**Информационные измерительные системы**

**ИИС** – совокупность функционально объединённых измерительных, вычислительных, и др. вспомогательных технических средств для получения измерительной информации, её преобразования, обработку с целью представления потребителю (В том числе ввода в АСУ) в требуемом виде, либо автоматического осуществления логических функций измерения, контроля, диагностирования, идентификации.

Информационным называется процесс, возникающий при установлении связи между источником и её приёмником. К основным процессам при этом относятся:

обнаружение и счёт;

измерение и контроль;

сбор и распределение;

распознавание и диагностика;

передача и хранение;

обобщение и отражение.

**Виды и структуры ИИС**

В зависимости от выполняемых функций ИИС реализуется в виде следующих систем:

1. Измерительные системы (ИС);

2. Системы автоматического контроля (САК);

3. Системы технической диагностики (СТД);

4. Системы распознавания образов (СРО);

5. Телеизмерительные системы (ТИС).

В зависимости от способа организации передачи информации между функционирующими блоками различают цепочечную, радиальную и магистральную структуры ИИС.

Любая ИИС с необходимыми возможностями, её технические и др. характеристики в решающей степени определяются объектом исследования, для которого данная система создаётся.

Назначение ИИС можно определить как целенаправленное оптимальное ведение измерительного процесса и обеспечение смежных систем высшего уровня достоверной информацией. Степень достижения функций ИИС принято характеризовать с помощью критериев измерения: точность, помехоустойчивость, надёжность, пропускная способность, экономичность, сложность, адаптивность и т.д.

**Надёжность понятие**

**Надёжность** – свойство изделия выполнять заданные функции или сохранять свои эксплуатационные показатели в заданном пределе технически требуемого промежутка времени.

Надёжность технических средств АС определяется следующими составляющими:

1. безотказностью;
2. ремонтопригодностью;
3. долговечностью;
4. сохраняемостью.

В надёжности используется понятия «отказ» и «наработка».

**Отказ** – неисправность, без устранения которой невозможно дальнейшее выполнение изделием всех или хотя бы одной из своих функций.

**Наработка** – продолжительность работы изделия.

**Безотказность** – свойство технических средств непрерывно сохранять свою работоспособность в течение некоторого времени и являющееся наиболее важной составляющей надёжности технических средств.

**Ремонтопригодность** – характеризует приспособленность технических средств к предупреждению, обнаружению и устранению последствий отказов путём проведения ТО и ремонта.

**Долговечность** – свойство технических средств сохранять работоспособность с необходимыми перерывами на ТО и ремонт до некоторого предельного состояния.

**Сохраняемость** – свойство технических средств сохранять эксплуатационные показатели в течение срока хранения и после этого срока и транспортировки.

**АС. Фун-ции, задачи, алгоритм функ-ния и научно-тех ур-нь АС**

АС – представляет собой организационную техническую систему, обеспечивающую вывод решения, на основе автоматизации информационных процессов в различных сферах деятельности и их сочетаний (управление, проектирование, производстве и т.д.). Функции АС – совместимость действий АС, представляющая собой направленное достижение определенной цели. Задача АС – функция или часть, представляющая собой формализованную совместимость автоматизированных действий выполнение которых приводит к результатам заданного уровня. Алгоритм функционирования АС – алгоритм задающий условия и последовательность действий компонентов АС при выполнении своих функций. Научно-технический уровень АС – показатель характеризующий степень соответствия технических и экономических характеристик АС с современным достижением науки и техники.

**Основные компоненты ИИС**

Состав и структура конкретной ИИС определяются общими техническими требованиями, установленными ГОСТами и частными требованиями, содержащимися в ТЗ на её создание. Информационные системы должны управлять измерительным процессом или экспериментом в соответствии с принятым критерием функционирования, выполнять возложенные на неё функции в соответствии с назначением и целью, обладать требуемыми показателями и характеристиками, быть приспособленной к функционированию с др. системой, допускать возможность дальнейшей модернизации и т.д.

Процессом функционирования ИИС является преобразование входной информации в выходную.

Математическое обеспечение – модели и вычислительные алгоритмы.

