

Техническая диагностика подвижного состава

Техническая диагностика — область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов

Техническое диагностирование - это процесс анализа, заключения и выводов о техническом состоянии оборудования, при котором определяется степень исправности тех. устройства, за счет сравнительного анализа полученных данных с параметрами, установленными в технической документации.



Четыре состояния объекта диагностирования



Четыре состояния объекта диагностирования



Четыре состояния объекта диагностирования



Четыре состояния объекта диагностирования



ТЕПЛОВОЗ



ТЕПЛОВОЗ

```
graph TD; A[ТЕПЛОВОЗ] --> B[ДГУ]; A --> C[Кузов]; A --> D[Ходовая часть];
```

A hierarchical diagram showing the components of a thermal locomotive (ТЕПЛОВОЗ). The root node is 'ТЕПЛОВОЗ', which branches into three sub-nodes: 'ДГУ' (Diesel Engine), 'Кузов' (Body), and 'Ходовая часть' (Chassis). The diagram is presented in a blue-themed box with white text. To the right of the diagram, there are two red vertical bars of different heights, likely serving as a visual scale or indicator.

ДГУ

Кузов

Ходовая часть

ТЕПЛОВОЗ

ДГУ

Кузов

Ходовая часть

Рама тележки

Тормозное
оборудование

Колесная пара



ТЕПЛОВОЗ

ДГУ

Кузов

Ходовая часть

Рама тележки

Тормозное
оборудование

Колесная пара

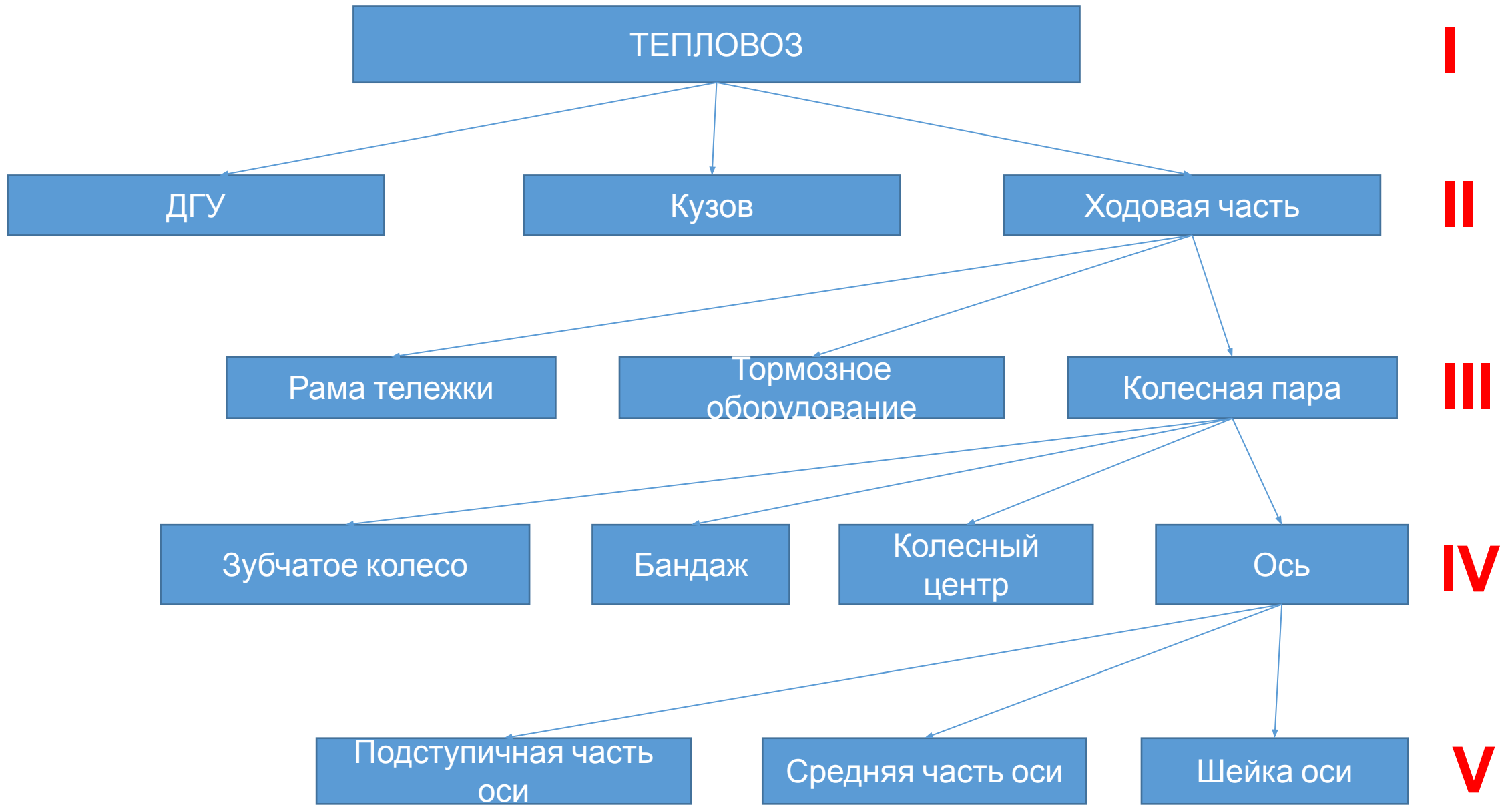
Зубчатое колесо

Бандаж

Колесный
центр

Ось

IV



Методы диагностирования

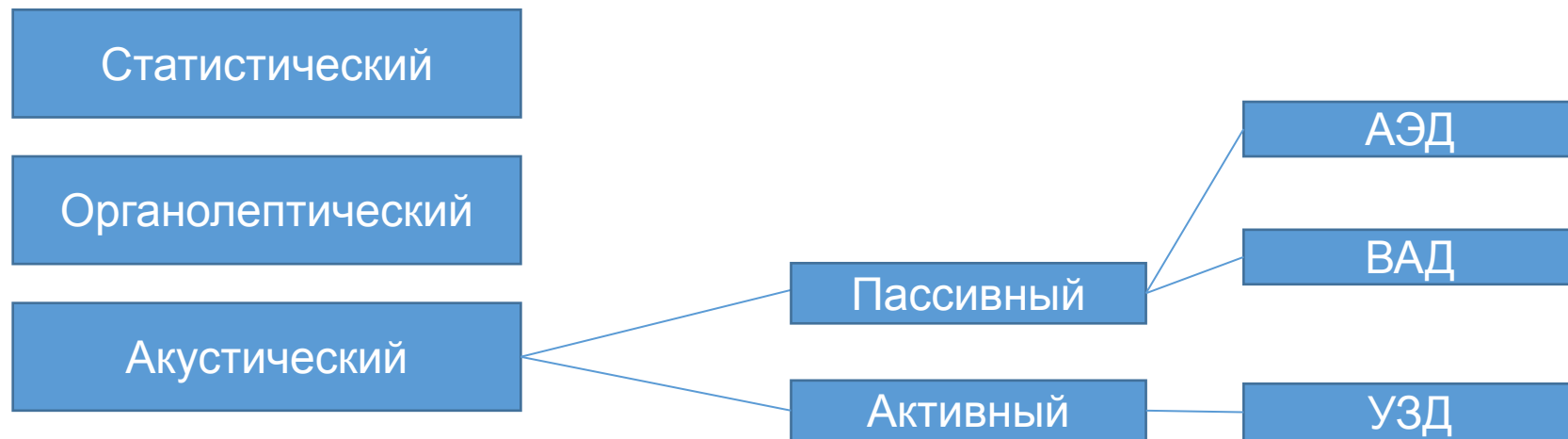
Статистический

Методы диагностирования

Статистический

Органолептический

Методы диагностирования



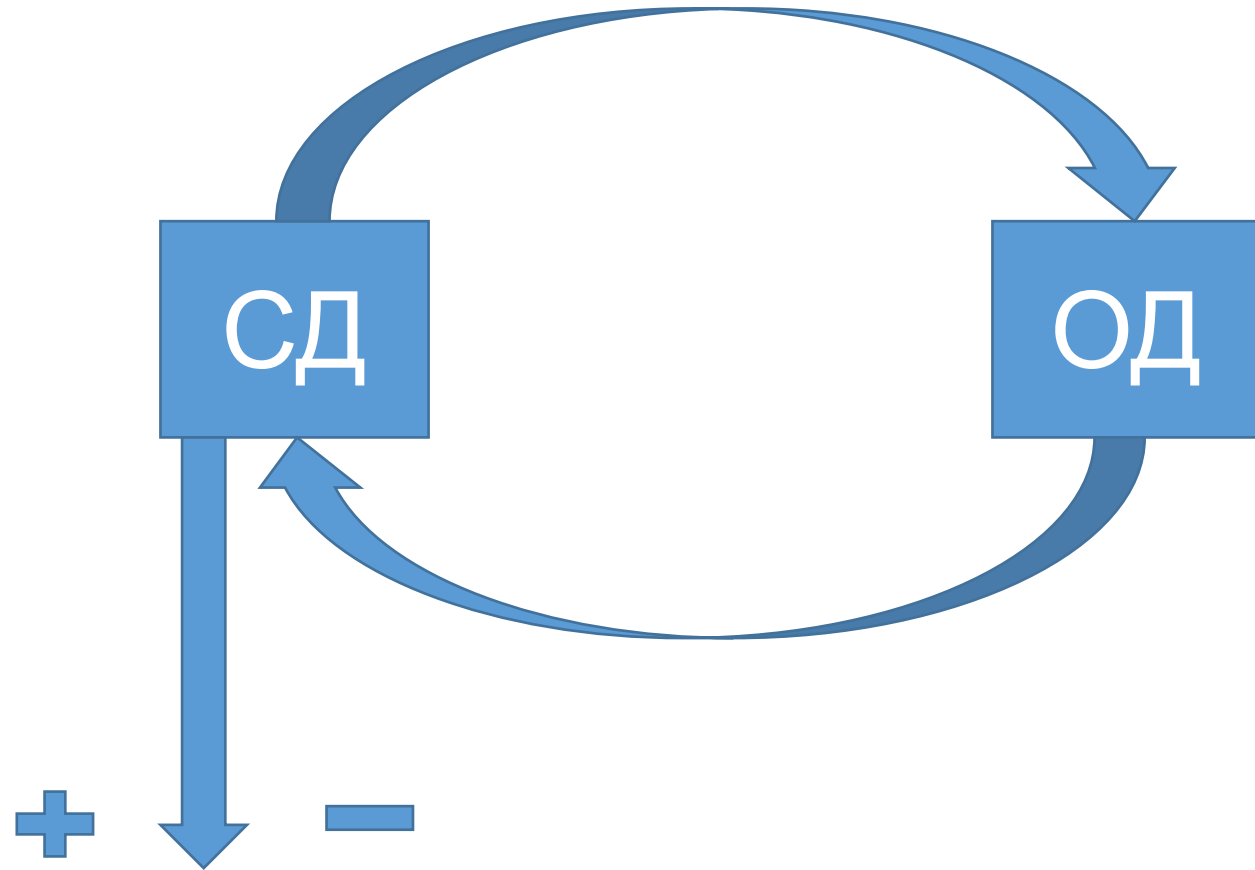
Методы диагностирования

Статистический

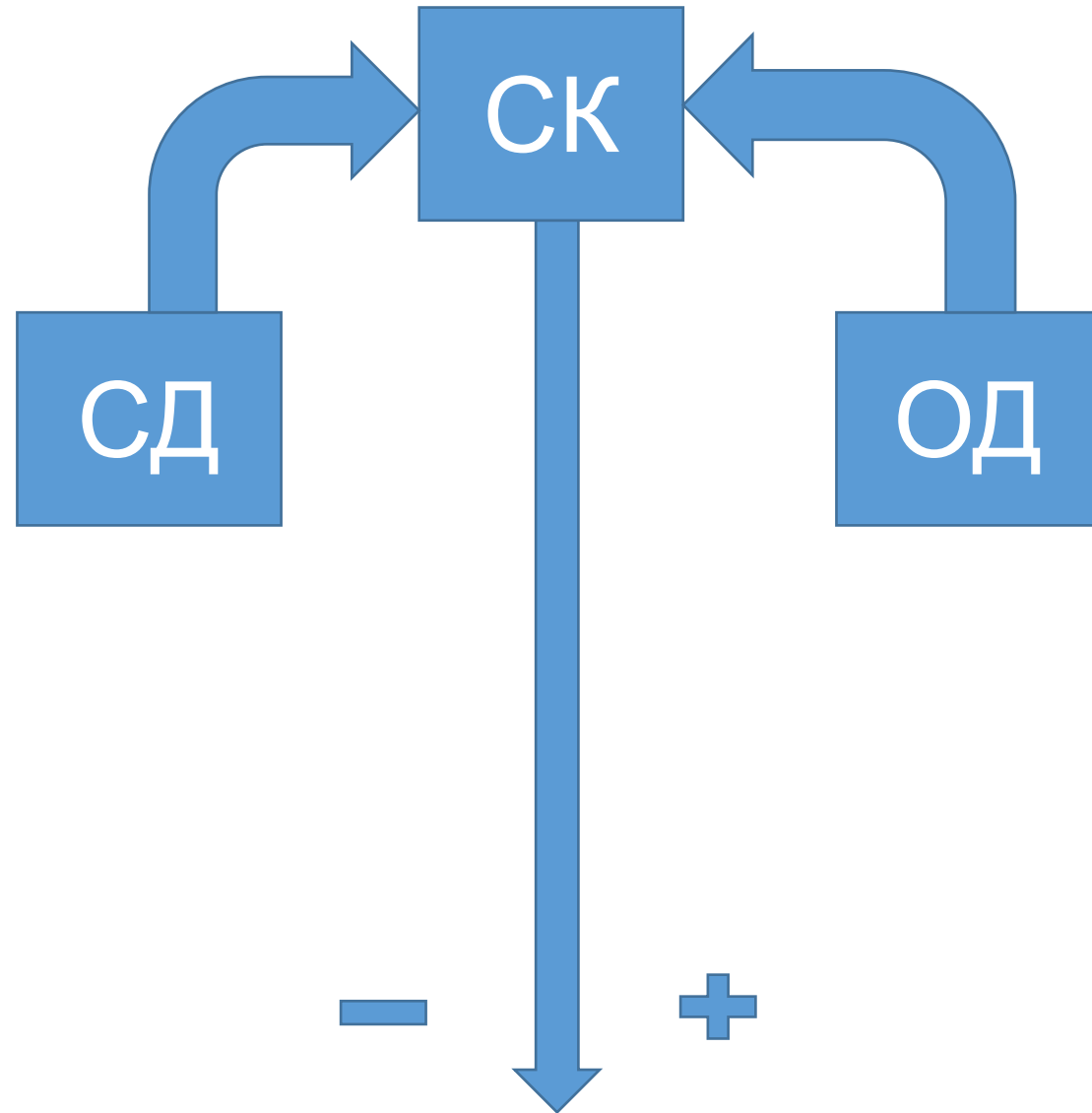
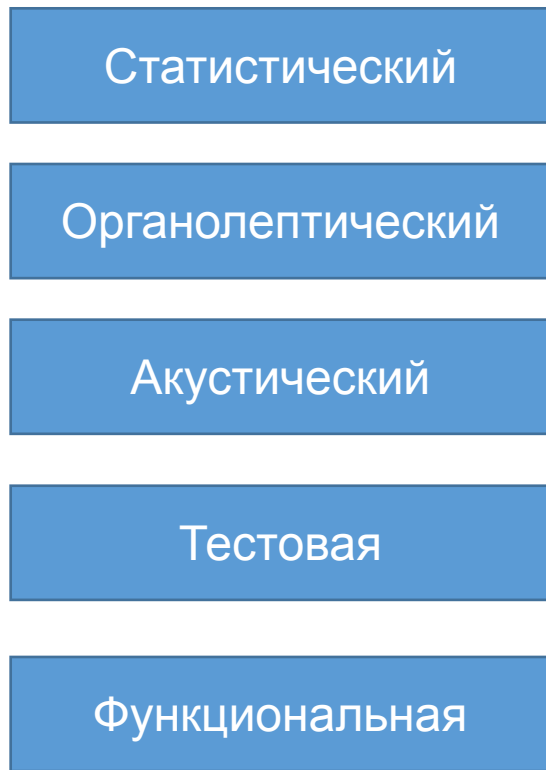
Органолептический

