

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт машиноведения  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ИМАШ УрО РАН)

Экз. № 1

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИМАШ УрО РАН,  
д.т.н.  
  
С.В. Смирнов

«07»  2018 г.



**ДОКУМЕНТИРОВАННАЯ ПРОЦЕДУРА**

---

**СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА  
СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

**ДП СМК-1/02-2018  
на 19 страницах**

---

## **Предисловие**

### **1 РАЗРАБОТАН:**

Заместителем директора по научной работе  
ИМАШ УрО РАН

### **2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:**

приказом директора ИМАШ УрО РАН  
№ 3/1 от 03 апреля 2018 г.

### **3 РЕДАКЦИЯ № 02**

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен и тиражирован без разрешения руководства Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения Уральского отделения Российской академии наук (ИМАШ УрО РАН).

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения.....	4
2	Нормативные ссылки.....	4
3	Определения и сокращения .....	5
4	Общие положения .....	5
5	Основные применяемые статистические методы контроля.....	6
	5.1 Контрольный листок.....	6
	5.2 Временной ряд.....	7
	5.3 Диаграмма Парето.....	7
	5.4 Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы).....	10
	5.5 Метод взвешенных бальных оценок.....	12
	5.6 Диаграмма рассеивания.....	15
6	Организация применения статистических методов контроля.....	16
	Лист регистрации изменений.....	20

## ДОКУМЕНТИРОВАННАЯ ПРОЦЕДУРА

---

ДП СМК-1/02-2018

Система менеджмента качества

### СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

---

Дата введения 03.04.2018 г. Приказ № 3/1 от 03.04.2018 г.

#### 1 Область применения

1.1 Настоящая процедура устанавливает виды, порядок выбора и применения статических методов, применяемых в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте машиноведения Уральского отделения Российской академии наук (ИМАШ УрО РАН) (далее по тексту - институт) для контроля исследований и разработки военной продукции.

1.2 Настоящая процедура распространяется на деятельность должностных лиц и структурных подразделений института, входящих в область применения системы менеджмента качества (СМК).

#### 2 Нормативные ссылки

В настоящем документе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15895-77 Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения

ГОСТ РВ 0015-002-2012 СРПП ВТ. СМК. Общие требования.

ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования.

### 3 Определения и сокращения

3.1 В настоящем документе применяются следующие термины с соответствующими определениями:

- 3.1.1 **статистический контроль качества** – контроль качества при котором используются статистические методы.
- 3.1.2 **статистически управляемый процесс** – технологический процесс, в котором с помощью статистического регулирования обеспечивается точность и стабильность контролируемых параметров.
- 3.1.3 **контрольный листок** – бумажный бланк, на котором заранее напечатаны контролируемые параметры.
- 3.1.4 **диаграмма Парето** – картина распределения потерь, связанных с дефектной продукцией и затратами на ее производство.
- 3.1.5 **причинно-следственная диаграмма** – ПСД (диаграмма Исикавы, диаграмма “рыбий скелет”) для изображения причин и следствий.
- 3.1.6 **диаграмма рассеивания** – позволяет оценить зависимость между двумя переменными и понять ситуацию в целом.
- 3.1.7 **временной ряд (линейный график)** – это самый простой способ представления хода изменения наблюдаемых данных за определенный период времени.

3.2 В настоящей ДП приняты следующие сокращения:

- ДП – документированная процедура;
- СМК – система менеджмента качества;
- НИР – научно-исследовательская работа;
- ОКР – опытно-конструкторская работа;
- КС – координационный совет

### 4 Общие положения

4.1 Процедура, описываемая в настоящем документе, устанавливает методы контроля процессов, связанных с исследованиями и разработкой в области создания продукции оборонного назначения.

4.2 Цель процедуры – определить и оценить информацию об отклонениях действительных значений от заданных или их совпадении и результатах анализа.

