

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

В.А. Бондаренко, А.Е. Литвинов, А.Н. Чукарин

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЯ МАШИН

г. Ростов-на-Дону

2017

Методы контроля и испытания машин/ В.А. Бондаренко, А.Е. Литвинов, А.Н. Чукарин. – Ростов-на-Дону: Издательский центр РГУПС, 2017. - 26 с.

Методы контроля и испытания машин: методические указания по выполнению практических работ для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика»/ В.А. Бондаренко, А.Е. Литвинов, А.Н. Чукарин. – Ростов-на-Дону, 2017. – 26 с.

Ростовский государственный университет
путей сообщения, 2017

Работа № 1

«Хранение и использование информации на этапах жизненного цикла продукции»

Введение

АИС крепко вошли в нашу повседневную жизнь. Особо остро в них нуждаются не частные лица а фирмы и корпорации, готовые вкладывать огромные суммы в создание и улучшение уже созданных комплектов программ.

Создание и улучшение АИС это сложный и кропотливый труд, включающий в себя не только процессы программирования, но и отнюдь не менее сложный процесс проектирования. В настоящее время АИС включает в себя даже не столько труд программистов которые пишут код программы, сколько труд тех кто занимается разработкой самой структуры информационных систем.

Существует очень много видов АИС, мы сузим круг АИС до АЭИС (Автоматизированные экономические информационные системы).

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ АИС

1) Проектирование Автоматизированных Информационных Систем (ПАИС) - это формализованное представление решений по созданию автоматизированной системы.

Автоматизированная экономическая система -технические средства; люди;

информационные ресурсы; программные средства.

2) Автоматизированная информационная система (АИС) - человеко-машинная система, в которой с помощью математических методов современных средств сбора, передачи и обработки информации решаются задачи по управлению производственными процессами.

Элементами этой системы являются - человек, технические средства, математические методы, совокупность задач и функций управления представленных в формализованном виде, программные средства.

Основные направления развития АИС:

- Развитие децентрализованных систем обработки данных;
- Объединение и развитие интегральных систем;
- Развитие, создание автоматизированных банков данных;
- Интеграция микроэлектроники с оборудованием;
- Интеграция электрических и технических автоматизированных систем. ПАИС базируется на использовании ряда научных положений, к которым

относится:

использование системного подхода;

использование ряда принципов по созданию систем, которые сформулировал академик Глушков (отец экономической кибернетики).

Системный подход - метод, который базируется на соблюдении ряда правил при проектировании всей системы и ее отдельных элементов.

Согласно этому методу весь процесс проектирования разбивают на два этапа:

- Макропроектирование;
- Микропроектирование.

1 этап предполагает разработку принципиальных положений по структуре и функциональному обеспечению системы. Сюда относится:

формулировка проблемы, которая разбивается на определенные цели системы, описание действующих на систему факторов, описание действующих связей с другими системами;

определение вариантов построения системы; построение адекватного математического описания; анализ этих вариантов; синтез оптимального варианта системы. Цель, способы, адекватное математическое описание, программные средства, каждый из элементов подчиняется общей цели. Принципы, которые целесообразно придерживаются для разработки систем:

- Принципы новых задач (ИС вовлекает в себя новые задачи, расширение системы);

- Принцип непрерывного развития системы;

- Принцип однократного ввода информации и многократного использования (ввод информации трудоемкий процесс, одни и те же данные должны вводиться один раз но по разному использоваться);

- Проектируемые системы (должны предусматривать не только обработку информации, но ее организацию сбора, передачи данных по каналам связи. Обработанная информация - функция информационной системы);

- Принцип первого руководителя (всей системой должен руководить один человек, который отвечает за ее функционирование в будущем);

- Задачу разработки базы данных, предназначенной для хранения информации;

- Задачу разработки графического интерфейса пользователя клиентских приложений.

2 СТРУКТУРА И СОСТАВ АИС

По структуре АИС - можно разделить на две части: функциональную и обеспечивающую, каждая из этих систем делится на подсистему. Подсистемы первой (функциональной) части делятся на комплексы задач, а комплексы на отдельные задачи.

Обеспечивающие подсистемы делятся на:

- программное обеспечение;
- информационное обеспечение;
- техническое обеспечение;
- организационное обеспечение;
- математическое обеспечение;
- лингвистическое обеспечение.

Функциональная часть представляет собой совокупность формализованных функциональных задач, обеспечивающих реализацию определенных функций управления.

Пример типовых функциональных подсистем: Бух.учет;

- ОК;

Сбыт и реализация продукции; Материальное обеспечение; Маркетинг.

Подсистема:

Технической подготовки производства; Подготовка оперативного управления; Подготовка материального снабжения; Подготовка сбыта и реализации готовой продукция-Подготовка управления кадками; Подготовка управления бух.учетом.

Обеспечивающая часть.

Программное обеспечение - совокупность машинных программ записанных на носителе, их описание, описание эксплуатационной документации позволяющее решать функциональные задачи (алгоритмы).

Информационное обеспечение - совокупность массивов информации которые записанные на машинные носители, систем кодирования информации первичных и

вторичных документов, схем, описаний, технологий обработки данных, инструкций, которые обеспечивают отображение производства и позволяющие принимать управленческое решение.

Техническое обеспечение - совокупность технических средств по сбору, регистрации, передачи, обработки информации и технической документации позволяющие эксплуатировать эти технические средства.

Организационное обеспечение - совокупность технических документов регламентирующих функционирование системы в целом, а также поведение человека в рамках этой системы.

Выделяют математическое обеспечение - при использовании экономико-математических методов и моделей.

Иногда выделяют лингвистическое обеспечение - использование словарей, определений, позволяющее идентифицировать различные элементы системы.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Состав и содержание проектной документации регламентируется ГОС-Том. Состав документов:

1) описание ИО. В документе описания и ИО рассматривается вопрос:

принципы организации ИО . Здесь указываются задачи для которых создается

ИО. Методы контроля. Методы ведения информационной базы. Организация сбора и передачи данных. Указываются источники образования информации, методы передачи и объем передаваемой информации.

2) описание функций информационной базы. В документе дается конкретное содержание структуры информационной базы. Перечисление всех массивов, файлов, их наименование, идентификаторы. Описывается для

чего даются массивы, взаимосвязи между ими. Рассматривается организация ведения базы.