Программное обеспечение – гарантирует конкретную реализацию вычислительных алгоритмов и алгоритмов функционирования системы, а также охватывает круг решений, связанных с разработкой и эксплуатацией программ. Информационное обеспечение определяет способы и конкретные формы информационного отображения состояния объекта исследования в виде форм, документов, диаграмм, графиков, сигналов для представления обслуживающему персоналу и ЭВМ для дальнейшего использования в управлении.

Технические средства ИИС состоят из следующих блоков:

1. Множество первичных измерительных преобразователей (датчиков).
2. Множество вторичных измерительных преобразователей.
3. Множество элементов сравнения (мер).
4. Блока цифровых устройств.
5. Множество элементов описания (нормы).
6. Множество преобразователей сигнала, средств отображения, памяти и т.д.

Блоки технических средств 1–6 используются в цифровых измерительных системах, а в аналоговых информационных системах используются только 1, 2, 3 и 6 блоки.

**Математические модели и алгоритмы для измерения ИИС**

Математическая модель объекта измерений включает описание взаимодействия между переменами входа и выхода для установившегося и переходного состояния, т.е. модели статики и динамики, граничные условия и допустимое измерение переменных процессов. Если переменные объекты изменяются только во времени, то модели, описывающие свойства таких объектов, называются **моделями с сосредоточенными параметрами**.

Если переменные объекты изменяются как во времени, так и в пространстве, то они называются **моделями с распределёнными параметрами**.

Различают три основных метода получения математических моделей объектов исследования:

1. Аналитический.
2. Экспериментальный.
3. Экспериментально-аналитический.

В последние годы при создании ИИС широко используется математическое моделирование, реализующее цепочку:

– «объект» – «модель» – «вычислительный алгоритм» – «программа на ЭВМ» – «анализ результатов расчёта» – «управление объектом исследования».

Ядро вычислительного эксперимента – модель – алгоритм – программа калибрует и нормирует оптимальную модель объекта исследования.

**Датчики**

**Датчики** (первичные преобразователи) – основные средства измерений, преобразующие измерительную или контролируемую физическую величину (давление, усилие и т.д.) в выходной, обычно электрический сигнал, предназначенный для дальнейшей регистрации, обработки и передачи к исполнительному механизму.

**Классификация датчиков**

1. По назначению: силовые, скоростные, температурные и т.д.

Основные типы датчиков системы управления и контроля

|  |  |
| --- | --- |
| Измеряемый параметр | Тип датчика |
| 1. Механическая деформация | – Измеритель смещения;  – Датчик давления;  – датчик массы;  – тендаметрический датчик |
| 2. Температура | – термометр;  – термопара;  – терморезисторные датчики |
| 3. Давление | – измеритель нагрузки;  – расходомер;  – магнитоупругие датчики;  – ёмкостные датчики |
| 4. Влажность, состав газов | – газовый сигнализатор |
| 5. Звук | – эхолот; |
| 6. Свет | – фотодатчик;  – датчики цвета;  – сенсорный датчик |
| 7. Радиация, рентгеновское излучение | – датчик уровня;  – рентгеновский томограф |
| 8. Волновое излучение | – радар;  – измеритель скорости |

2. По принципу действия:

– механические;

– электрические;

– тепловые;

– акустические;

– оптические;

– радиоактивные

3. По способу преобразования неэлектрических величин в электрические:

– активные (генераторные);

– пассивные (параметрические).

В генераторных датчиках энергия входящего сигнала преобразуется (без участия вспомогательных источников энергии) в энергию выходящего сигнала (ток, напряжение, эл. разряд).

При этом схема включения параметрических датчиков всегда имеет внешний источник питания.

4. По конструкции и принципу действия чувствительного элемента датчика:

– контактные;

– бесконтактные.

При этом в контактных датчиках чувствительный элемент взаимодействует непосредственно с контролируемым объектом, а в бесконтактных это взаимодействие отсутствует (фотодатчики, ультразвуковые и т.д.).

**Показатели надёжности неремонтируемых изделий (невосстанавливаемых)**

1. *Вероятность безотказной работы* – вероятность того, что в пределах определённого времени не произойдёт ни одного отказа. Определяется формулой:

,



где *N*(*t*) – количество исправных изделий в конце промежутка времени;

*N*0 – количество работавших изделий в начале промежутка времени.

