

ТЕМА 3. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ И ВИДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

ЛЕКЦИЯ 1 СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ



«Бойтесь странностей.

Всё хорошее просто и понятно, а где странности, там всегда какая-нибудь муть.

И вообще приучите себя к тому, чтобы у вас во всём была ясность»

Л.Д. Ландау

«Нет ничего тайного, что не сделалось бы явным,
и ничего не бывает потаённого, что не вышло бы наружу»

Евангелие от Марка

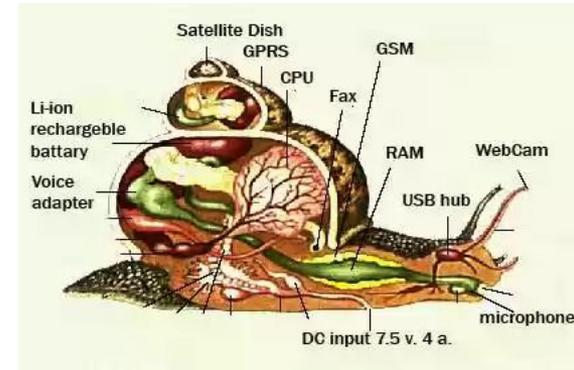
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС Структурное моделирование

Структура, лат., внутреннее строение:
анатомическое, гистологическое, микроскопическое
(микроструктура), химическое.

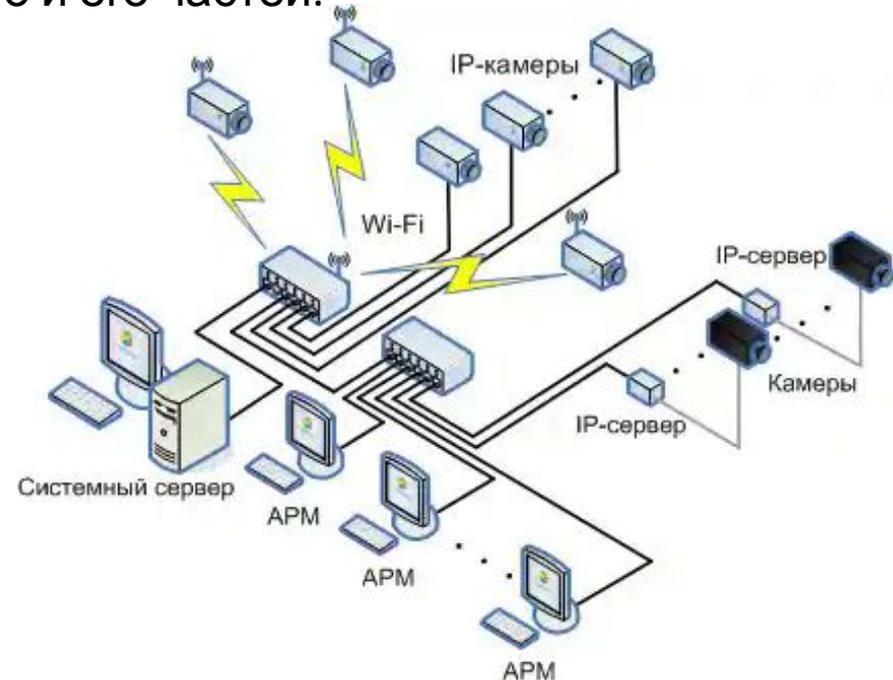
Малый энциклопедический словарь Брокгауза и
Ефрона



В естествознании **структура** есть внутреннее устройство чего-либо, скрытое внешней формой предмета. Внутреннее устройство связано с категориями целого и его частей.



СТРУКТУРА СИСТЕМЫ [system structure] — организация связей и отношений между подсистемами и элементами системы, а также собственно состав этих подсистем и элементов, каждому из которых обычно соответствует определенная функция.



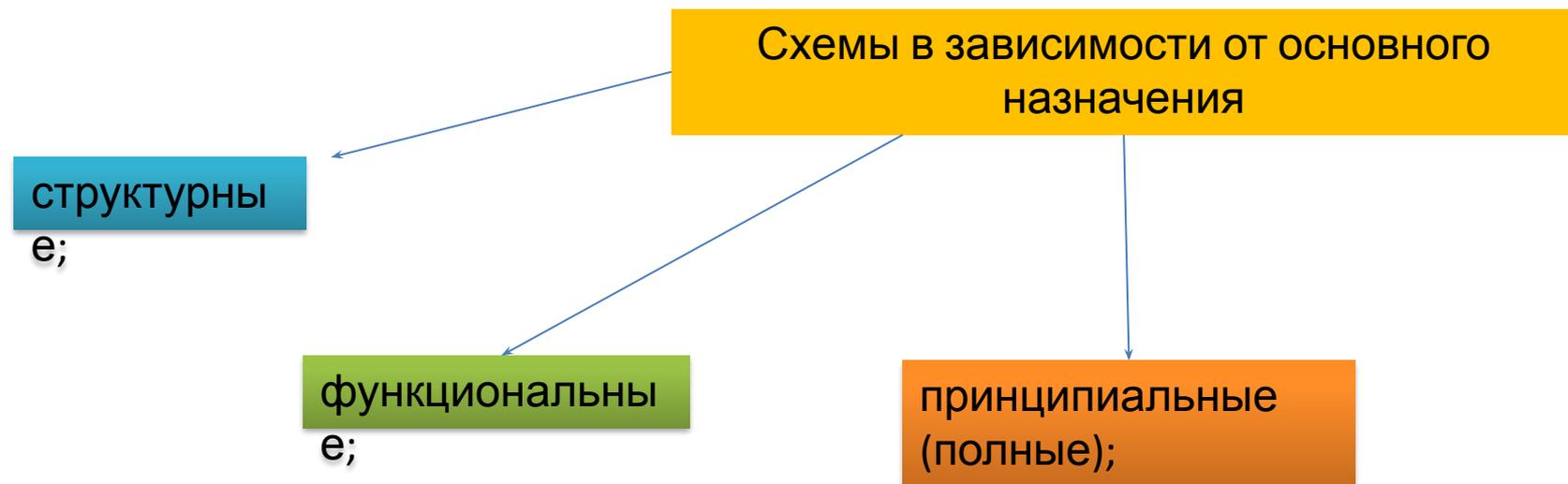


ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС
Структурное
моделирование

ГОСТ
2.701-84

СХЕМЫ. Виды и типы. Общие требования к выполнению.



Структурная схема поясняет, как и чем достигается **целевая функция** системы
Функциональная схема поясняет, что необходимо сделать (какие этапы обработки
пройти) для достижения **целевой функции** системы

соединений
(монтажные);

подключены;

общие;

расположены;

совмещены.



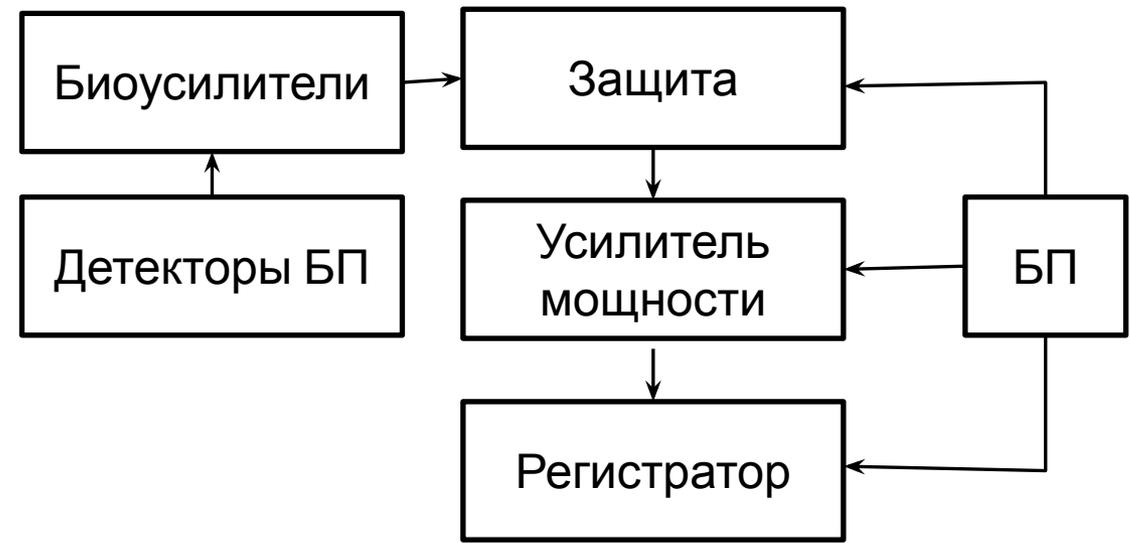
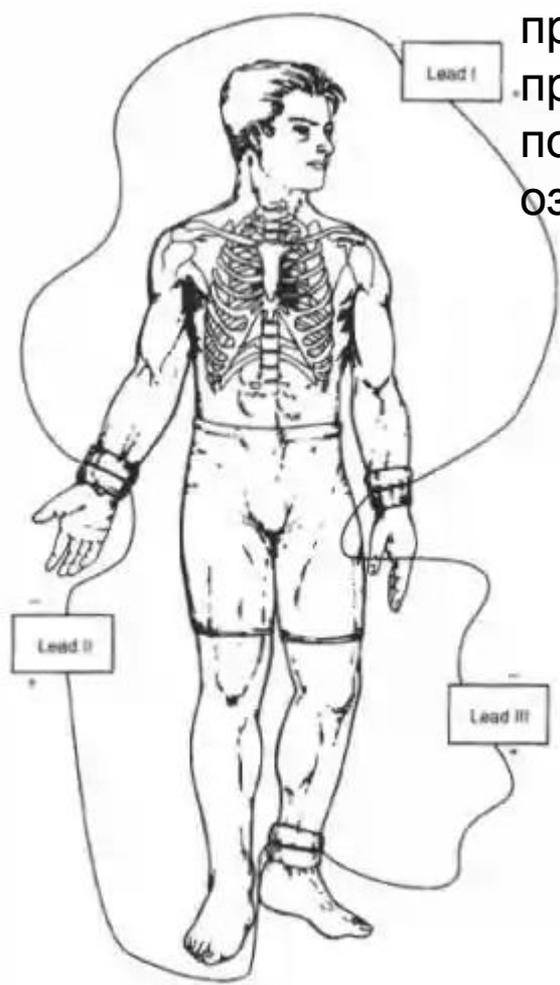
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС
Структурное
моделирование

ГОСТ
2.701-84

Структурная схема - схема, определяет основные функциональные части изделия, их назначения и взаимосвязи.

Структурные схемы разрабатываются при проектировании изделий (установок) на стадиях, предшествующих разработке схем других типов, и пользуются ими при эксплуатации для общего ознакомления с изделием (установкой).



Модель состава – это
...?



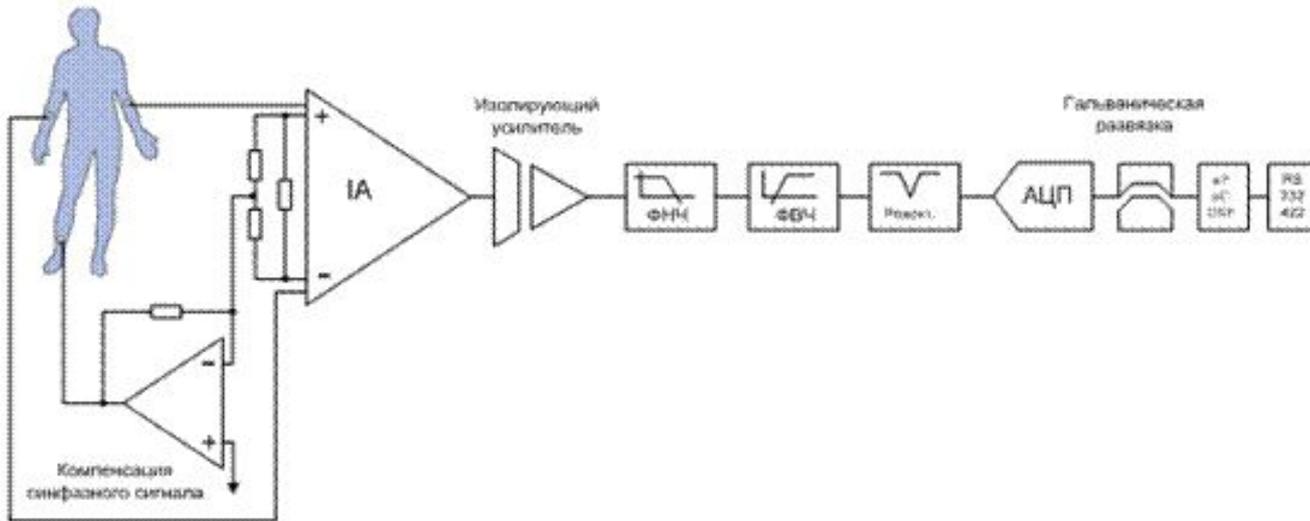
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС
Структурное
моделирование

ГОСТ
2.701-84

Функциональная схема - схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или в изделии (установке) в целом.

Функциональными схемами пользуются для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их ге.



Внимание! Не путать функциональную схему и функциональное моделирование.

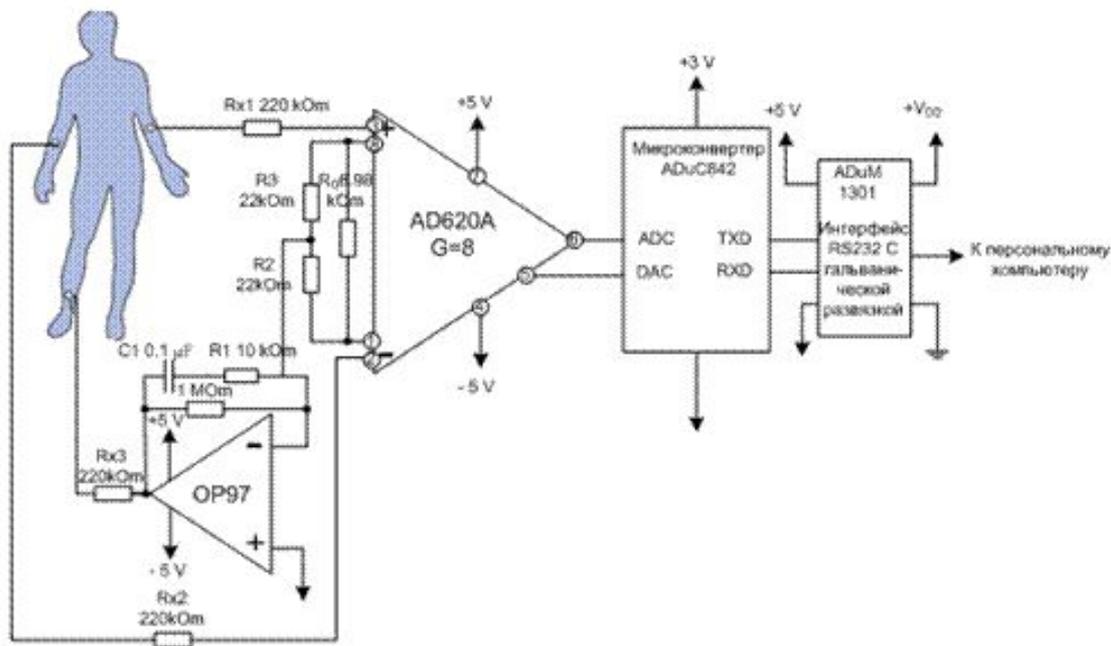


ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС Структурное моделирование

**ГОСТ
2.701-84**

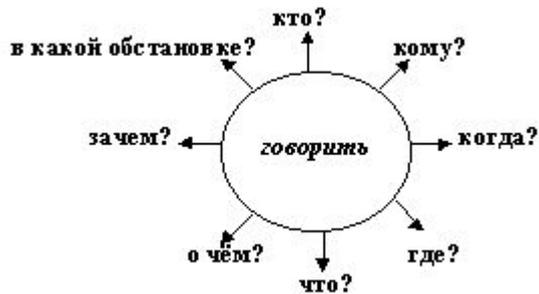
Принципиальная (полная) схема - схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними, и как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия (установки).