3) описание массивов информации. Описывается каждый массив, дается перечень реквизитов, их характеристика, тип, указываются связи между реквизитами, объем каждого массива, носители информации.

4) описание системы классификации и кодирования. Структура кода и расшифровка.

5) чертежи, форматы документов и перечни. Приводится шапка и характеристика реквизитов по каждому столбцу.

6) описание технологического процесса. Дается последовательность технических операций по обработке операций, как вне машины, так и внутри ее. Само описание дается в виде схемы и ее описания.

Существуют технические операции:

1. сбор, регистрация информации;
2. передача информации;
3. кодирование информации;
4. ввод информации;
5. накопление;
6. сортировка;
7. обработка;
8. вывод на экран;
9. хранение информации;
10. защита информации.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ

Проектирование информационной базы выполняет разработку: организации информационной базы (ИБ);

описание массивов. ИБ - совокупность поименованных взаимосвязанных данных, записанных на машинные носители, доступны машине и используются для задач управления. [4.] Совокупность нескольких баз представляет собой банк данных. Основу любой ИБ составляют массивы или файлы. Массивы разделяют:

по содержанию;

по длительности хранения информации;

а) постоянные или условно-постоянные (нормативно-справочная информация)

б) переменные (массивы содержащие данные о состоянии объекта) по технологии;

а) внешние

б) внутримашинные

а иногда делят на

а) входные

б) промежуточные

в) выходные

С точки зрения методов использования нормативно-справочной информации различают ИБ:

локальную базу данных; общесистемную. Система управления базами данных (СУБД) - комплекс программных средств, часть технических средств которые обеспечивают автоматизированное ведение информационной базы и обеспечивает определение логических связей между данными.

По типу СУБД логических связей делится на: иерархические; сетевая; реляционная (табличное описание структуры). Каждая СУБД имеет свой язык программирования.

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ КЛАССИФИКАЦИИ И КОДИРОВАНИЯ

Классификация - процесс разбиения объектов на множества в соответствии с выбранными признаками.

Система классификации - совокупность правил по разбиению объектов. Кодирование - процесс присвоения кодовых обозначений классификационным группировкам и отдельным объектам. Код характеризуется: длиной; структурой;

степенью информативности. В зависимости от степени информативности различают коды регистрационные, к которым относятся порядковая и серийная системы кодирования.

При порядковой системе кодирования выделяется только один признак объекта (например, 1-гр.45, 2-гр.46 и т.д.) и присваивается порядковый номер по этому признаку.

Серийный используется когда необходимо рассматривать до двух признаков объекта, тогда объекты разбиваются на серии и внутри этой серии идет кодировка в порядковой системе.

Для каждой серии предусматривается резерв номеров (например, есть объект- список группы от 1 до 25, при серийной системе А- серия номеров 1:3,4-резерв. Б-5:6,7-резерв).

6 КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КОДИРОВАНИЯ

1. последовательные

базируются на иерархической системе, их преимущества- простота и высокая информативность, недостаток- увеличение разрядности кода и его жесткость

2. параллельные

применяются когда требуется закодировать несколько независимых признаков, преимущество- высокая гибкость, недостаток- большая длина кода

3. комбинированные

используются для кодирования объектов, в которых имеются соподчиненные и независимые признаки (например, образование и национальность не связаны)

После кодирования информации формируются классификаторы, которые представляют собой систематизированный сбор, наименование группировок их признаков и их кодов.

Например, к классификаторам относят:
классификатор трудовых ресурсов;
административно-территориальных делений. При проектировании ко-
дов решаются вопросы:

определение перечня всех номенклатур, групп;
установление перечня позиций;
выбор системы кодирования и присвоение кодового обо-
значения каждой позиции;
разработка инструктивных материалов по использованию кор-
ректировке справочников.

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Технологический процесс - совокупность типовых технологических операций:

- 1) сбор, регистрация информации;
- 2) передача ее;
- 3) контроль информации;
- 4) ввод в ЭВМ;
- 5) накопление;
- 6) сортировка;
- 7) обработка;
- 8) вывод;
- 9) размножение;
- 10) архивирование.

Разработка ТП начинается с самого начала проектирования системы и заканчивается на завершающих стадиях.

Проектирование ТП рассмотрим на примере "Учет и движение матери-
алов".

При проектировании информационной системы по предприятию были приняты следующие проектные решения:

1. На базе ЭВМ создается АРМ кладовщика.
2. АРМ кладовщика, склада, увязывается в локальную вычисли-
тельную сеть предприятия, и к которой подключены АРМ бухгалтера и АРМ
материалиста.

Входная информация поступает в виде требований, накладных актов на
склад, курьерским способом или по почте.

Последовательность выполнения технических операций:

1. Регистрация входной информации.
2. Визуальный контроль и корректировка информации.
3. Ввод в ЭВМ.
4. Логико- синтаксический контроль и корректировка.
5. Накопление.
6. Сортировка.
7. Расчет количества поступивших и выбивших материалов за
сутки и с начала месяца.

8. Вывод на экран и печать документов.
9. Передача данных по каналам связи АРМ бухгалтера.
10. Регистрация информации.
11. Контроль.
12. Расчет стоимости поступивших и выбывших материалов.
13. Составление оборотных ведомостей.
14. Архивирование.

8 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программный продукт обладает стоимостными характеристиками и потребительскими свойствами.

С целью сокращения стоимости разработки программного продукта, продление жизненного цикла, используется ряд методов или способов представления программного продукта при проектировании.

В жизненном цикле программного продукта выделяют 3 этапа:

- 1) разработка логики программ;
- 2) разработка собственно программ;
- 3) испытания и ввод в эксплуатацию.

Усовершенственная технология проектирования логики программ, основана на принципе проектирования "сверху вниз", с разработки модуля организации и взаимодействия. Использует методы структурного программирования и ряд методов по оформлению и детализации программной продукции. 1- общий модуль организации и взаимодействия;

- 1.1- модуль ввода и контроля;
- 1.2- модуль расчета поступивших и выбывших материалов в стоимостном и количественном выражении;
- 1.3- составление оборотной ведомости;
- 1.4- расчет показателей по счетам;
- 1.5- модуль выдачи и формирования информации.