4.3 Настоящий документ описывает шесть простых статистических методов обработки

данных:

- контрольный листок;
- временной ряд;
- диаграмма Парето;
- причинно-следственная диаграмма Исикавы;
- метод взвешенных бальных оценок;
- диаграмма рассеивания;

которые позволяют по ограниченному числу наблюдений проводить анализ информации и принимать обоснованные решения при управлении качеством производимой продукции и выполняемых работ, и содержит рекомендации по их применению.

4.4 Для применения этих методов при решении научно-технических, экономических и организационных проблем не требуется специализированной подготовки, поэтому ими могут свободно владеть и применять на практике все сотрудники института.

## **5 Основные применяемые статистические методы контроля**

### **5.1 Контрольный листок**

Контрольный листок - бумажный бланк, на котором заранее напечатаны контролируемые параметры, так, чтобы можно было легко и точно записать данные измерений.

Используется при проведении текущего контроля поставщиков, кадров и т. д. Форма листков разрабатывается в зависимости от поставленной задачи с целью сбора конкретных данных, необходимых и достаточных для решения поставленного вопроса.

- К регистрации и обработке данных предъявляются следующие требования:
- результаты контроля должны относиться к конкретному процессу;
- информация должна быть понятна и читаема другими;
- затрачиваемое время на заполнение контрольного листка должно быть минимально;
- форма листка должна позволять осуществлять первичную обработку информации для контроля за процессом;
- при обработке информации должны применяться автоматизированные методы.

Преимущества контрольного листка:

- способы заполнения предельно просты (например, значки: v, /, +, или простые цифры);
- число характеристик контроля минимально;
- форма бланка проста для заполнения, чтения, проверки, а также удобна для суммирования и анализа данных.

Таблица 1 – Пример. Контрольный листок анализа поставщиков:

Критерий анализа	ООО «XXX»	ООО «УУУ»	ИП XXX
Время работы на рынке (лет)	5	12	2
Время работы на рынке определенных товаров, работ, услуг (лет)	5	7	2
Наличие лицензий, сертификатов (шт.)	1	3	0
Итого: (баллы)	11	22	4

### 5.2. Временной ряд.

Временной ряд предназначен для последовательного представления изменения данных во времени. Точки наносятся на график в том порядке, в котором они были собраны.

Одним из наиболее эффективных применений временного ряда является выявление существенных тенденций или изменений средней величины (рисунок 1).

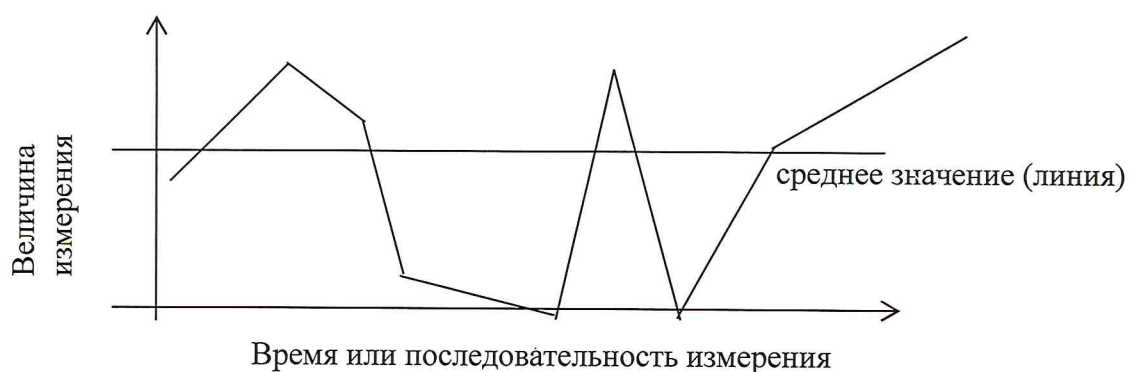


Рисунок 1 – Временной ряд

### 5.3 Диаграмма Парето

Диаграмма Парето позволяет распределить усилия для разрешения возникающих проблем и установить основные факторы, с которых нужно начинать действовать с целью преодоления возникающих проблем.