Принципиальные (полные) схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, например. Схем соединений (монтажных) и чертежей; пользуются ими для изучения принципов работы изделий (установок), а также при их наладке, регулировке, контроле и



ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС Структурное моделирование

Фрейм

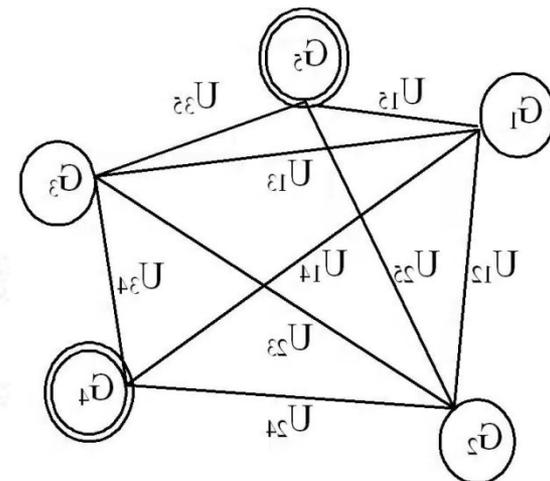
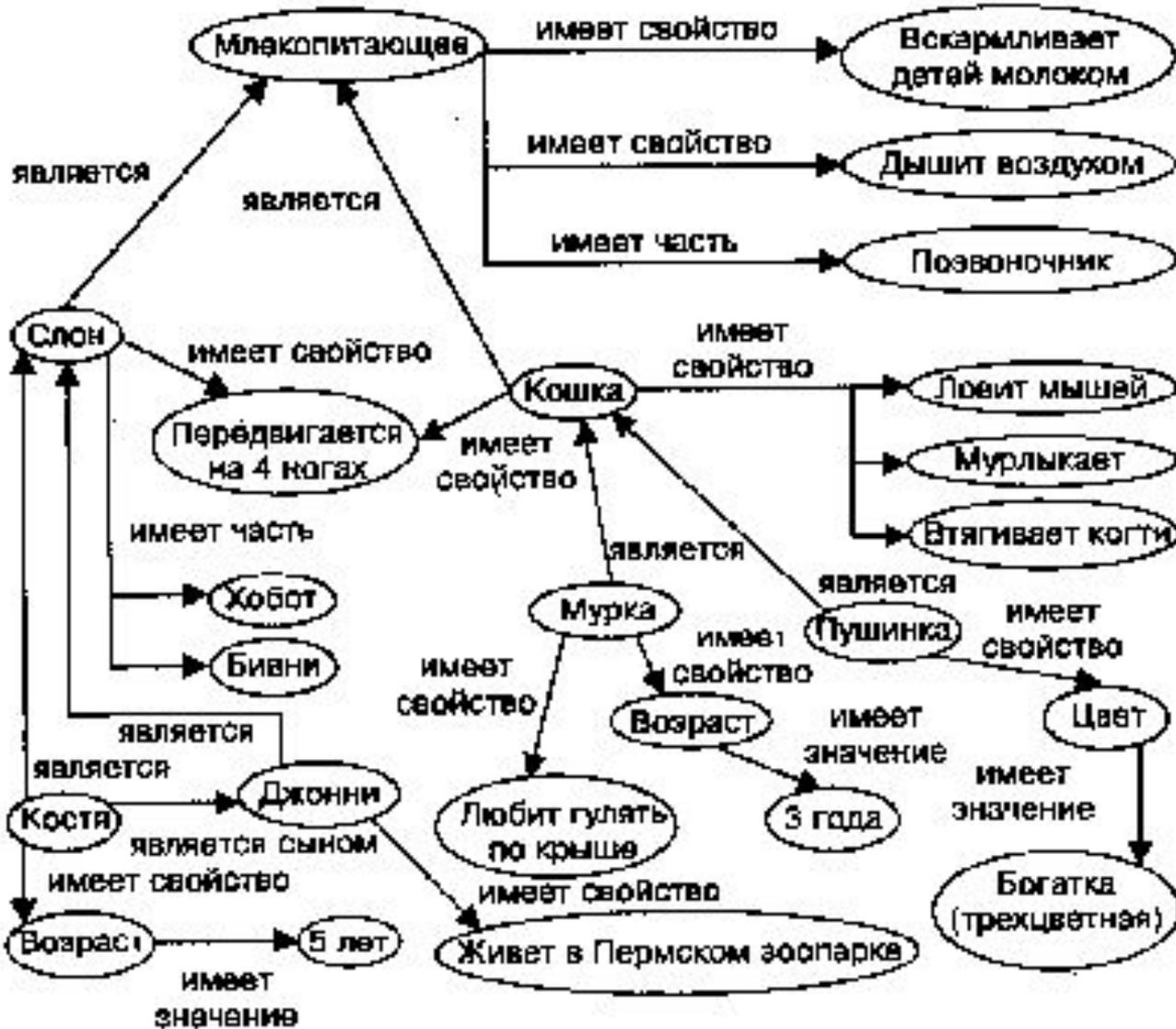


Функциональные аспекты языка



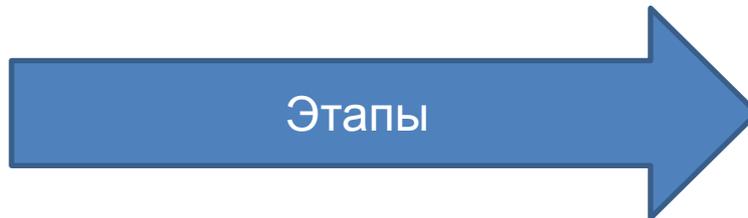
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС Структурное моделирование

Семантическая сеть





ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС Структурное моделирование

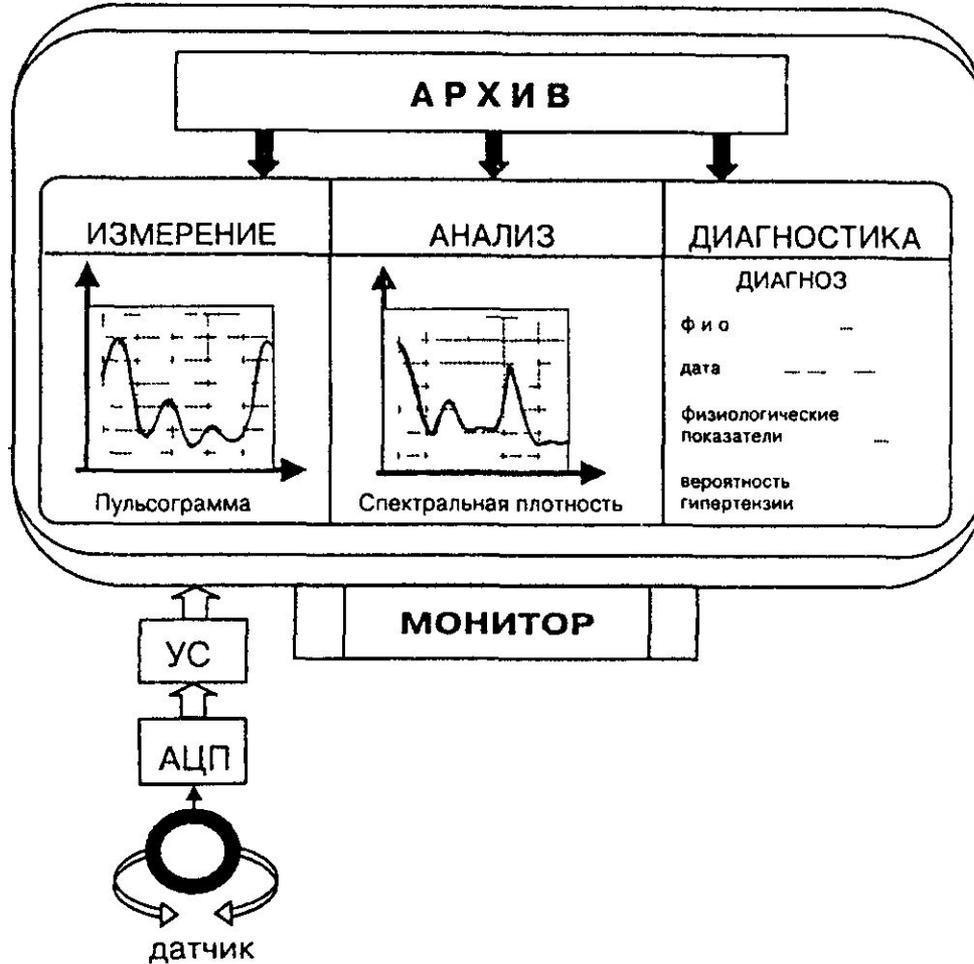


- Состав элементов
- Описание связей (свойств)
- Описание состояний
- Правила перехода
- Ограничения

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
БТС
Структурное моделирование
ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ФУНКЦИЙ
ЧЕЛОВЕКА

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ

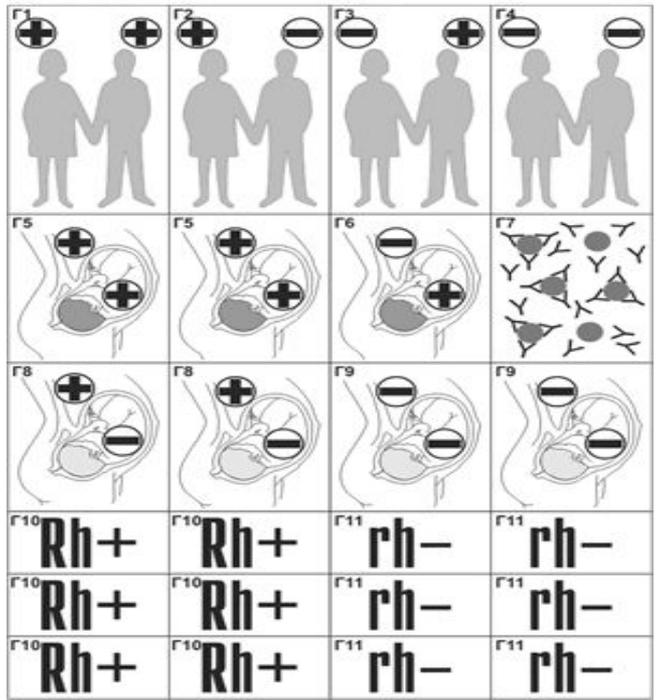
Пример
:



Лабораторная диагностика гепатита С (ГС)



Схема 1

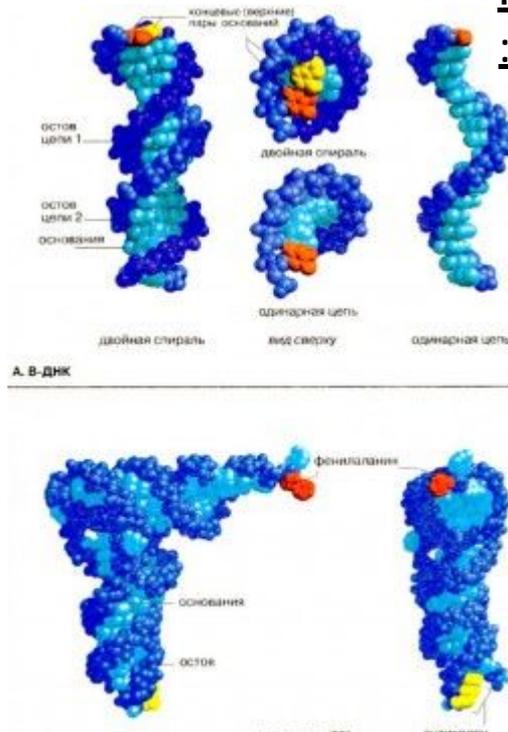
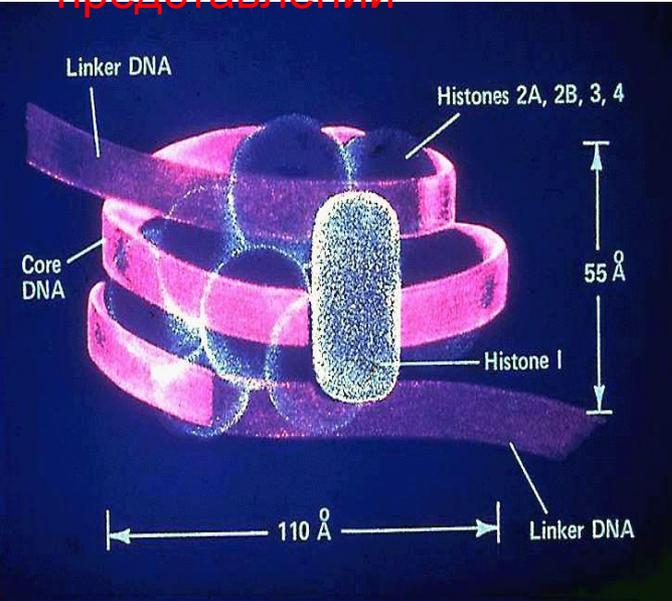


Пример

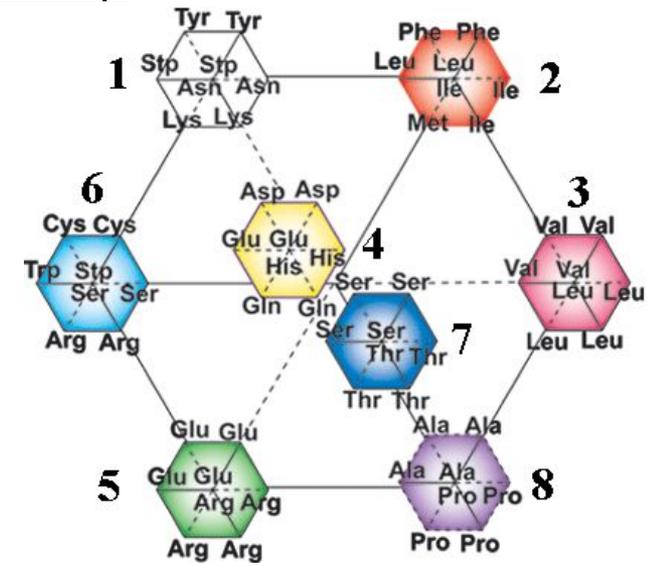
Лабораторная диагностика надпочечниковой



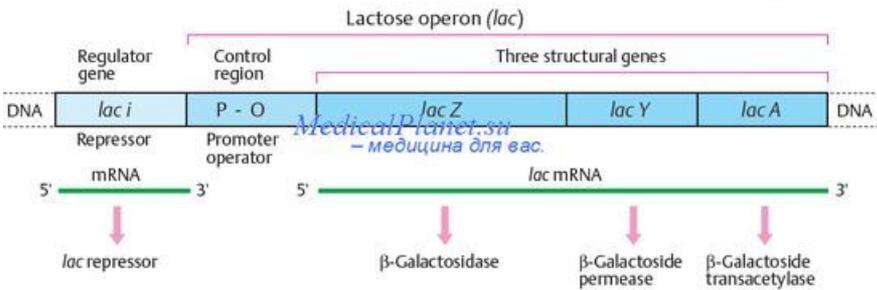
Разнообразие представлений



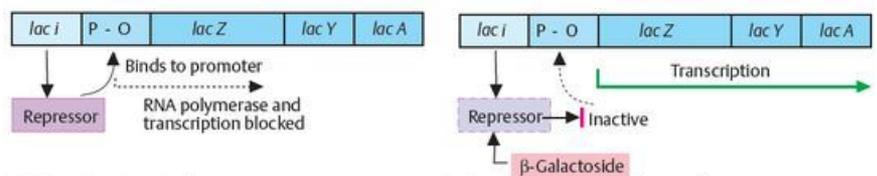
Пример



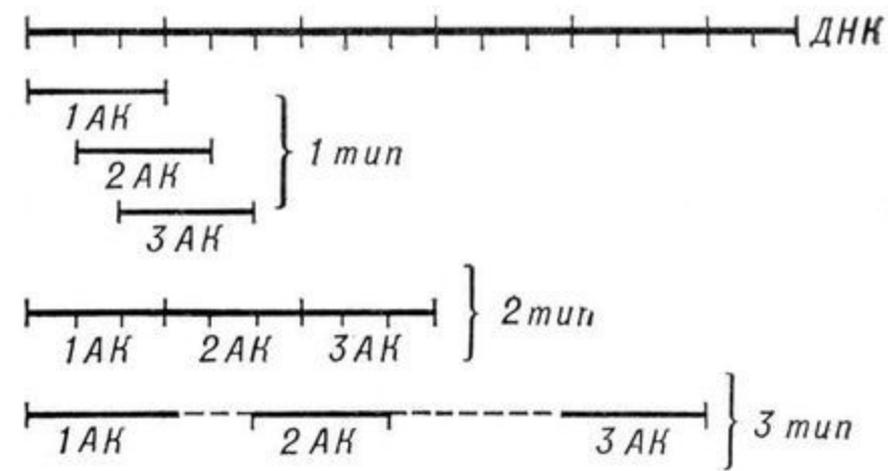
Модель генетического кода



B. The lactose operon in *E. coli*



C. Control of the *lac* operon

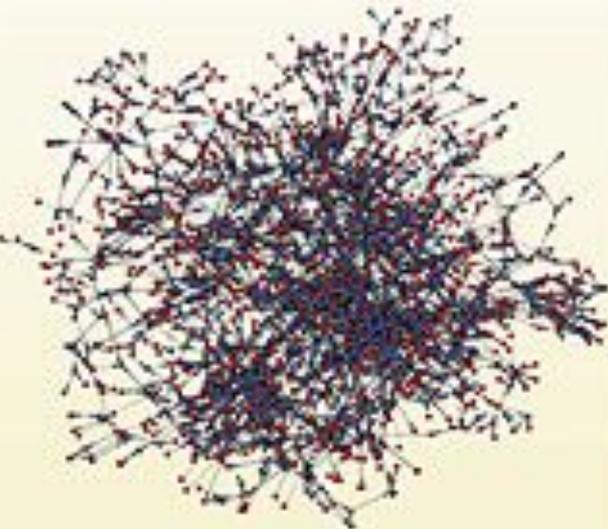


Разнообразие представлений

Пример

:

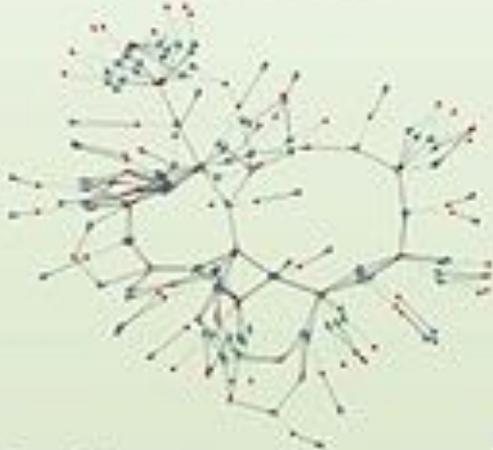
Двудольный граф метаболических процессов в бактериальной клетке 945 переменных; 1232 элементарных процессов.



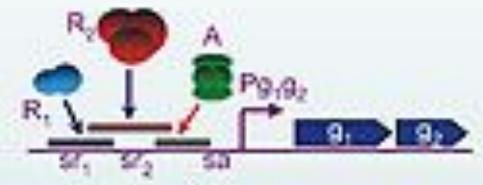
Генные сети



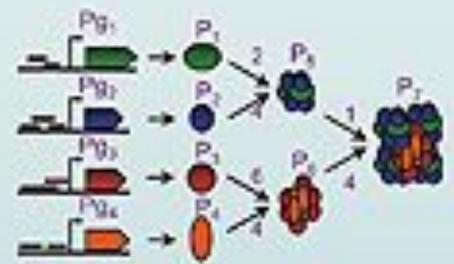
.....



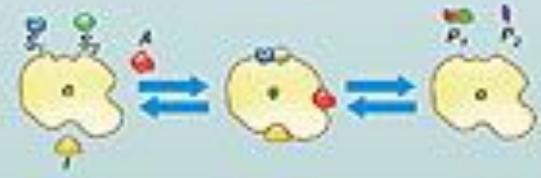
Промоторы



Мультимерные комплексы ферментов



Ферментативные реакции



Математическая модель метаболизма E. Coli

Математическая модель генных сетей

Математическая модель элементарных процессов



Разнообразие представлений

Пример

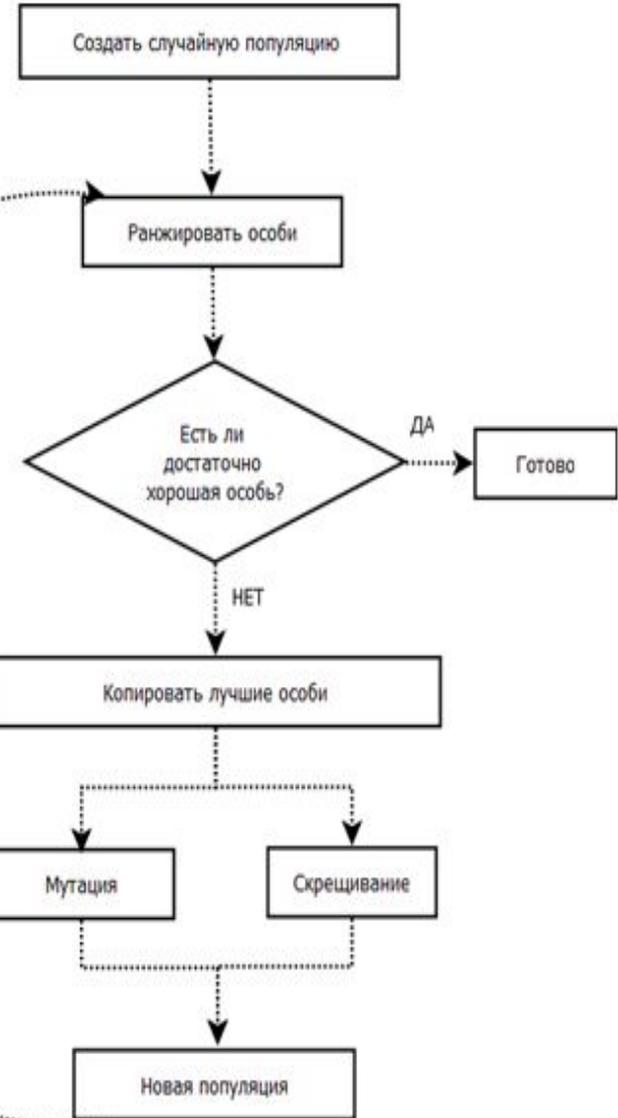
:

$$\begin{bmatrix} [T^4L^8] \\ [1] \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} [T^4L^7] \\ [T^4L^6] \\ [T^4L^5] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [T^3L^7] & [T^2L^6] & [T^1L^5] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} [T^3L^6] & [T^2L^5] & [T^1L^4] \\ [T^3L^5] & [T^2L^4] & [T^1L^3] \\ [T^3L^4] & [T^2L^3] & [T^1L^2] \end{bmatrix}}$$

$$\begin{bmatrix} [T^4L^2] \\ [1] \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} [T^4L^2] \\ [T^4L^3] \\ [T^4L^4] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [T^3L^2] \\ [T^3L^1] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} [T^2L^1] & [T^1L^0] \\ [T^1L^1] & [T^0L^0] \\ [T^1L^0] & [T^0L^1] \end{bmatrix}}$$

$$\begin{bmatrix} [1] \\ [T^4L^6] \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} [T^3L^2] & [T^2L^1] & [T^1L^0] \\ [T^3L^1] & [T^2L^0] & [T^1L^1] \\ [T^3L^0] & [T^2L^1] & [T^1L^2] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [T^4L^3] \\ [T^4L^2] \\ [T^4L^1] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} [T^3L^2] & [T^2L^1] & [T^1L^0] \\ [T^3L^1] & [T^2L^0] & [T^1L^1] \\ [T^3L^0] & [T^2L^1] & [T^1L^2] \end{bmatrix}}$$

$$\begin{bmatrix} [1] \\ [T^4L^8] \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} [T^4L^5] \\ [T^4L^6] \\ [T^4L^7] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [T^3L^5] \\ [T^3L^6] \\ [T^3L^7] \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} [T^2L^4] & [T^1L^3] \\ [T^2L^5] & [T^1L^4] \\ [T^2L^6] & [T^1L^5] \end{bmatrix}}$$



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

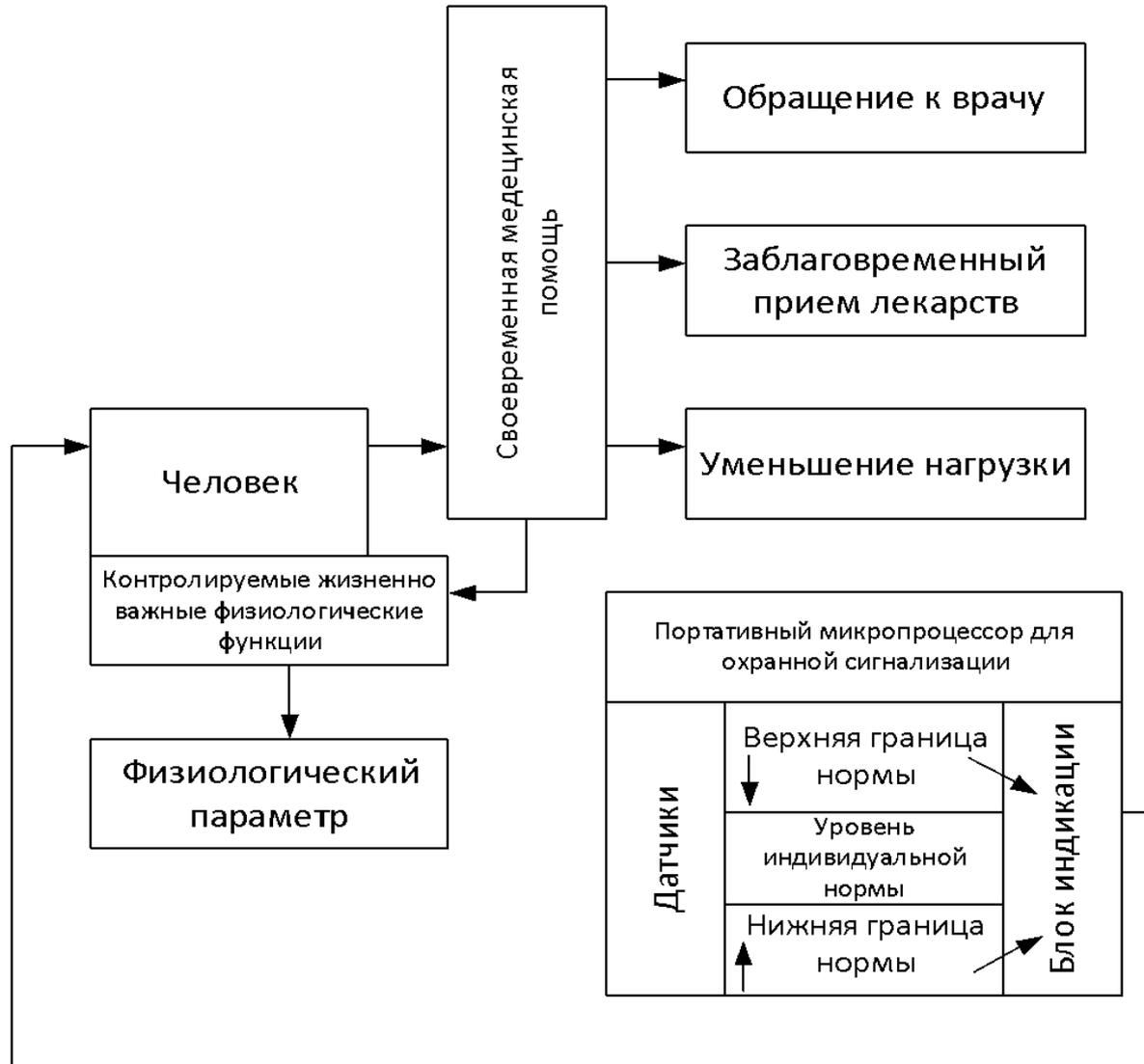
БТС
Структурное

моделирование

БТС ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Пример

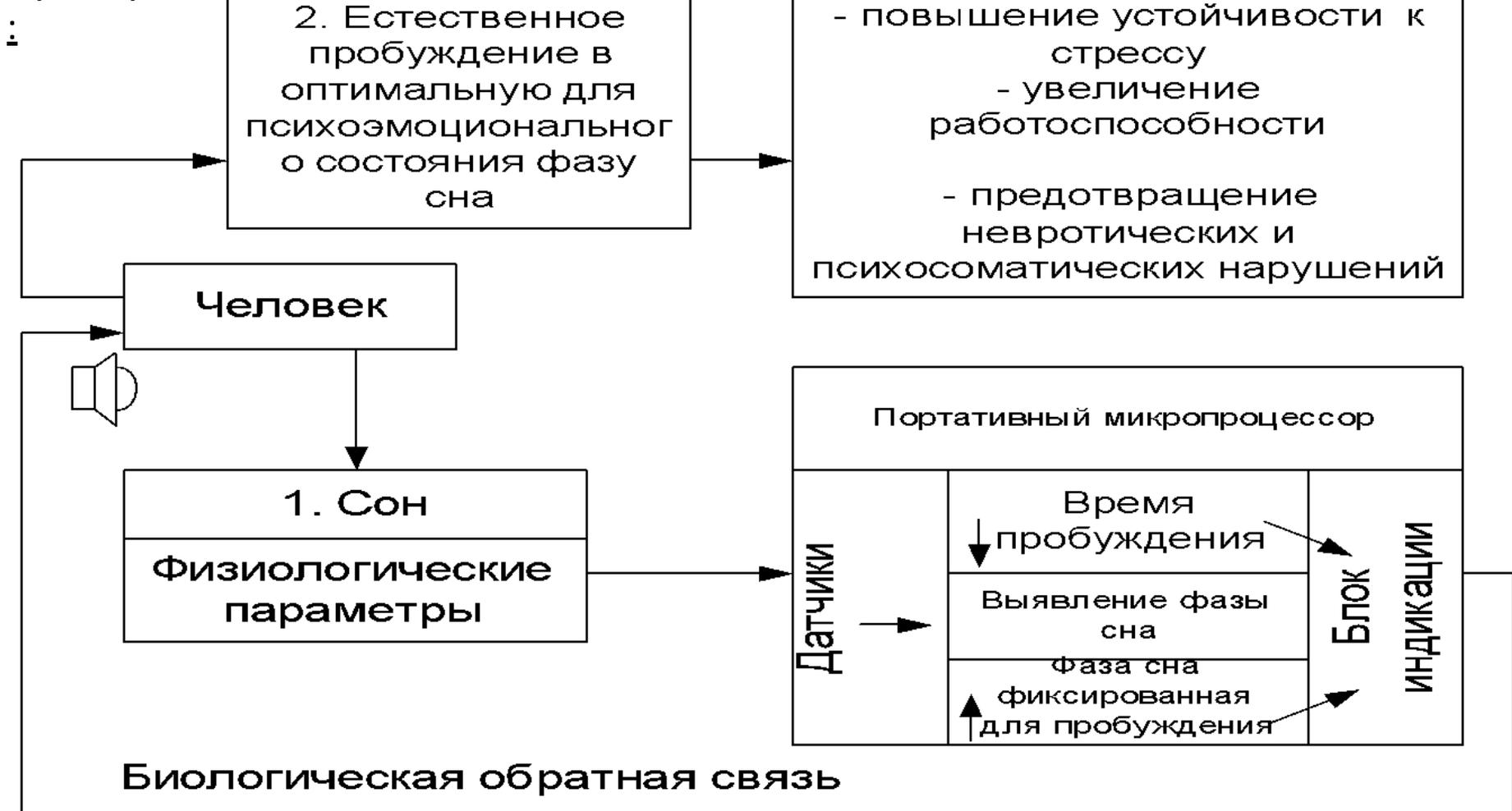
•



ПРОЕКТИРОВАНИЕ
БТС
Структурное
моделирование

БТС ПРОБУЖДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ОПТИМАЛЬНУЮ ФАЗУ СНА