При проектировании "сверху-вниз" проектировщик детально разрабатывает первый модуль, остальные модули заменяются программами имметатора "заглушками", в функции которых входит выдача показателей и констант в главный модуль, и передачу управления в модуль 1.

После разработки первого модуля начинается разработка модулей 1.1-1.5.

Преимущества метода "сверху-вниз":

возможность одновременного документирования и разработки программ;

возможность проектирования программного обеспечения практически с любого модуля.

При нисходящем проектировании следует придерживаться ряда принципов:

- 1) необходимо стремиться к строгому формализованному описанию входов, выходов и функций всех модулей;
- 2) если некоторая часть программы может быть выделена в отдель-

ный модуль или подмодуль, то при описании программы необходимо его обходить;

3) при детализации логической схемы необходимо стремиться, чтобы описание каждого модуля укладывалось в 1 страницу, если это не получается то необходимо эту часть программы разделить на модули.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие не идет по сочетанию централизованной и децентрализованной информации.

Первое развитие децентрализованных систем обработки данных создаваемых в виде АРМ на базе персональной вычислительной техники.

Второе - объединение и развитие интегральных систем на базе локальных вычислительных систем (небольшое расстояние).

Третье - развитие автоматизированных банков данных.

Четвертое - интеграция микроэлектроники с оборудованием.

Пятое - интеграция экономических и технических автоматизированных систем (замер температуры).

Цели проектирования - показатели системы, которые характеризуют состояние системы:

1. Функциональная полнота - характеризует уровень автоматизации
2. Своевременность - характеризует возможность получения лицом принимающего решение необходимую информацию к определенному сроку.
3. Функциональная надежность

Экономическая эффективность системы - обосновывается расчетом срока окупаемости капитальных вложений за счет эффекта, полученного от снижения стоимости вычислительных работ и расчетом экономического эффекта на приведенных затратах. Таким образом мы видим огромную тенденцию развития Проектирование автоматизированных информационных систем.

Работа № 2 «Статистические методы обеспечения качества на всех этапах жизненного цикла продукции»

ТРЕБОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА К ПРИМЕНЕНИЮ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В стандартах ИСО серии 9000 версии 2000г. установлены следующие требования к применению статистических методов обеспечения качества. Так, в стандарте ГОСТ Р ИСО 9001 [10] установлено, что организация должна "определить потребности в статистических методах, применяемых при разработке, управлении и проверке возможностей технологического процесса и характеристик продукции" и "разработать и поддерживать в рабочем состоянии документированные процедуры использования выбранных статистических методов".

В международном стандарте ИСО 9004 [6] утверждается, что "определение и правильное применение современных статистических методов имеют важное значение для проведения управляющих воздействий на всех стадиях процессов, осуществляемых в рамках организации, в том числе при:

- анализе рынка;
- проектировании продукции;
- определении требований надежности, прогнозировании долговечности и срока службы;
- изучении средств регулирования процессов и их возможностей;
- определении уровней качества в планах выборочного контроля;
- анализе данных, оценке эксплуатационных характеристик и анализе несоответствий;
- улучшении качества процессов;
- оценке безопасности и анализе рисков".

Посвященный вопросам непрерывного улучшения качества международный стандарт ИСО 9004 [7] исходит из того, что решения об улучшении качества должны применяться на основе анализа числовых и нечисловых данных. Для целей сбора, обработки и соответствующей статистической интерпретации таких данных и осуществления статистических оценок возможности и стабильности процессов этот стандарт рекомендует использовать шесть из семи известных элементарных статистических методов:

- контрольный листок;
- диаграмма Исикавы;
- диаграмма Парето;
- гистограмма;
- диаграмма разброса;
- контрольные карты.

Кроме того, стандарт ИСО 9004 рекомендует в качестве средств и методов реализации указанных целей использовать такие "новые" инструменты качества, как:

- диаграмма сродства;
- древовидная диаграмма;

- матричная диаграмма;
- метод "мозгового штурма";
- структурная схема процесса.

Разработанный знаменитой детройтской "большой тройкой" автомобильных фирм (Крайслер, Форд и Дженерал Моторс) и пятью крупнейшими производителями грузовых автомобилей стандарт QS 9000 [8] устанавливает требования к применению статистических методов, аналогичные требованиям, изложенным в подразделе 4.20 "Статистические методы" стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-96. Вместе с тем в подраздел 4.9 "Управление процессами" стандарта QS 9000 по сравнению со стандартом ГОСТ Р ИСО 9001-96 дополнительно введены требования, касающиеся необходимости проведения оценки возможностей процессов и проверки их настроенности, т.е. пригодности процессов для производства продукции требуемого качества. Причем эти оценки и проверки рекомендуется осуществлять с применением методов статистического управления процессами, в том числе и контрольных карт.

Кроме того, следует иметь в виду, что в состав системы документов стандарта QS 9000 входит ссылочное руководство "Статистическое управление процессами. SPC" [81]. Это руководство содержит:

- подробное изложение основ статистического управления процессами;
- понятие обычных и особых причин изменчивости процессов;
- описание технологии построения, ведения и интерпретации контрольных карт по количественному и альтернативному признаку;
- порядок оценки индексов возможностей процессов.

Это руководство нацелено на обеспечение непрерывного совершенствования процессов, их управляемости и возможностей удовлетворять требования потребителей, а также на предупреждение любых несоответствий в отношении процессов и их результатов на основе ведения контрольных карт.

Концепция TQM, основанная на принципе "улучшению нет предела", выходит далеко за рамки обеспечения качества и представляет собой широкий набор общих подходов и методов постоянного совершенствования всех сторон деятельности организации для удовлетворения и предвосхищения требований и ожиданий потребителя и общества в целом.

Принципы, основные положения и требования концепции TQM до настоящего времени не регламентированы никакими стандартами. Поэтому в отдельных странах и регионах концепция TQM трактуется по-разному. Так, например, в Европе основной упор в TQM делается на корпоративную (фирменную, деловую) культуру, способствующую процессу непрерывного совершенствования, тогда как в Японии и других восточных странах - на статистические методы, как элемент системы качества, и групповую деятельность в области качества.