Различают два вида диаграмм Парето:

**А. Диаграмма Парето по результатам деятельности.** Предназначена для выявления главной проблемы и отражает нежелательные результаты деятельности, связанные:

- с качеством (дефекты, ошибки, отказы, рекламации, возвраты продукта);

- с себестоимостью (объем потерь; затраты);
- сроками;
- безопасностью (несчастные случаи, трагические ошибки, аварии).

**Б. Диаграмма Парето по причинам.** Отражает причины проблем, возникающих в ходе процесса, и используется для выявления главной из них:

- исполнитель работы: возраст, опыт работы, квалификация, индивидуальные характеристики;
- оборудование: оснастка техникой, программным обеспечением и т.п., организация использования, модели, штампы;
- метод работы: условия процесса, приемы работы, последовательность операций;

Построение диаграммы Парето начинают с классификации возникающих проблем по отдельным факторам (например, проблемы, относящиеся к браку; проблемы, относящиеся к работе оборудования или исполнителей, и т.д.). Затем следуют сбор и анализ статистического материала по каждому фактору, чтобы выяснить, какие из этих факторов являются приоритетными. В прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладывают равные отрезки, соответствующие рассматриваемым факторам, а по оси ординат — величину их вклада в решаемую проблему. При этом порядок расположения факторов таков, что влияние каждого последующего фактора, расположенного по оси абсцисс, уменьшается по сравнению с предыдущим фактором (или группой факторов). В результате получается диаграмма, столбики которой соответствуют отдельным факторам, являющимся причинами возникновения проблемы, и высота столбиков уменьшается слева направо. Затем на основе этой диаграммы строят кумулятивную кривую.

Построение диаграммы Парето состоит из следующих этапов.

**Этап 1.** Сначала следует решить:

1. какие проблемы необходимо исследовать (например, дефекты программы, потери в деньгах, несчастные случаи);
2. какие данные нужно собрать и как их классифицировать (например, по видам дефектов, по месту их появления, по процессам, по работникам, по технологическим причинам, по оборудованию; нечасто встречающиеся признаки объединяют под общим заголовком «прочие»);
3. определить метод и период сбора данных.

**Этап 2.** Разработка контрольного листка для регистрации данных с перечнем видов собираемой информации.



**Этап 3.** Заполнение листка регистрации данных и подсчет итогов.

**Этап 4.** Разработка таблицы для проверок данных с графами для итогов по каждому проверяемому признаку в отдельности, накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов.

**Этап 5.** Расположение данных, полученных по каждому проверяемому признаку, в порядке значимости и заполнение таблицы.

**Этап 6.** Нанесение горизонтальной и вертикальной осей.

Вертикальная ось содержит проценты, а горизонтальная — интервалы в соответствии с числом контролируемых признаков.

Горизонтальную ось разбивают на интервалы в соответствии с количеством контролируемых признаков.

**Этап 7.** Построение столбиковой диаграммы

**Этап 8.** Проведение на диаграмме кумулятивной кривой (кривой Парето)

**Этап 9.** Нанесение на диаграмму всех обозначений и надписей, касающихся диаграммы (название, разметка числовых значений на осях, наименование контролируемого изделия, имя составителя диаграммы), и данных (период сбора информации, объект исследования и место его проведения, общее число объектов контроля).