Пример



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

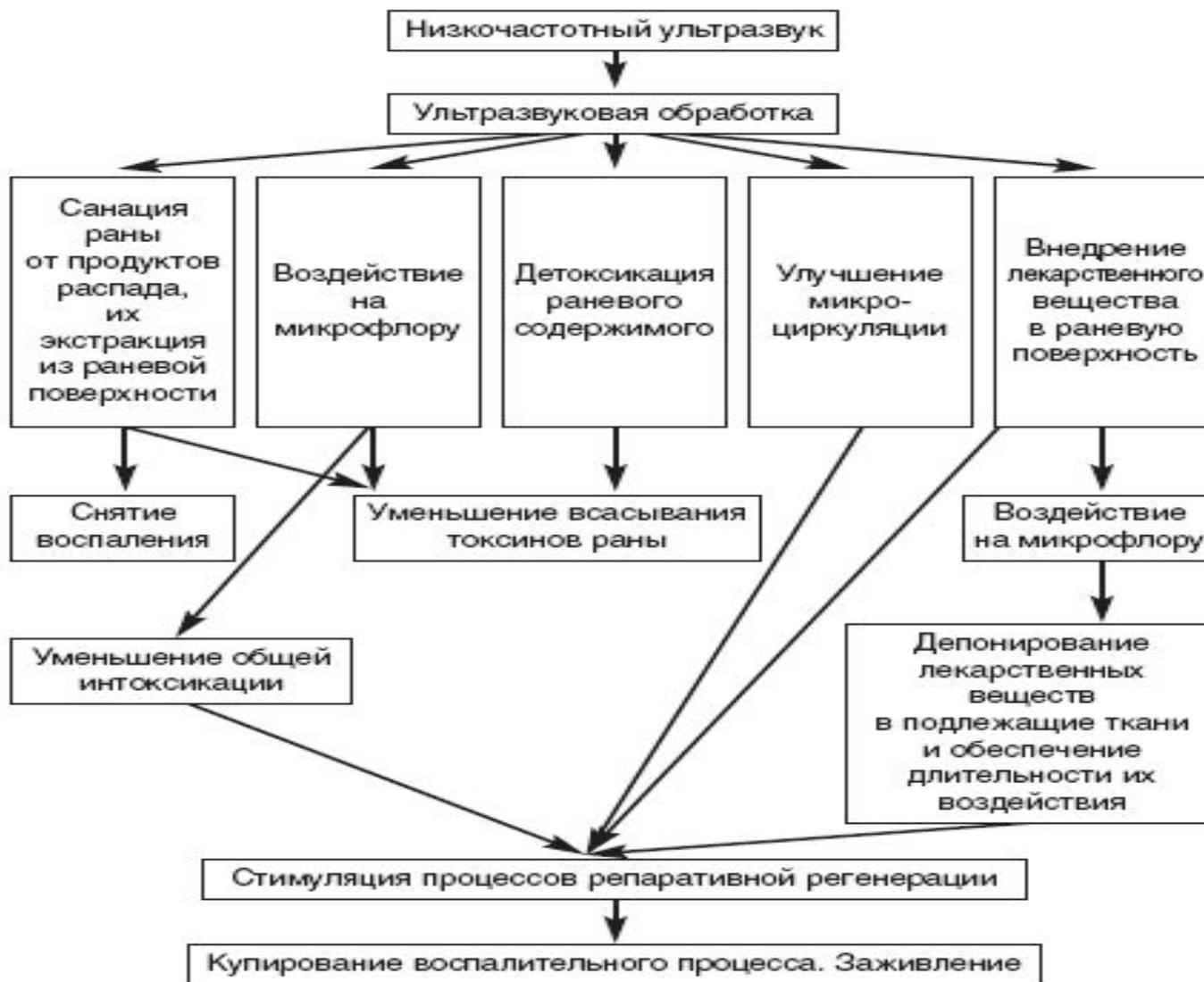
БТС
Структурное
моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

ФИ
Пример

:

ВИА



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС

Структурное

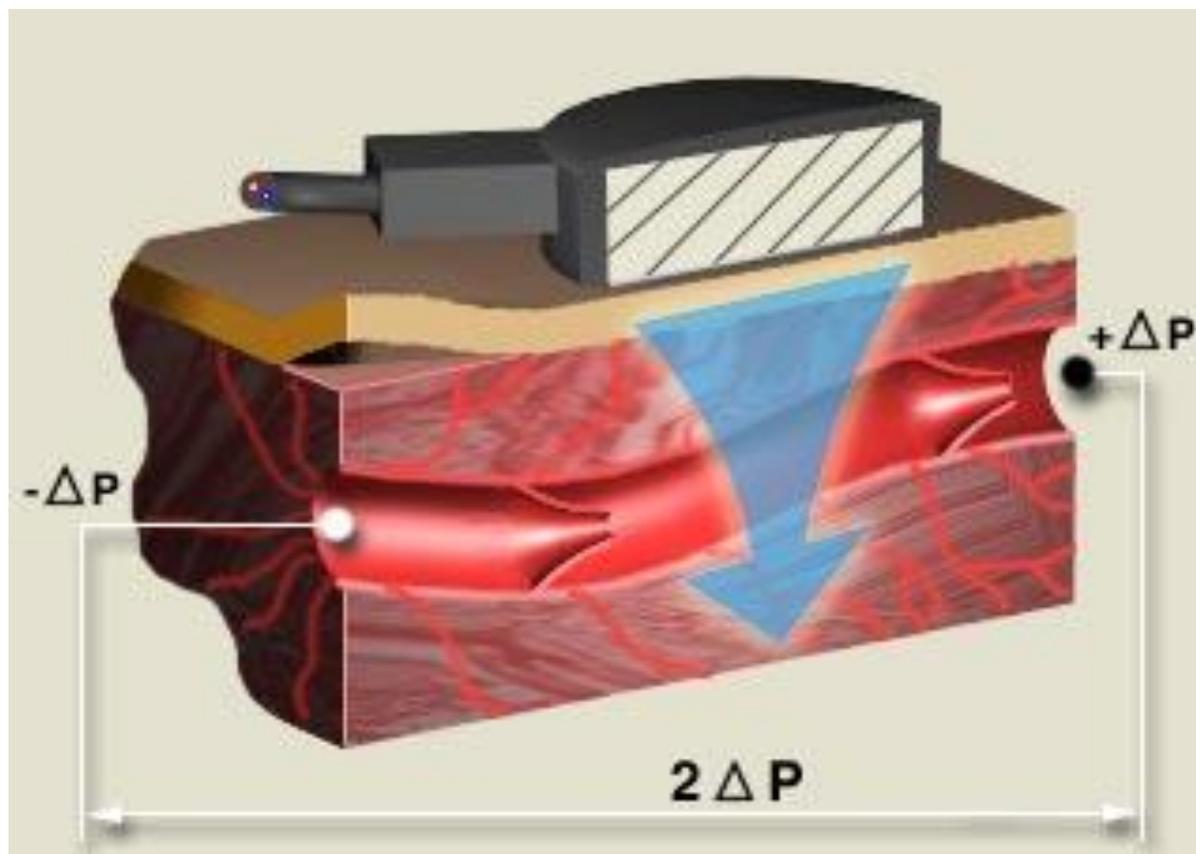
моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Физиологические механизмы действия микровибраций
на организм человека

Пример

:



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС

Структурное

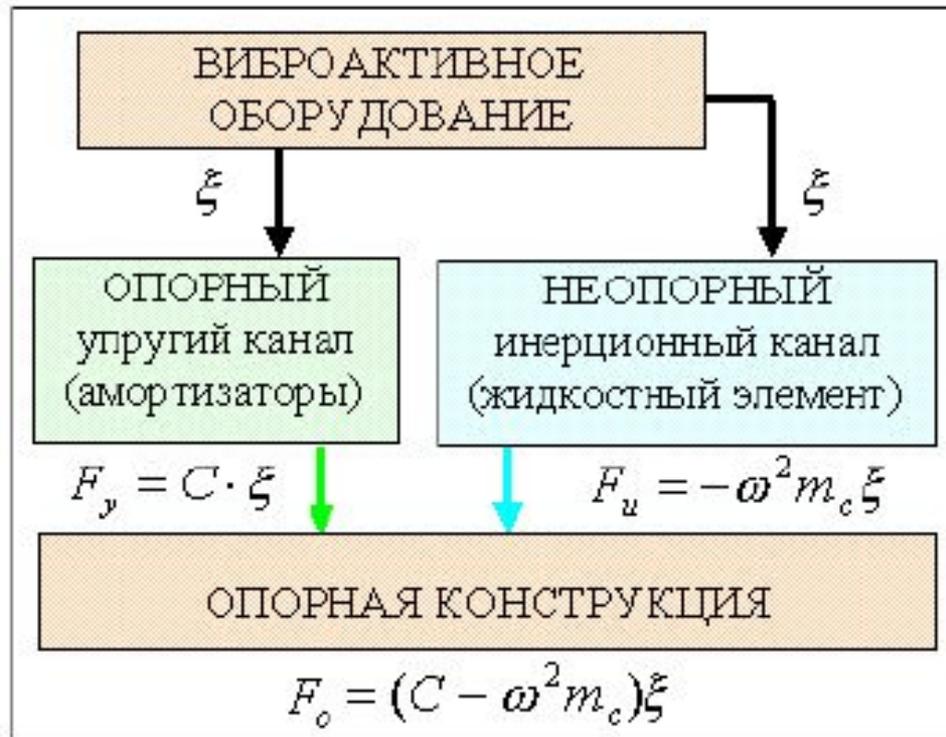
моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

СХЕМА ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Пример

:



ПРОЕКТИРОВАНИЕ

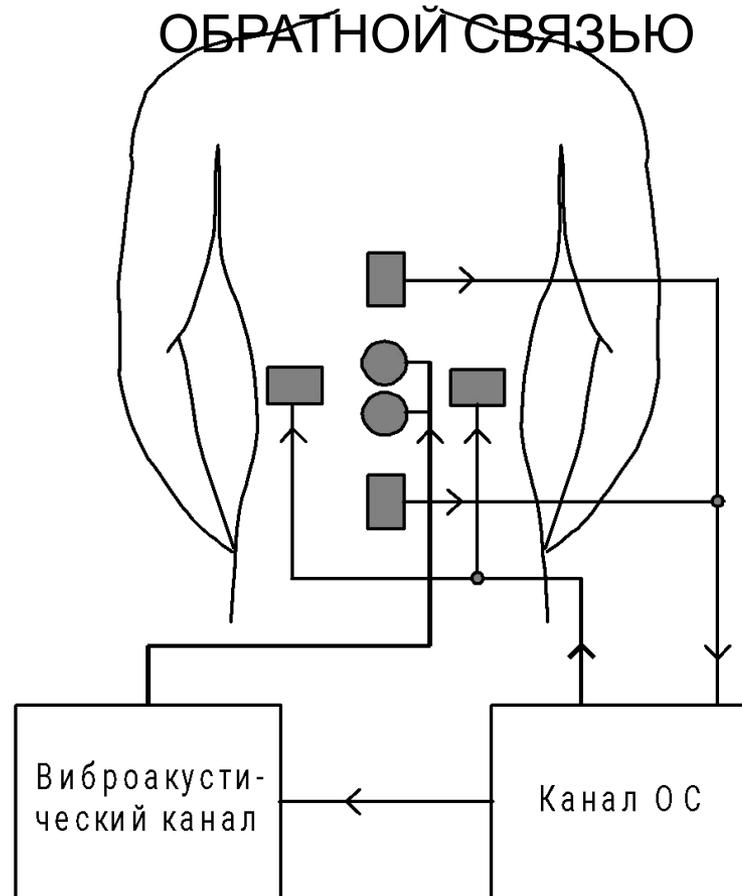
БТС
Структурное
моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Пример

:



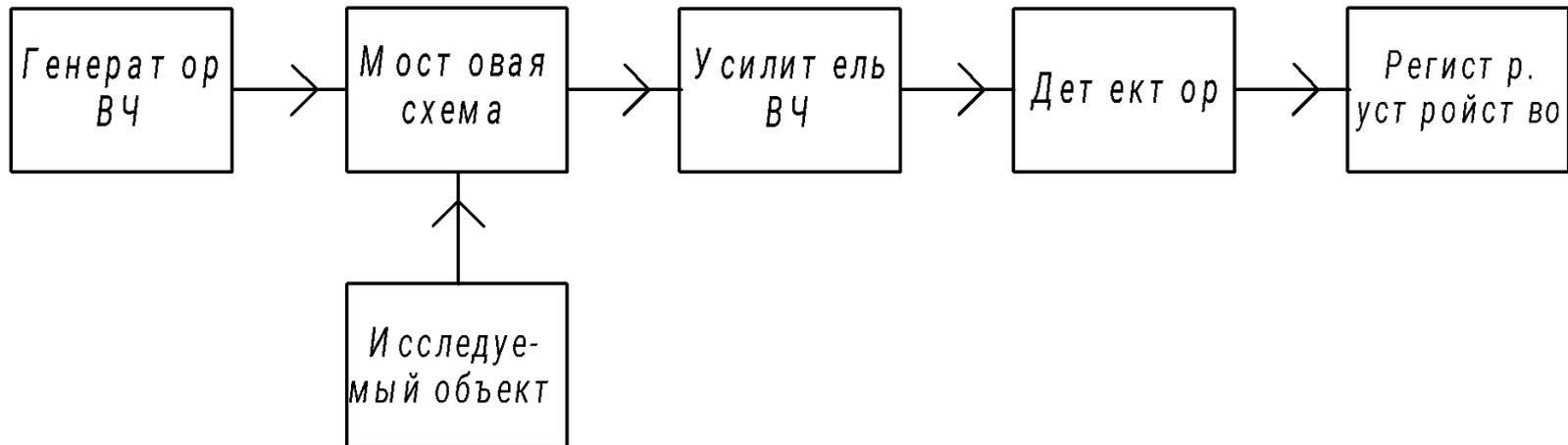
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
БТС
Структурное
моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Пример

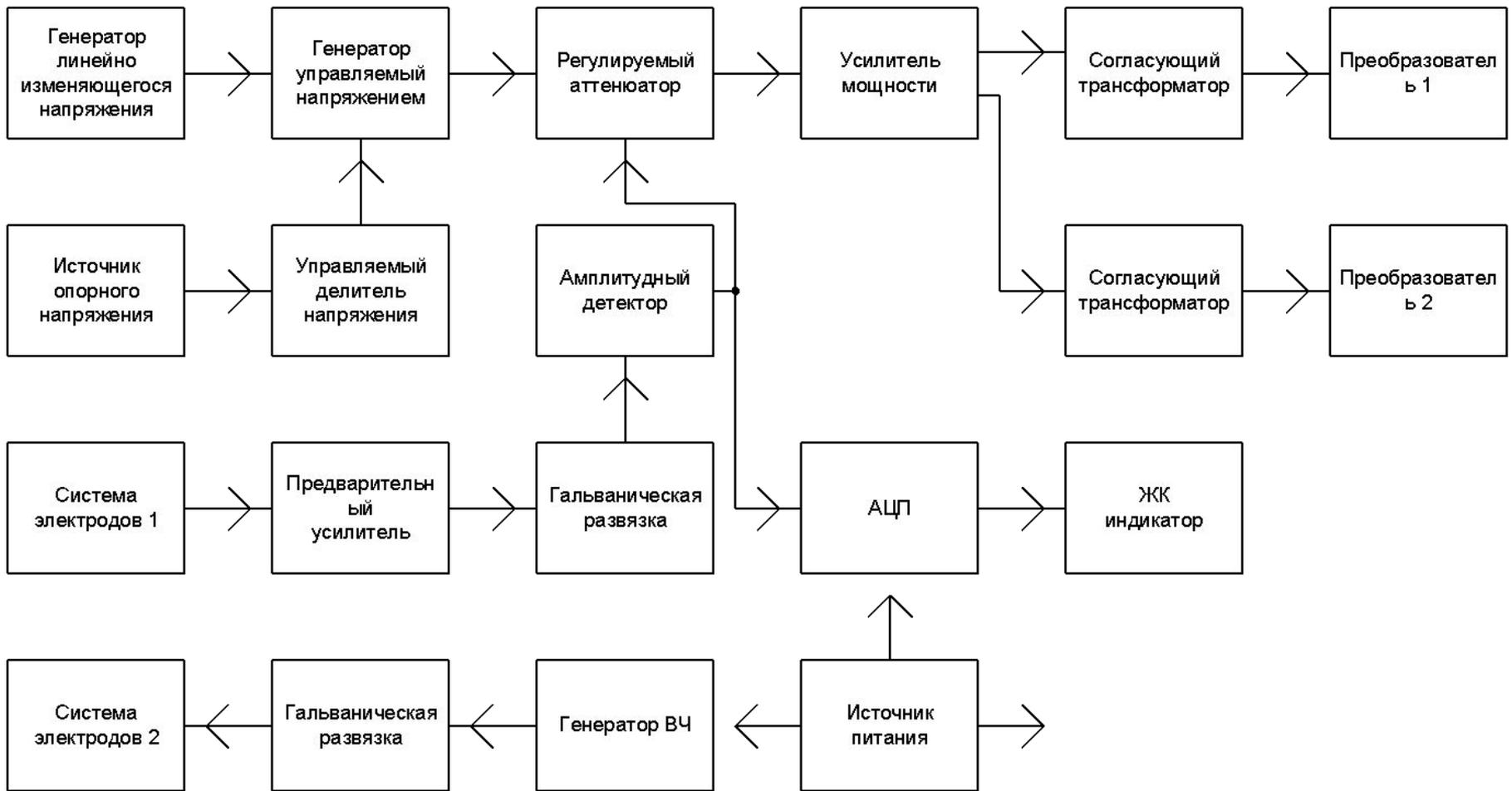
:

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА КАНАЛА ОС



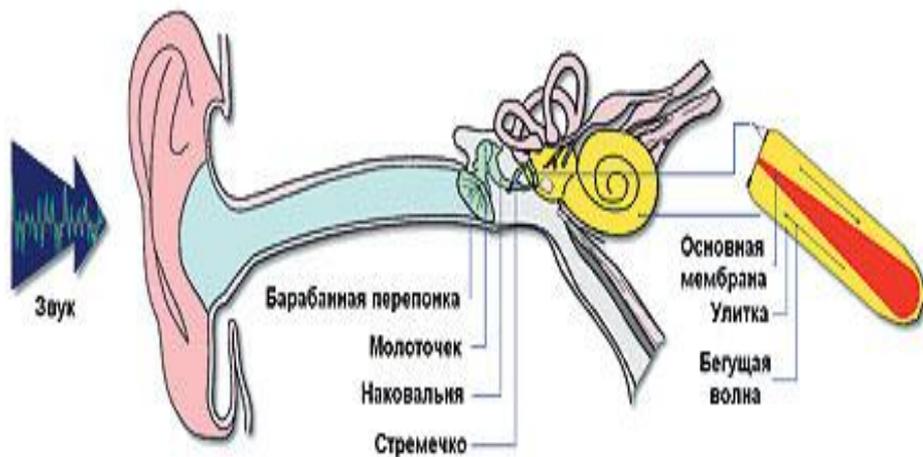
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
БТС
Структурное
моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

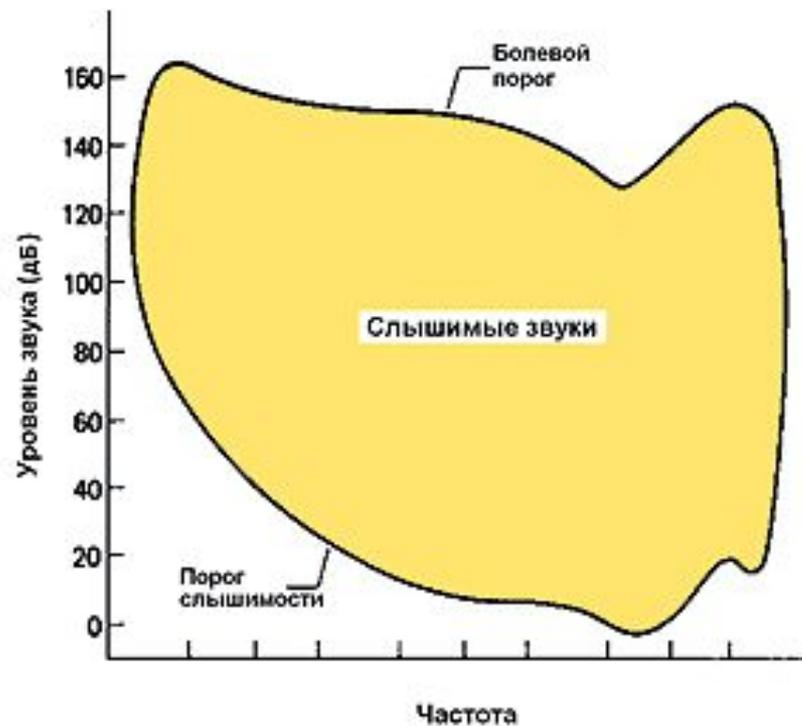


ПРОЕКТИРОВАНИЕ
БТС
Структурное
моделирование
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС ДЛЯ АУДИОМЕТРИИ

Строение уха человека



Область слышимых звуков



- абсолютный порог слышимости от 10 мкПа
- болевой порог до 100 Па
- опорный уровень давления 20,4 мкПа

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС
Структурное

моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС ДЛЯ АУДИОМЕТРИИ

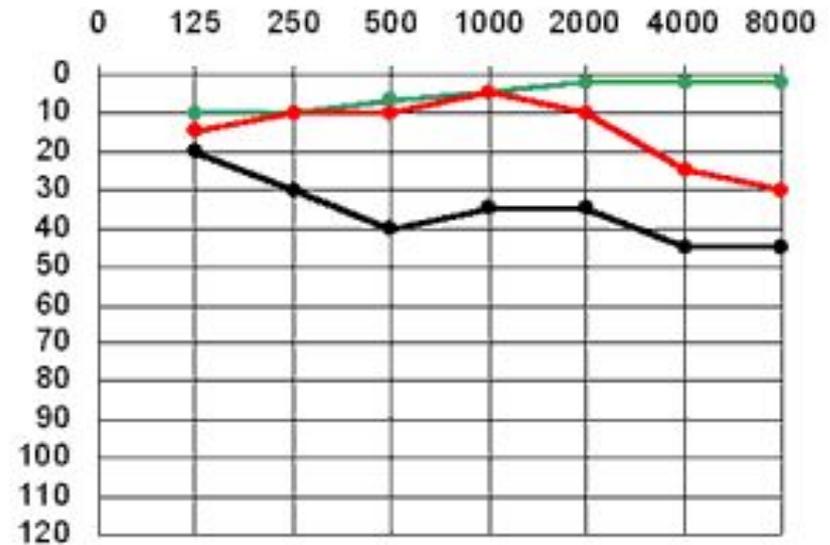
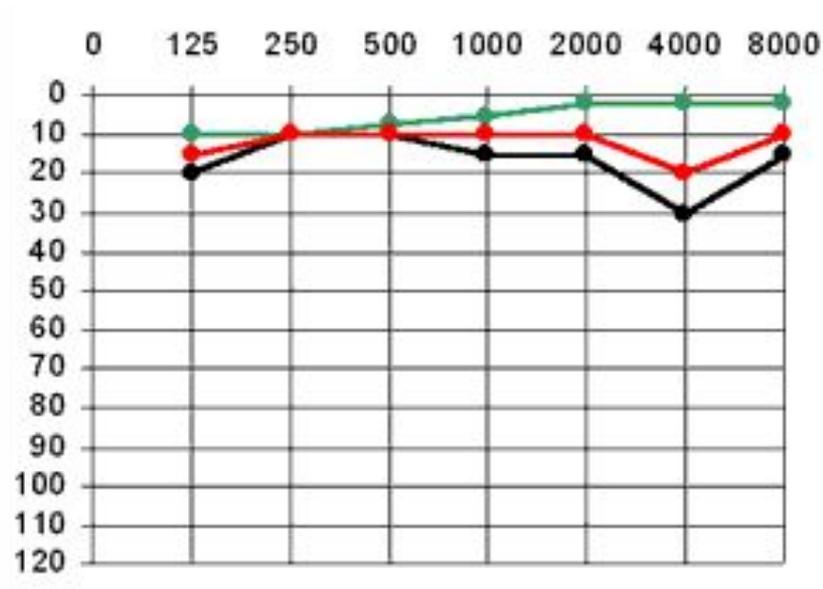
Пример построения тональной аудиограммы

Пример

:

ПРАВОЕ УХО

ЛЕВОЕ УХО



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- до лечения
- после лечения
- нормальная аудиограмма

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
БТС
Структурное
моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС ДЛЯ АУДИОМЕТРИИ

Классификация множества качественных характеристик порогов слуха

N	Характеристика ПС	Значения характеристики	
1	Проводимость тонов = Потери слуха (ПС)	полностью сохранена	В норме ПС=Н
		укорочена (слегка / значительно)	ПС > Н ПС >> Н
		укорочена резко	Большие ПС
		понижена (резко выражено)	ПС большие
2	Восприятие тонов	а) всех тонов, б) неравномерное в) плохо НЧ, (сохранены ВЧ) г) плохо ВЧ, (сохранены НЧ) д) плохо СЧ, (сохр.НЧ и ВЧ) е) плохо НЧ, ВЧ, (сохр. СЧ)	а) ровные б) зигзагообразные в) восходящая г) нисходящая д) вогнутая е) выпуклая
3	Соотношение проведенный	а) близка к норме б) возможно переслушивание	а) КВИ ≥ 10 б) КВИ = 0 или < 0

Пример

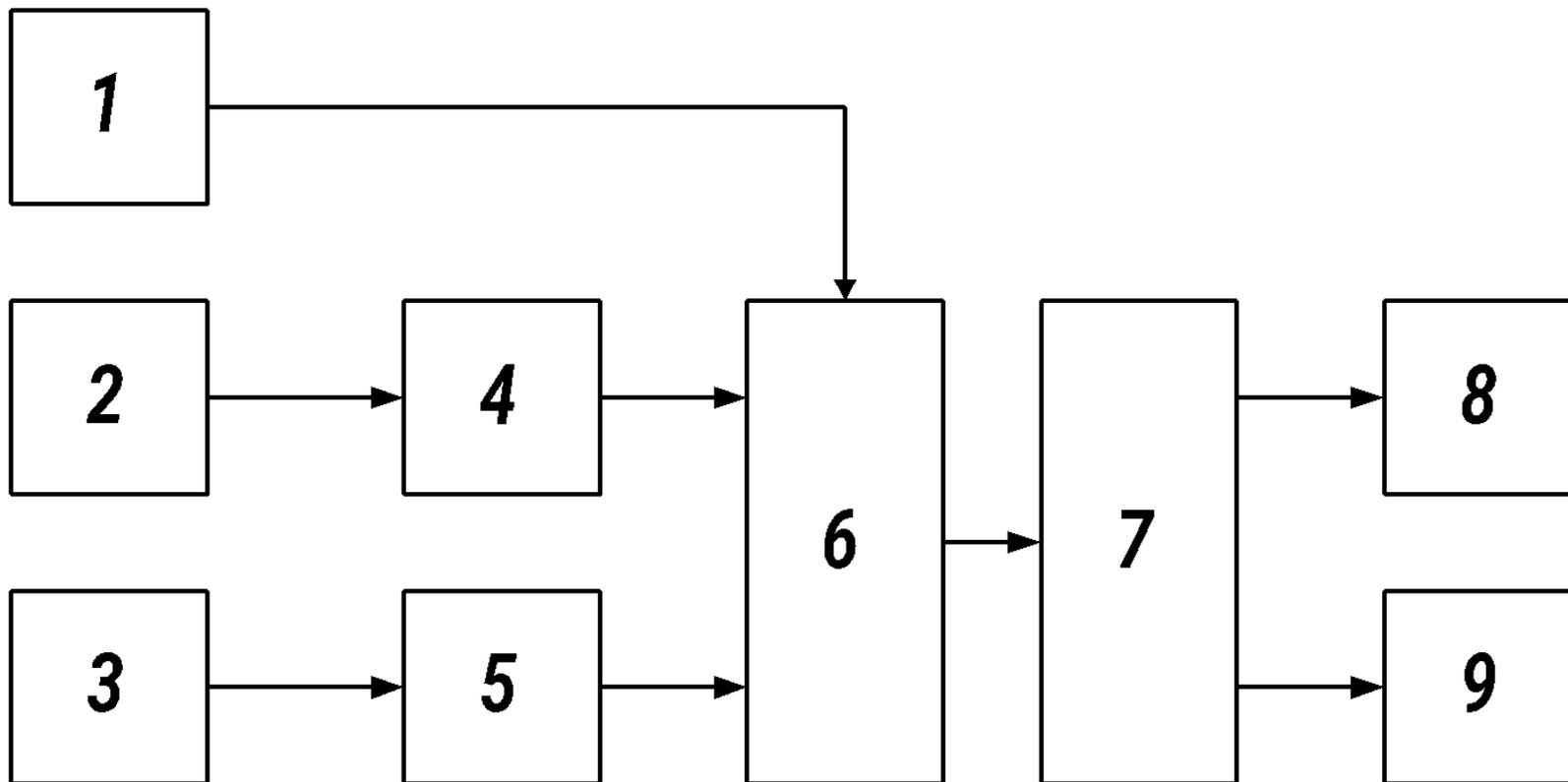
:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС
Структурное

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС ДЛЯ АУДИОМЕТРИИ

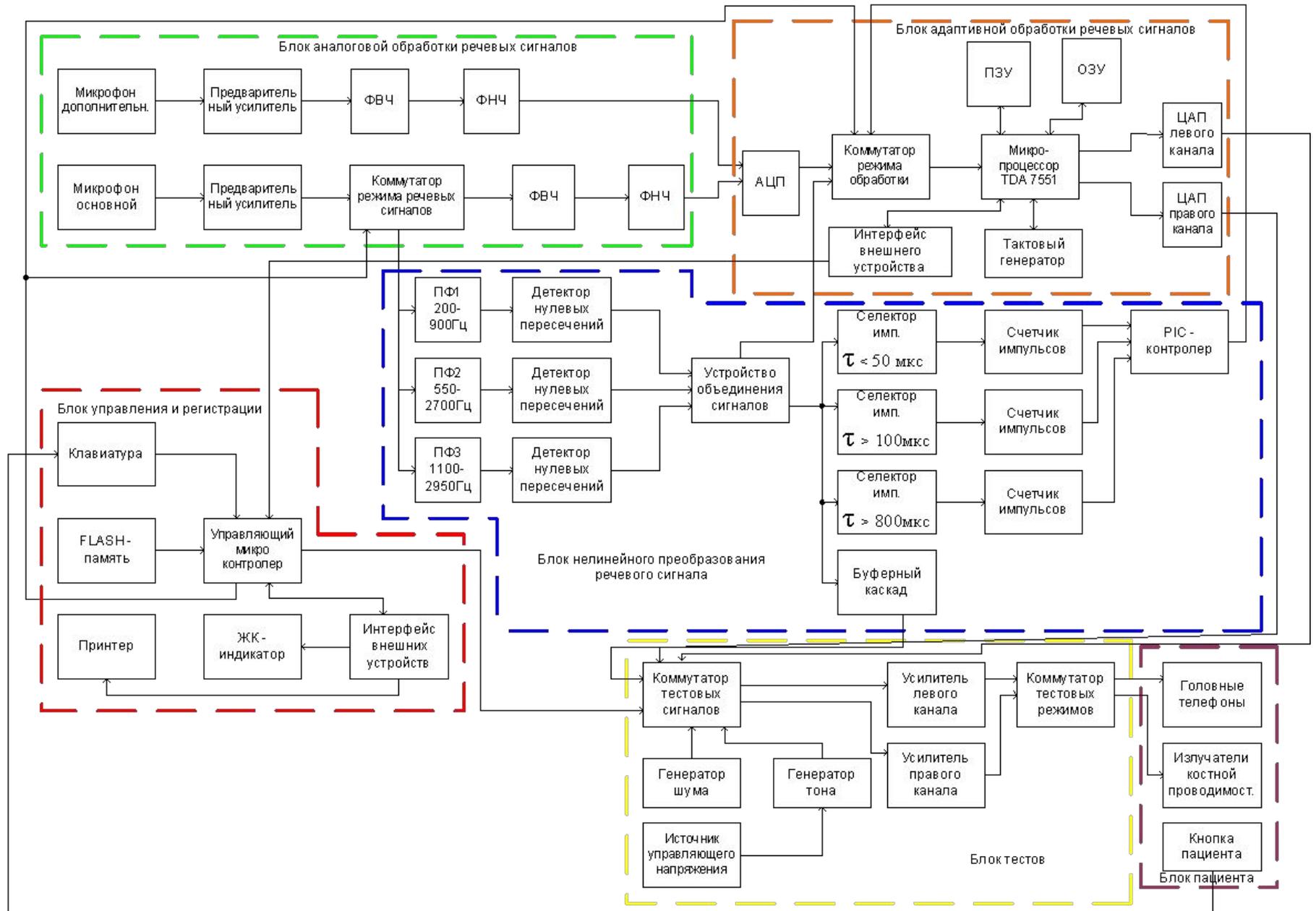
Типовая схема аудиометра



1 — микрофон, 2 — генератор синусоидальных колебаний, 3 — генератор белого шума, 4 — регулятор громкости (L), 5 — регулятор громкости (R), 6 — блок коммутации (L-R), 7 — стереофонический усилитель, 8,9 — головные телефоны воздушной проводимости (L-R)