Не останавливаясь на описании основных принципов концепции TQM, отметим, что статистические методы входят в совокупность основных методов и приемов TQM. Более того, в концепции TQM статистические методы

рассматриваются как один из важнейших инструментов обеспечения качества, позволяющих:

- осуществлять обработку, всесторонний анализ и осмысление собранных исходных данных с целью превращения их в корректную, объективную и достоверную информацию, не обходимую для принятия обоснованных оперативных и стратегических решений;

- прогнозировать и регулировать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции, начиная с исследования рынка и кончая утилизацией использованной продукции;

- лучше понимать природу, масштаб и причины изменчивости процессов и их результатов. Это может способствовать решению и даже предупреждению проблем, обусловленных изменчивостью процессов, а также служить основой для постоянного улучшения процессов и их результатом планировать проведение и анализировать результаты выборочного контроля продукции;

- развивать так называемое статистическое мышление, основанное на понимании того, что результаты любых измерений и наблюдений всегда содержат неизбежные ошибки и отклонения, что данные без разброса являются недостоверными, что возможности статистических методов ограничены и что выводы, сделанные на основе статистических методов, всегда имеют определенную степень достоверности. Вместе с тем статистическое мышление дает возможность принимать решения в условиях неопределенности, в ситуациях с несколькими вариантами исходов и при этом оценивать риски принятия верных или ошибочных решений.

В концепции TQM предполагается, что для успешной реализации этих возможностей необходимо, чтобы весь без исключений персонал организации - от высшего руководства до рядового рабочего — владел по крайней мере простыми и доступными статистическими методами, например, семью известными элементарными статистическими методами.

Основные тенденции современных концепций и подходов менеджмента качества нашли отражение в стандартах ИСО серии 9000 версии 2000. В этих стандартах воплощены многие положения концепции TQM, в том числе касающиеся статистических методов обеспечения качества. Причем в отличие от стандартов ИСО серии 9000 редакции 1994 г., в которых статистические методы были всего лишь одним из 20 элементов системы качества, в новой версии стандартов статистическим методам придается существенно большее значение, в особенности в части применения статистических методов для сбора, систематизации и обработки информации, используемой для оценивания всех сторон деятельности организации.

Так, в основу новой версии стандартов ИСО серии 9000 положены восемь принципов менеджмента качества, сформулированных на основе анализа и обобщения практики применения концепции TQM ведущими фирмами и компаниями промышленно развитых стран. Одним из этих восьми принципов является метод принятия решений, основанный на фактах, т.е. на достоверной и объективной информации, а не на догадках, предположениях и

интуиции лиц, принимающих решения. Реализация этого принципа требует прежде всего проведения необходимых измерений, сбора и регистрации исходных данных, а затем их обработки и анализа. Как сбор исходных данных, так и последующая их обработка и интерпретация предполагают использование соответствующих статистических методов.

Описание восьми принципов менеджмента качества, а также роли и возможностей статистических методов в понимании природы и причин изменчивости приведено в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000 - 2001 [3]. В этом стандарте отмечается, что статистические методы полезны при измерении, анализе, интерпретации и моделировании изменчивости измеряемых характеристик продукции и процессов даже при относительно ограниченном количестве данных.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9001 - 2001 [4] имеется требование, согласно которому организация должна использовать статистические методы для анализа данных, в том числе для проверки характеристик продукции.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 9004 - 2001 [5] утверждает, что организация должна с помощью соответствующих статистических методов анализировать данные от различных источников, что необходимо для обеспечения возможности принятия решений, основанных на фактах.

Анализ данных помогает выявить причины проблем и, следовательно, разработать эффективные корректирующие и предупреждающие действия. Это может потребовать анализа продукции, процессов, операций и зарегистрированных данных о качестве.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Статистические методы, основанные на теории вероятностей и математической статистики, могут быть использованы на всех этапах жизненного цикла продукции для оценки и учета степени ее неоднородности или вариабельности ее характеристик относительно требуемых значений или номиналов, а также учета настроенности и изменчивости процессов ее создания. Применение статистических методов позволяет с заданной степенью точности и достоверности

судить о состоянии исследуемых явлений (объектов, процессов) в системе качества,

прогнозировать и регулировать возникновение проблем в области качества
вырабатывать оптимальные управленческие решения не на основе эмоций, ощущений и интуиции, а на основе изучения фактических данных, тенденций и закономерностей.

В настоящее время в мировой практике статистические методы наиболее широко применяются для решения следующих инженерных и производственных задач:

- осуществление сбора и регистрации исходных данных в виде, удобном для их последующего анализа и осмысления;

- проведение анализа и оценки качества продукции с помощью статистической обработки информации о качестве продукции, имеющей несомненно случайный характер;

—осуществление планирования и анализа результатов выборочного контроля качества продукции на различных этапах производственного процесса;

—применение процедур статистического анализа, регулирования и управления технологическими процессами;

—проведение оценки точности, настроенности и стабильности технологических процессов, а также оценки идентичности работы однотипного технологического оборудования;

- прогнозирование и контроль надежности продукции.

Применяемые для решения перечисленных задач статистические методы в большинстве случаев регламентированы международными и государственными стандартами. Описанию этих методов, исключая методы расчета надежности изделий и испытания их на надежность, и посвящены последующие разделы книги.

Здесь же уместно указать, что современные концепции менеджмента качества с целью снижения затрат на разработку качественной конкурентоспособной продукции, возможности максимально полного учета пожеланий потребителя и сокращения сроков создания и выхода на рынок продукции рекомендуют применять кроме статистических методов обеспечения качества, также и специальные методы и средства разработки и анализа проектируемых изделий и процессов. К этим средствам и методам, которые нельзя в полной мере назвать статистическими, относят, например:

- метод распределения (структурирования, развертывания) функции качества (QFD);

- анализ причин и последствий отказов (FMEA);

- методы Г. Тагути;

- функционально-стоимостной анализ.

СЕМЬ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Из множества статистических методов для решения проблем, связанных с обеспечением качества продукции, К. Исикава отобрал и рекомендовал для использования непосредственно на рабочих местах семь наиболее простых и эффективных. К этим методам относятся:

- контрольные листки;

- диаграммы Парето;

- причинно-следственные диаграммы;

- гистограммы;

- диаграммы разброса;

- стратификация (расслоение) данных;

- контрольные карты.

