

РАЗДЕЛ 2. СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ РЭСБН

ЛЕКЦИЯ 3: Диагностирование сложных систем. Диагностические модели

Вопросы лекции:

1. Диагностирование сложных систем.
2. Построение диагностической модели.
3. Табличная форма диагностических моделей.

1. Диагностирование сложных систем.

Системой технического диагностирования (контроля технического состояния) называют совокупность средств, объекта и исполнителей, необходимую для проведения диагностирования (контроля) по правилам, установленным в технической документации. Объектами технической диагностики являются технологическое оборудование или конкретные производственные процессы.

Средство контроля — техническое устройство, вещество или материал для проведения контроля. Если средство контроля обеспечивает возможность измерения контролируемой величины, то контроль называют измерительным.

Средства контроля бывают встроенными и внешними, выполненными конструктивно отдельно от объекта. Различают также аппаратные и программные средства контроля.

Исполнители — это специалисты службы контроля или технической диагностики, обученные и аттестованные в установленном порядке и имеющие право выполнять контроль и выдавать заключения по его результатам.

Параметры объекта, используемые при его диагностировании (контроле), называются диагностическими (контролируемыми) параметрами. Следует различать прямые и косвенные диагностические параметры. Прямой структурный параметр непосредственно характеризует техническое состояние объекта. Косвенный параметр косвенно характеризует техническое состояние.

Теоретическим фундаментом технической диагностики является общая теория распознавания образов. К решению этой задачи существует два подхода: вероятностный и детерминистский.

Вероятностный подход использует статистические связи между состоянием объекта и диагностическими параметрами. Оценка состояния при этом осуществляется с определенной достоверностью.

Детерминистский подход, применяемый чаще всего, использует установленные закономерности изменения диагностических параметров, определяющих состояние объекта.

Помимо теории распознавания, в технической диагностике используют также теорию контролеспособности.

Контролеспособность определяется конструкцией объекта, задается при его проектировании и является свойством объекта обеспечивать возможность достоверной оценки диагностических параметров.

Методы поиска отказавшего элемента, построенные на интуиции и опыте обслуживающего персонала, не всегда позволяют оптимальным образом составить программу (алгоритм) поиска отказа, что приводит к увеличению времени восстановления отказавшего РЭС.

Предмет исследования в технической диагностике - реальные технические объекты.

Любой теоретический анализ этих объектов всегда предполагает их определенную идеализацию.

При этом выделяются некоторые стороны реальных устройств и отрабатываются второстепенные.

В результате реальный объект заменяется его моделью.

Замена реальных объектов их моделями позволяет широко использовать формальный аппарат математики для решения задач технической диагностики.

Моделирование является одним из инструментов (с методологической точки зрения) исследования сложных систем на всех стадиях их жизненного цикла.

Диагностические модели (ДМ) — это модели объектов и процессов диагностирования, которые являются исходными для определения и реализации алгоритмов диагностирования.

ДМ следует рассматривать как совокупность методов построения математической модели, определяющей, в свою очередь, методику формирования способов и алгоритмов определения технического состояния РЭУиС.

Между объектом и моделью существует связь.

Модель отражает реальность объекта и позволяет в определенных пределах имитировать некоторые свойства объекта.

Диагностическая модель может быть задана в **явном** или **неявном** виде.

Явная модель — это совокупность формальных описаний исправного и работоспособного объекта и всех его неисправных и неработоспособных состояний.

Неявная модель ОД — представляет собой какое-либо одно формальное описание объекта + математические модели его физических неисправностей + правила получения по этим данным всех других описаний, характеризующих другие состояния. *Обычно задается математическая модель исправного ОД, по которой можно построить модели неисправных состояний.*

ДМ можно условно разделить на следующие группы:

- **непрерывные модели**, представляющие объект и протекающие процессы в непрерывно меняющемся времени; непрерывные ДМ — это в большей части алгебраические или дифференциальные линейные и нелинейные уравнения, включая передаточные функции;