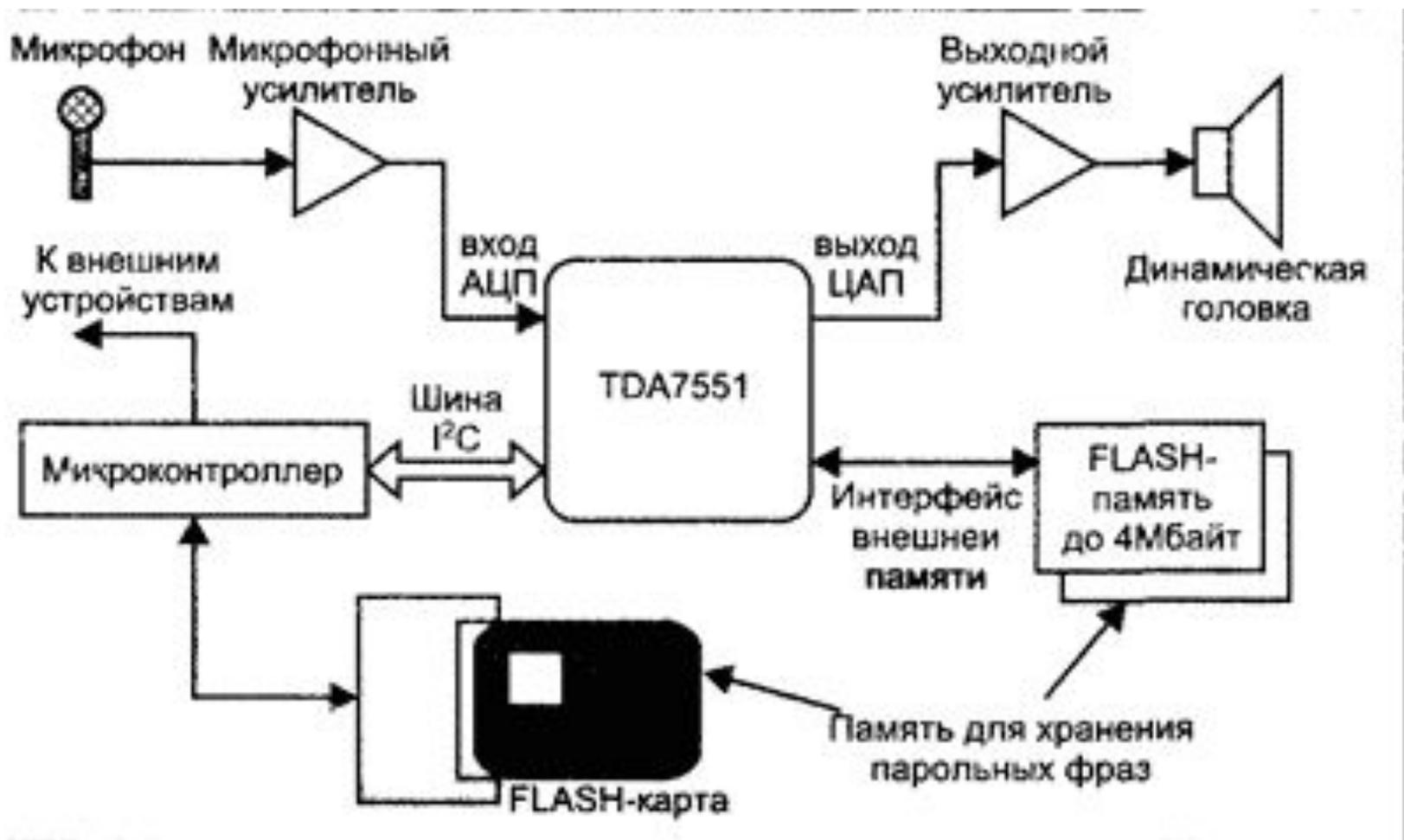
Пример

Проектирование БТС для аудиометрии



ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС ДЛЯ АУДИОМЕТРИИ

Блок схема системы идентификации голоса



Пример

:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

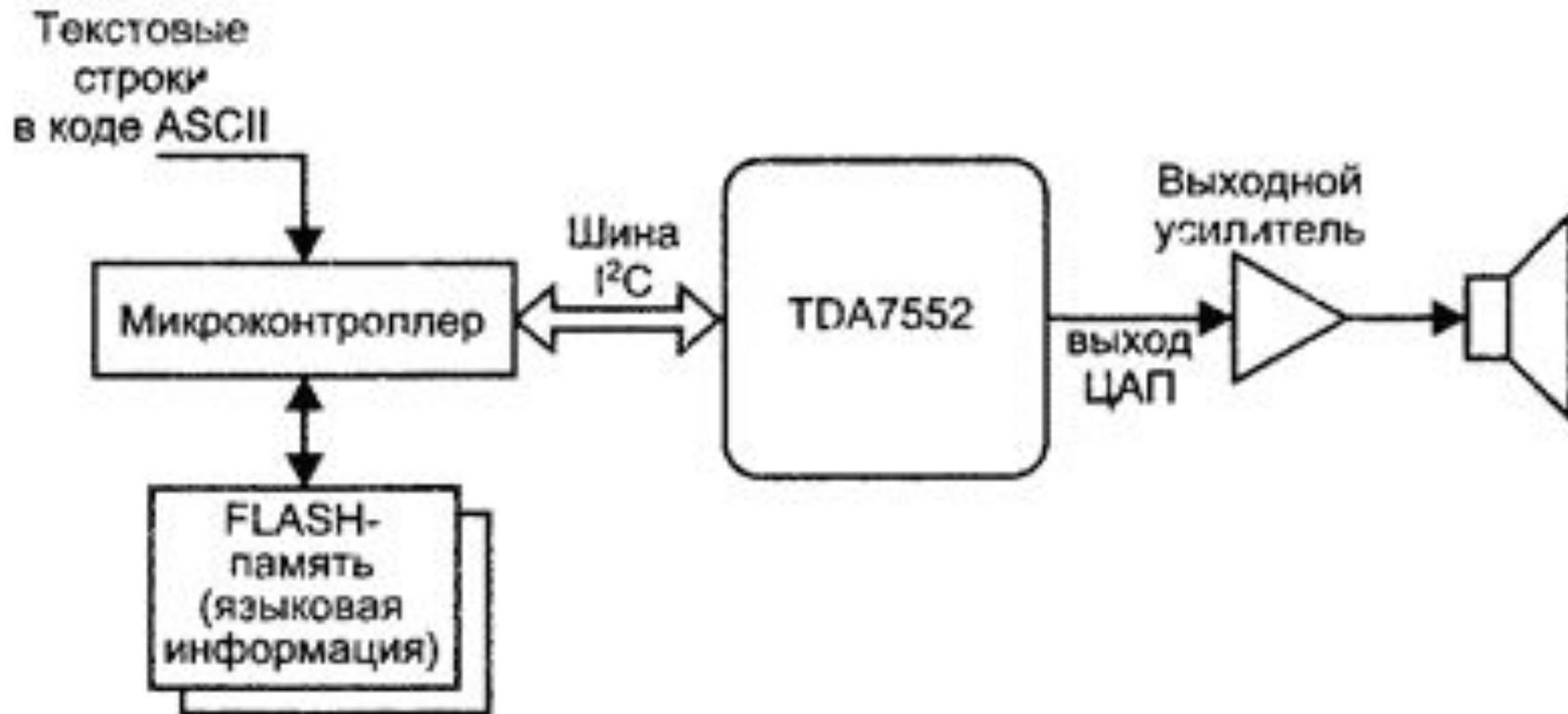
БТС

Структурное

моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС ДЛЯ АУДИОМЕТРИИ

Блок схема системы синтеза речи



ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Доплерометрия в диагностике состояния человека

- **Эффект Доплера** - зависимость наблюдаемой частоты периодического колебания от любого изменения расстояния между источником колебания и наблюдателем. Этот эффект появляется если наблюдатель или источник движутся или если излучение от неподвижного источника к неподвижному приходит, отражаясь от или рассеиваясь от движущегося объекта.
- Наблюдаемая частота для доплеровского смещения

$$f_d = (f_i - f_n) = \left(1 - \frac{c - V_n}{c - V_i} \right) \times f_i$$

- V_i и V_n - скорость источника и наблюдателя,
- f_i — частота колебаний источника,
- c — скорость распространения

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Доплерометрия в диагностике состояния человека

- При измерении сердцебиения ультразвук рассеивается на флуктуациях плотности и сжимаемости, и принятый сигнал можно вычислить как сумму сигналов от исследуемых элементов на пути ультразвукового пучка.

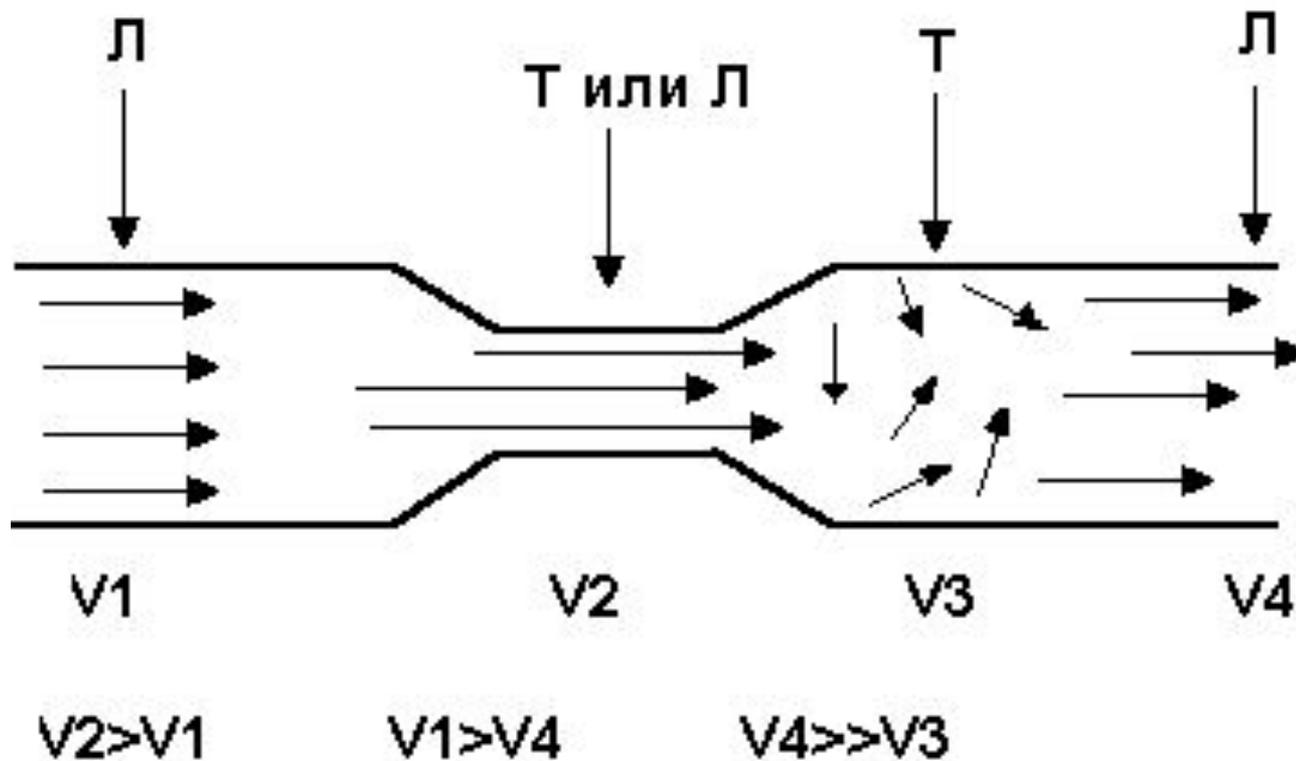
$$f_d = \left(1 - \frac{c - V_n \cos \theta_n}{c - V_i \cos \theta_i} \right) \times f_i$$

- θ_i , и θ_n - углы между вектором скорости и направлениями излучения и приема;
- f_i - частота излучения

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Соотношение типов потока и скоростей при локальном сужении сонной артерии

Л-ламинарный поток, Т-турбулентный поток



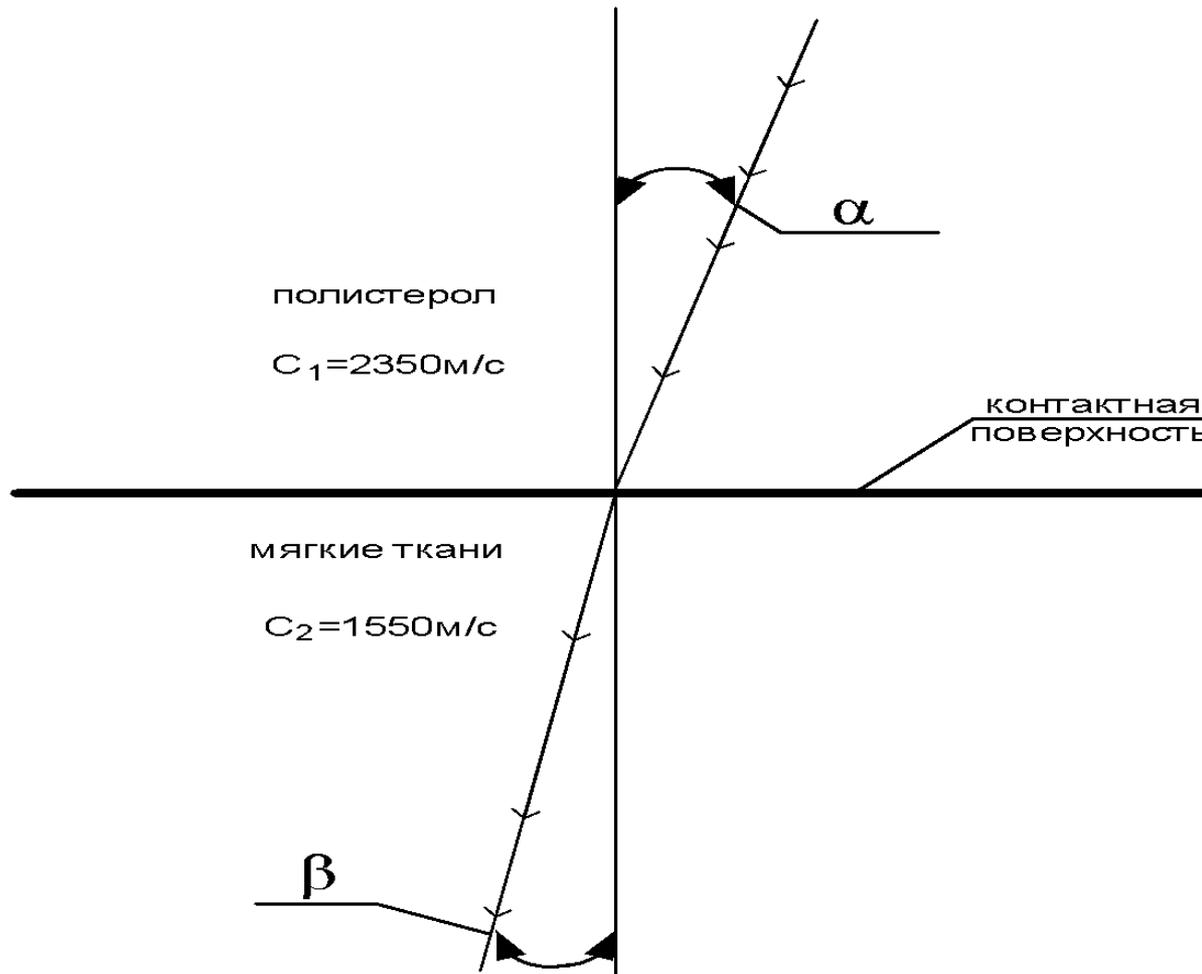
Пример

:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
БТС
Структурное
моделирование