К. Исикава [60], основываясь на опыте своей деятельности в области менеджмента качества, утверждает, что "95% всех проблем фирмы могут быть решены с помощью этих семи методов".

Основное назначение семи элементарных статистических методов обеспечения качества - регистрация и анализ исходных статистических данных и предоставление фактического материала для корректировки и постоянного улучшения производственных процессов. Следует подчеркнуть, что применение этих методов не требует от производственного персонала какой-либо специальной подготовки в области математической статистики и теории вероятностей.

Краткое рассмотрение сути этих семи методов логично начать с контрольных листков. Дело в том, что применению любого статистического метода предшествуют сбор, регистрация и осмысление исходных данных. Однако человек обычных способностей не в состоянии охватить и сравнить одновременно большие множества данных. Поэтому массивы данных трудно анализировать, пока они не представлены в какой-нибудь наглядной и понятной форме. Контрольный листок как раз и является инструментом, позволяющим представлять исходные данные в наглядной и удобной для последующего анализа форме.

1.4.1 Контрольные листки

Контрольный листок представляет собой бланк, позволяющий с помощью пометок или простых символов регистрировать исходные статистические данные. Применение контрольных листков упрощает процесс сбора данных и обеспечивает автоматическое упорядочивание данных, что облегчает их дальнейшее использование для оценки и анализа результатов наблюдений и контроля.

Форма бланка контрольного листка в зависимости от цели сбора статистических данных может быть самой разнообразной. Важно, чтобы она была простой, не затрудняла заполнение контрольного листка, была удобной для последующего анализа зафиксированных в контрольном листке данных. Простейшим примером контрольного листка может служить график температуры больного.

Диапазон использования контрольных листков очень широк. Они могут применяться, например, для регистрации распределения значений измеряемого параметра, видов, причин и места расположения несоответствий контролируемых изделий, типов отказавших деталей в изделии и т.д.

На рис. 1.1 в качестве примера приведен контрольный листок, в котором зарегистрированы результаты измерений размера

	Отклонение	Замеры												Частота		
		5			10			15			20					
	-0,010															
	-0,009															
	-0,008															
	-0,007															
	-0,006															
	-0,005	X														1
	-0,004	X	X													2
	-0,003	X	X	X	X											4
	-0,002	X	X	X	X	X	X									6
	-0,001	X	X	X	X	X	X	X	X	X						9
8,300	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				11
	0,001	X	X	X	X	X	X	X	X							8
	0,002	X	X	X	X	X	X									7
	0,003	X	X	X												3
	0,004	X	X													2
	0,005	X														1
	0,006	X														1
	0,007															
	0,008															
	0,009															
	0,010															
															Итого	55

Рис.1.1 Контрольный листок для регистрации распределения измеряемого параметра в ходе производственного процесса

подвергнувшихся механической обработке деталей с номинальным размером $8,300 \pm 0,008$ [64]. При ведении этого контрольного листка каждый раз, когда измерялся контролируемый размер очередной обрабатываемой детали, в соответствующую клеточку контрольного листка ставился крест.

Следует отметить, что ведение контрольных листков не связано со значительными затратами труда и времени, поскольку речь идет только о регистрации на специальном бланке результатов контроля, которая все равно проводится контрольным мастером или рабочим.

1.4.2 Диаграмма Парето

Диаграмма Парето основана на принципе Парето, согласно которому из-за небольшого числа (-20%) причин или источников изменчивости процессов зачастую возникает большинство (-80%) последствий. Поэтому на практике усилия по решению проблем следует концентрировать на главных источниках изменчивости, временно игнорируя "второстепенное большинство".

Диаграмма Парето строится в прямоугольной системе координат. По оси абсцисс откладывают равные отрезки, соответствующие выявленным причинам, а по оси ординат - величину их вклада в решаемую проблему. В результате получается диаграмма в виде столбикового графика, высота столбиков которого уменьшается слева направо. Для показа накопленного влияния причин последовательно суммируют высоту всех столбиков и получают ломаную кумулятивную кривую (кривую Парето). Показывая в понятной и наглядной форме относительное влияние каждой причины на решаемую проблему, диа-

грамма Парето позволяет выявить те причины, от которых в первую очередь зависит решение проблемы и на устранение которых следует направлять усилия прежде всего.

По существу, диаграмма Парето — простой графический метод, предусматривающий ранжирование всех потенциальных источников изменчивости или причин в соответствии с их вкладом в стоимость решения проблемы или в изменчивость процесса.

В условиях производства диаграмму Парето часто используют для анализа причин брака, поскольку она позволяет в удобной форме представить уровень брака в зависимости от причин появления брака. В качестве примера на рис. 1.2 приведена диаграмма Парето по видам причин брака продукции. Из приведенной диаграммы следует, что, устранив первые два вида причин брака, можно снизить уровень брака на 75%.

При построении диаграммы Парето важно, чтобы вклад группы "прочие причины" был незначительным. В противном случае необходимо собрать дополнительный статистический материал по каждой причине появления брака и уточнить ранжирование причин брака.