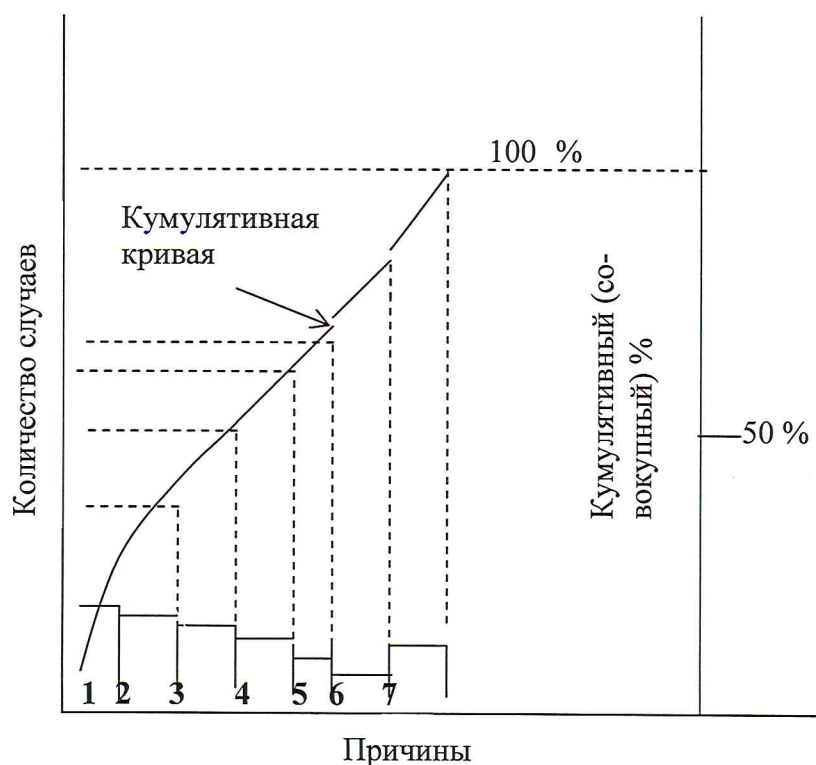


Рисунок 2 – Диаграмма Парето

## 5.4. Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы)

5.4.1 Причинно-следственная диаграмма - это ключ к решению возникающих проблем.

5.4.2 Диаграмма позволяет в доступной форме систематизировать все потенциальные причины рассматриваемых проблем, выделить самые существенные и провести поуровневый поиск первопричины.

5.4.3 В соответствии с принципом Парето, среди множества потенциальных причин (причинных факторов, по Исикаве), порождающих проблемы (следствие), лишь две-три являются наиболее значимыми, их поиск и должен быть организован. Для этого осуществляется:

- сбор и систематизация всех причин, прямо или косвенно влияющих на исследуемую проблему;
- группировка этих причин по смысловым и причинно-следственным блокам;
- ранжирование их внутри каждого блока;
- анализ получившейся картины.