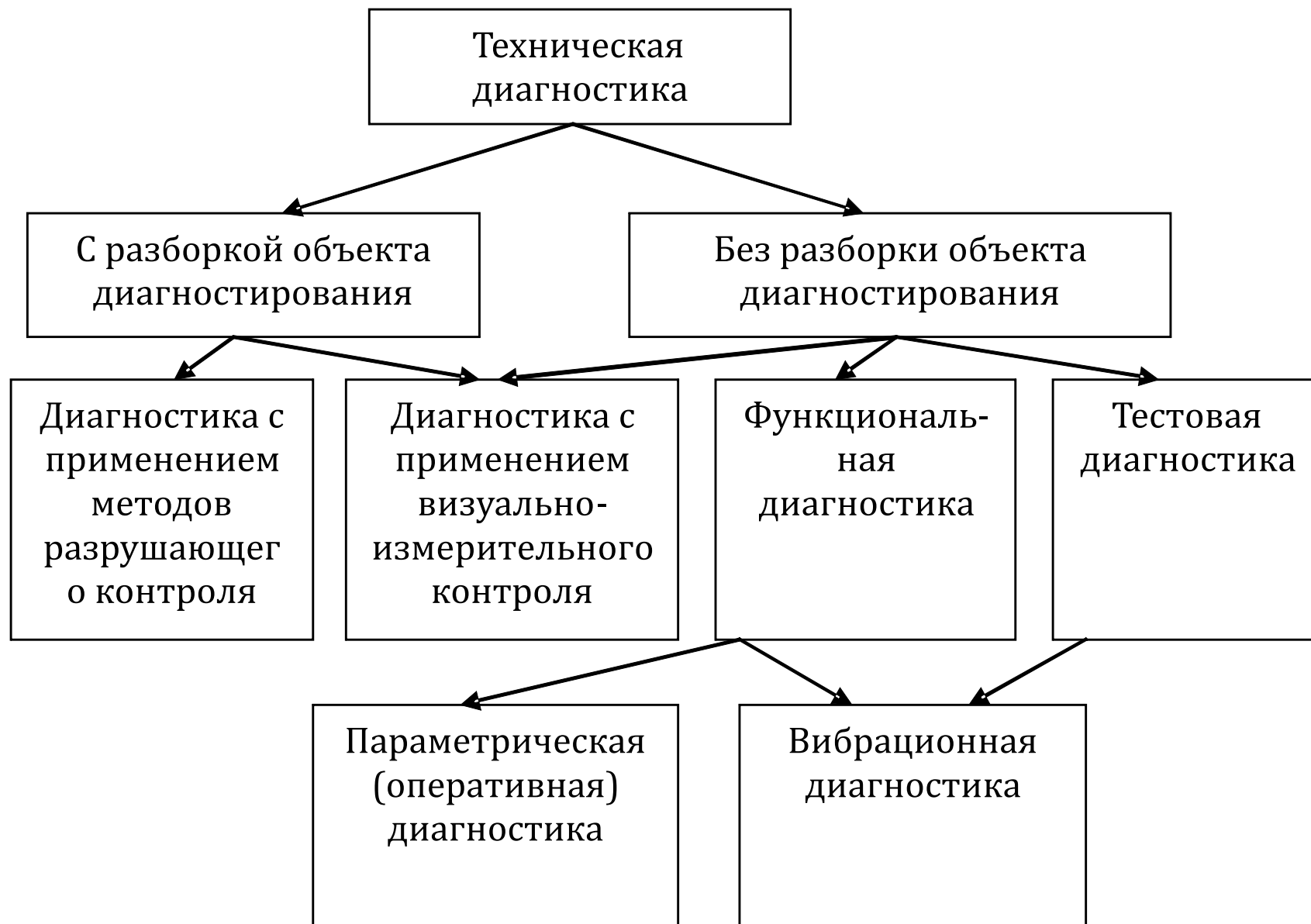
- **дискретные модели**, определяющие состояния ОД для последовательности дискретных значений времени, и используются для описания цифровых и импульсных устройств;

- **гибридные модели**, описывающие реальные объекты, включающие как устройства непрерывного действия, так и импульсные (цифровые) устройства;

- **специальные модели**, характеризующие большую группу моделей, построение которых определяется спецификой объектов и особенностями диагностического обеспечения; к этой группе могут быть отнесены функциональные модели, модели характеристик, информационных потоков и др.

По методам представления взаимосвязей между состоянием объекта, его элементами и параметрами выходных сигналов методы построения моделей можно разделить на **аналитические**, структурные, **функционально-логические** и **информационные**.

Устранение отказов, возникающих в процессе эксплуатации, предполагает проведение диагностических процедур минимум на двух уровнях: **непосредственно на объекте с целью определения неисправного блока РЭС** и в ремонтных мастерских с глубиной диагностики до плат, узлов и деталей неисправного блока



2. Построение диагностической модели.

Математической моделью объекта контроля будем называть формальное описание его поведения в работоспособном и неработоспособном состояниях.

Математические модели объектов могут быть представлены в виде **аналитических**, **логических**, **табличных**, **векторных** и др. диагностических моделей.

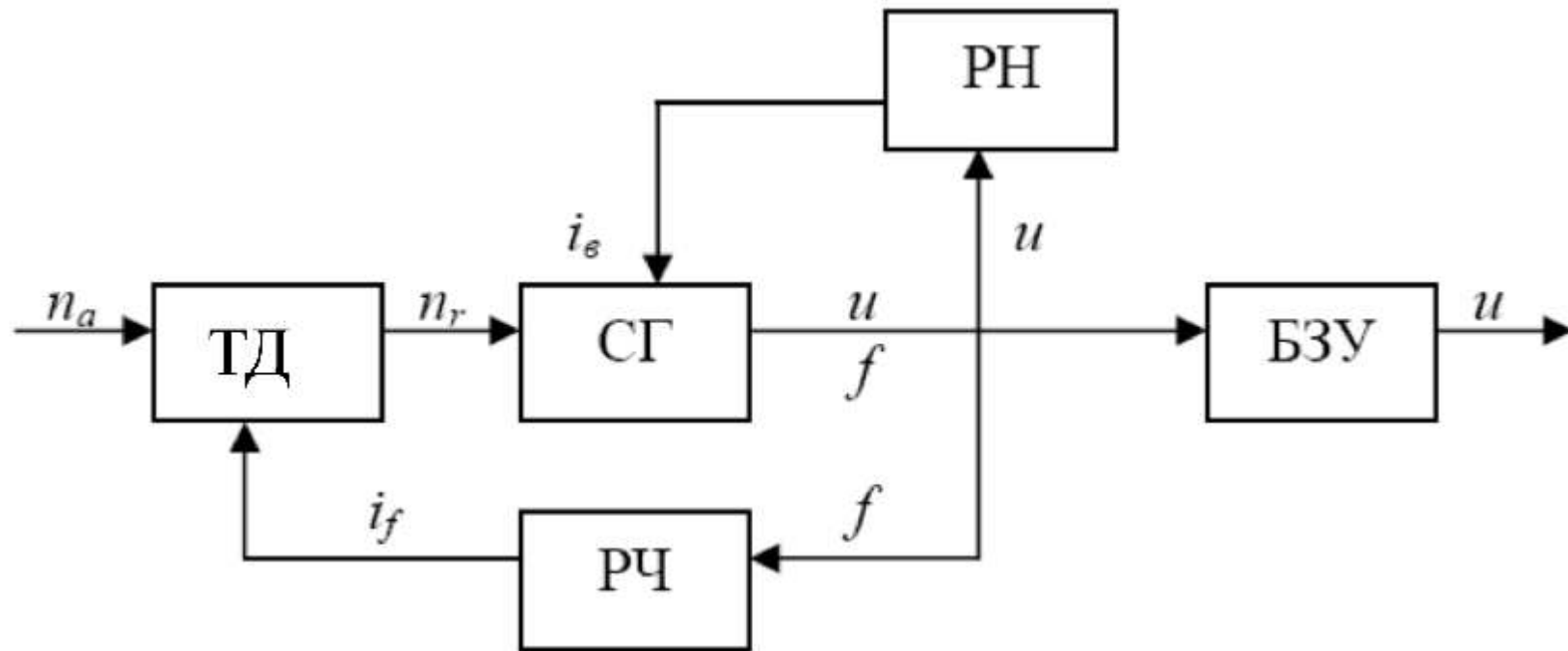
Аналитические модели. Если на вход объекта контроля подается n -мерный вектор Y входных воздействий, компонентами которого являются n значений входных переменных y_1, y_2, \dots, y_n , то на выходе получается m -мерный вектор X выходных параметров с соответствующими составляющими $x_1,$



