализа результатов измерения деталей, например, линейных или диаметральных размеров, рекомендуется разделить полученные значения на равные интервалы, число которых может быть от 8 до 15.

Для того чтобы значения середины интервала имели столько же знаков после запятой, как и входящие в него

размеры число объединенных в интервалы размеров должно быть нечетным.

Далее для подсчета показателей нормального распределения оформляется таблица следующего вида:

Таблица 1.1

Показатели нормального распределения размера детали.

№	Интервал	Подсчет частот	m_i	y_i	y_i'	$m_i y_i'$	$m_i (y_i')^2$	t	$\Phi(t)$	$F(x)$	m_i'	m_i^*

В этой таблице

m_i - частота размеров в каждом интервале;

y_i - значение, численно равное середине интервала;

Вспомогательная величина $y_i' = (y_i - y_o)/h$, где y_o - новое начало отсчета, за которое обычно принимается середина интервала, имеющего наибольшую частоту;

h — размер интервала.

Далее в таблице показаны моменты первого порядка $m_i y_i'$ и моменты второго порядка $m_i (y_i')^2$ эти моменты суммируются по строкам таблицы, результаты записываются внизу соответствующих граф.

Значение t — отклонения от среднего значения, вычисляются по формуле:

$$t = \frac{x_{нб} - \bar{x}}{\delta}$$

где $x_{нб}$ — наибольшее или верхнее значение данного интервала,

\bar{x} — среднее арифметическое значение действительных размеров,

δ — среднее квадратичное отклонение параметра.

их величины определяют по формулам:

$$\bar{x} = y_0 + h \cdot \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i'}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad \text{ММ}$$

$$\delta = h \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n m_i (y_i')^2}{\sum_{i=1}^n m_i} \right)^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i'}{\sum_{i=1}^n m_i} \right)^2}, \quad \text{ММ}$$

затем определяются значения функции Лапласа $\Phi(t)$ из таблицы, по этим значениям подсчитывается интегральная функция:

$$F(x) = 0,5 + \Phi(t)$$

Для построения кривой распределения необходимо рассчитать для каждого интервала теоретическую часть m_i' , для первого интервала:

$$m_1' = F(x_1)N$$

Для второго интервала:

$$m_2' = [F(x_2) - F(x_1)] N$$

и так далее до последнего интервала. Полученные значения частностей округляются до целых чисел (в таблице графа m_i^*), по которым строится теоретическая кривая распределения на том же графике, где построена эмпирическая кривая. Сравнивая эти кривые, делают вывод о степени совпадения эмпирического распределения с теоретическим в приблизительном виде. Для количественного сопоставления применяют критерии согласия.

Теоретическая кривая распределения Гаусса может простирается до бесконечности, но для практических целей достаточно взять область $\pm 3\sigma = 99,74\%$ площади (S), σ - среднеквадратичное отклонение. Таким образом поле рассеивания размеров $v = 6\sigma$

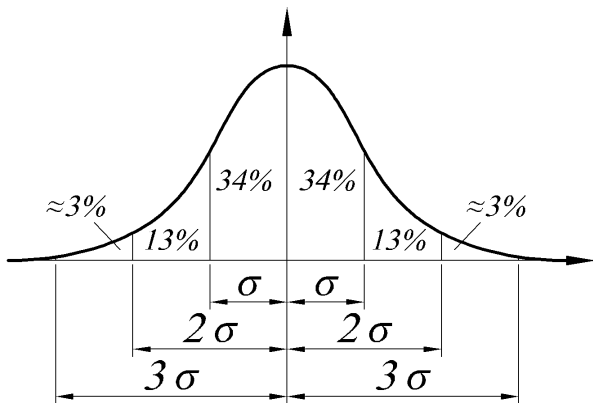


Рис. 1.3 Кривая Гаусса

Для определения процента брака при изготовлении деталей с заданным полем допуска определяют коэффициент риска. В случае, если середина поля допуска совпадает с центром рассеяния, то $t = Td/2\sigma$, по величине этого значения находят соответствующую интегральную функцию $\Phi(t)$ по таблице 1.2 и определяют вероятность появления брака:

$$P_{\text{бр}} = 1 - 2\Phi(t)$$

и процент бракованных деталей:

$$Q_{\text{бр}} = 100P_{\text{бр}}\%$$

В случае, если средний арифметический размер \bar{x} не совпадает с серединой поля допуска, необходимо отдельно определять вероятность определения годных деталей, размер которых больше и меньше, чем размер \bar{x} .

Таблица 1.2

Значения интеграла $\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$
---	-----------	---	-----------	---	-----------

1,98	0,4761	2,36	0,4909	2,76	0,4971
1,99	0,4767	2,38	0,4913	2,78	0,4973
2,00	0,4772	2,40	0,4918	2,80	0,4974
2,02	0,4783	2,42	0,4922	2,82	0,4976
2,04	0,4793	2,44	0,4927	2,84	2,4977
2,06	0,4803	2,46	0,4931	2,86	0,4979
2,08	0,4812	2,48	0,4934	2,88	0,4980
2,10	0,4821	2,50	0,4938	2,90	0,4981
2,12	0,4830	2,52	0,4941	2,92	0,4982
2,14	0,4838	2,54	0,4945	2,94	0,4984
2,16	0,4846	2,56	0,4948	2,96	0,4985
2,18	0,4854	2,58	0,4951	2,98	0,4986
2,20	0,4861	2,60	0,4953	3,00	0,49865
2,22	0,4968	2,62	0,4956	3,20	0,49931
2,24	0,4875	2,64	0,4959	3,40	0,49966
2,26	0,4881	2,66	0,4961	3,60	0,499841
2,28	0,4887	2,68	0,4963	3,80	0,499928
2,30	0,4893	2,70	0,4965	4,00	0,499968
2,32	0,4898	2,72	0,4967	4,50	0,499997
2,34	0,4904	2,74	0,4969	5,00	0,499997