2. *Интенсивность отказа* – вероятность отказа неремонтируемого изделия в единицу времени, отнесённое к среднему числу изделий, исправно работающих в данный отрезок времени:

,



где *n*(∆*t*) – число изделий отказавших за время ∆*t*;

*N*ср – среднее число изделий, исправно работающих в начале и в конце интервала ∆*t*;

∆*t* – промежуток времени, следующий после *t*, на котором определяется интенсивность отказа.

3. *Средняя наработка до первого отказа* – среднее значение наработки изделия в партии до первого отказа.

,



где *Т*i – время работы *i*-го изделия до первого отказа;

*N*0 – число испытываемых изделий.

**Микропроцессор**

**Микропроцессор** – законченная вычислительная система, интегрирующая память на кристалл ЭВМ; предназначена для обработки информации и управления этим процессом. Микропроцессор выполняется на основе одной или нескольких БИС (больших интегральных схем).

Устройство реализуется на кристалле площадью не более 4–6 см2.

**АЛУ** предназначена для выполнения арифметических и логических операций над данными в виде двоичных чисел. Данные, с которыми производятся операции называются операндами. Обычно в операции участвуют 2 операнда, один из которых находится в специальном регистре-аккумуляторе, а другой в регистрах РЗУ или в памяти микропроцессора.

**УУ** предназначено для выработки сигналов управления, обеспечивающих работу блоков микропроцессора. В состав УУ входит регистр команд ПК, в котором фиксируется выполняемая в данный момент команда.

**РЗУ** содержит несколько регистров общего назначения (РОН) и, в частности, счётчика команд СК, в котором фиксируется количество команд.

Команды, обеспечивающие реализацию заданного алгоритма обработки информации, образуют программу и выполняются в пошаговом режиме в строго записанной последовательности.

Каждая команда программы содержит информацию о том, что нужно делать, с какими командами, куда поместить результат операции (ШД, ША, ШУ).

Команды, адреса и операнды микропроцессора вызываются двоичными многоразрядными числами, представленными, как и во всех цифровых устройствах, комбинацией двух уровней напряжения.

Современный микропроцессор оперирует 8-, 16-разрядными числами. Программы могут быть записаны двумя способами:

1. Непосредственно в виде двоичных чисел;
2. При помощи языков программирования.

**Техническое, математическое и метрологическое обеспечение АИИиК**

**Эталон** – средство измерения, обеспечивающее воспроизведение и хранение единицы с целью передачи её размера нижестоящим средствам измерений по поверочной схеме.

*Метрологическое обеспечение* предусматривает процедуры оценки метрологических характеристик, ускоренной самопроверки на основе соответствующих образцов и технических средств, алгоритмов и программ.

В широком смысле *метрологическое обеспечение* включает СИИ и К, теорию и методы измерений, испытаний, контроля, теорию и методы обеспечения точности средств измерений, методы и средства обеспечения достоверного контроля параметров и характеристик технических устройств, организационно-технические вопросы обеспечения единства и точности измерений, включая НТД.

**Алгоритмы** предусматривают выполнение процедур измерения физических величин, обработки результатов, реализации экспериментов и т.д.

**Программы** обеспечивают функционирование устройств АИИиК, в них содержаться инструкции по самоориентации комплексов и самоконтролю их блоков, а также подпрограмм для выполнения типовых процедур и решения типовых задач.

**Измерительное средство** – техническое устройство, используемое, используемое при измерении и имеющее нормированные метрологические характеристики (меры, измерительные приборы, установки, комплексы, системы).

**Вычислительные устройства** – совокупность функционально взаимосвязанных средств, обеспечивающих измерение, сбор, вычислительную обработку и распределение измерительной информации а системе управления промышленными предприятиями и объектами. В качестве вычислительных средств при АИИиК могут быть использованы: аналоговые, цифровые, гибридные вычислительные устройства, микро- и миниЭВМ.

В общем случае, используемые вычислительные средства обеспечивают автоматизацию процедур с момента начала измерения сигналов, поступающих в измерительный канал от датчика физических величин, до момента принятия решения об истинности результатов измерения.