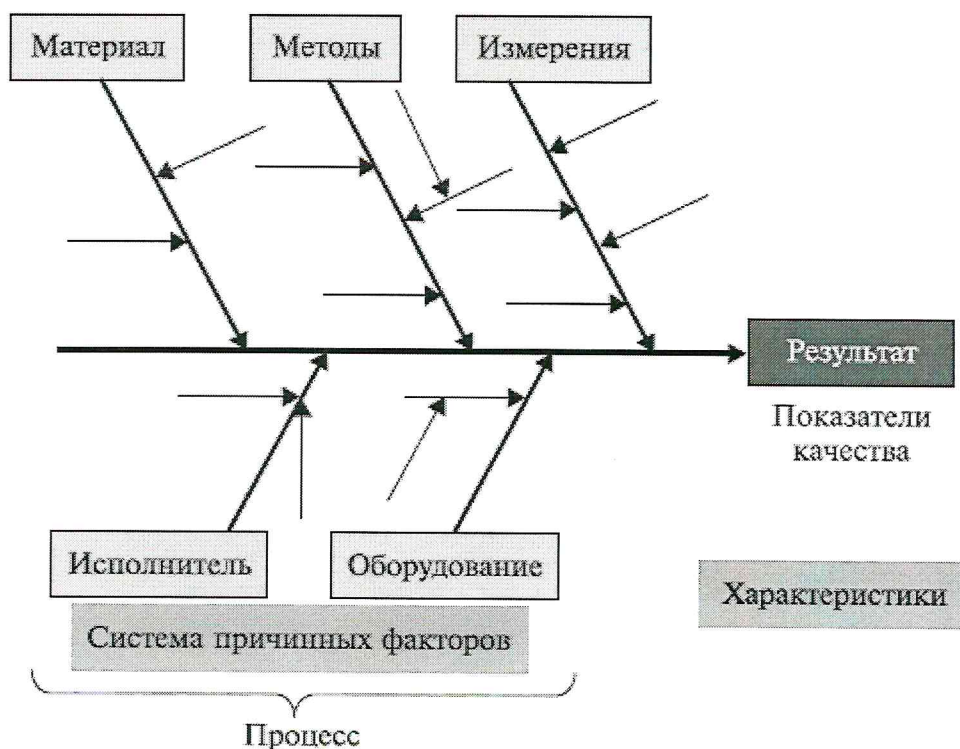


Рисунок 3 – Причинно-следственная диаграмма ("рыбный скелет")

#### 5.4.4 Общие правила построения:

- Прежде чем приступать к построению диаграммы, все участники должны прийти к единому мнению относительно формулировки проблемы.
- Изучаемая проблема записывается с правой стороны в середине чистого листа бумаги и заключается в рамку, к которой слева подходит основная горизонтальная стрелка - "хребет" (диаграмму Исикавы из-за внешнего вида часто называют "рыбьим скелетом").
- Наносятся главные причины (причины уровня 1), влияющие на проблему, - "большие кости". Они заключаются в рамки и соединяются наклонными стрелками с "хребтом".
- Далее наносятся вторичные причины (причины уровня 2), которые влияют на главные причины ("большие кости"), а те, в свою очередь, являются следствием вторичных причин. Вторичные причины записываются и располагаются в виде "средних костей", примыкающих к "большим". Причины уровня 3, которые влияют на причины уровня 2, располагаются в виде "мелких костей", примыкающих к "средним", и т. д. (Если на диаграмме приведены не все причины, то одна стрелка оставляется пустой).
- При анализе должны выявляться и фиксироваться все факторы, даже те, которые кажутся незначительными, так как цель схемы - отыскать наиболее правильный путь и эффективный способ решения проблемы.
- Причины (факторы) оцениваются и ранжируются по их значимости, выделяя особо важные, которые предположительно оказывают наибольшее влияние на показатель качества.
- В диаграмму вносится вся необходимая информация: ее название; наименование работы; имена участников; дата и т. д.

#### 5.4.5 Дополнительная информация:

- Процесс выявления, анализа и объяснения причин, является ключевым в структурировании проблемы и переходу к корректирующим действиям.
- Задавая при анализе каждой причины вопрос "почему?", можно определить первопричину проблемы (по аналогии с выявлением главной функции каждого элемента объекта при функционально-стоимостном анализе).
- Способ взглянуть на логику в направлении "почему?" состоит в том, чтобы рассматривать это направление в виде процесса постепенного раскрытия всей цепи последовательно связанных между собой причинных факторов, оказывающих влияние на проблему качества.

#### 5.4.6 Достоинства метода

Диаграмма Исикавы позволяет:

- стимулировать творческое мышление;
- представить взаимосвязь между причинами и сопоставить их относительную важность.
- в результате получить информацию, необходимую для принятия управляющих решений.

#### 5.5 Система взвешенных балльных оценок

Применяется для контроля научно-технической результативности выполнения НИР и производится на основе сопоставления достигнутых в результате выполнения НИР технических параметров с базовыми, т.е. теми, которые можно было реализовать до выполнения НИР.