Кривые нормального распределения представляют естественную вариацию исследуемого техпроцесса или изделий. Если на оси абсцисс показаны пределы допусков размеров деталей, то анализ кривых позволяет усовершенствовать процесс их изготовления. При этом возможны 4 варианта:

1. Техпроцесс обеспечивает выпуск продукции в пределах требуемых размеров с большим запасом. Это значит, что можно уменьшить точность обработки, а значит, применить менее дорогостоящие станки и технологическое оборудование (Рис. 1.4 а).
2. Техпроцесс точно укладывается в пределы поля допуска, но в этом случае велика вероятность брака при малейшем сдвиге поля допуска вокруг центральной точки (Рис. 1.4 б).
3. Техпроцесс выходит за пределы допуска, что приводит к повышению процента бракованных деталей (Рис. 1.4 с).
4. Процесс смещен относительно середины поля допуска (Рис. 1.4 d)

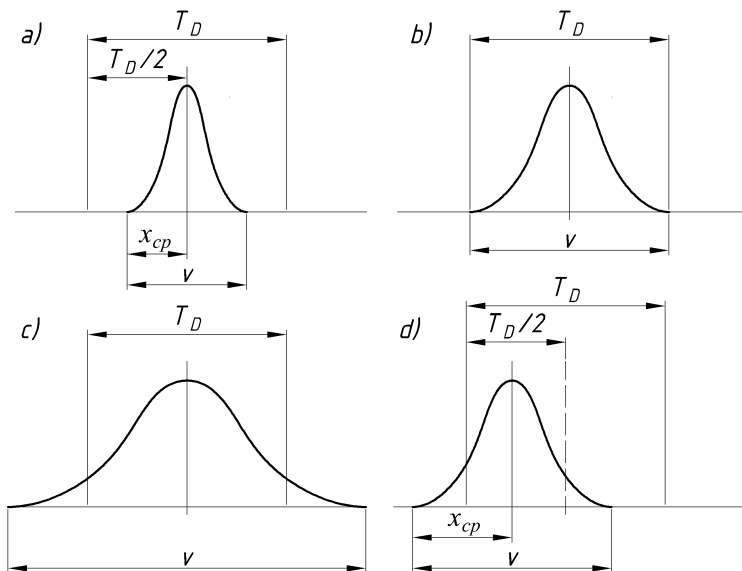


Рис. 1.4. Варианты кривой Гаусса

Проблема повышения качества может решаться следующими способами:

1. Путем совершенствования процесса или использования лучших станков, оборудования и операторов;
2. Путем расширения пределов допусков или технических условий;
3. Признанием неизбежности производства определенного количества брака;
4. Путем оценки этого количества брака и обеспечения дополнительного контроля для его разбраковки.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается статистический метод управления качеством продукции?

2. В каких типах производства наиболее эффективен статистический метод управления качеством и почему?
3. От чего зависит объем выборки?
4. Какими двумя параметрами определяется нормальное распределение параметров качества?
5. Как определяется соответствие опытного и теоретического распределения случайных величин?
6. Как определяется поле рассеивания размеров, вероятность и процент годных деталей?

Практическое занятие №2

Прогнозирование и выбор показателей качества методом круговой диаграммы при проектировании машиностроительной продукции.

Цель работы: Ознакомление с методами прогнозирования и выбора показателей качества машиностроительной продукции на конкретных примерах.

Задачи работы: закрепление знаний об основах управления качеством продукции на этапе ее проектирования, изучение нормативных документов по выбору показателей качества и приобретение навыков составления методики прогнозирования и выбора показателей качества металлорежущих станков и инструментов.

Краткие теоретические сведения.

Начальным этапом разработки научно-технических проектов являются сбор и подготовка к анализу всей имеющейся информации об объекте, выбранном для проектирования и производства. Для этого подбираются все доступные нормативно-технические документы в виде ГОСТов, нормалей, чертежей и технических требований к ним, протоколы технических испытаний и любая другая информация в виде научных публикаций, рекламных изданий, технических отчетов ведущих организаций в изучаемом вопросе. При анализе технических характеристик рассматриваемого вида продукции, необходимо учитывать взаимосвязь между ними и влияние на них факторов, участвующих в процессе проектирования и изготовления конкретной детали в конкретных условиях. При этом улучшение одного из параметров технической характеристики может сопровождаться ухудшением другого или даже нескольких параметров. Так, например, повышение твердости инструментального материала может привести к уменьшению пластичности и ухудшению обрабатываемости резанием, что в свою очередь может

повлиять на ухудшение некоторых технологических и эксплуатационных свойств режущего инструмента.

После проведения общего анализа информации необходимо выделить основные прогнозируемые показатели или параметры характеристики. Далее работа по прогнозированию выполняется в следующем порядке:

1. Выделяются основные факторы, определяющие прогрессивное развитие прогнозируемых показателей.