Акустический

Тестовая



Методы диагностирования



Методы диагностирования

Статистический

Органолептический

Акустический

Тестовая

Функциональная

Параметрический

Методы диагностирования

Статистический

Органолептический

Акустический

Тестовая

Функциональная

Параметрический

Спектрометрический

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Органолептический

Акустический

Тестовая

Функциональная

Параметрический

Спектрометрический

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Органолептический

Тепловой

Акустический

Тестовый

Функциональный

Параметрический

Спектрометрический

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Органолептический

Тепловой

Акустический

Химический

Тестовый

Функциональный

Параметрический

Спектрометрический

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Органолептический

Тепловой

Акустический

Химический

Тестовый

Рентгеноскопический

Функциональный

Параметрический

Спектрометрический

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Органолептический

Тепловой

Акустический

Химический

Тестовый

Рентгеноскопический

Функциональный

Радиологический

Параметрический

Спектрометрический

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Органолептический

Тепловой

Акустический

Химический

Тестовый

Рентгеноскопический

Функциональный

Радиологический

Параметрический

Магнитный

Спектрометрический

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Органолептический

Тепловой

Акустический

Химический

Тестовый

Рентгеноскопический

Функциональный

Радиологический

Параметрический

Магнитный

Спектрометрический

Электромагнитный