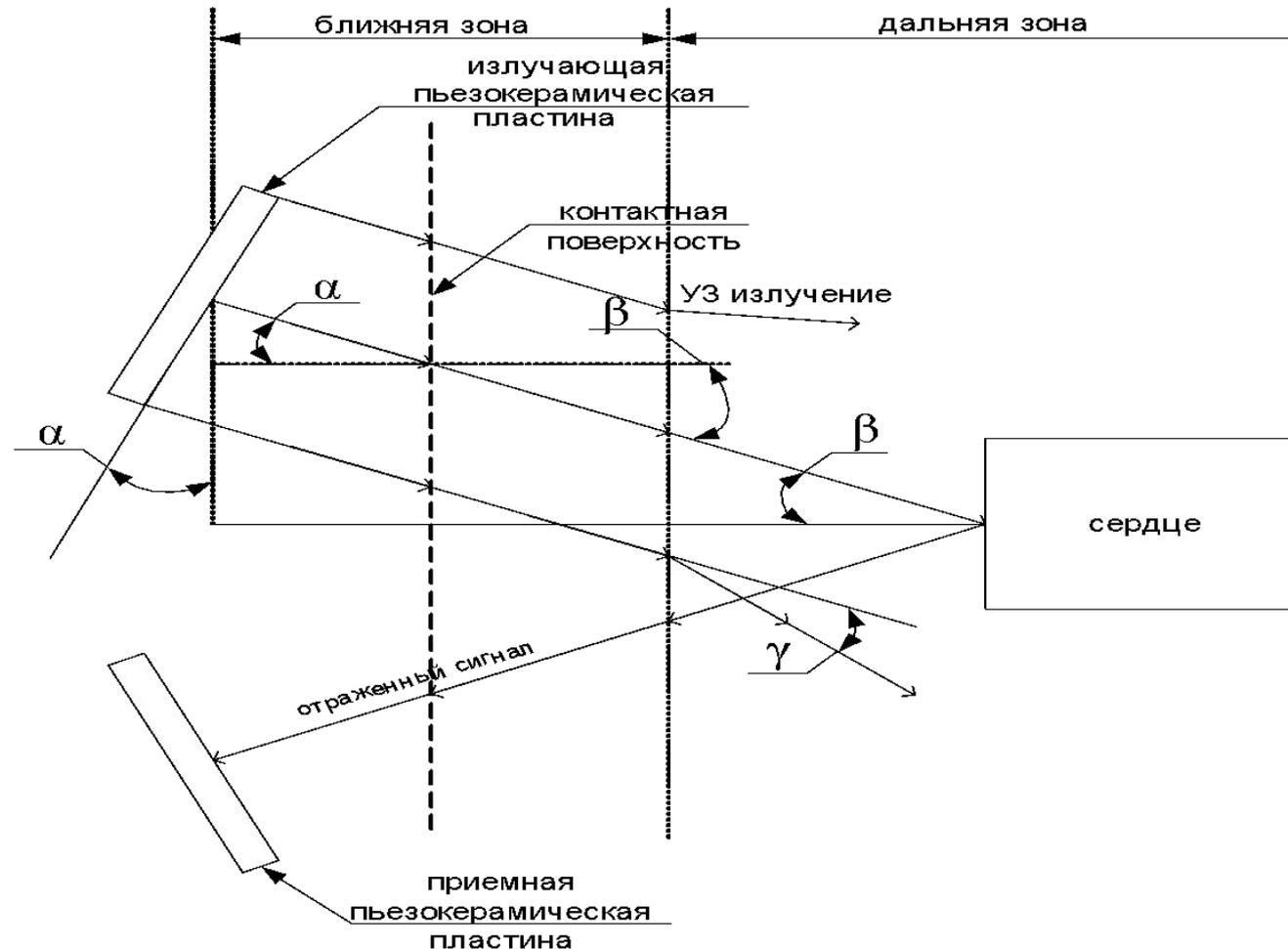
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Прохождение УЗ луча через границу раздела двух сред



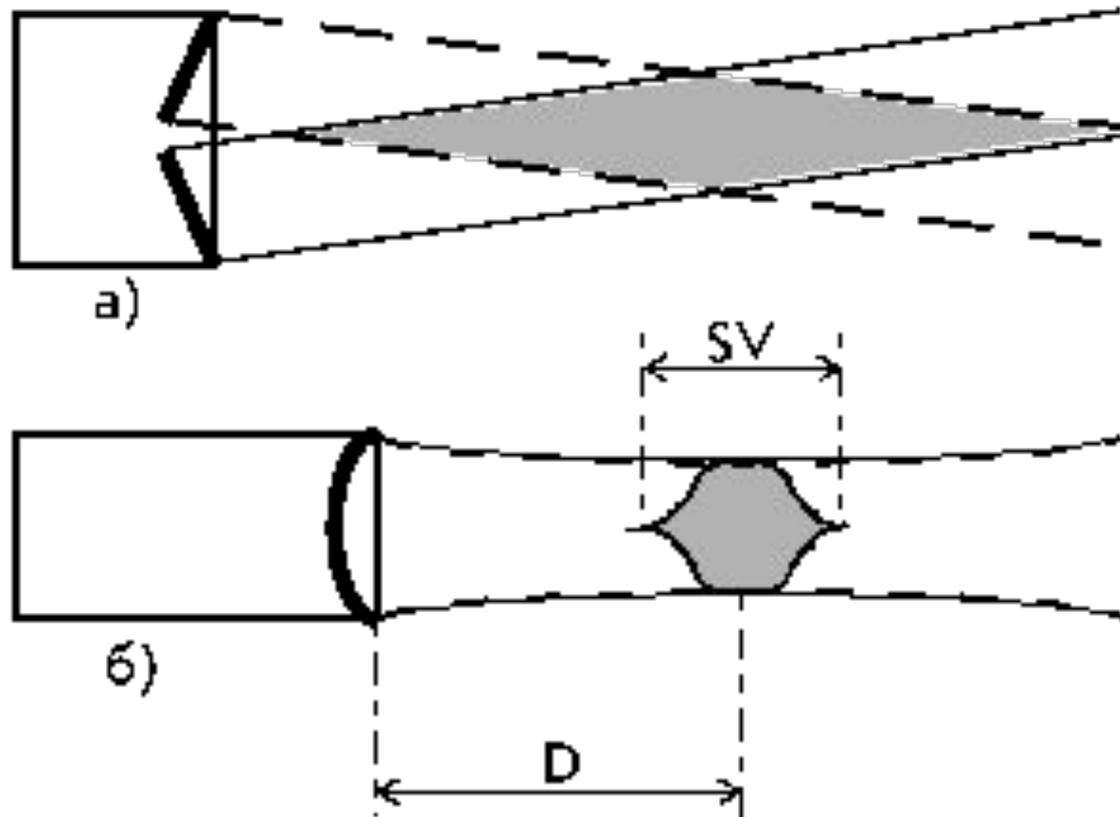
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Прохождение УЗ лучей сквозь тело пациента



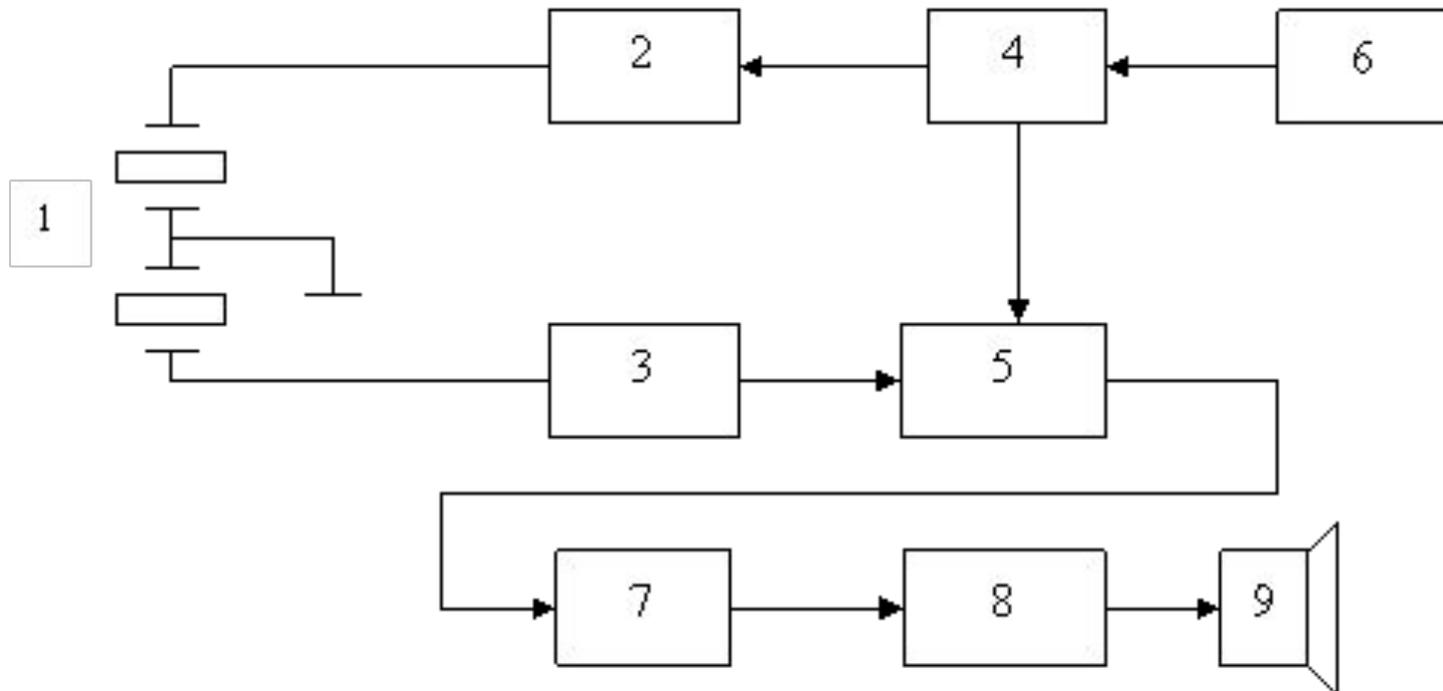
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Непрерывно-волновой (а) и импульсный (б) УЗ доплеровские датчики



ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

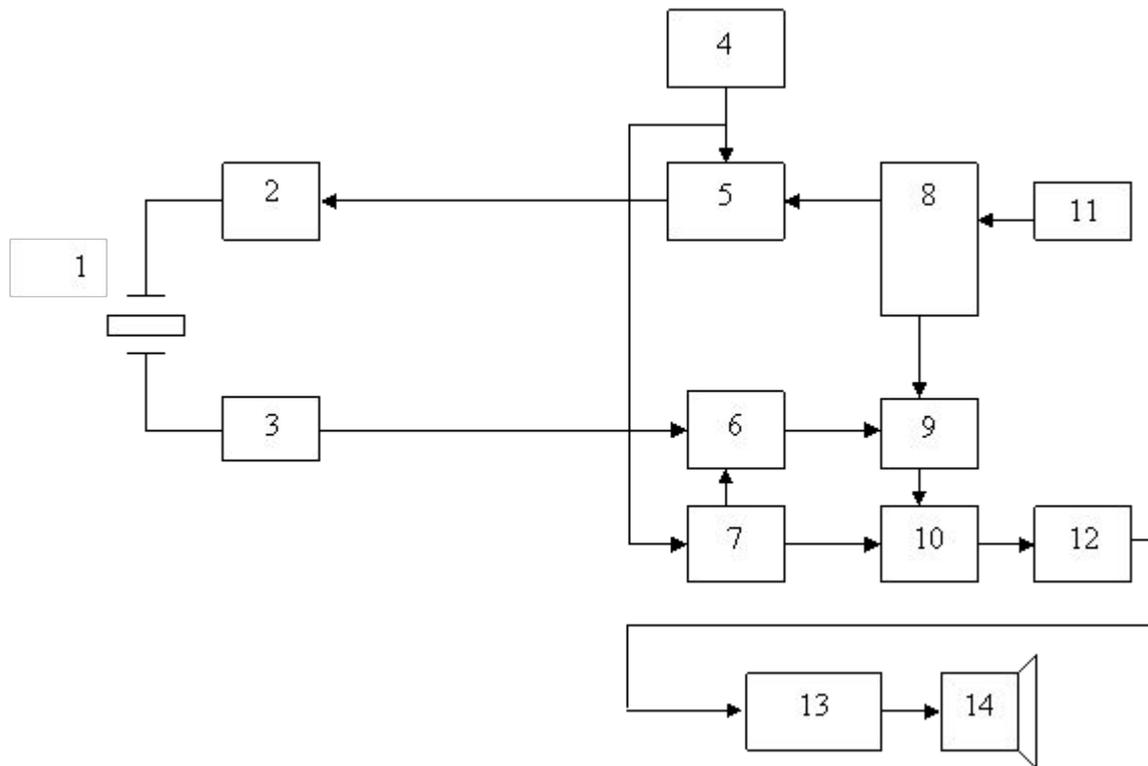
Непрерывно-волновой доплеровский прибор со звуковой индикацией без выделения информации о направлении кровотока



1 – УЗ датчик, 2 – УМ, 3 – предварительный усилитель, 4 – задающий генератор, 5 – синхронный детектор, 6 – кварцевый резонатор, 7 – полосовой фильтр, 8 – УНЧ, 9 – громкоговоритель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

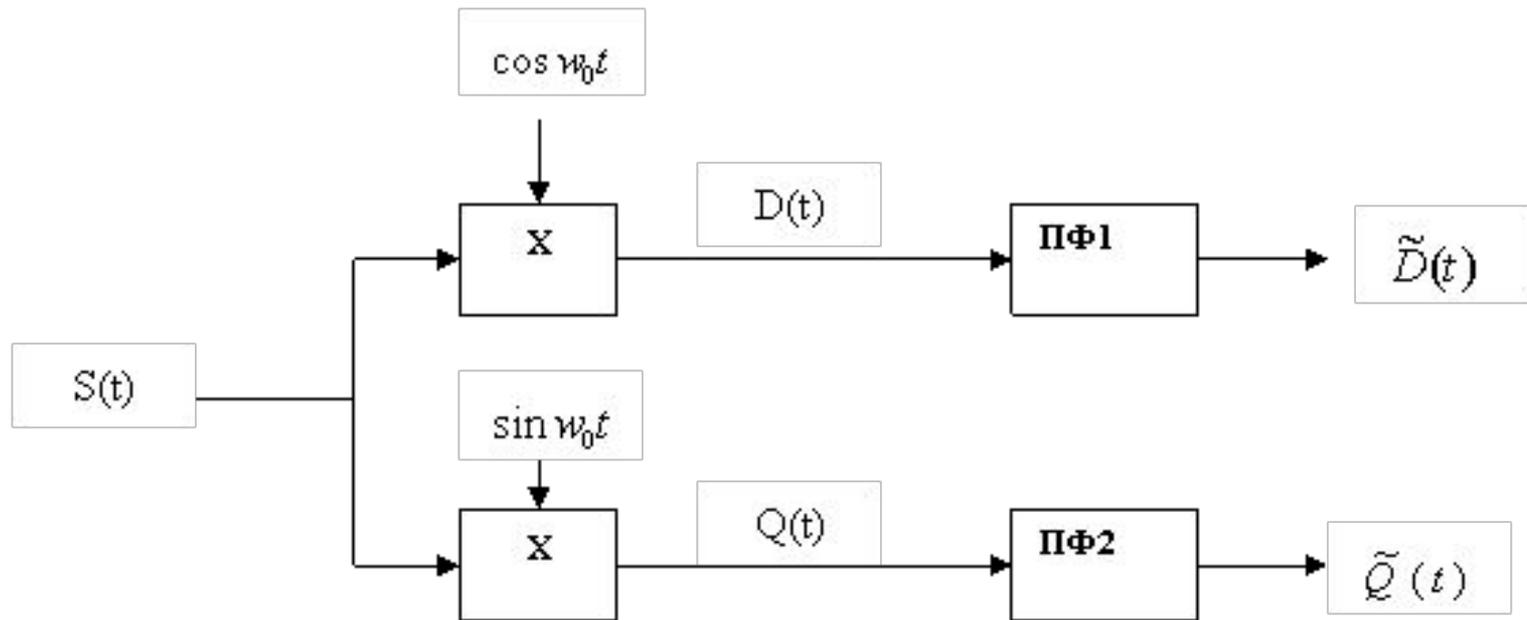
Импульсный УЗ доплеровский прибор со звуковой индикацией без выделения информации о направлении кровотока