*Основные функции* вычислительных средств, используемые в АИИиК:

1. **Фильтрация** – выявление и устранение отклонения сигналов от заданного уровня, внесение поправок, учёт влияния внешних факторов, вычисление результатов косвенных, совокупных и совместных измерений, определение статистических характеристик измеряемых величин, оценка достоверности результатов измерений.
2. **Накопление и хранение** полученной информации, хранение программ, реализацию алгоритмов обработки, хранение планов проведения эксперимента в зависимости от полученных результатов, сервисная обработка измерительной информации.
3. **Управление блоками** (по программе) с целью организации запроса, приоритетов, диалог режима с операторами, обращение к памяти, контроль работоспособности блоков, включая самопроверку метрологических характеристик.

**Основные положения по созданию и функционированию АС**

Создание АС осуществляется в плановом порядке в соответствие с Действующими положениями и нормативными актами. Для вновь строящихся, реконструированных, расширяющихся, технически-перевооружаемых и др. объектов автоматизации, для которых предусматриваются работы по кап. строительству, создание АС включается в планы и в проекты по этому виду работ.

Работы по созданию АС на действующих объектах выполняются на основании договоров.

Планирование и разработку АС осуществляют аналогично правилам, установленным для продукции единичного производства. ТЗ на создание АС является основным документом, определяющим порядок создания и требования к АС. Разработку АС и её приёмку проводят в соответствии с ТЗ. Создание АС осуществляют специализированные научные институты, проектно-конструкторские организации в соответствии с ТЗ.

При созданных АС обращают внимание на следующее:

1. Интеграцию экономических и инородных процессов, технических, программных и организационно-методических средств.
2. Развитие системного и программно-целевого подхода, планирование и автоматизация работы объекта в процессе получения и обработки информации на объекте автоматизации.
3. Углубление взаимодействия человек и вычислительной техники на основе диалоговых методов и средств, автоматизирующих рабочих мест и интеллектуальных терминалов.
4. Построение сетей ЭВМ на базе неоднородных вычислительных средств.
5. Индустриализация процессов создания АС, развития САПР и \_ типовых элементов АС.
6. Построение информационного фонда в виде распределённой по объектам и уровням иерархии автоматизированной базы данных.
7. Минимизация документооборота, замену его передачей текущей информации по каналам связи и представление её на устройствах отображения.
8. Максимальная автоматизация, формирование первичных исходных сведений.
9. Создание гибких систем управления, способных адаптироваться к изменяющимся условиям производства.

**Показатели надёжности ремонтируемых (восстанавливаемых) изделий**

Процесс эксплуатации восстанавливаемых изделий отличается от процесса невосстанавливаемых тем, что наряду с потоком отказов элементов изделий присутствуют стадии ремонта отказавших элементов, т.е. поток восстановления элементов. Характеристики надёжности восстанавливаемых систем описываются потоком отказов элементов и потоком восстановления элементов.

Для описания потоков отказов используется также интенсивность отказов (λ) и среднее время наработки на отказ (Тср).

1. Параметром потока отказов называется среднее количество отказов ремонтируемого изделия в единицу времени, взятое для рассматриваемого промежутка времени:

,



где – число отказов в интервале ;



– количество работавших изделий в промежутке ;



1. Наработка на отказ – среднее значение наработки ремонтируемого изделия между отказами:

,



где *n* – число изделий в партии;

– среднее значение наработки на отказ *i*-го изделия;



,



где – среднее время исправной работы *i*-го изделия между (*j*-1) и (*j*+1);



*m* – число отказов *i*-го изделия

Сложные устройства, состоящие из большого числа элементов, обычно подчиняются экспоненциальному закону надёжности, при котором вероятность безотказной работы рассчитывается:

,



где e = 2,72;

*λ*1 – *λ*n – интенсивность отказов комплектующих изделий.

**Параметры АЦП и ЦАП**

1. Максимальное напряжение: *U*max – входное для *АЦП*, выходное для *ЦАП*.
2. Число разрядов кода *n*.
3. Разрешающая способность:



где – максимальный вес входного кода



Относительное значение разрешающей способности:

,



1. Погрешность преобразования:

– абсолютная:



– относительная:



**Свойства и показатели АС**

Показатели:

1. *Эффективность АС* – свойство АС, характеризуемое степенью достижения целей, поставленных при её создании.
2. *Показатели эффективности АС* – мера или характеристика для оценки эффективности АС.
3. *Совместимость АС* – комплексное свойство двух или более АС, характеризуемое их способностью взаимодействовать при их функционировании (совместимость АС включает техническую, программную, информационную, организационную, лингвистическую и при необходимости метрологическую совместимость):