Структурная модель объекта.

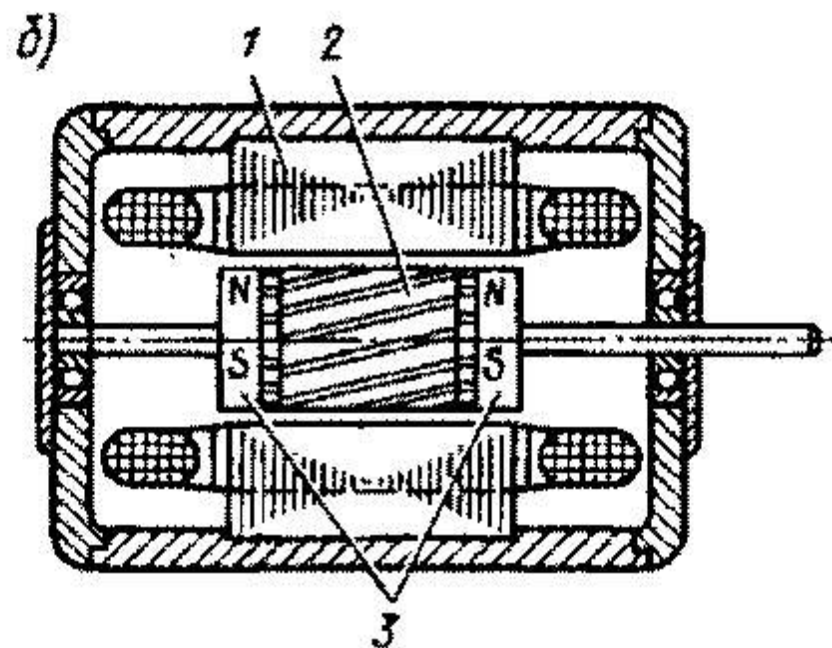
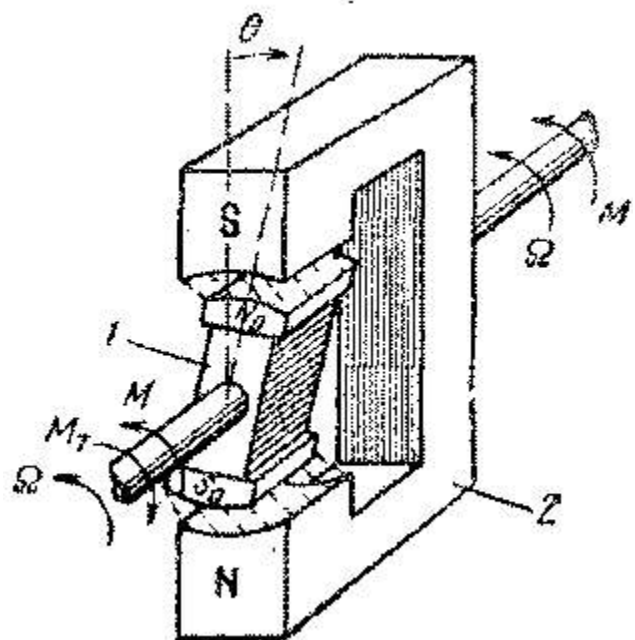
Если объект контроля состоит из функционально связанных между собой компонентов (блоков, узлов, агрегатов и т.п.), то их состав, связи между ними и внешние связи представляют структурную модель объекта.

Один и тот же объект может быть представлен разными его структурными моделями, различающимися между собой составом и числом компонентов.



На упрощенной структурной модели системы электроснабжения переменного тока обозначено: n_a , n_r - частота вращения соответственно тягового двигателя ТД и генератора; u , f , i_e - напряжение, частота и ток возбуждения генератора; i_f - управляющее воздействие на тяговый двигатель; РН - регулятор напряжения; СГ - синхронный генератор; РЧ - регулятор частоты; БЗУ - блок защиты и управления.