2. Формируются конкретные задачи прогнозирования.

3. Проводится дополнительный сбор информации, относящейся к сформированным задачам и систематизация этой информации.

4. Устанавливаются и описываются показатели прогнозируемой конструкции или детали и зависимостью ее качества от конструктивных элементов или особенностей и их изменение во времени.

5. Создаются физические или линейные модели зависимостей, и производится их проверка для отдельных показателей.

Из всего этого составляется проект прогнозируемого объекта, в который обязательно должны быть включены такие показатели как:

- Достижение высокого качества и надежности;
- Повышение экономии материалов и энергии;
- Снижение себестоимости;
- Повышение конкурентоспособности на мировых рынках;
- Повышение технологического уровня;
- Улучшение внешнего оформления.

При проведении перечисленных работ необходимо учитывать, что обеспечение более высоких значений показателей качества всегда связано с увеличением затрат. Поэтому прогнозируемые показатели качества должны быть экономически оптимальными. Это значит, что общая

эффективность $E(Q)$ представляющая собой отношение прогнозируемой выгоды к общим затратам (включая затраты на разработку, проектирование, изготовление и эксплуатацию), должна стремиться к максимальному значению, то есть:

$$E(Q) \rightarrow \max$$

На этапе прогнозирования технико-экономический уровень показателей качества определяется путем сопоставления существующих значений характеристик с теми, которые в принципе могут быть достигнуты при современном уровне развития науки и техники. На этапе проектирования эти характеристики сравниваются с лучшими значениями таких же характеристик, имеющих в мировой практике.

Продолжительность прогнозируемого периода должна ограничиваться временем, в течении которого принятые для обеспечения и достигнутые в процессе производства характеристики новой продукции будут соответствовать высокому техническому уровню.

Прогнозирование осуществляется различными методами, наиболее распространенными являются методы экстраполяции качества на несколько лет вперед, математическое моделирование функциональной зависимости изменения отдельных показателей качества, экспертные оценки.

В практике прогнозирования хорошо зарекомендовала себя так называемая диаграмма качества с полярными координатами. Она позволяет наглядно представить результаты сравнения собственного прогнозируемого изделия с «синтетическим» изделием, в котором объединены все наилучшие показатели, существующие в мировой практике. При сравнении абсолютные числовые значения прогнозируемых показателей переводятся в относительные путем соотношения со значениями показателей лучших мировых образцов, затем с помощью коэффициентов весомости находятся средневзвешенные значения показателей качества.

Нормирование показателей (перерасчет) производится по отношению к выбранным лучшим показателям. Относительные значения наносятся на шкалы, причем лучшие показатели располагаются на периферии диаграммы. Соединяя показатели, получают два плоских многоугольника: для наилучшего «синтетического» мирового образца и для прогнозируемого изделия. По соотношению площадей этих многоугольников делают вывод, учитывая что, чем больше площадь прогнозируемого изделия, тем выше его качество.

Пример:

Выбрать показатели качества одношпиндельного станка и выполнить предварительное прогнозирование при помощи диаграммы качества с радиальными координатами в процессе проектирования для обработки отверстий $d\ 25\div 50$ мм в заготовках из жаропрочных сталей.

Для решения поставленной задачи необходимо изучить показатели качества и параметры технической характеристики сверлильных станков и отобрать из них важнейшие, обеспечивающие качество работы станка в требуемых условиях. К таким показателям относятся:

1. Эффективность A станков - комплексный (интегральный) показатель, наиболее полно отображающий главное назначение станочного оборудования, а именно повышение производительности при соответственном снижении затрат на механическую обработку детали.

$$A = \frac{N}{\sum_{i=1}^n c} \quad \text{шт/сум} \quad (2.1)$$

где N – годовой выпуск деталей;

$\sum c$ – сумма годовых затрат на изготовление деталей.

2. Производительность Q станка, определяющая способность обеспечивать обработку определенного числа деталей в единицу времени.

Штучная производительность

$$Q = T_{год} / T_{шт} \quad \text{шт/год} \quad (2.2)$$

где $T_{год}$ – годовой фонд времени, мин;
 $T_{шт}$ – штучное время всего цикла изготовления детали,
или какой либо операции, мин.

Если процесс резания осуществляется непрерывно, а его затраты на вспомогательное и организационное время стабильны и незначительны то понятия штучной и технологической производительности совпадают. Технологическая производительность Q_T определяется как обратная величина основного технологического времени:

$$Q_T = 1/t_o \quad \text{шт/мин} \quad (2.3)$$

3. Долговечность станка — свойство сохранять работоспособность в течении определенного времени с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта до наступления предельного состояния.

4. Точность станка — которая в основном, предопределяет точность обработанных на нем деталей и является комплексным показателем. В него входят геометрическая точность, от которой зависят геометрические погрешности изготавливаемых на нем деталей, кинематическая и размерная точность, от которых зависят правильность траектории движения инструмента относительно заготовки. Кроме этого на точность заготовки влияет жесткость станков, она представляет собой отношение возникающей силы резания F к соответствующей упругой деформации δ в том же направлении:

$$j = F/\delta, \quad \text{кН/мкм} \quad (2.4)$$

В техническую характеристику любого станка входят его габаритные размеры, вес, диапазоны скоростей и подач, максимальные значения мощности электродвигателей и допускаемых силовых воздействий $F_{\Sigma\max}$ и $F_{0\max}$, для сверлильных станков также включают такую характеристику, как максимальная величина допускаемого крутящего момента.