– техническая совместимость АС частная совместимость АС, характеризуемая возможностью взаимодействия технических средств этих систем;

– программная совместимость АС – частная совместимость АС, характеризуемая возможностью работы программ одной системы в другой и обмена программами, необходимыми при взаимодействии АС;

– информационная совместимость – частная совместимость АС, характеризуемая возможностью использования данных и обмена данными между системами;

– организационная совместимость – частная совместимость АС, характеризуемая согласованностью правил действия их персонала, регламентирующих взаимодействие этих АС;

– лингвистическая совместимость – частная совместимость АС, характеризуемая возможностью использования одних и тех же языковых средств общения персонала с комплексом средств автоматизации (КСА) этих автоматизированных систем;

– метрологическая совместимость – частная совместимость АС, характеризуемая тем, что точность результатом измерений, полученных в одной АС, позволяет использовать их в другой.

4. *Адаптивность* – способность АС способность АС изменяться для сохранения своих эксплуатационных показателей в заданных пределах при изменениях внешней среды.

5. *Надёжность АС* – комплексное свойство АС сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность АС выполнять свои функции в заданных режимах и условиях эксплуатации.

6. *Живучесть АС* – свойство АС, характеризуемое способностью выполнять установленный объём функций в условиях взаимодействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах.

7. Помехоустойчивость АС – свойство АС, характеризуемое способностью выполнять свои функции в условиях воздействия помех, в частности, электромагнитных полей.

**Понятие автоконтроля. Системы автоматического контроля (САК)**

Автоконтроль устанавливает соответствие между состоянием объекта контроля и заданной нормой без непосредственного участия человека.

Соответствие может устанавливаться для данного или будущего состояния.

Необходимое условие осуществления автоконтроля – знание установленной нормы. Норма может быть выражена в количественной и качественной форме.

Система автоконтроля – комплекс устройств, осуществляющих автоматический контроль одной или нескольких (большого количества) величин, требующих значительной обработки информации для суждения об отклонении от установленной нормы.

В реальных системах устанавливаемое допустимое отклонение от нормы во много раз больше погрешностей измерительных систем. Поэтому информационная ёмкость САК соответственно меньше.

**Демультиплексор**

Устройство, в котором сигналы с одного информационного входа поступают в желаемой последовательности по нескольким выходам в зависимости от кода на адресных шинах.

Таблица переключений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Адресный вход** | ***y*1** | ***y*2** |
| 0 | *x* | 0 |
| 1 | 0 | *x* |

**Принципы создания АС**

АС создаются в соответствии с ТЗ, являющимся основным исходным документом, на основании которого проводят создание АС и приемку её заказчиком. При создании АС руководствуются принципами системности, развития «открытости», совместимости, стандартизации и эффективности.

Принцип *системности* заключается в том, что при декомпозиции должны быть установлены такие связи между структурными элементами системы, которые обеспечивают цельность АС и её взаимодействие с др. системами.

Принцип *развития* заключается в том, что, исходя из перспектив развития объекта автоматизации, АС должна создаваться с учетом возможности пополнения и обновления функций и состава АС без нарушения её функционирования.

Принцип *совместимости* заключается в том, что при создании системы должны быть реализованы информационные интерфейсы, благодаря которым она может взаимодействовать с др. системами в соответствии с установленными правилами.

Принцип *стандартизации* заключается в том, что при создании системы должны быть рационально применены типовые унифицированные и стандартизованные элементы, и проектные решения, а также пакеты прикладных программ и комплексные компоненты.

Принцип *эффективности* заключается в достижении рационального соотношения между затратами на создание АС и целевыми эффектами включая конечные результаты, полученные в результате автоматизации.

При модернизации объектов автоматизации должно быть предусмотрено проведение работ по модернизации АС.

**Элементы цифровой техники**

Цифровой сигнал называют кодовой информацией или кодовым словом. Для обработки и преобразования кодовой информации выполняются логические операции, которые осуществляются в логических элементах.

Любую логическую функцию можно выполнить с помощью логических операций «и» или «не» – элементарные операции.

Входные, выходные сигналы могут принимать 1–0 из двух значений «логический 0» и «логическая 1». При конкретной практической реализации эти сигналы представляются различными функциональными величинами.