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Электрический

Органолептический

Тепловой

Акустический

Химический

Тестовый

Рентгеноскопический

Функциональный

Радиологический

Параметрический

Магнитный

Спектрометрический

Электромагнитный

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Электрический

Органолептический

Тепловой

Оптический

Акустический

Химический

Тестовый

Рентгеноскопический

Функциональный

Радиологический

Параметрический

Магнитный

Спектрометрический

Электромагнитный

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Электрический

Органолептический

Тепловой

Оптический

Акустический

Химический

Капиллярный

Тестовый

Рентгеноскопический

Функциональный

Радиологический

Параметрический

Магнитный

Спектрометрический

Электромагнитный

Методы диагностирования

Статистический

Метрологический

Электрический

Органолептический

Тепловой

Оптический

Акустический

Химический

Капиллярный

Тестовый

Рентгеноскопический

Графический

Функциональный

Радиологический

Параметрический

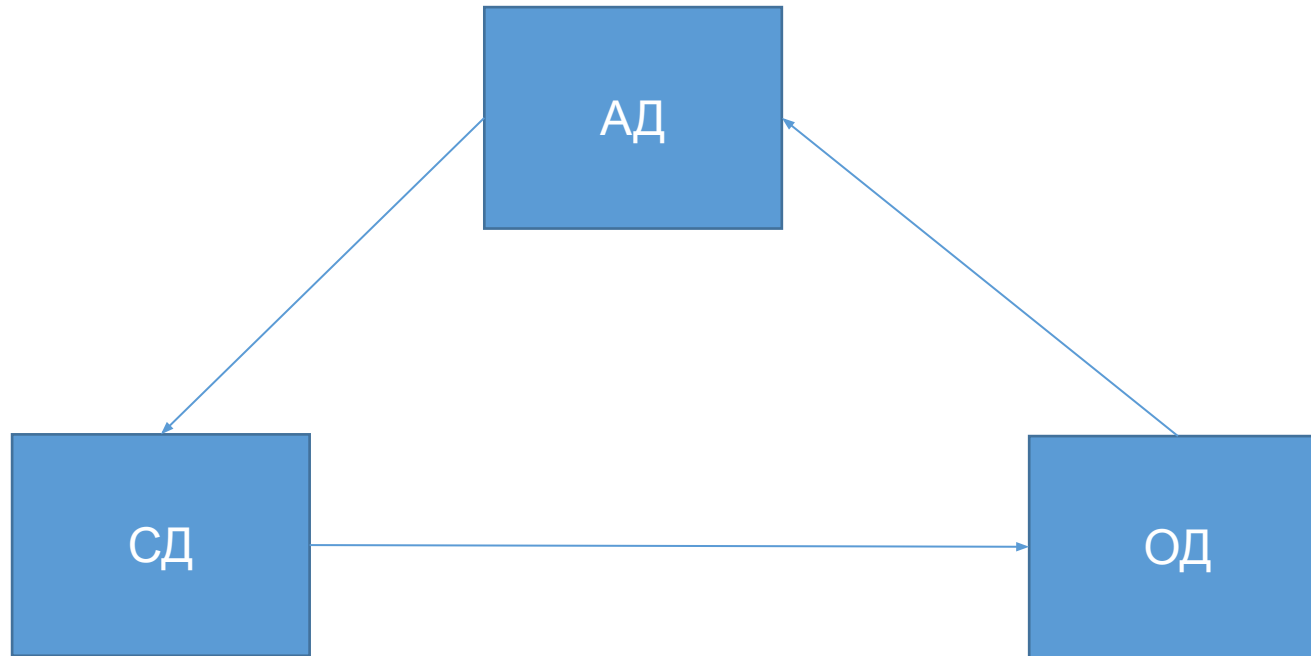
Магнитный

Спектрометрический

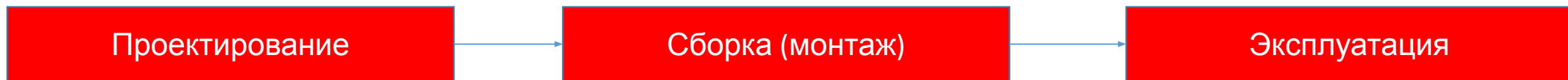
Электромагнитный

No2

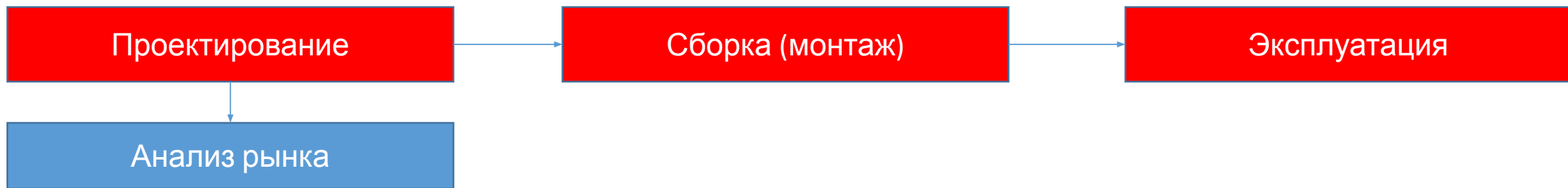
Система технической диагностики



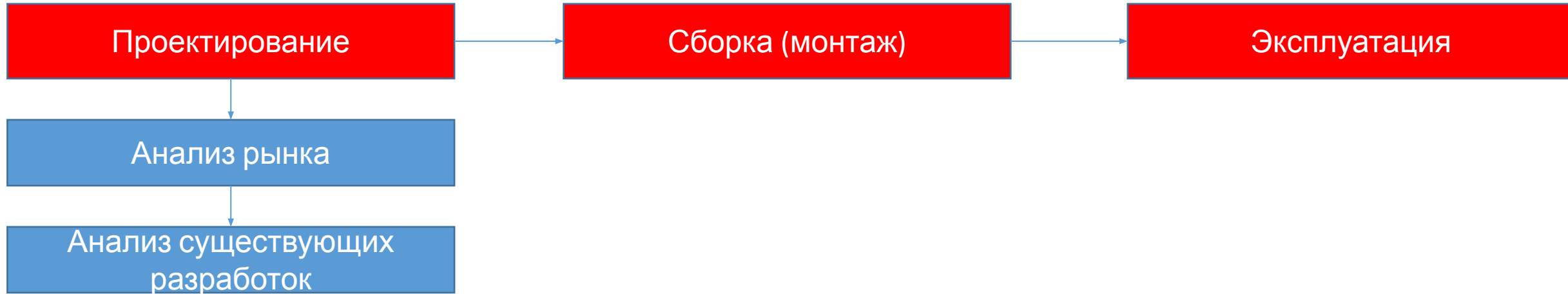
Этапы жизненного цикла ОД



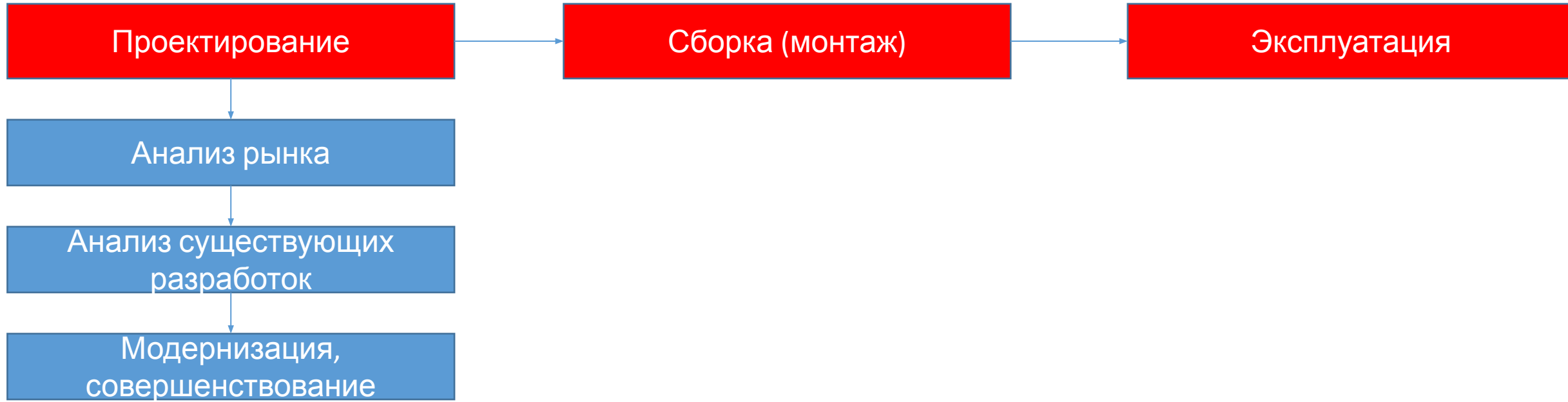
Этапы жизненного цикла ОД



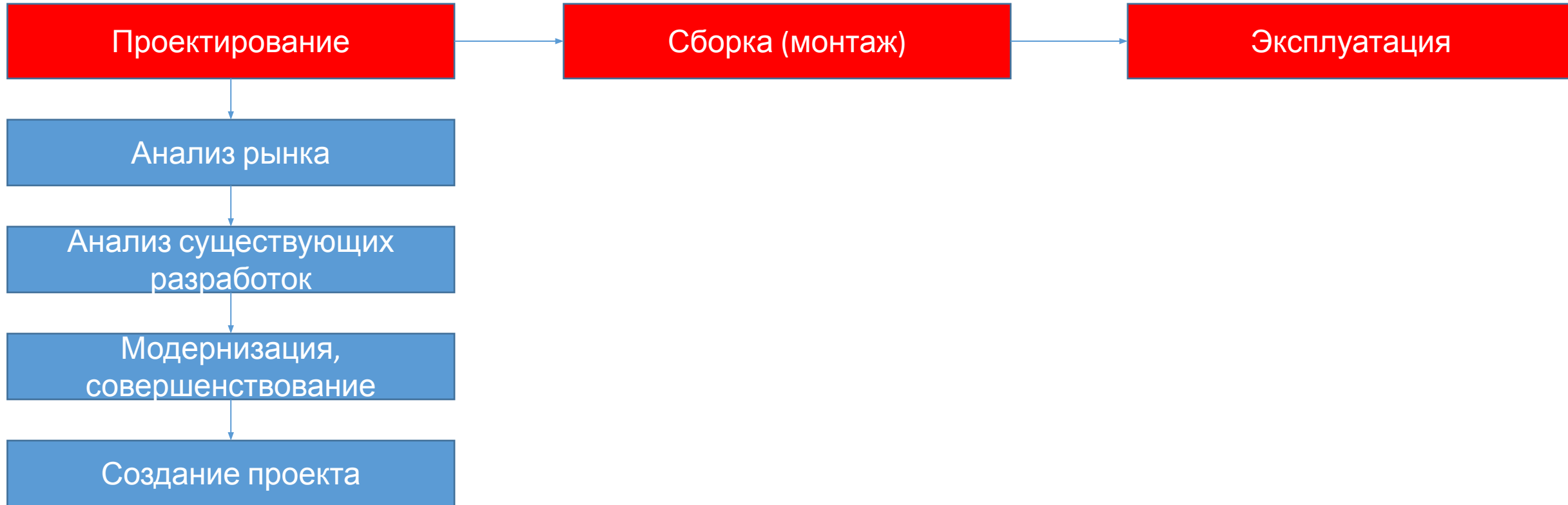
Этапы жизненного цикла ОД



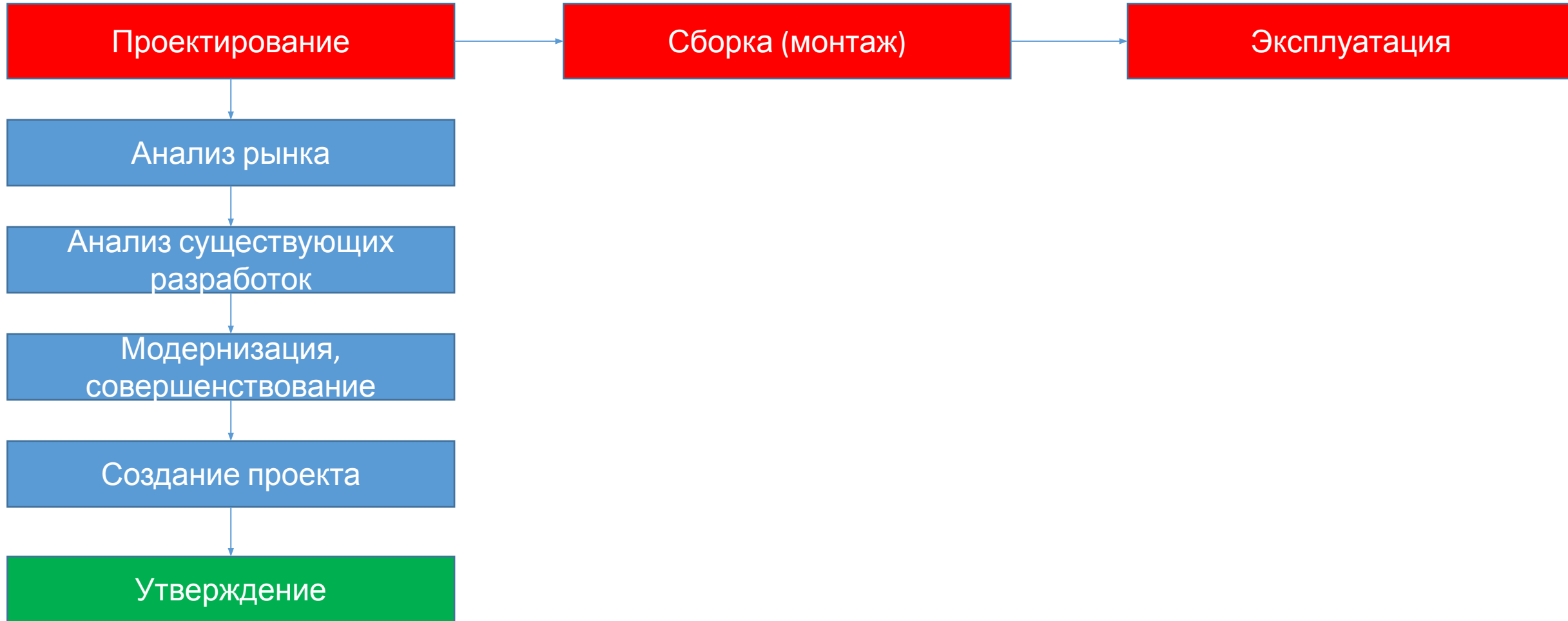
Этапы жизненного цикла ОД



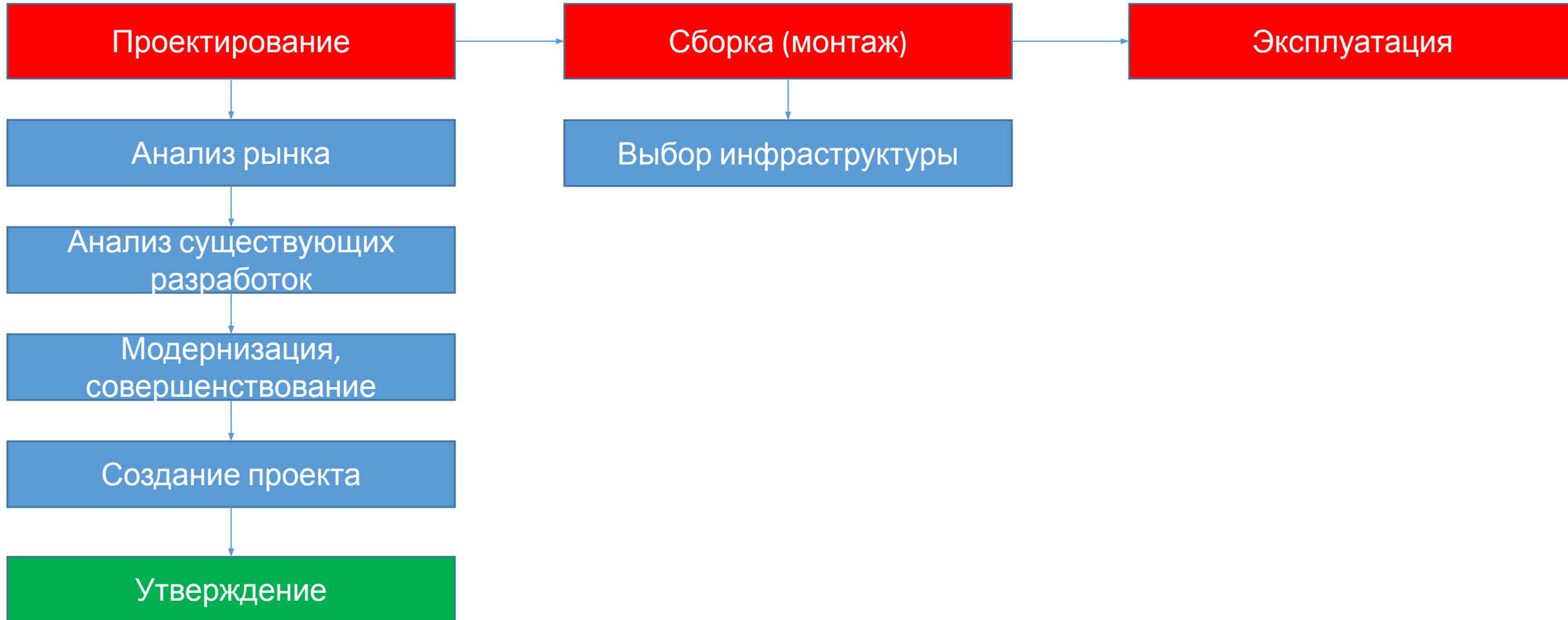
Этапы жизненного цикла ОД



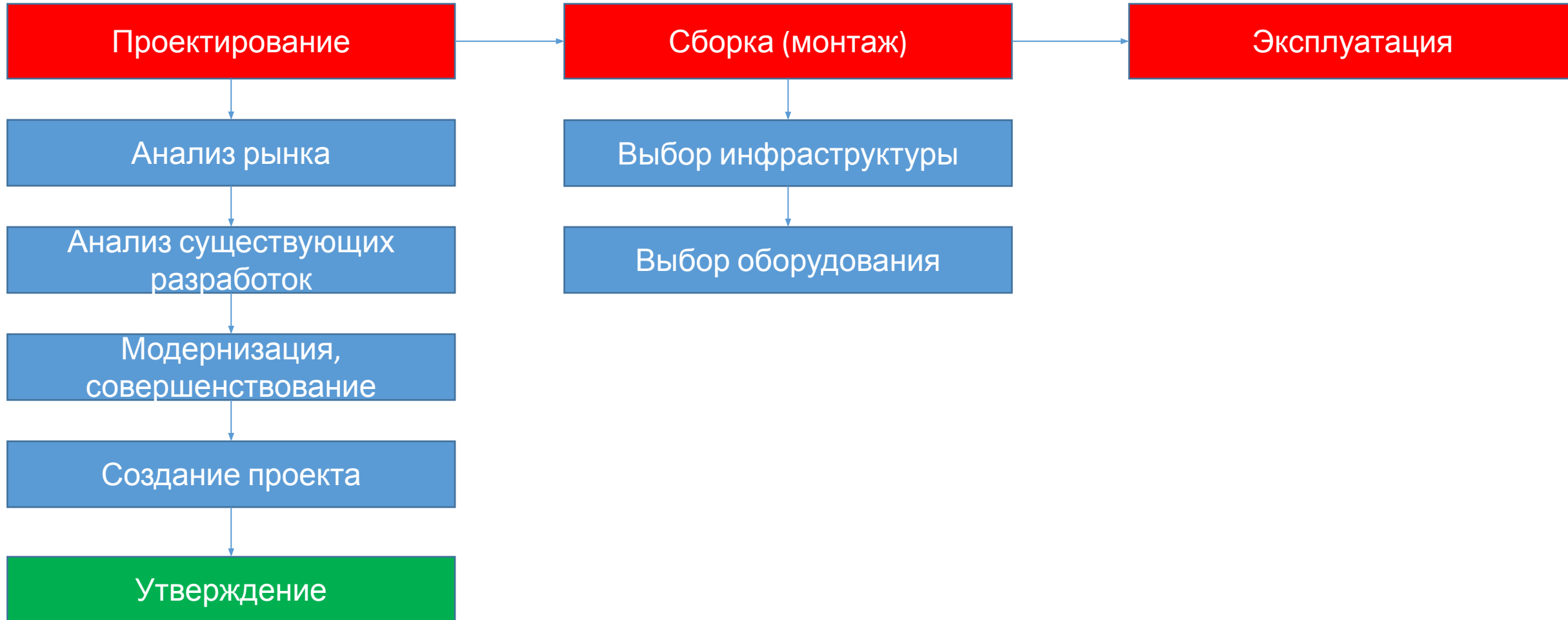