Проанализировав соответствующую информацию, имеющуюся в справочной и технической литературе, выбираем необходимые показатели, записываем их в таблицу 2.1 и по

результатам анализа строим круговую диаграмму качества. Затем измеряем площади многоугольников, отображающих качество образцового станка, объединившего лучшие мировые показатели, и прогнозируемого станка. Качество последнего выражается величиной коэффициента весомости:

$$K_{\text{кач}} = F_{\text{пр}} / F_{\text{об}} \quad (2.5)$$

где $F_{\text{пр}}$ и $F_{\text{об}}$ - площади многоугольников отражающих качество прогнозируемого и образцового станков соответственно.

Чем ближе к 1 приближается величина полученного коэффициента весомости, тем лучше качество прогнозируемого станка.

Таблица 2.1

Показатели для построения круговой диаграммы качества.

№	Наименование показателя	Обозн.	Единицы измерения	Значение для станков		Мах возм.
				образцового	прогнозируемого	
1	Частота вращения шпинделя	$n_{\text{шп}}$	мин	2800	2400	3000
2	Максимальная мощность резания	$N_{\text{рез}}$	кВт	10,8	8,6	16
3	Средняя жесткость	j	кН/мм	1,5	0,8	2,2
4	Экономическая эффективность	$E(Q)$	шт/у.е.	0,24	0,2	0,48

5	Технологическая производительность	Q_T	шт/мин	5,8	4,2	7,1
6	Относительный вес станка	G	кг/кВт	3,8	6,2	3,0
7	Ширина стола	$B_{\text{стол}}$	мм	500	300	600
8	Длина стола	$L_{\text{стол}}$	мм	1250	850	2000

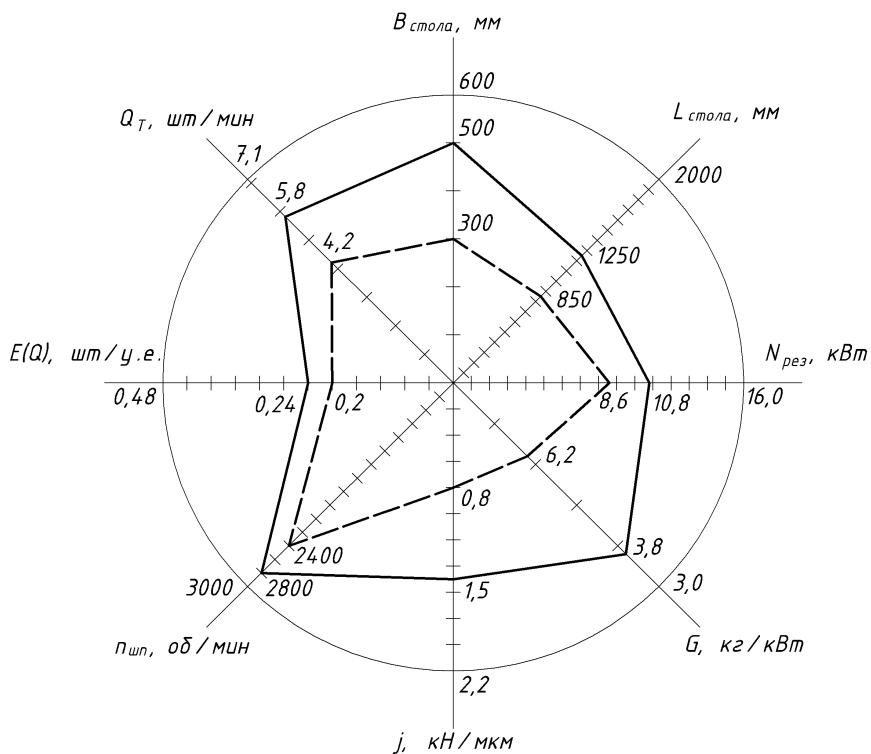


Рис 2.1 Круговая диаграмма показателей качества станков:
 ————— лучших мировых образцов

----- проектируемого станка

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается начальный этап разработки научно-технического проекта?
2. В какой последовательности выполняется работа по прогнозированию показателей качества проектируемого объекта?
3. Какие показатели обязательно включаются в прогнозируемый объект?
4. Какие методы прогнозирования применяют при проектировании продукции?
5. В чем заключается суть круговой диаграммы?

Практическое занятие № 3

Анализ параметров качества машиностроительных деталей при помощи точечных диаграмм.

Рассеяние параметров точности при изготовлении деталей на металлорежущих станках редко подчиняется одному какому-либо закону. В ходе технологического процесса проявляется, как правило, сочетание законов случайного распределения, поэтому для совершенствования процесса прогнозирования показателей точности необходимо учитывать последовательность изготовления деталей.

Одним из методов, позволяющих анализировать изменение параметров точности и качества в течение технологического процесса серийного или массового производства, является построение точечных и точностных диаграмм. Такие диаграммы позволяют проследить тенденцию изменения выполняемых размеров в течение времени работы режущего инструмента до наступления критерия износа, т.е. в течение периода стойкости.