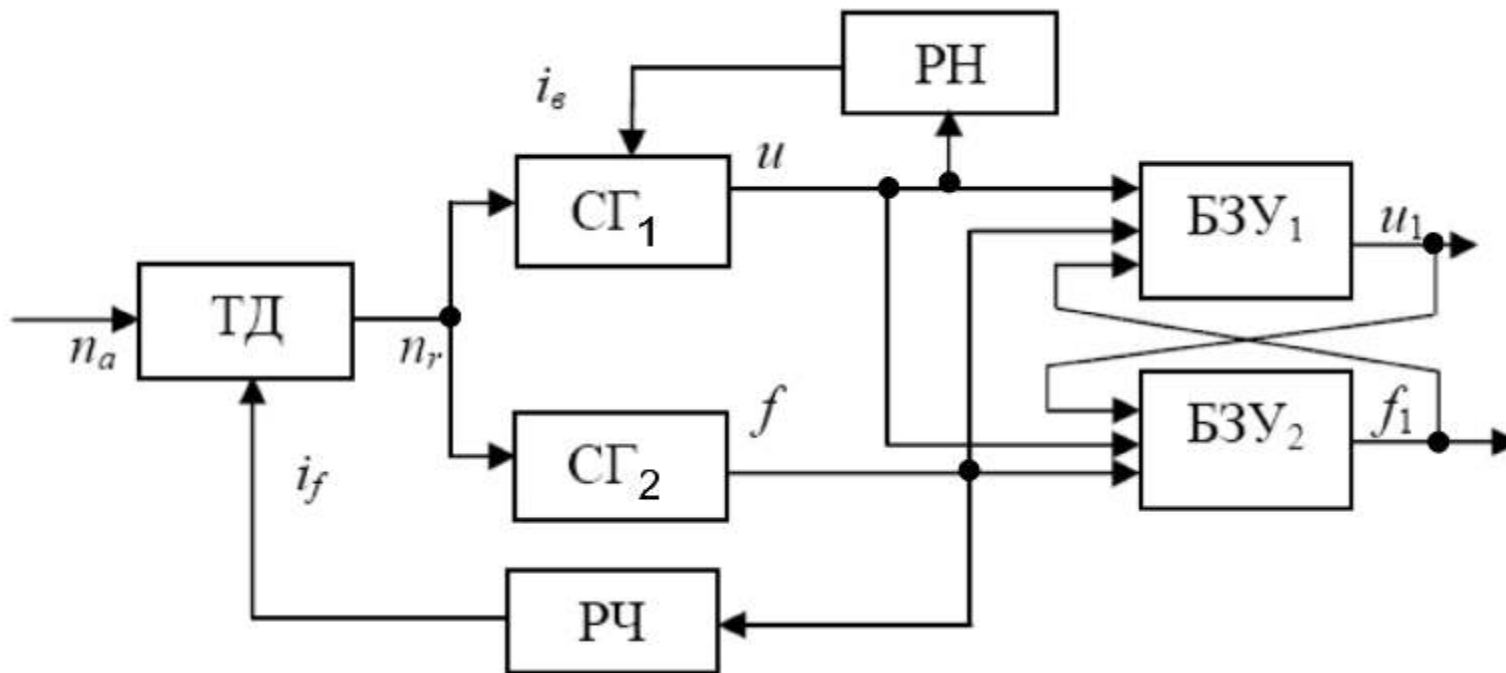
Устройство синхронного генератора



Функциональная схема объекта

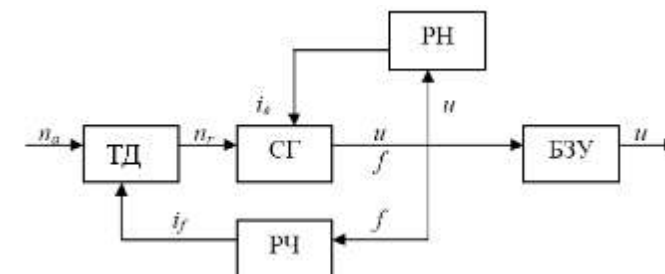
Т.к. каждый входной и выходной сигнал блока объекта контроля может характеризоваться одним или несколькими физическими параметрами, то на функциональной схеме каждый из этих параметров представляется отдельным входом (или выходом) блока структурной схемы.

В результате перехода к функциональной схеме некоторые связи структурной схемы оказываются «расщепленными». Выполнив «расщепление» входов и выходов всех блоков структурной схемы и соединив между собой соответствующие друг другу входы и выходы блоков, получаем функциональную схему объекта.