Этапы жизненного цикла ОД



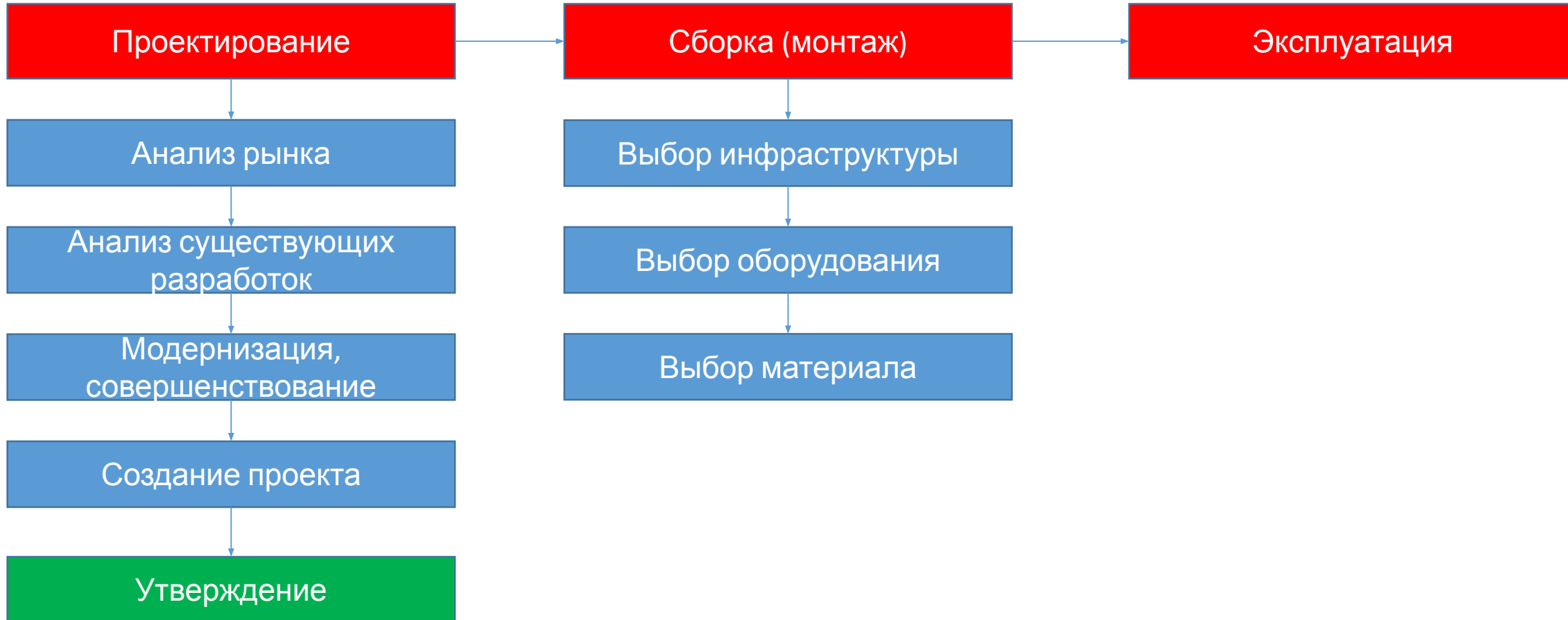
Этапы жизненного цикла ОД



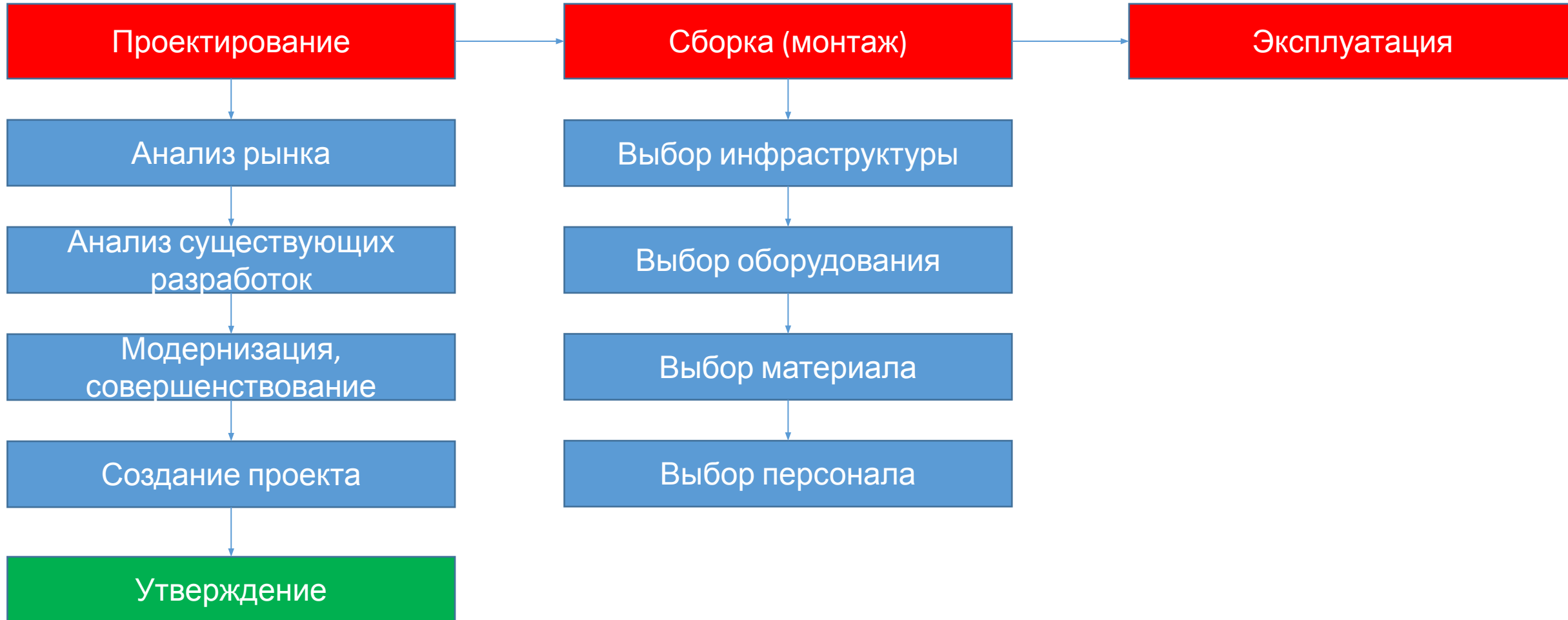
Этапы жизненного цикла ОД



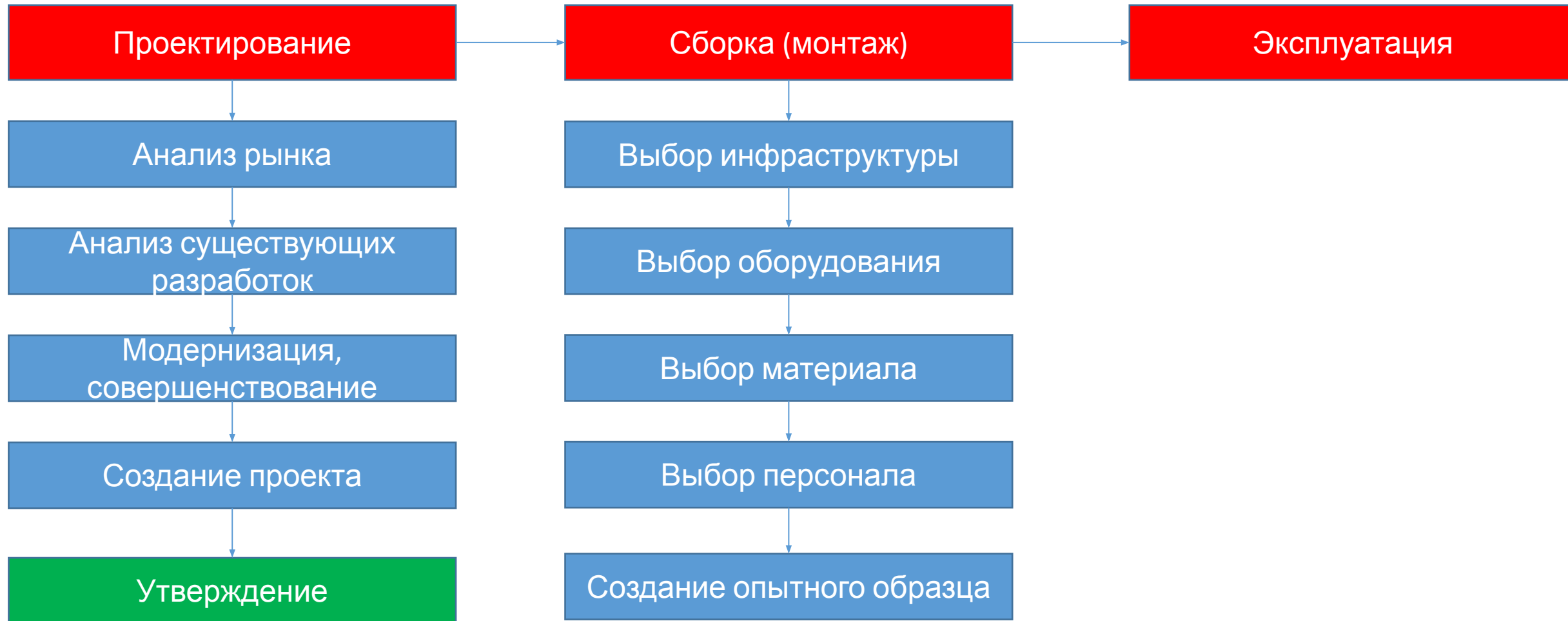
Этапы жизненного цикла ОД



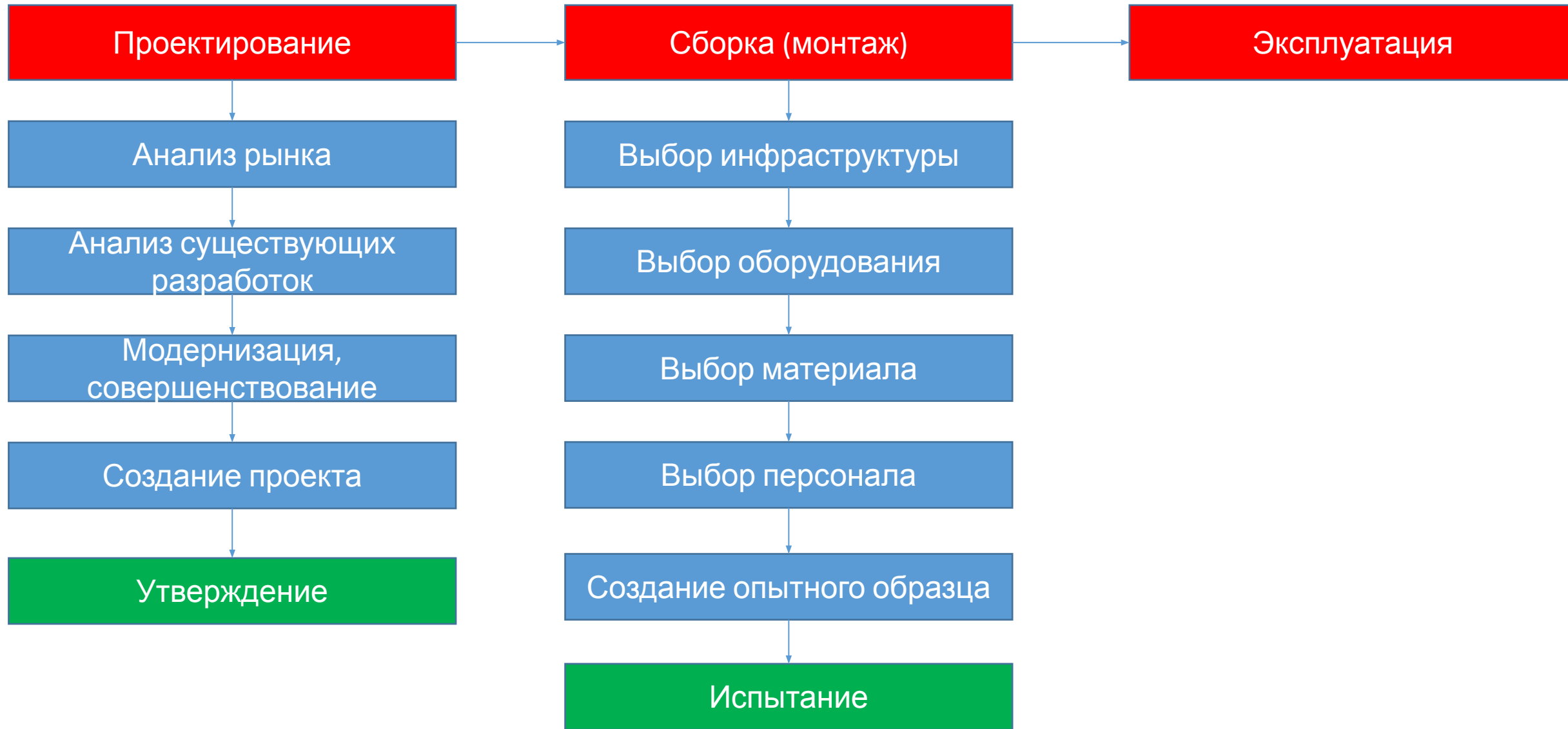
Этапы жизненного цикла ОД



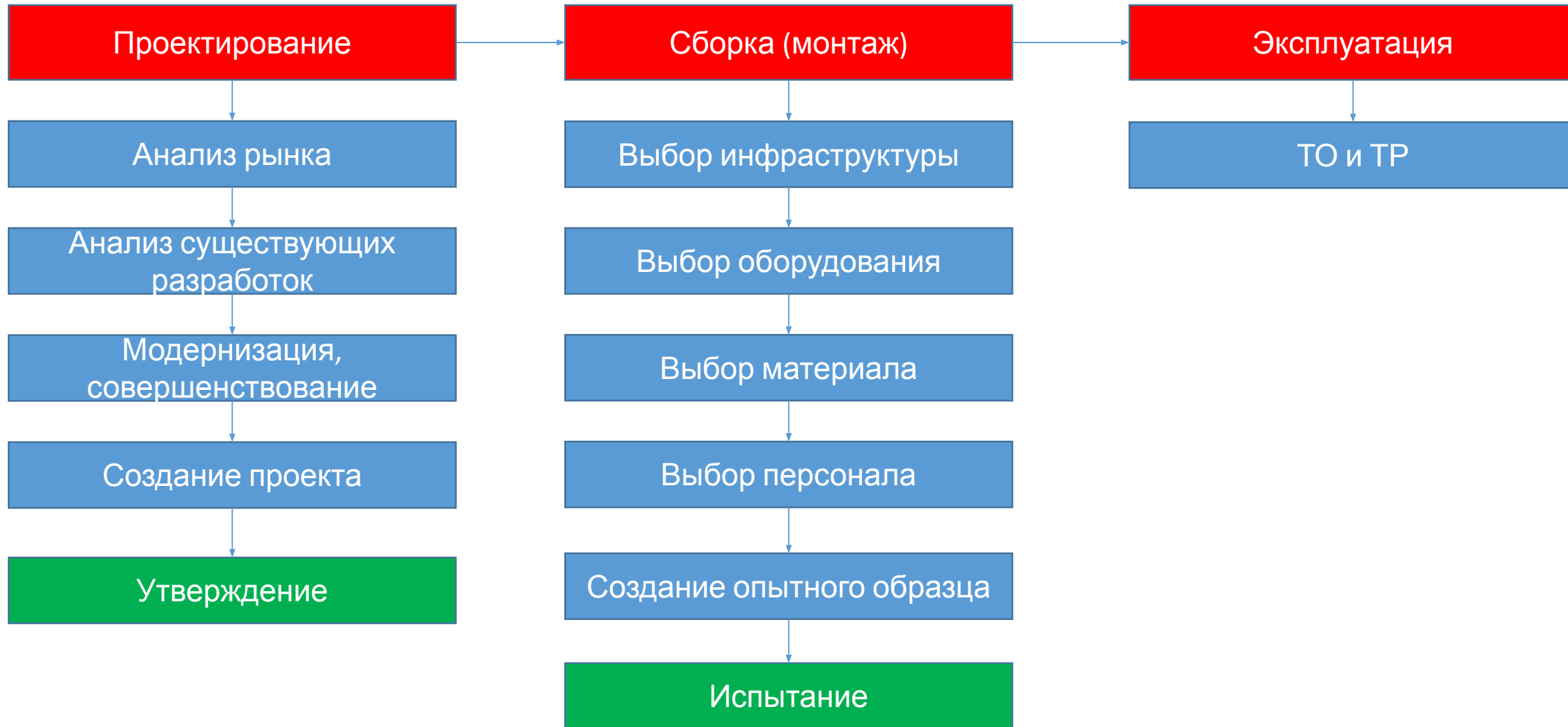
Этапы жизненного цикла ОД



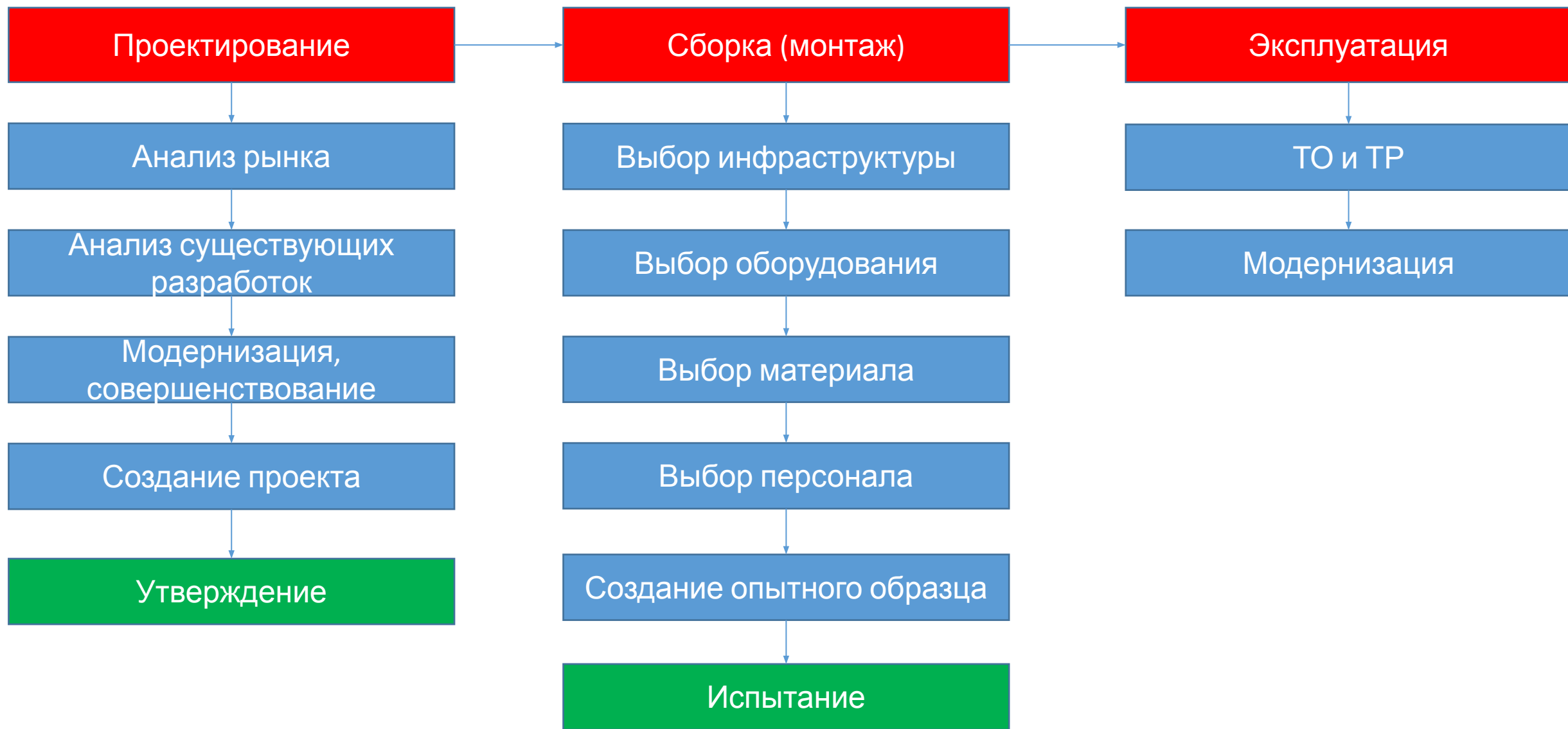
Этапы жизненного цикла ОД



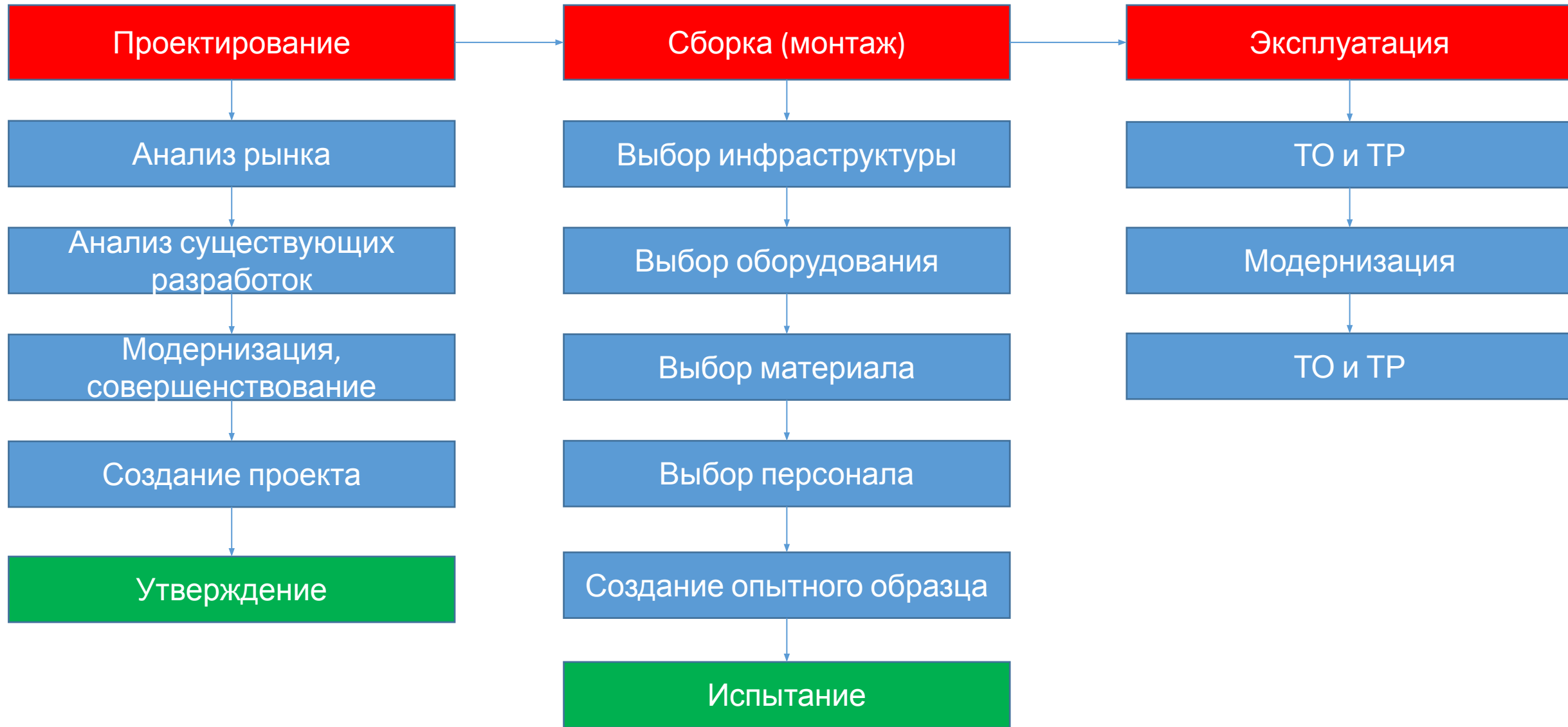
Этапы жизненного цикла ОД



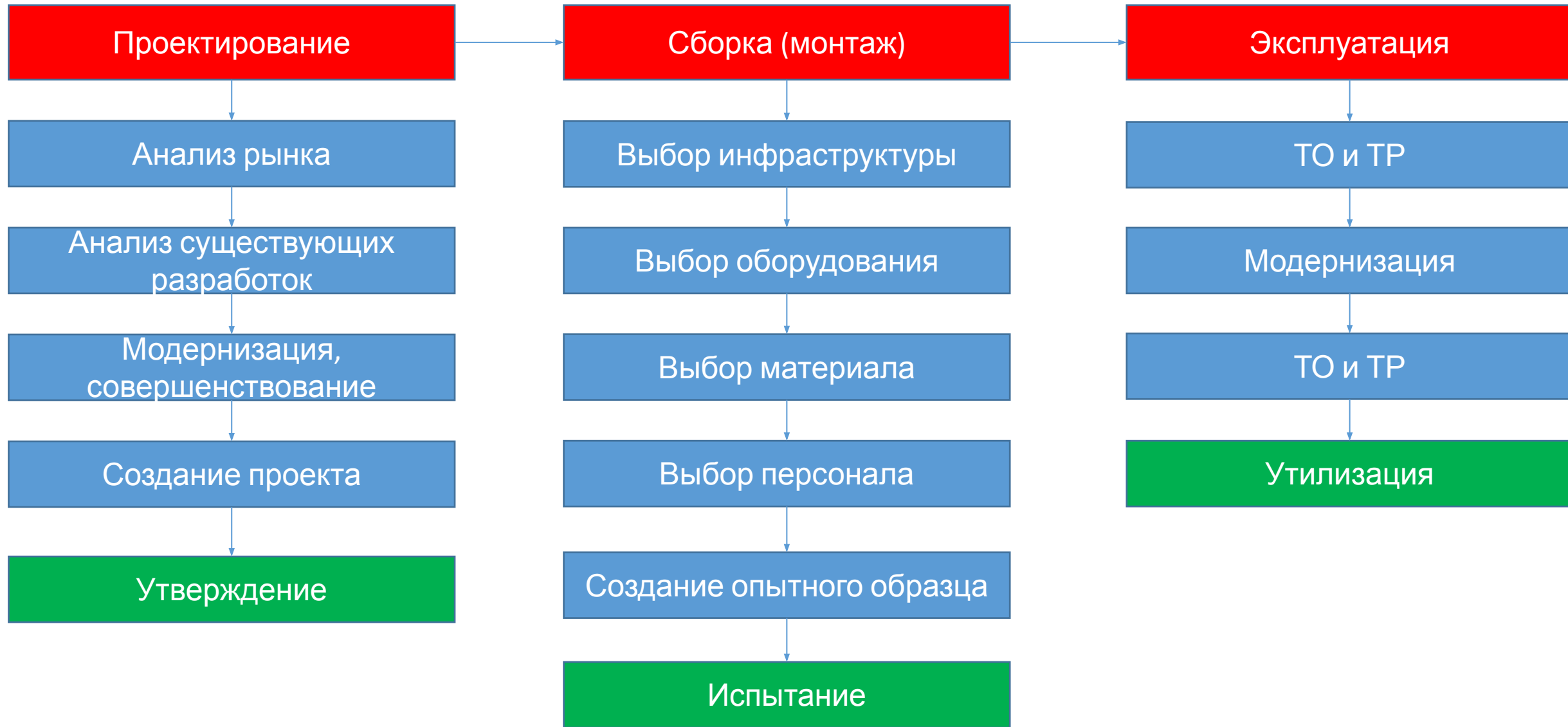
Этапы жизненного цикла ОД



Этапы жизненного цикла ОД



Этапы жизненного цикла ОД



№3

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ

Проверяющий тест – тест, выполняемый для оценки работоспособности или неработоспособности объекта в целом.