Для построения точечной диаграммы по горизонтальной оси откладываются номера обрабатываемых заготовок в той последовательности, как они обрабатываются на станке. По вертикальной оси откладываются результаты измерений в виде точек, по расположению которых (рис. 3.1а) можно следить за изменением качества детали и делать соответствующие прогнозы. Точечные диаграммы можно строить для одной или для нескольких последовательно обрабатываемых партий. В некоторых случаях при незначительных приращениях размеров длина диаграммы может быть достаточно большой, что усложняет её анализ. В таких случаях по оси абсцисс откладываются не номера деталей, а номера их групп (рис. 3.1, б и в). При этом в каждую группу должно входить одинаковое количество последовательно обработанных на

станке заготовок. По оси ординат откладываются значения размеров деталей (рис. 3.1в) или среднее арифметическое отклонение размера группы.

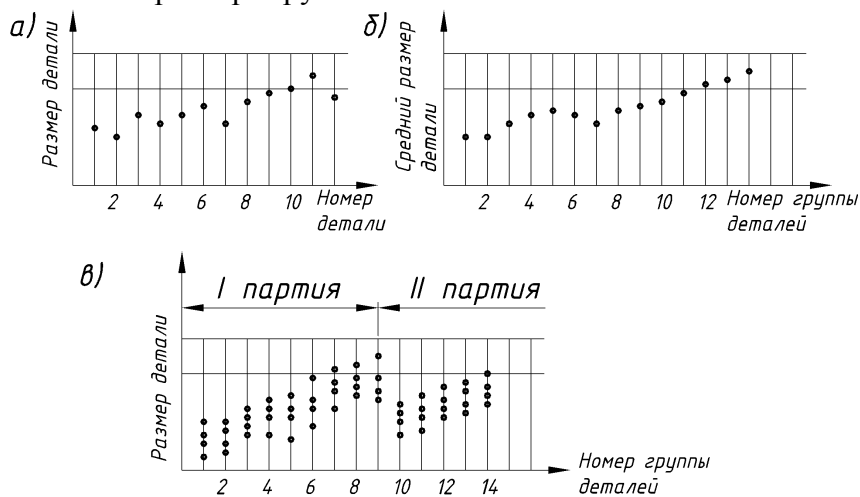


Рис. 3.1. Виды точечных диаграмм

По точечным диаграммам можно определить номер группы деталей, при изготовлении которых появляется риск появления брака.

При использовании этого метода в процессе изготовления деталей на производстве измеряют от 5 до 10 последовательно обработанных деталей. Результаты измерений наносят на специальную (контрольную) диаграмму (рис. 3.2), имеющую контрольные линии в виде параллельных прямых «а» и «б». Прямые «а» определяют границы поля допуска ИТ, прямые «б» определяют границы поля рассеяния средних групповых значений размеров. Точки соответствующие средним групповым значениям, можно соединять линиями, полученная ломаная линия при нормальном технологическом процессе не должна выходить за пределы контрольных границ. Например, на диаграмме (рис. 3.2) видно, что контроль деталей группы А позволил установить выход ломанной линии за пределы поля

рассеяния, что является сигналом для регулирования процесса с помощью поднастройки станка, смены инструмента и т.п.

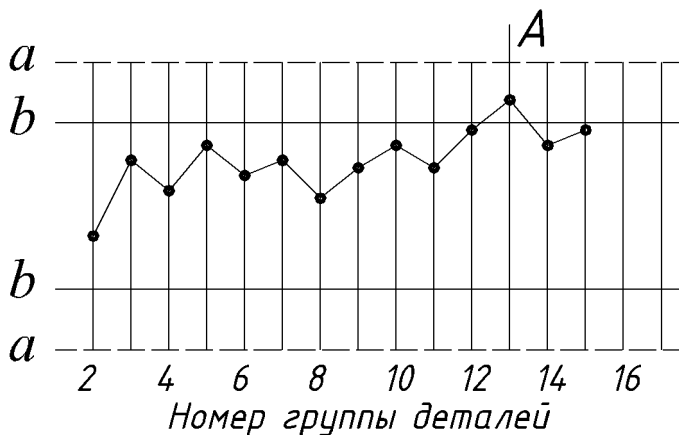


Рис. 3.2. Контрольная точечная диаграмма

Точечные диаграммы дают возможность проследить тенденцию изменения выполняемых на станке деталей в течение времени обработки одной или нескольких партий. На них явно прослеживается периодичность изменения размеров вследствие износа режущих лезвий инструмента и периодически производимых поднастроек станка.

Для сокращения времени и трудоемкости можно для построения диаграмм брать выборочно группы деталей с одинаковым числом последовательно обработанных деталей. Размер партии деталей не превышающих величину допуска IT можно определить не только графически, но и аналитически, воспользовавшись уравнением прямой, проходящей через две точки:

$$\frac{d - \bar{d}_1}{\bar{d}_2 - \bar{d}_1} = \frac{N - \bar{N}_1}{\bar{N}_2 - \bar{N}_1}, \quad (3.1)$$

где N – искомый номер детали, превышающий размер допуска;

\bar{N}_1 и \bar{N}_2 – средний номер деталей первой и второй групп деталей соответственно;

\bar{d}_1 и \bar{d}_2 – среднее арифметическое размеров деталей первой и второй групп соответственно.