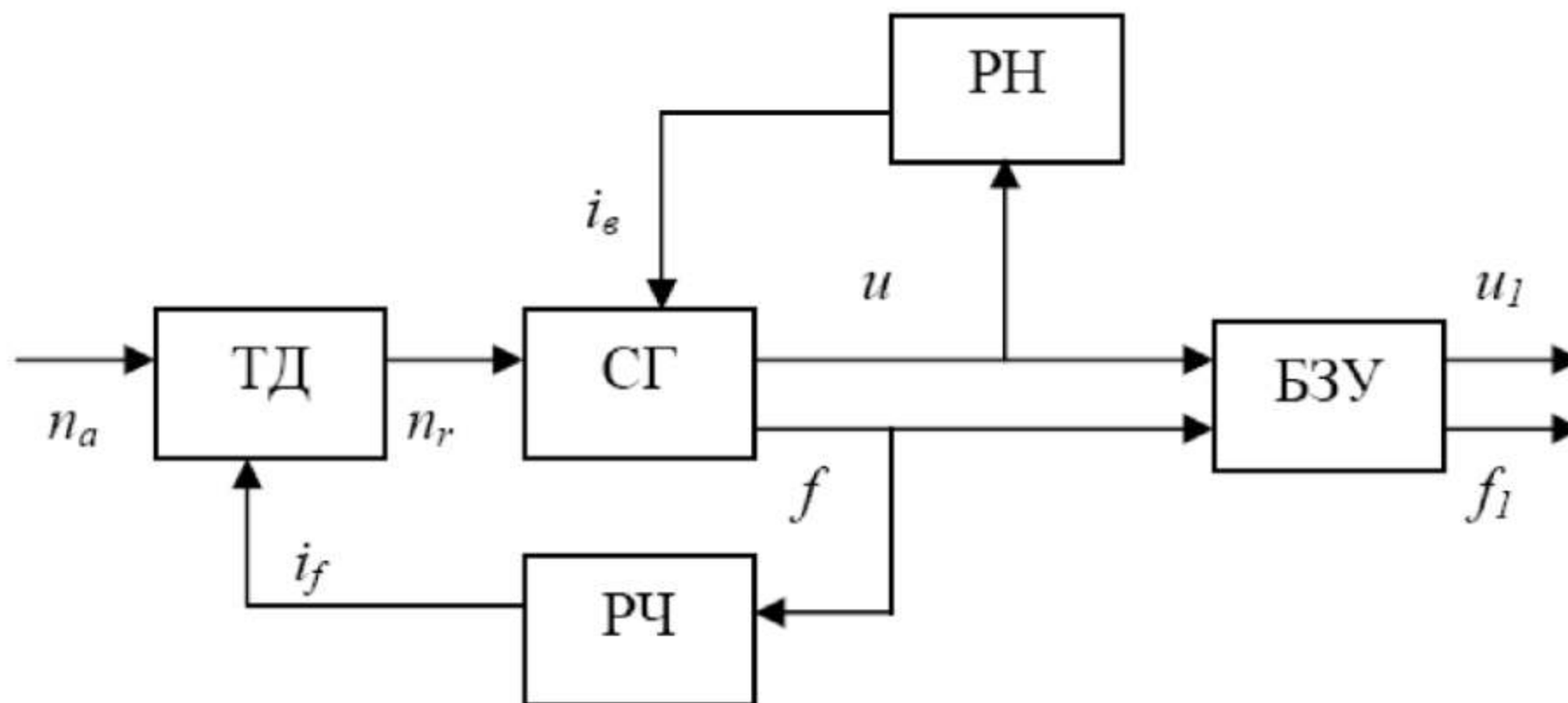


n_a, n_r - частота вращения соответственно тягового двигателя и генератора;
 $u, /, ,$ - напряжение, частота и ток возбуждения генератора; i_f - управляющее воздействие на тяговый двигатель; РН - регулятор напряжения; СГ - синхронный генератор; РЧ - регулятор частоты; БЗУ - блок защиты и управления.

Блоки БЗУ1 и БЗУ2 охвачены перекрестными связями. Это свидетельствует о неразличимости их отказов, т.е. блок БЗУ можно не делить на две части на логической модели.