- 1 – УЗ датчик, 2 – УМ, 3 – предварительный усилитель, 4 - формирователь импульсов разрешения передачи, 5 – селектор передачи, 6 – селектор приема, 7 - формирователь импульсов разрешения приема (линия задержки), 8 - задающий генератор, 9 – синхронный детектор, 10 – УВХ, 11 – кварцевый резонатор, 12 – полосовой фильтр, 13 – УНЧ, 14 – громкоговоритель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Схема квадратурного демодулятора

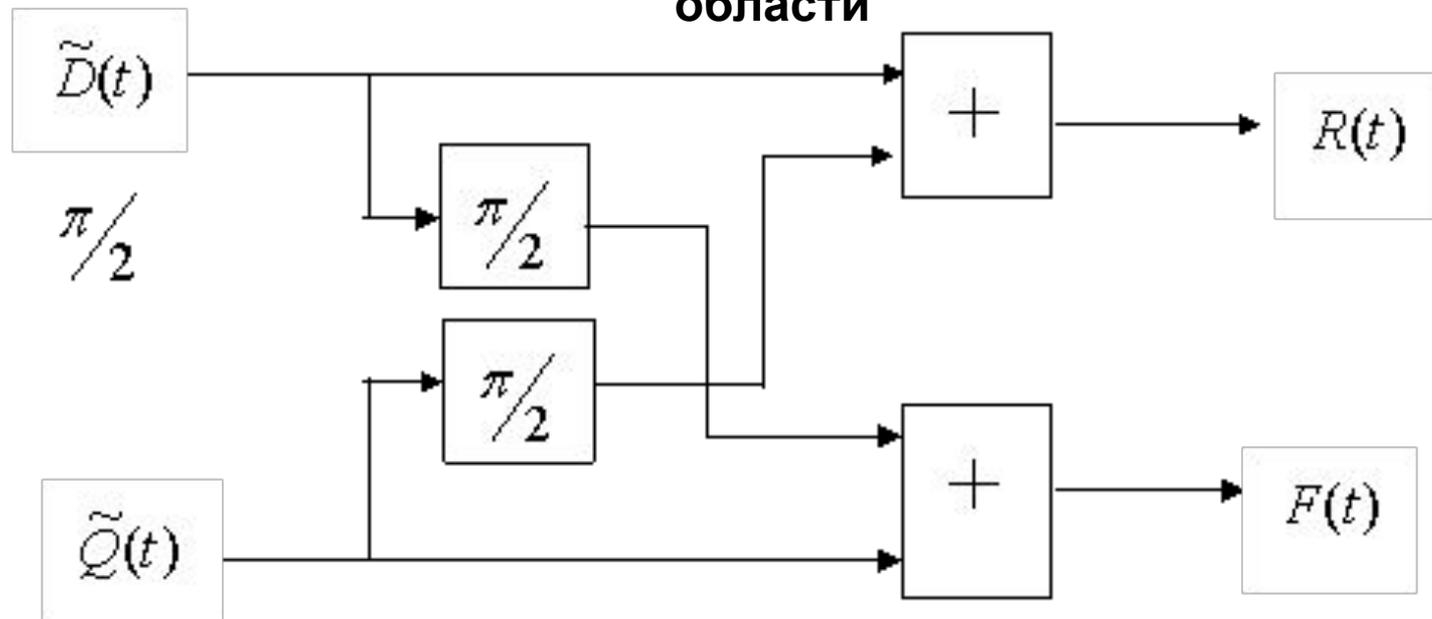


Квадратурный сигнал

$$\tilde{Q}(t) = \frac{1}{2} A_f \cos\left(w_f t + \phi_f + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{1}{2} A_\gamma \cos\left(w_\gamma t - \phi_\gamma - \frac{\pi}{2}\right)$$

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

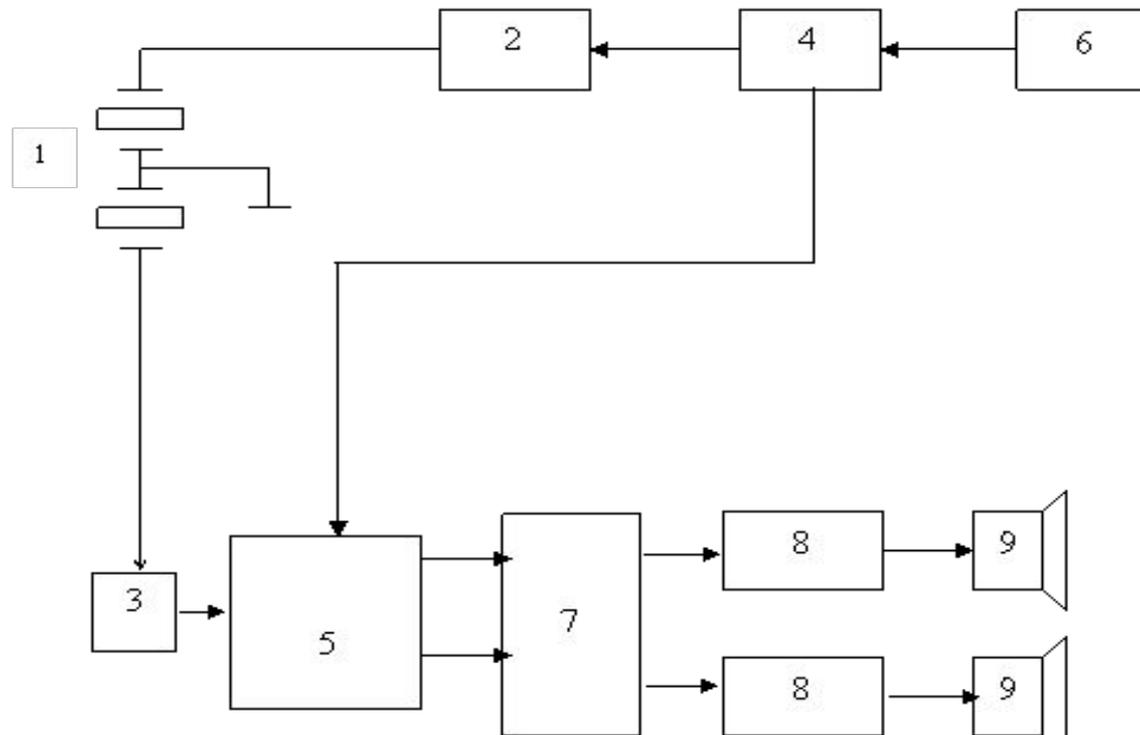
Выделение сигналов прямого и обратного кровотока в фазовой области



$$R(t) = A_\gamma \cos(w_\gamma t + \phi_\gamma) \quad F(t) = A_f \cos(w_f t + \phi_f + \frac{\pi}{2})$$

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Непрерывно-волновой доплеровский прибор с выделением информации о направлении скорости кровотока



1 – УЗ датчик, 2 – УМ, 3 – предварительный усилитель, 4 – задающий генератор, 5 – синхронный детектор и схема формирования квадратурных сигналов, 6 – кварцевый резонатор, 7 – полосовой фильтр и схема выделения сигналов прямого и обратного кровотока, 8 – УНЧ, 9 – громкоговорители

Пример

:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

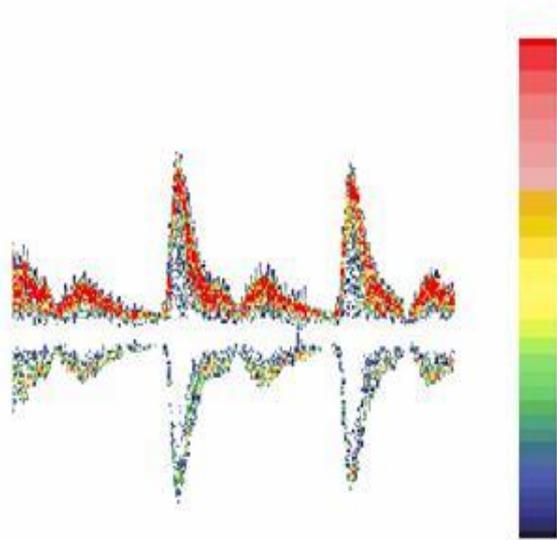
БТС

Структурное

моделирование

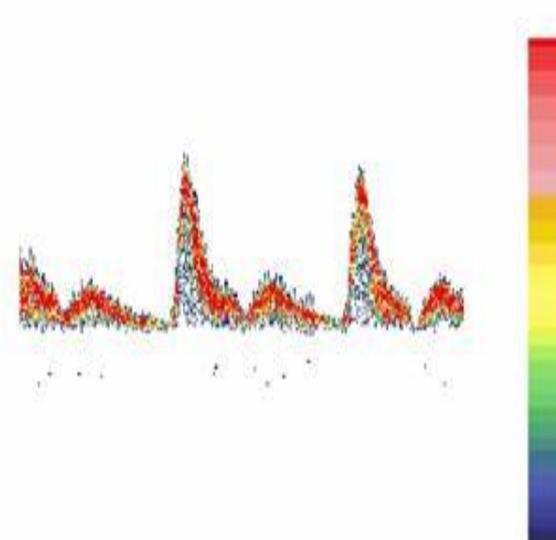
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Спектрограмма сигнала при наличии отклонения сдвига фаз опорного



$$\varphi_{err} = 30^{\circ}$$

Спектрограмма сигнала при отсутствии отклонения сдвига фаз опорного



$$\varphi_{err} = 0^{\circ}$$

Пример

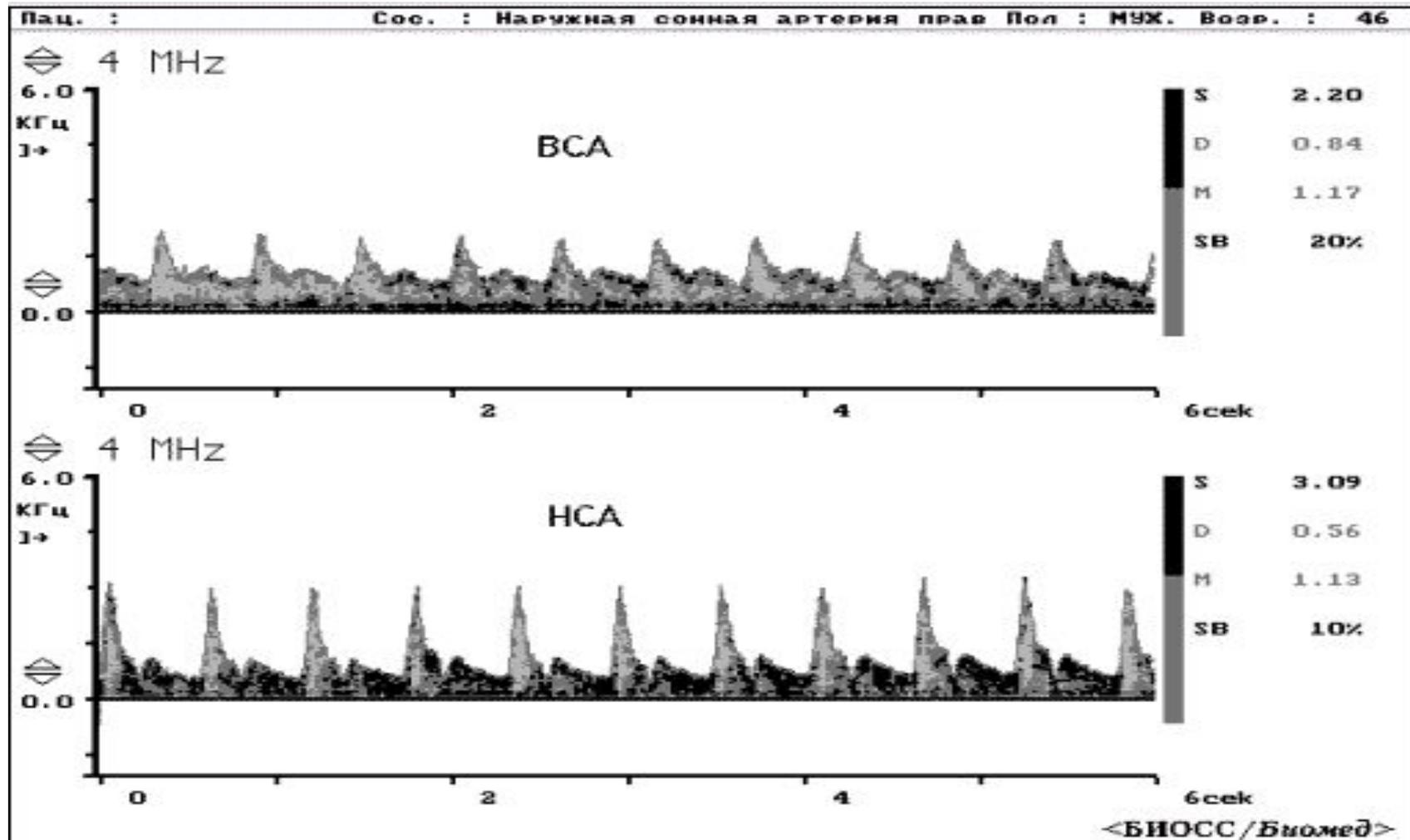
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

БТС

Структурное

моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ Допплерограммы ВСА и НСА



Пример

:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

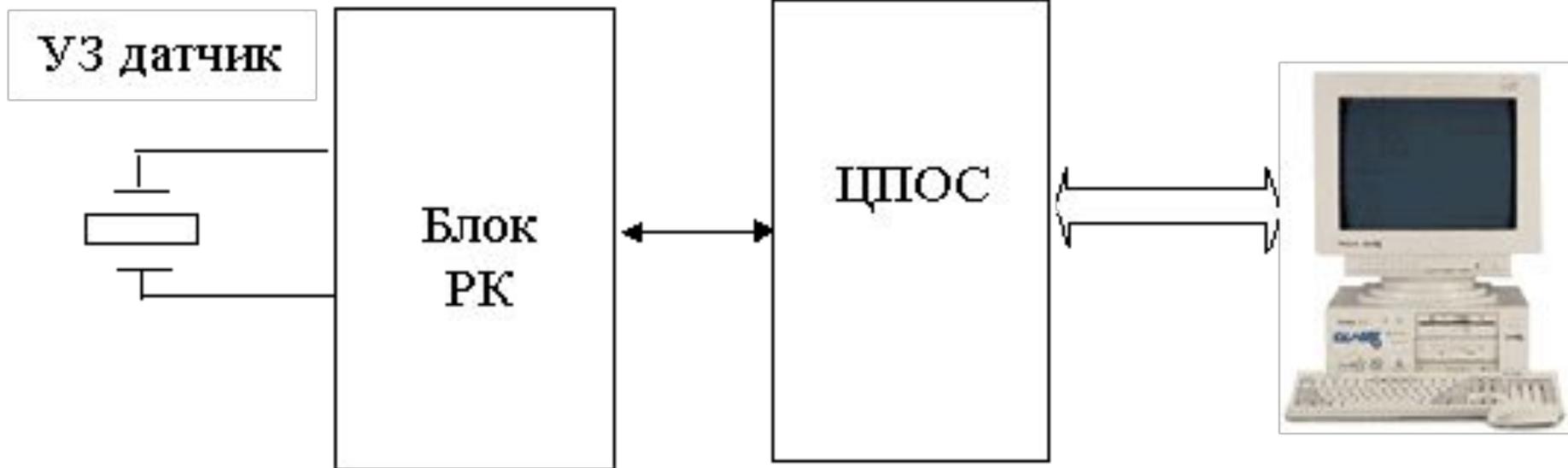
БТС

Структурное

моделирование

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БТС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОМЕТРИИ

Структурная схема аппаратной реализации доплеровского спектрального индикатора скорости кровотока



The End