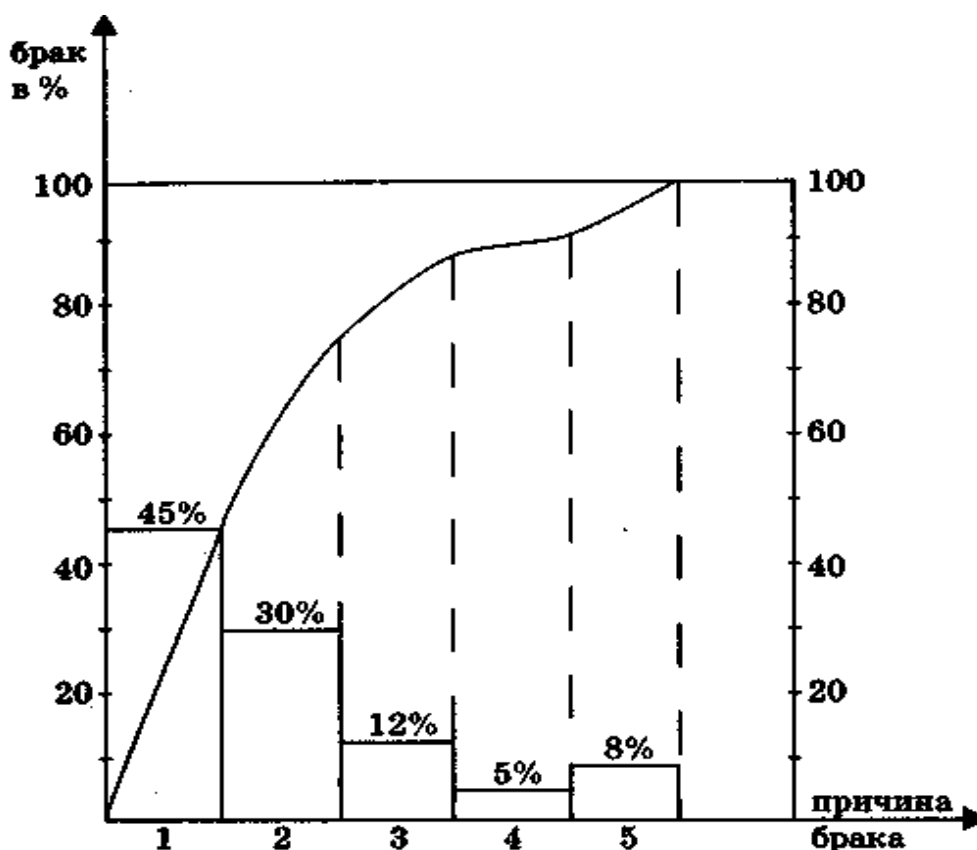


Рис.1.2 Диаграмма Парето по видам, причин брака

Причины брака:

- 1- нарушение технологической дисциплины;
- 2- неудачная конструкция технологической оснастки;
- 3- дефекты сырья;
- 4- недостаточное освещение;
- 5 прочие причины

Следует отметить, что диаграмма Парето является не только эффективным средством решения проблемы, но и позволяет наглядно демонстрировать эффективность мероприятий, предпринимаемых для решения проблемы. Для этого достаточно визуально сравнить диаграммы Парето, построенные до и после проведения соответствующих мероприятий. В ряде случаев для проведения анализа возможных причин, приводящих к каким-то следствиям, оказывается целесообразным диаграмму Парето применять совместно с причинно-следственной диаграммой.

1.4.3 Причинно-следственная диаграмма

Причинно-следственная диаграмма (схема Исикавы) позволяет разделить проблему, требующую своего решения, на отдельные фрагменты, выявить и сгруппировать условия и факторы, влияющие на проблему, и провести причинно-следственный анализ. Цель построения диаграммы - соотнести причины с результатами (следствиями).

Применительно к задачам статистического управления процессами причинно-следственная диаграмма - это простое средство для индивидуального или группового решения проблем, используя графическое описание различных элементов процесса для анализа потенциальных источников изменчивости.

На диаграмме изучаемая проблема условно изображается в виде прямой горизонтальной стрелки, факторы и условия, которые прямо или косвенно влияют на проблему, - наклонными стрелками, а причины, влияющие на эти факторы (причины второго и последующих порядков), - короткими горизонтальными стрелками. При построении диаграммы следует учитывать даже кажущиеся незначительными факторы, поскольку на практике довольно часто встречаются случаи, когда решение проблемы обеспечивается устранением нескольких, на первый взгляд, несущественных причин.



Рис.1.3 Причинно-следственная диаграмма

При построении причинно-следственной диаграммы применительно к процессу производства продукции необходимо учитывать факторы, влияющие на качество продукции, - комплектующие изделия и материалы, производственное оборудование, методы осуществления технологических операций, условия труда, производственный персонал, контрольно-измерительное оборудование и т. д.

На рис.1.3 для примера приведена причинно-следственная диаграмма, используемая при анализе брака. Обычно подробно детализированная диаграмма имеет форму рыбьего скелета, поэтому ее называют "рыбьей костью" или "рыбьим скелетом".

Следует отметить, что сложные причинно-следственные диаграммы целесообразно анализировать с помощью метода стратификации, т.е. с помощью расслоения диаграммы по различным факторам и условиям.

1.4.4 Гистограммы

Гистограмма - это столбиковая диаграмма (ступенчатый многоугольник), наглядно показывающая распределение результатов измерения контролируемого параметра. Для построения гистограммы весь диапазон измеренных значений контролируемого параметра (число измерений должно быть не менее 30) разбивается на одинаковые интервалы, откладываемые по оси абсцисс.

Для каждого интервала строят прямоугольник с высотой, равной частоте попадания измеренных значений в данный интервал. Если измеренное значение контролируемого параметра находится в точности на границе двух интервалов, то условно можно придерживаться следующего порядка: в каждый интервал включаются те измеренные значения, которые больше величины нижней границы интервала и меньше или равны верхней.

При выборе количества интервалов необходимо иметь в виду, что при большом числе интервалов картина распределения измеренных значений контролируемого параметра может быть искажена случайными выбросами, а при малом числе интервалов характерные особенности распределения могут быть искажены. Количество интервалов рекомендуется выбирать примерно равным квадратному корню из числа проведенных измерений и обычно находится в пределах от пяти до 20.

В качестве примера на рис. 1.4 представлена гистограмма распределения измеренных значений диаметра 90 стальных осей, обрабатываемых на токарном станке [64].

Благодаря наглядности и легкости построения, гистограммы широко применяются при анализе распределения различных контролируемых параметров. Они дают много полезной информации о разбросе контролируемых параметров, о точности, стабильности и возможностях технологических процессов. При нанесении на гистограмму границ поля допуска на контролируемый параметр можно приблизительно оценить долю несоответствующей продукции, равную суммарной площади части гистограммы, выходящей за пределы поля допуска.

Для получения объективной и достоверной информации о скрытых причинно-следственных связях применяют расслоение гистограммы. Если, например, в партии изделий, изготовленных на нескольких станках, обнаружены несоответствующие изделия, то для определения доли несоответствующих изделий, приходящихся на каждый станок, необходимо произвести расслоение гистограммы по станкам.