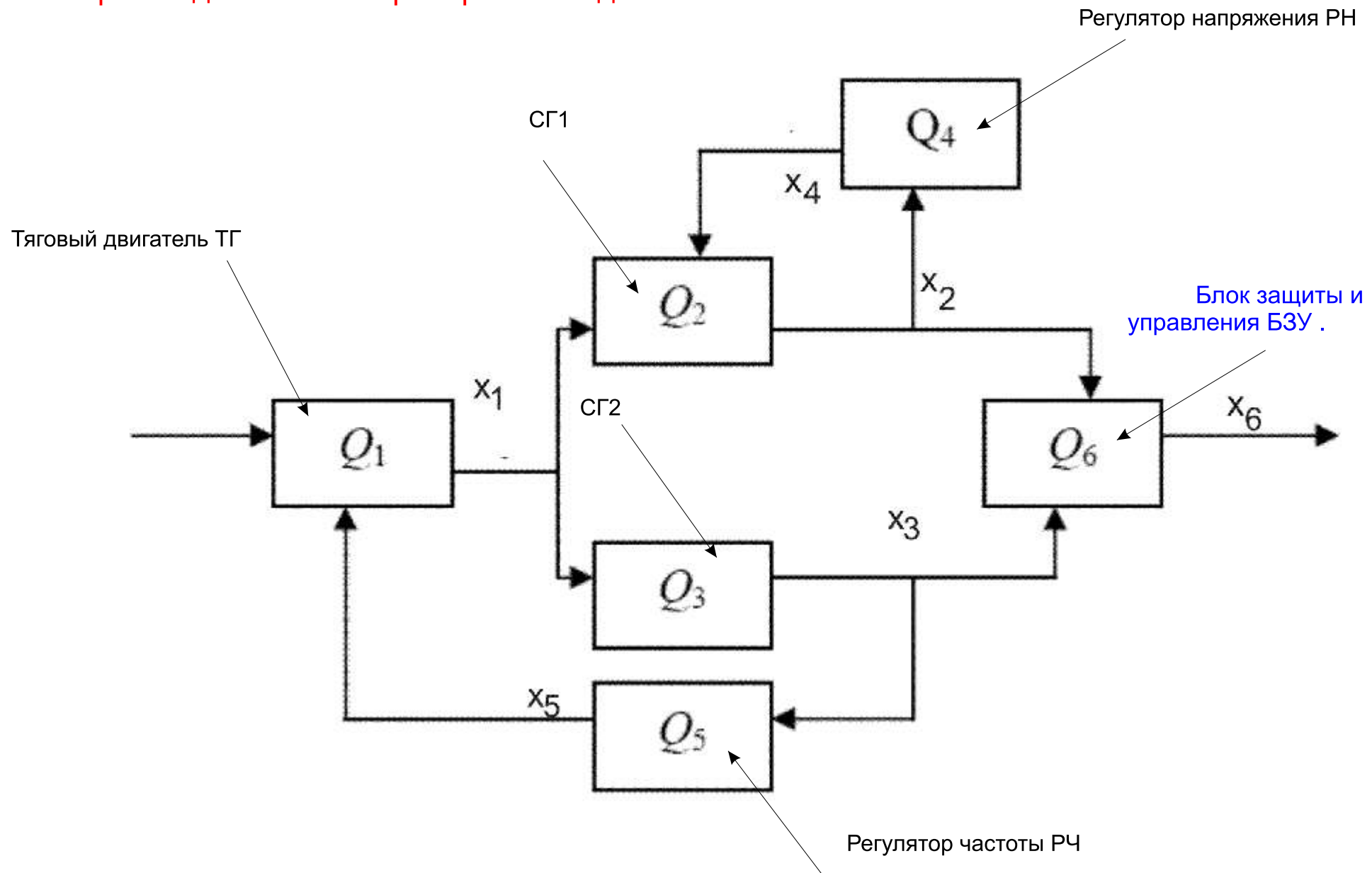


Часто вместо функциональной модели системы используют её упрощённый вариант - **логическую диагностическую модель**



В отличие от функциональной модели каждый блок имеет только по одному выходу. При этом число входов может

В окончательном виде схема объекта для составления алгоритма диагностики приобретает вид:



3. Табличная форма диагностических моделей.

При диагностировании технических объектов обычно рассматриваются и учитываются только два характерных состояния:

- объект функционирует;
- объект не функционирует.

С учетом комплектующих объекта (блоков, агрегатов, деталей) фактическое число состояний может быть существенно больше, например:

- первый агрегат объекта функционирует;
- второй агрегат объекта не функционирует;
- третий агрегат объекта функционирует и т.д.

Поэтому задача определения числа состояний объекта сводится к задаче определения числа таких комплектующих объекта (блоков, агрегатов, деталей), отказ которых приводит к отказу всего объекта в целом.

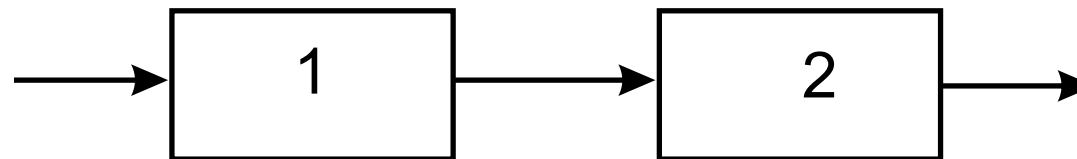
В общем случае, когда объект состоит из N комплектующих, возможное число состояний может быть определено по формуле:

$$S = 2^N$$

Число состояний, когда объект не функционирует (объект отказал) равно:

$$S_0 = S - 1.$$

Например, пусть рассматриваемый объект состоит из двух последовательно соединенных комплектующих (агрегатов)



Тогда можно выделить четыре возможные состояния объекта:

1. Отказал первый агрегат;
2. Отказал второй агрегат;
3. Отказали первый и второй агрегаты;
4. Объект функционирует (не отказали ни первый, ни второй агрегаты).

Из общего числа состояний S число неработоспособных состояний S_N может быть определено по формуле:

$$S_N = 2^N - 1$$

Очевидно, что при последовательном соединении элементов в рассматриваемом примере состояния 1,2,3 свидетельствуют о неработоспособности всей системы. Число состояний соответствующих отказу всего объекта $4-1=3$.

При контроле реальных технических систем, состоящих из большого числа элементов, даже при учете для каждого элемента только двух состояний общее количество возможных состояний оказывается чрезвычайно большим.

Для уменьшения числа учитываемых состояний объекта принимают следующие допущения:

1. Вероятность одновременного возникновения в системе отказов двух и более элементов **пренебрежимо мала** по сравнению с вероятностью отказа только одного элемента. Число неработоспособных состояний системы может быть определено по формуле:

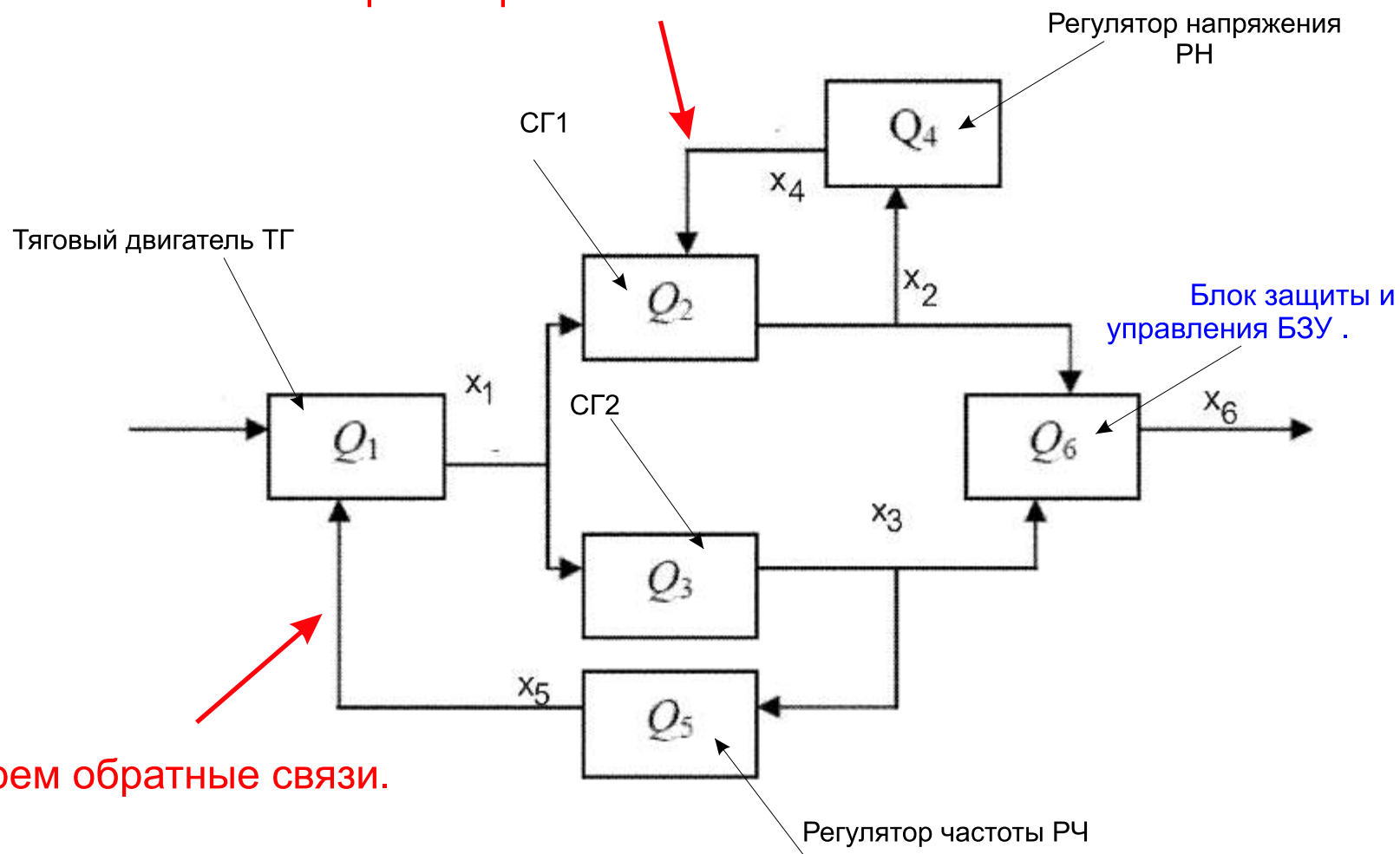
$$S_N = N;$$

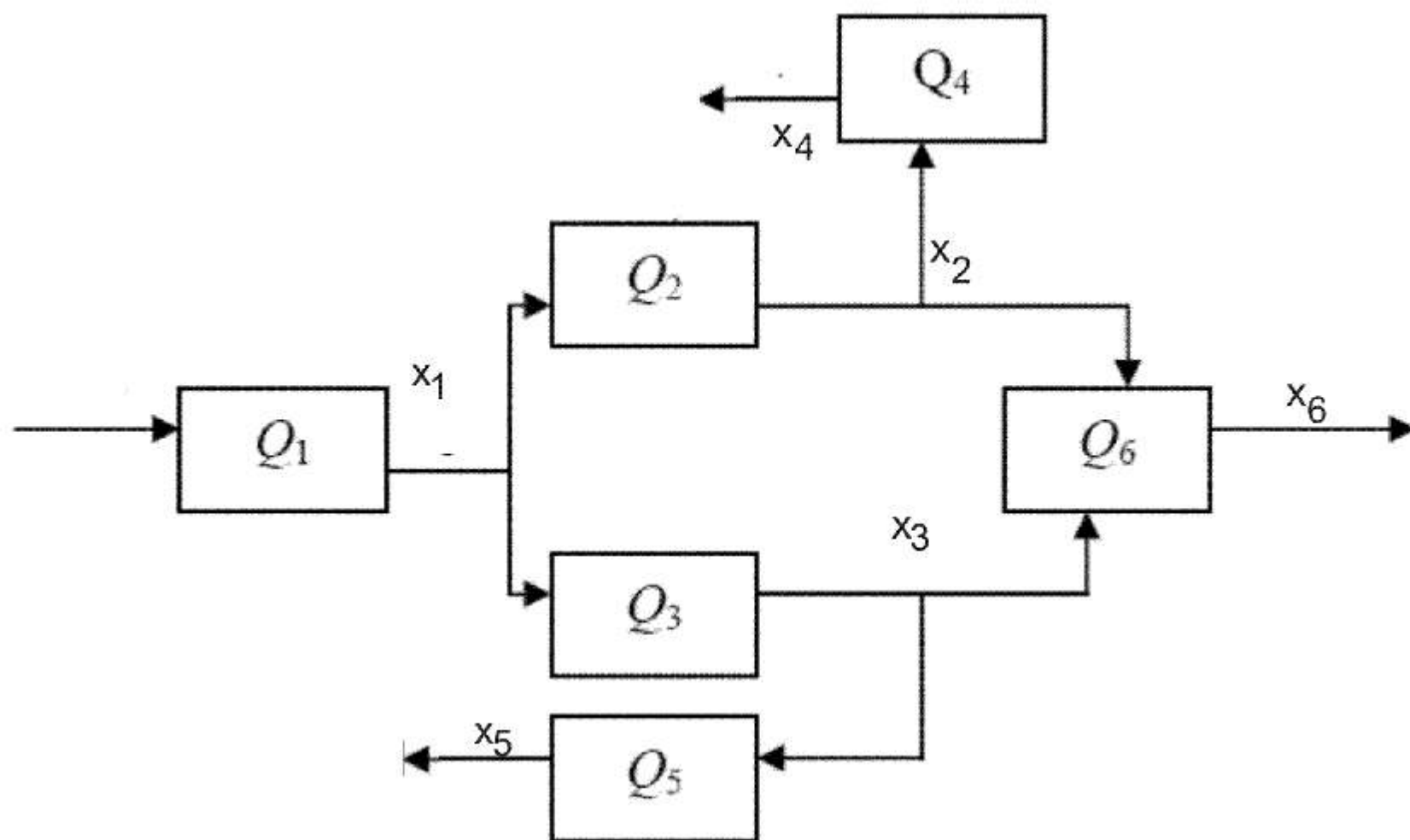
где N - количество элементов в системе (в объекте контроля).