Например, необходимо определить размер партии обрабатываемых заготовок с наибольшим предельным размером $d=27,2$ мм по измерениям двух групп деталей. Результаты измерения в каждой группе, состоящей из 10 деталей представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1

I группа	Номер детали	1	2	3	4	5	6	7	8
	размер	26,71	26,65	26,79	26,75	26,76	26,84	26,81	26,8
II группа	Номер детали	51	52	53	54	55	56	57	58
	размер	27,01	27,03	27,00	26,98	27,04	27,06	27,05	27,0

Рассчитываем значения:

$$\bar{d}_1 = 26,783 \text{ мм} \quad \bar{N}_1 = 5$$

$$\bar{d}_2 = 27,042 \text{ мм} \quad \bar{N}_2 = 55$$

Уравнение (3.1) имеет вид:

$$\frac{27,20 - 26,783}{27,042 - 26,783} = \frac{N - 5}{55 - 5}$$

Отсюда определим $N=86$, значит, через каждые 86 деталей их размер будет превышать предельный размер, следовательно, чтобы не допустить появления бракованных деталей, необходимо примерно через каждые 80 деталей заново регулировать технологическую систему или заменять изношенный инструмент.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью необходимо учитывать последовательность обработки деталей?
2. В чем заключается суть точечной диаграммы?
3. Каким образом можно сократить трудоемкость построения точечной диаграммы?
4. Как прогнозируется качество обрабатываемых деталей по точечным диаграммам?
5. Как выполняется построение контрольной диаграммы?

Практическое занятие №4

Выбор критериев оценки уровня качества инструмента при помощи квалиметрических методов.

Цель работы: ознакомление с квалиметрическими методами оценки качества и их практическим применением.

Краткие теоретические сведения.

Все методы, применяемые в квалиметрии, можно разделить на две группы: дифференциальные - применяются в основном при оценке главного (символизирующего, единичного) качества; комплексные - применяются в большинстве случаев.

Комплексную оценку качества можно рассматривать как двухэтапный процесс:

первый этап – оценка простых свойств;

второй этап – оценка сложных свойств, вплоть до качества в целом.

При выполнении каждого этапа нужно произвести ряд операций, которые перечислены в алгоритме комплексной оценки качества любого объекта (предмета или процесса) (Рис 4.1). Анализ этих операций и должен помочь ответить на вопрос: какие главные признаки целесообразно положить в основу классификации?

Некоторые методы определения весомости отдельных свойств качества

Стоимостный способ. Основу этого способа составляет следующая посылка: весомость M_j , является монотонно возрастающей функцией от аргумента S_j , выражающего денежные или трудовые затраты, необходимые для обеспечения существования j -го свойства. Иначе говоря, если $M_j = \varphi(S_j)$ то $M_j > M_{j-1}$ при $S_j > S_{j-1}$.

Отсюда весомость M_j определяется по формуле:

$$M_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j}$$

5. Вычисление оценок
отдельных свойств K_{ij}

Первый этап.
Оценка простых свойств
объекта.

Определение условий
потребления объекта

1. Составление
иерархической
структурной схемы
свойств объекта,
необходимых для оценки
его качества.

2. Назначение интервала
изменения значений P_i (P_{ij}
- P_{ij}) каждого показателя.

3. Выбор (на каждом
уровне рассмотрения
свойств) Базовых
показателей для
сравнения (P_{ij})

4. Определение вида
зависимости между
показателями простых
свойств P_{ij} и их оценками
 K_{ij}

Второй этап
Оценка сложных свойств
объекта и его качества в
целом

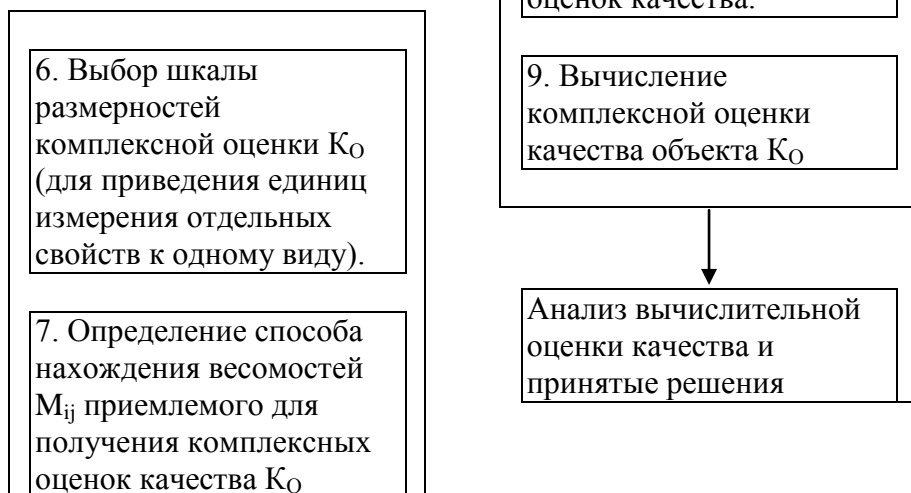


Рис 4.1. Алгоритм комплексной оценки качества объекта.

Экспертный способ. Этот способ основан на усреднении оценок весомостей, даваемых группой экспертов. Он отличается гибкостью, наглядностью и привычностью. Действительно, каждому человеку на протяжении всей его жизни не раз приходилось участвовать в решении той или иной проблемы путем голосования, что можно рассматривать как одну из простейших разновидностей экспертного способа. Благодаря отмеченным преимуществам экспертного способа, весомость M_j определяется на его основе в подавляющем большинстве методик оценки качества.