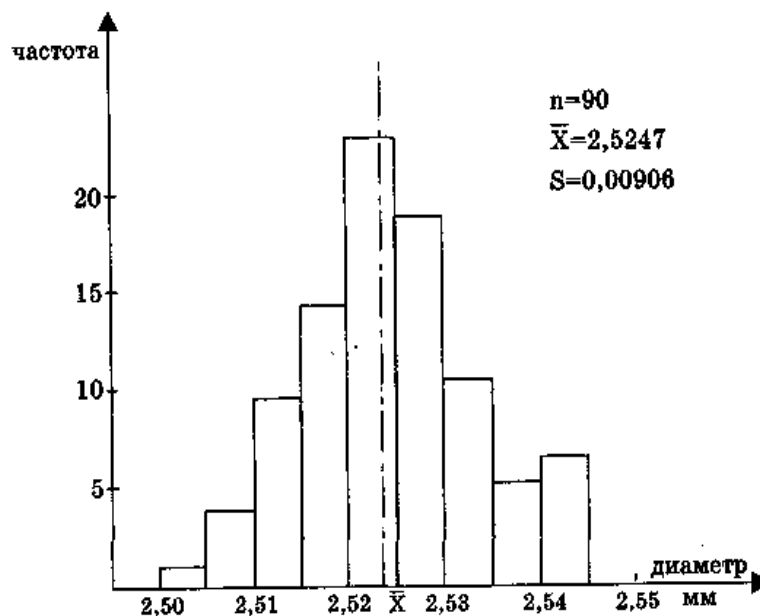


Рис. 1.4 Гистограмма

1.4.5 Диаграммы, разброса

Диаграмма разброса (рассеивания) - это графическое представление множества пар данных двух переменных величин, позволяющее определить вид и степень связи между этими двумя переменными. Диаграммы разброса используются для выявления зависимости между показателями качества и влияющими на них факторами, при анализе причинно-следственной диаграммы и при проведении корреляционного и регрессионного анализа.

Диаграмма разброса строится в таком порядке: по оси абсцисс откладывается значение одной переменной x_i (чаще всего независимой переменной), а по оси ординат другой переменной y_i (зависимой переменной) и на графике получаем одну точку. Проведя такие построения для всех n (обычно $n \geq 30$), значений двух переменных величин, получают совокупность точек, разбросанных по координатному полю ("полю корреляции").

Если зависимость между переменными величинами имеется, то "поле корреляции" вытянуто и направление "вытянутости" не совпадает с направлением осей координат (рис. 1.5).

Если же величины независимы, то "поле корреляции" или параллельно одной из осей координат, или имеет форму круга.

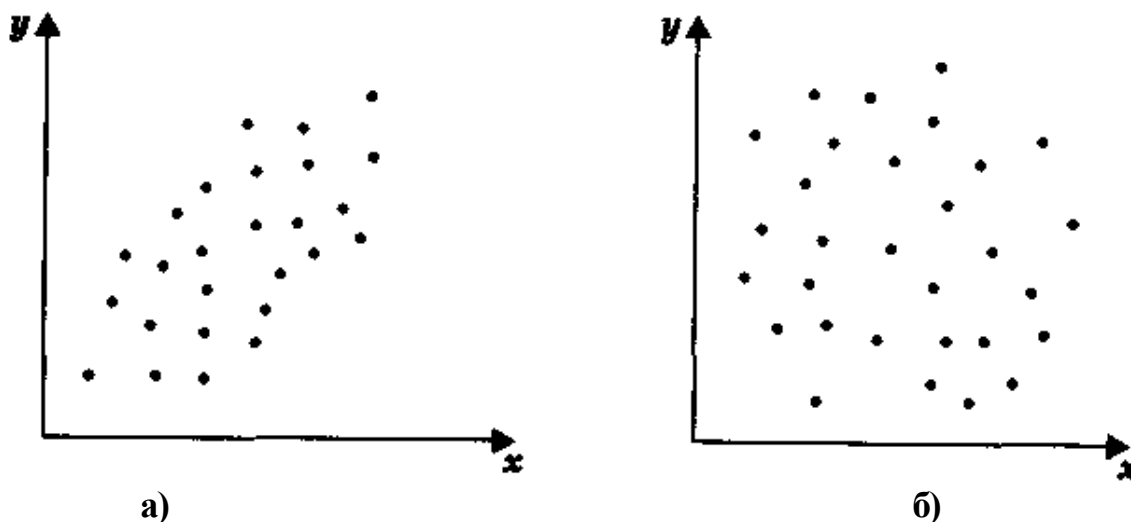


Рис.1.5 Диаграмма разброса

а - сильная положительная корреляция; б - отсутствие корреляции

На практике обычно производится визуальный анализ диаграмм разброса.

Характер корреляционной зависимости, определяемый видом диаграммы разброса, дает качественное представление о том, каким изменениям будет подвержена одна из переменных величин при определенных изменениях другой. Количественная оценка степени связи между двумя переменными величинами осуществляется с помощью коэффициента корреляции, который принято вычислять по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}}$$

Коэффициент корреляции принимает значения в пределах $-1 \leq r_{xy} \leq 1$, причем в случае сильной положительной корреляции r_{xy} принимает значение, близкое к +1, а в случае сильной отрицательной корреляции - близкое к -1. Значение $r_{кр}$ близкое к нулю, свидетельствует об отсутствии связи между переменными величинами x и y .

Таким образом, диаграмма разброса позволяет визуально устанавливать, есть ли в действительности зависимость между двумя переменными величинами и приблизительно оценить степень этой зависимости. Поэтому диаграммы разброса незаменимы при анализе причинно-следственных связей. Важно отметить, что построение диаграмм разброса и их визуальный анализ требуют известного опыта, аккуратности и осторожности.

1.4.6 Метод стратификации (расслоения) данных

Под стратификацией (расслоением) данных понимают разбиение собираемых статистических данных на отдельные группы (слои) в зависимости от условий их получения и проведение анализа каждой полученной группы данных в отдельности. Применение метода расслоения облегчает определение

источников вариации в собираемых данных и способствует получению достоверной и корректной информации об исследуемом процессе.

В зависимости от особенностей анализируемой проблемы находят применение различные методы расслоения. В условиях производства данные о качестве изготавливаемой продукции целесообразно разделять в зависимости от факторов, влияющих на качество, - производственное оборудование, с помощью которого изготавливается продукция, квалификация исполнителей, качество исходных материалов, условия производства и др. Такое расслоение позволяет выяснить истинную причину нежелательного разброса параметров и несоответствий производимой продукции.