Таблица 2 – Пример

Фактор научной результативности	Коэф. значимости фактора	Качество фактора	Характеристика фактора	Коэф. достигнутого уровня
Новизна полученных результатов	0,5	Высокая	Принципиально новые результаты, новая теория, открытие новой закономерности	1,0
		Средняя	Некоторые общие закономерности, методы, способы, позволяющие создать принципиально новую продукцию	0,7
		Недостаточная	Положительное решение на основе простых обобщений, анализа связей факторов, распространение известных принципов на новые объекты	0,3
		Тривиальная	Описание отдельных факторов, распространение ранее полученных результатов, реферативные обзоры	0,1

Глубина научной проработки	0,35	Высокая	Выполнение сложных теоретических расчетов, проверка на большом объеме экспериментальных данных	1,0
		Средняя	Невысокая сложность расчетов, проверка на небольшом объеме экспериментальных данных	0,6
		Недостаточная	Теоретические расчеты просты, эксперимент не проводился	0,1
Степень вероятности успеха	0,15	Большая		1,0
		Умеренная		0,6
		Малая		0,1
Перспективность использования результатов	0,5	Первостепенная	Результаты могут найти применение во многих научных направлениях	1,0
		Важная	Результаты будут использованы при разработке новых технических решений	0,8
		Полезная	Результаты будут использованы при последующих НИР и разработках	0,5
Масштаб реализации результатов	0,3	Национальная экономика	Время реализации: до 3 лет,	1,0
			до 5 лет,	0,8
			до 10 лет,	0,6
			свыше 10 лет	0,4
		Отрасль	Время реализации: до 3 лет,	0,8
			до 5 лет,	0,7
Отдельные фирмы и предприятия	до 10 лет,	0,5		
	свыше 10 лет	0,3		
Завершенность результатов	0,2	Высокая	Техническое задание на ОКР	1

	Средняя	Рекомендации, развернутый анализ, предложения	0,6
	Недостаточная	Обзор, информация	0,4

В этом случае коэффициент научно-технической результативности определяется по формуле:

$$K_{Tp} = \sum_{i=1}^k K_{вл_i} K_{п_i},$$

где  $k$  - число оцениваемых параметров;  $K_{вл_i}$  - коэффициент влияния  $i$ -го параметра на научно-техническую результативность;  $K_{п_i}$  - коэффициент относительного повышения  $i$ -го параметра по сравнению с базовым значением.

Для удобства выполнения расчетов данные сводятся в табл. 3

Таблица 3 – Оценка научно-технической результативности НИР

Параметр	Единица измерения	Коэфф. влияния	Значения параметров		$K_{п_i}$	$K_{вл_i} K_{п_i}$
			достигнутые	базовые		
		$K_{вл_i}$				
						Сумма =

### 5.6 Диаграмма рассеивания (разброса)

Диаграмма рассеивания (разброса) применяется, когда требуется представить, что происходит с одной из переменных величин, если другая переменная изменяется, и для изучения возможной связи между двумя переменными величинами.

Диаграмма рассеивания не утверждает, что одна переменная служит причиной для другой.

Диаграмма показывает существует ли связь между переменными и какова сила этой связи.

Диаграмма рассеивания представляет собой множество точек (парных данных), нанесенных на график, координатами которого являются две исследуемые переменные.

Возможны различные варианты скопления точек. Типичный внешний вид которых представлен на рисунке 4.