Анализ существующих методов экспертного определения весомости различных факторов и свойств показал, что наиболее широкое распространение получили шесть методов. Они отличаются как подходами к постановке вопросов, на которые отвечают эксперты, так и проведением экспериментов и обработкой результатов опроса. Таким образом, эти методы различны по операциям, составляющим первые три этапа процесса определения весомости свойств M_j . Вкратце рассмотрим эти методы.

Метод предпочтения. Эксперта просят пронумеровать все весомости M_j в порядке их предпочтения так, что весомость наименее предпочитаемого (важного) свойства получает номер 1, следующего по важности свойства - номер 2 и т.д.

Метод ранга. Эксперта просят оценить важность каждого свойства по шкале относительной значимости в диапазоне 1-10, причем ему разрешено по этой шкале выбирать не только целые, но и дробные числа.

Первый метод попарного сопоставления. Эксперт получает матрицу, в которой по горизонтали и вертикали обозначены все сравниваемые свойства (для простоты рассмотрения название свойств заменено их соответствующими весомостями M_j , а количество свойств ограничено пятью). В

каждой клетке, относящейся к двум сравниваемым свойствам, ему необходимо проставить номер того (из каждой пары) свойства, которое он считает более важным.

Второй метод попарного сопоставления. Эксперт сравнивает пары свойств и определяет преимущество одного из них не с помощью матрицы, а просто подчеркивая предпочтительное свойство в каждой из представленных ему комбинаций.

Метод полного попарного сопоставления. Чтобы избежать возможность ошибки, связанной с тем, что каждому j -тому свойству отдается преимущество по сравнению со свойством j' не потому, что оно более важно, а потому, что при сравнении по второму методу попарного сопоставления его случайно поставили в паре, сравнение производится не только в порядке «свойство j - свойство j' », но и в обратном порядке «свойство j' - свойство j ».

Метод последовательных сопоставлений. Эксперта просят: Расположить весомости всех свойств в порядке предпочтения (см. метод предпочтения);

Наиболее важное свойство получает весомость $M_1 = 1,0$, а все остальные - в порядке убывания в диапазоне 1 — 0.

Практическая часть

Критерии правильности является мерой соответствия реально разработанной конструкции инструмента той совокупности знаний, которая накоплена в данной отрасли, например в инструментальном производстве.

Рассмотрим условный пример, в котором при сверлении стали 45 сравниваются инструменты, выпускаемые некоторым анонимным предприятием $П_1$ и некоторой ведущей фирмой $П_2$. Данные сведем в таблицу 4.1, причем в качестве единичных

показателей будем использовать только функциональные
единичные показатели и цену инструмента.

Таблица 4.1

Единичные показатели	Предприятия		Относительный показатель Q	Весовой коэффициент q_i	Критерий правильности P_{12}
	P_1	P_2			
1	2	3	4	5	6
Период стойкости $Q_1, \text{мин}$	58...62	63...67	0,923	0,4	1,0166
Скорость резания $Q_2, \text{м/мин}$	23...27	30...40	0,714	0,3	1,0166
Подача на оборот $Q_3, \text{мм}^{-1}$	0,08...0,1 2	0,08...0,1 2	1	0,1	1,0166
Цена инструмента $Q_4, \text{у.е.}$	15	25	1,666	0,2	1,0166

В четвертой колонке таблицы 4.1 рассчитан относительный показатель Q_i , позволяющий избавиться от различных размерностей единичных показателей и который определяет преимущество анонимного инструмента перед изготовленным ведущей фирмой. Если этот инструмент не превосходит фирменный $Q_i < 1$, равноценен $Q_i = 1$, если же он превосходит фирменный $Q_i > 1$.

В нашем примере при сравнении цен инструментов по принципу выгоды для пользователя первый инструмент превосходит второй. Во всех случаях относительный показатель

рассчитывается по средней величине доверительного интервала, указанного в колонках 2 и 3.

Критерии правильности P_{12} определяется по формуле средневзвешенного арифметического:

$$P_{12} = \sum_{i=1}^4 Q_i q_i \quad (4.1)$$

Или по данным таблицы 4.1.

$$P_{12} = 0,923 \cdot 0,4 + 0,714 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,1 + 1,666 \cdot 0,2 = 1,0166$$

Индекс 12 указывает на сравнение первого инструмента со вторым. Таким образом, анонимный инструмент превосходит фирменный.

Весовые коэффициенты также должен утверждать Госстандарт, но и сам покупатель может оценивать эти параметры, исходя из своих возможностей.

Критерий точности можно связать с понятием допуска. С помощью этого критерия можно оценивать различные характеристики инструментов.

Критерий точности определяется по формуле:

$$T_{12} = \sum_{i=1}^m M_i q_i \quad (4.2)$$

Или с учетом данных таблицы 4.2:

$$T_{12} = 1 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2 + 0,4 \cdot 0,15 + 1,6 \cdot 0,05 + 2 \cdot 0,2 = 1,34$$

Предприятие P_1 изготавливает более точный инструмент, поскольку, $T_{12} > 1$.

Весовые коэффициенты q_i в общих случаях должны всегда назначаться экспертным методом, но для объективности и при оценке правильности и при оценке точности их сумма должна равняться единице.