Следует иметь в виду, что при проведении расслоения статистических данных необходимо стремиться к тому, чтобы различия между данными в каждом отдельном слое были минимальны, а между данными различных слоев - возможно большими.

На практике нередко имеют место случаи, когда метод стратификации оказывается целесообразно использовать многократно, расслаивая данные по различным факторам и условиям, влияющим на исследуемую проблему, а сравнительный анализ расслоенных данных осуществлять с помощью диаграмм Парето, контрольных карт, гистограмм, диаграмм разброса и т.д. для каждого слоя данных.

1.4.7 Контрольные карты

Одним из наиболее эффективных методов контроля за состоянием процесса во времени является метод, основанный на построении и анализе контрольных карт. В отличие от рассмотренных выше методов контрольные карты позволяют воздействовать на процесс до того, как он выйдет из-под контроля, и тем самым предупреждать отклонения процесса от предъявляемых к нему требований. Вопросы построения и применения контрольных карт подробно рассмотрены в четвертой главе.

В заключение следует отметить, что описанные выше семь элементарных статистических методов в зарубежной практике находят применение не только в производстве, но и в других областях деятельности, например, в проектировании, планировании, маркетинге, снабжении, обслуживании и др. В последние годы эти методы наконец-то стали применяться и отечественными организациями [55,59].

1.5 КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Многие специалисты в области менеджмента качества полагают, и с ними трудно не согласиться, что эффективное применение статистических методов обеспечения качества практически невозможно без их компьютеризации [65,66,68,71,78,79 и др.]. Особенно актуальна задача компьютеризации статистических методов обеспечения качества для отечественных организаций, поскольку с помощью нее удастся преодолеть большинство из тех трудностей, с которыми сталкиваются отечественные организации в процессе освоения статистических методов. Это предоставляет отечественным организациям уникальную возможность и создает исключительно благоприятные условия для

решения задачи компьютеризации статистических методов обеспечения качества. И если отечественные организации не воспользуются такой возможностью, то им вряд ли можно надеяться на эффективное применение статистических методов обеспечения качества, что в стандартах ИСО серии 9000 рассматривается как гарантия стабильности качества изготавливаемой продукции.

Использование персональных компьютеров позволяет принципиально изменить подход к освоению отечественными организациями статистических методов обеспечения качества и успешно решать следующие задачи их эффективного применения. Прежде всего компьютеризация статистических методов обеспечения качества, в том числе и достаточно сложных в математическом отношении, делает их доступными для производственного персонала, не имеющего профессиональной подготовки в области прикладной статистики, и тем самым позволяет преодолеть изначальное неприятие этих методов и негативное к ним отношение со стороны производственников.

При этом существенное упрощение процесса освоения производственным персоналом статистических методов обеспечения качества достигается благодаря освобождению непосредственных исполнителей (рабочих, операторов, наладчиков, контролеров) от необходимости выполнения рутинных, утомительных и трудоемких операций, связанных с проведением вычисления выборочных значений среднего арифметического и стандартного отклонения, положения контрольных границ на контрольной карте, точности, стабильности и настроенности технологических процессов и др.;

— применению системы подсказок, высвечиваемых на экране дисплея персонального компьютера в случае ошибочных действий персонала;

- наглядности представления на экране дисплея результатов обработки и анализа исходной информации, например, в виде гистограмм, диаграммы Парето, контрольной карты и др.;

сокращению разрыва между высококвалифицированными специалистами в области применения статистических методов, нередко приглашенных со стороны, и производственным персоналом организации, непосредственно занятым применением статистических методов и не владеющих не только тонкостями, но и основами статистических методов.

С помощью применения персональных компьютеров удастся в полной мере реализовать заложенный в стандартах ИСО серии 9000 версии 2000 года принцип принятия решений на основе достоверной и объективной информации. Дело в том, что большая скорость обработки и анализа информации с помощью персональных компьютеров дает возможность:

- учитывать и оперативно обрабатывать все имеющиеся исходные данные наблюдений;

- практически полностью исключить возможность преднамеренного искажения персоналом организации результатов обработки и анализа исходных данных;

- отказаться от применявшихся ранее из-за большой трудоемкости ручных расчетов упрощенных методов обработки и анализа исходных данных.

Благодаря этому удается радикально улучшить качество не искаженной человеческой интерпретацией информации, позволяющей своевременно принимать оптимальные управленческие решения.

Компьютеризация процесса планирования выборочного контроля освобождает персонал от необходимости использования громоздких стандартов на методы выборочного контроля, содержащих большое число таблиц, графиков, номограмм и вместе с тем далеко не полностью охватывающих все многообразие практических ситуаций. Вместо затруднительного поиска параметров необходимого плана выборочного контроля в стандарте пользователю предоставляется возможность в диалоговом режиме работы с компьютером, задавая только исходные данные, получать на экране дисплея или в виде распечатки параметры допустимых и оптимальных планов выборочного контроля для конкретных ситуаций и все необходимые комментарии и подсказки. При этом удается получать более точные планы, не ограниченные возможностями таблиц и графиков стандартов, и что особенно важно, представляется возможность осуществлять планирование выборочного контроля персоналу, не имеющему специальной подготовки в области прикладной статистики.

Следует отметить, что прогресс в развитии вычислительной техники способствовал также появлению современного контрольно-измерительного и испытательного оборудования с цифровым выходом. При использовании такого оборудования представляется возможным результаты контроля и испытаний в цифровой форме непосредственно вводить в персональный компьютер. Это позволяет полностью автоматизировать, например, процесс построения, ведения и интерпретации контрольных карт, сбора, х

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Скворцов А.В. Автоматизация управления жизненным циклом продукции: учебник. – М.: Академия, 2011. – 304 с.
2. Лазарева Т.Я. Интегрированные системы проектирования и управления в машиностроении. Структура и состав: учебное пособие/ Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 236 с.
3. Колчин А.Ф. Управление жизненным циклом продукции/ А.Ф. Колчин, М.В. Овсянников, А.Ф. Стрекалов, В.В. Сумароков. – М.: Анахарсис, 2002. – 320 с.
4. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А.Красовского.- М.: Наука, 1987.- 712 с.
5. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / Под ред. А.С.Клюева.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 346 с.