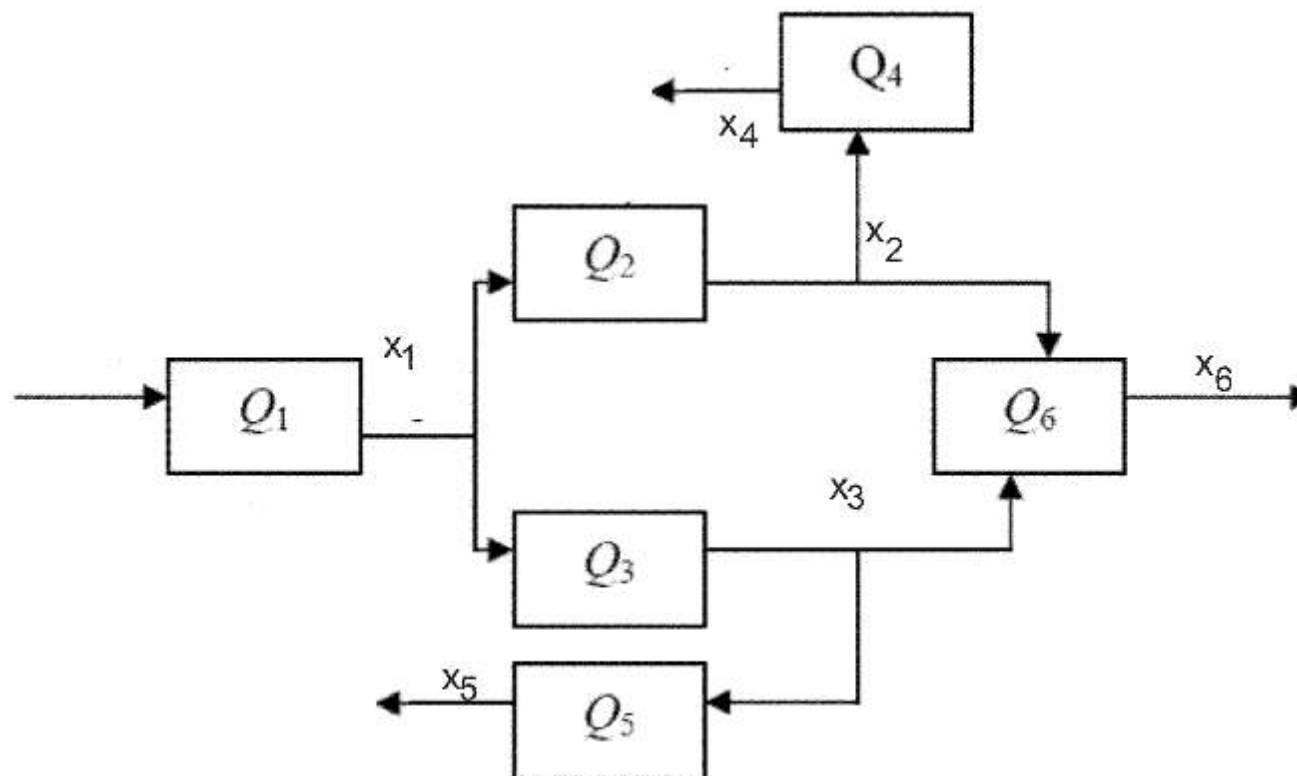
2. Можно исключить из рассмотрения отказы тех элементов, вероятность отказа которых мала, или их отказы не имеют опасных последствий. В этой связи число возможных состояний, практически приводящих к отказу всего объекта, равно:

$$S_N < N.$$

Уберем обратные связи.







	S1	S2	S3	S4	S5	S6	W
x ₁	0	1	1	1	1	1	4
x ₂	0	0	1	1	1	1	2
x ₃	0	1	0	1	1	1	2
x ₄	0	0	1	0	1	1	0
x ₅	0	1	0	1	0	1	0
x ₆	0	0	0	1	1	0	2

	S1	S ₂	S3	S ₄	S ₅	S ₆	W
x ₁	0	1	1	1	1	1	4
x ₂	0	0	1	1	1	1	2
x ₃	0	1	0	1	1	1	2
x ₄	0	0	1	0	1	1	0
x ₅	0	1	0	1	0	1	0
x ₆	0	0	0	1	1	0	2

0

1

	S1	S ₂	S ₄	W
x ₁	0	1	1	1
x ₂	0	0	1	1
x ₃	0	1	1	1
x ₅	0	1	1	1
x ₆	0	0	1	1

0

1

	S3	S ₅	S ₆	W
x ₁	1	1	1	3
x ₂	1	1	1	3
x ₃	0	1	1	1
x ₅	0	0	1	1
x ₆	0	1	0	1

0

1

	S1	S ₂	W
x ₁	0	1	0
x ₂	0	0	1
x ₃	0	1	0
x ₅	0	1	0

0

1

	S ₄	W
x ₁	1	1
x ₂	1	1
x ₃	1	1
x ₅	1	1

	S ₅	S ₆	W
x ₁	1	1	2
x ₂	1	1	2
x ₅	0	1	0
x ₆	1	0	0

0

1