Знание абсолютной величины сигнала при этом не требуется. Достаточно знать более положительную или более отрицательную величину.

Один из этих уровней принимается за 0, другой за 1 в зависимости от соотношения. Различают соглашение положительной логики и отрицательной. Есть возможность выполнить любую сложную функцию с помощью объединения логических элементов.

По виду входных и выходных сигналов логические элементы делятся на потенциальные и импульсные.

В потенциальных элементах сигналы 1 и 0 представляются двумя уровнями, а в импульсных – наличием или отсутствием импульсов.

Наибольшее распространение получили потенциальные элементы.

Логические устройства разделяют на два класса:

* комбинационные;
* последовательные.

Устройство называется *комбинационным*, если его выходные сигналы в некоторые моменты времени определяются входными, имеющими место в этот же момент времени.

В *последовательных* устройствах обязательно имеются элементы памяти. Состояние их зависит от предыстории входного сигнала.

**Применение ЭВМ для АИИ и К**

1. *Экономический* (высокая стоимость существующих методов контроля, а также желание исключить вызываемые процессом контроля задержки и простоя).
2. *Социальный* (высокие требования потребителей к качеству продукции, а также повышение юридической ответственности руководителя за качество продукции, субъективизм при оценке качества продукции).
3. *Технологический* – определяется рядом существующих достижений в области автоматизации, широким использованием микропроцессорной техники, совершенствованием бесконтактных методов контроля.

**Рабочие станции** – большие электронные машины, предназначенные для предприятий, фирм, и прочих организаций. Отличаются высокой стоимостью, большой ёмкостью памяти и широким набором выполняемых функций (решение сложных технических и научных задач, а также обработка больших объёмов данных).

**Серверы** (компьютеры–распорядители) – осуществляют контроль локальной сети предприятия или узла сети Internet. Обладает мощным процессором, большой оперативной памятью и несколькими объёмами с жёсткими дисками (дублирующими друг друга).

**ПК** (настольные компьютеры) – сравнительно недорогие, легко модернизируются. Используются также портативные компьютеры (ноутбуки).

Специализированные **мини** и **микроЭВМ** – ориентированы на конкретный тип объекта управления и больше используются как встраиваемые. Используются для ЧПУ-станков:

– электроника НЦ 31, электроника МЦС 2101 и т.д.

Мини и микроЭВМ общего назначения, а также управляющие мини и микроЭВМ имеют в своём составе широкий набор устройств сопряжения, ввода и вывода информации и обладает возможностью выполнения больших объёмов вычислительных операций. Используются при решении сложных задач управления, хранения и обработки больших объёмов измерительной информации и т.д.: СМ-1810, СБ-41, СМС-121–2.

В данной структуре информация передаётся в двух направлениях: данные о параметрах ТП, информация о составе продукции и другие сведения технологического характера передаются снизу вверх, при этом большая часть информация фильтруется и преобразуется, в противоположном направлении передаются команды управления.

**Триггеры**

**Триггер** – устройство, которое имеет два устойчивых состояния (1 и 0) и может переходить из одного состояния в другое под воздействием входных сигналов.

Входы триггера разделяют на информационные и управляющие.

**Информационные** – используются для управления состоянием триггера.

**Управляющие** – используются для предварительной установки триггера в некоторое состояние и для синхронизации.

Триггеры классифицируют по следующим признакам:

1. По способу приёма информации:
   1. асинхронные;
   2. синхронные.

Асинхронный триггер изменяет своё состояние непосредственно в момент появления соответствующего информационного сигнала.

Синхронные триггеры реагируют на информационные сигналы только при наличии соответствующего сигнала на так называемом входе синхронизации.

Синхронные триггеры в свою очередь делят на статические и динамические. Статические воспринимают информационные при подаче на вход «С» (синхронизации) 1 или 0. Динамические воспринимают сигналы при изменении на «С» от 0 к 1 или от 1 к 0.

Статические триггеры в свою очередь делятся на одноступенчатые и двухступенчатые.

1. По принципу построения. Способ построения зависит от количества базовых логических элементов.
2. По функциональным возможностям:
   1. С раздельной установкой состояния 0 и 1. *RS* – триггеры.
   2. Универсальные. *YK* – триггеры.
   3. С приёмом информации по одному входу. *D* – триггеры.
   4. Со счётным входом. *Т* – триггеры.