Принятие критериев правильности и точности, позволят внести ясность в ценообразование для инструментальной продукции и более объективно оценивать ее качество.

Таблица 4.2

Единичные показатели	Предприятия		Относительный показатель M_i	Весовой коэффициент q_i	Критерий правильности P_{12}
	P_1	P_2			
1	2	3	4	5	6
Период стойкости $Q_1, \text{мин}$	4	4	1	0,2	1,34
Скорость резания $Q_2, \text{м/мин}$	5	10	2	0,2	1,34
Подача на оборот $Q_3, \text{мм}^{-1}$	0,04	0,04	1	0,2	1,34
Радиальное биение ΔQ_4	0,05	0,02	0,4	0,15	1,34
Задние углы ΔQ_5	5	8	1,6	0,05	1,34
Твердость ΔQ_6	2	4	2	0,2	1,34

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается первый этап комплексной оценки качества?
2. В чем заключается второй этап комплексной оценки качества?

3. Чем отличается метод экспертного определения весомости факторов и свойств?
4. Какие показатели сравниваются при оценке качества сверл?
5. Как определяется относительный показатель сравниваемых сверл?

Практическое занятие № 5

Показатели конкурентоспособности машиностроительной продукции.

Цель и задачи занятия: Изучение структуры комплексных показателей конкурентоспособности и разработка показателей для конкретных видов машиностроительной продукции.

Краткие теоретические сведения.

Конкурентоспособностью называют свойство объекта, характеризующее степень удовлетворения конкретной потребности по сравнению с лучшими аналогичными объектами, представленными на рынке данной продукции или услуг.

Конкурентоспособность характеризует продукцию по ее отличию от конкурирующей продукции как по степени соответствия удовлетворению определенных потребностей общества, так и по экономическим затратам.

Часто конкурентоспособность используют как понятие качества продукции. Однако при этом не могут быть учтены многие показатели, связанные с изготовлением продукции, которые совершенно не интересуют потребителей продукции. К таким показателям относятся: технологичность изделия, трудоемкость и энергоемкость изготовления, материалоемкость и другие, отражающие комплексные показатели качества.

Для повышения конкурентоспособности продукции необходимо обеспечить возможность количественной оценки ее показателей и управления их уровнем. Анализ количественных показателей начинается с выбора подхода к изучению конкурентоспособности, который может выполняться несколькими способами.

Наиболее распространенными видами подхода являются:

1. системный
2. комплексный
3. функциональный

Системный подход основан на методологии научного познания и социальной практики с использованием системного анализа исследуемого объекта. Важнейшие принципы системного подхода, изучаемые в магистратуре ранее в курсе «Основы системного подхода», предусматривают выявление и четкое формирование конечных целей, анализ проблемы конкурентоспособности как единой системы, с целью выявления и анализа возможных альтернативных путей достижения конечной цели.

Комплексный подход предполагает исследование взаимных связей технических, экономических, экологических, социальных, организационных и других аспектов управления. Осуществить практически учет взаимосвязи всех этих закономерностей очень сложно, поэтому при комплексном подходе часто возможны неблагоприятные результаты.

Функциональный подход отличается тем, что рассматриваются пути построения новых альтернативных структур и методов удовлетворения одной и той же потребности. В результате такого прогнозирования выбирается наиболее эффективный объект, дающий максимально полезный эффект на единицу совокупных затрат. Суть такого подхода к конкурентоспособности товара заключается в создании совершенно новой продукции для удовлетворения существующих или возникающих новых потребностей общества.

Анализ показателей конкурентоспособности продукции наиболее наглядно можно представить в виде структурной схемы, показанной на рис. 5.1

Задание для выполнения практического занятия.

Составить структурную схему показателей конкурентоспособности для конкретного типа продукции, проанализировать их и сделать вывод о конкурентоспособности этой продукции.



Рис. 5.1 Структурная сема показателей конкурентоспособности

Контрольные вопросы:

1. Что такое конкурентоспособность?

2. Чем различаются понятия конкурентоспособность и качество?
3. Как выполняется количественная оценка показателей конкурентоспособности?
4. Какие группы показателей характеризуют конкурентоспособность?
5. Какие показатели качества входят в показатели конкурентоспособности?

Литература

1. Биктимиров Р. И., Гречишников В.А. и др. Управление качеством в машиностроении»: уч. пособие, С.Пб.: Питер, 2005. 256 с.
2. Перегудов Л.В. Управление качеством и конкурентоспособностью продукции. Ташкент: Молия, 2002.
3. Бендеровский А.М. Обеспечение качества продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1998 г.
4. Клепиков В.В. и др. Качество изделия./ Уч. пособие. М.: МГИУ, 2006. 250 с.
5. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Учебник для ВУЗов. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.

Содержание:

Практическое занятие № 1 Тема: «Статистические методы определения процента брака в машиностроении».....	4
Практическое занятие № 2 Тема: «Прогнозирование и выбор показателей качества методом круговой диаграммы при проектировании машиностроительной продукции»	15
Практическое занятие № 3 Тема: «Анализ параметров качества машиностроительных деталей при помощи точечных диаграмм»	23
Практическое занятие № 4 Тема: «Выбор критериев оценки уровня качества инструмента при помощи квалитметрических методов»	28
Практическое занятие № 5 Тема: «Показатели конкурентоспособности машиностроительной продукции»	39
Литература	43