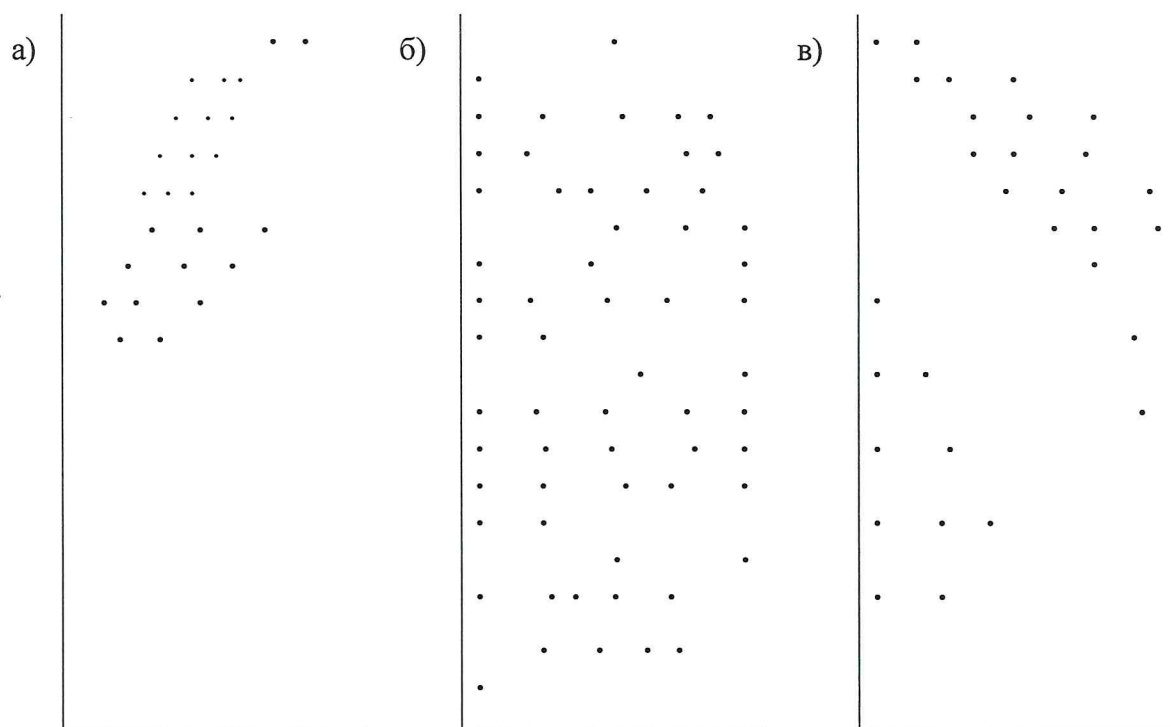


Рисунок 4 – Варианты диаграммы рассеивания:

а – положительная взаимосвязь;

б – нет взаимосвязи;

в – отрицательная взаимосвязь.

## 6. Организация применения статистических методов контроля

6.1 Внедрение статистических методов управления качеством следует рассматривать как систему взаимосвязанных и взаимосогласованных мероприятий, направленных на повышение эффективности работы СМК и качества услуг.

6.2 В подразделениях института назначаются ответственные специалисты по применению статистических методов. Из назначенных специалистов создается комиссия по применению статистических методов в институте (далее по тексту - КПСМ).

6.3 На основе анализа состояния института КПСМ при необходимости разрабатывает программу по внедрению статистических методов, которая включает в себя:

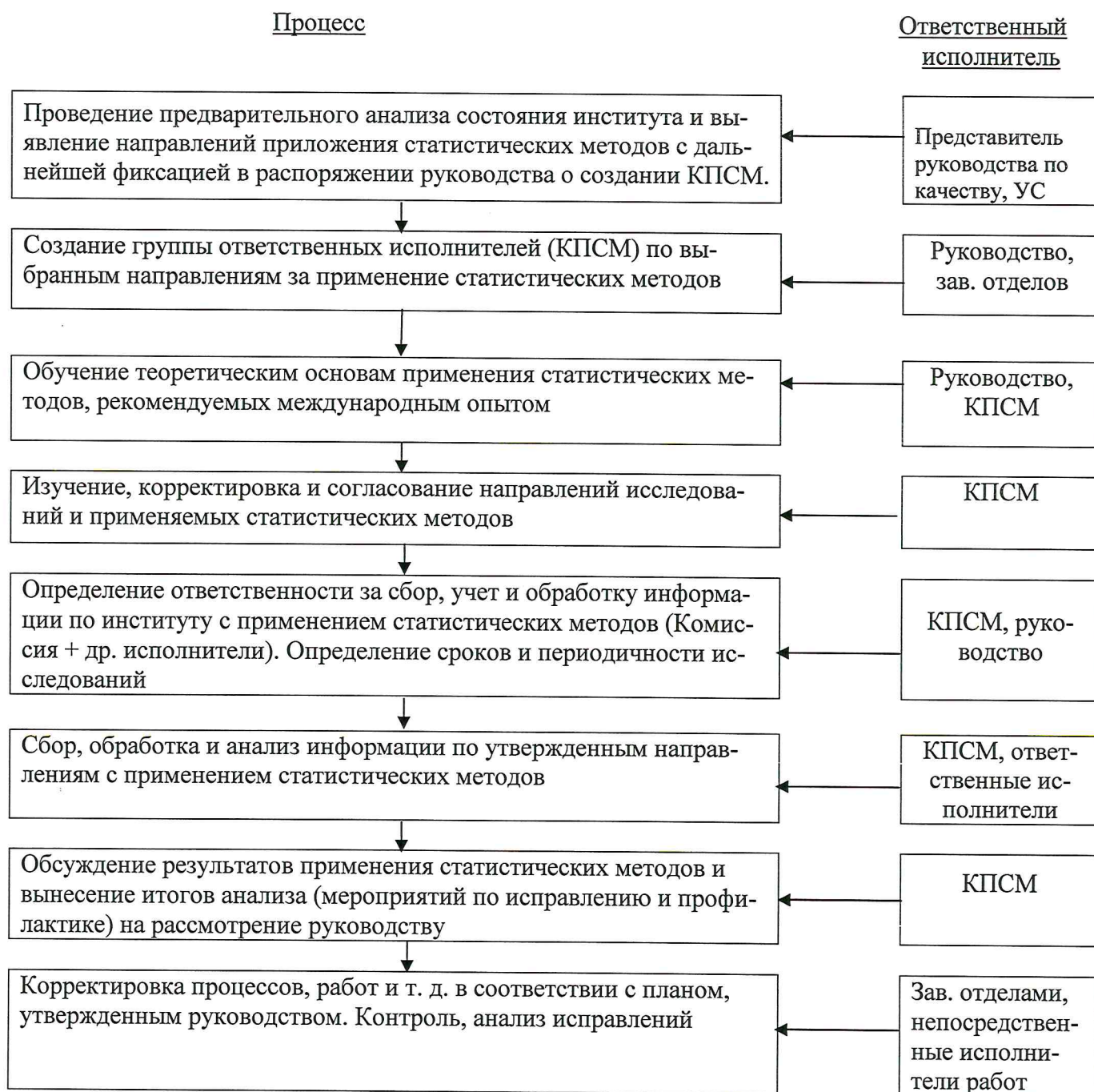
- оценку экономической эффективности и целесообразности внедрения статистических методов контроля;
- разработку перечня объектов и показателей качества, подлежащих переводу на статистические методы;
- выбор метода статистического анализа применительно к контрольному объекту;
- разработку планов мероприятий по материально-техническому и организационному обеспечению внедрения статистических методов.

6.4 Статистический анализ выбранного объекта и контролируемых показателей качества рекомендуется проводить для того, чтобы на его основе установить точность и стабильность процесса и, в случае необходимости, подготовить план организационно-технических мероприятий для приведения процесса в стабильное состояние.

6.5 Блок-схема организации применения статистических методов представлена на рисунке 5.



**Рисунок 5. Блок-схема организации применения статистических методов контроля качества**





Разработчик – заместитель директора  
по научной работе, руководитель СМК

В.П. Швейкин

СОГЛАСОВАНО:

Директор

С.В. Смирнов

Ученый секретарь

А.М. Поволоцкая

Заместитель директора по общим  
вопросам

А.С. Вдовин

Главный метролог,  
специалист по качеству

И.Б. Акилова

Главный бухгалтер

С.Г. Баранова

Специалист по кадрам

А.А. Паршутова