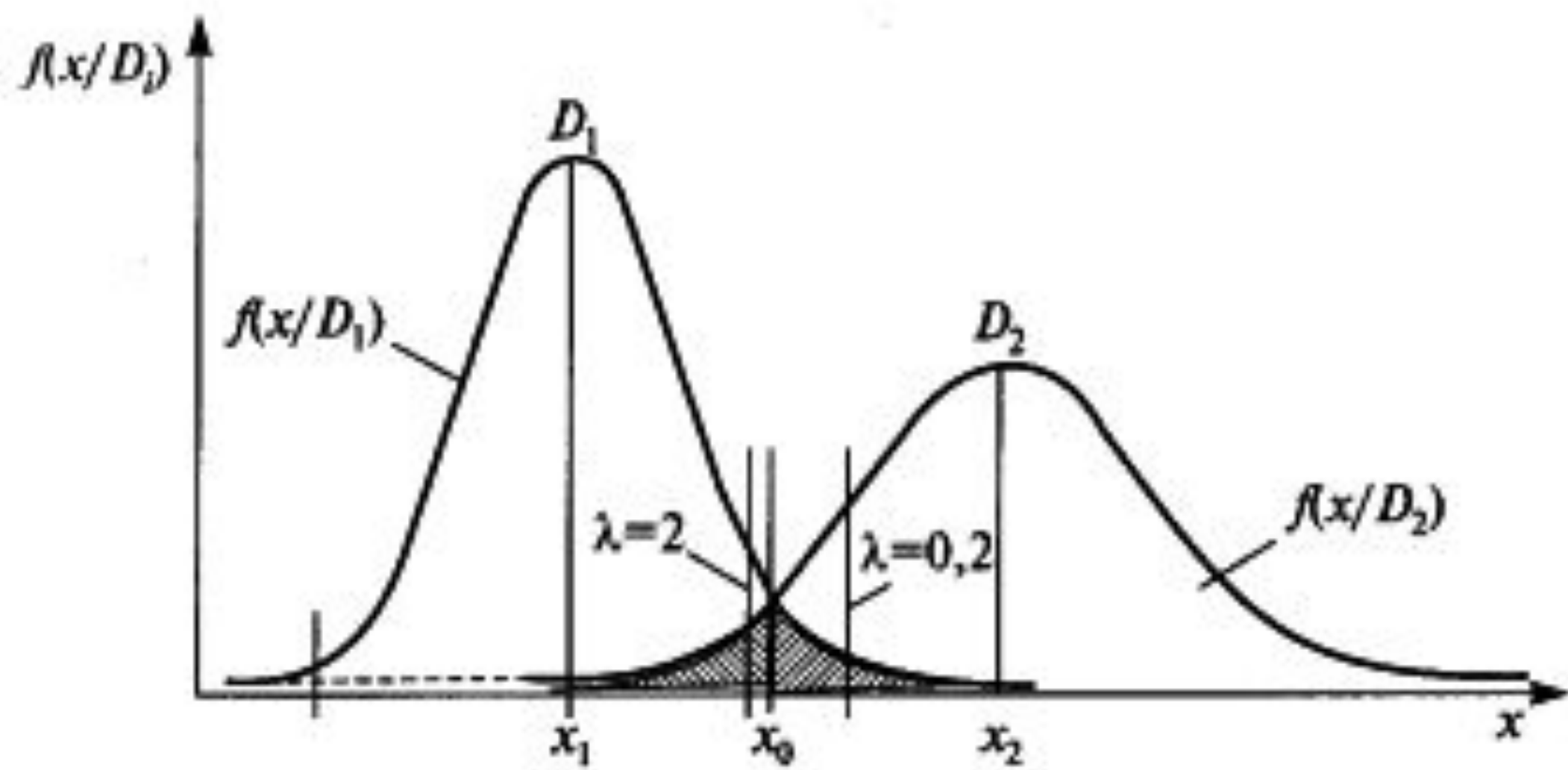
Локализирующий тест – тест, выполняемый для местонахождения неисправности объекта.

Диагностический тест – тест, выполняющий функцию проверяющего и локализирующего теста.

Тесты диагностирования

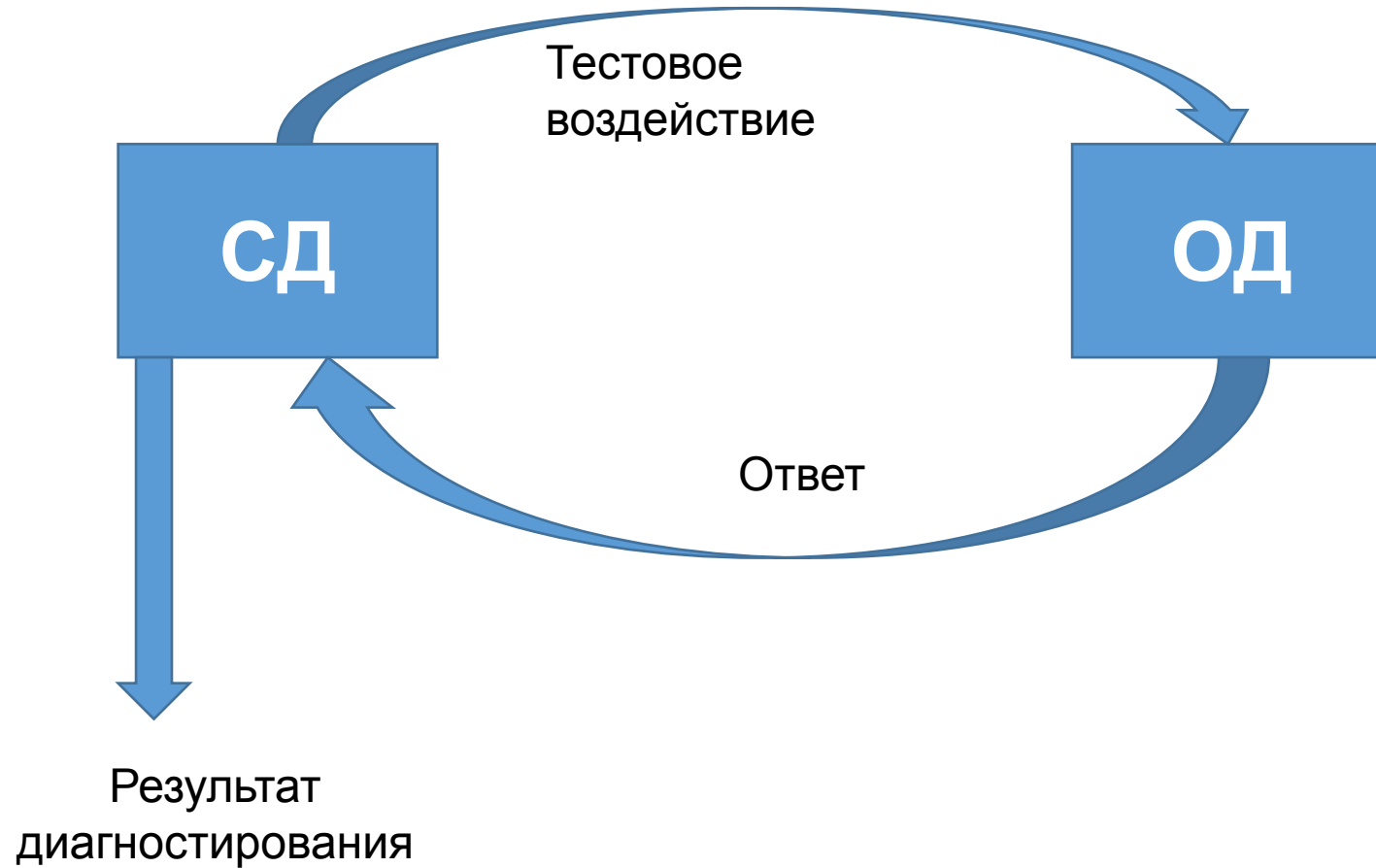
$$T = \pi_1 \pi_2 \dots$$


The diagram illustrates a sequence of tests. A horizontal brace is positioned under the product of terms $\pi_1 \pi_2 \dots$. A vertical line extends downwards from the center of this brace to the label $\pi_n L$, indicating a specific point or condition within the sequence.

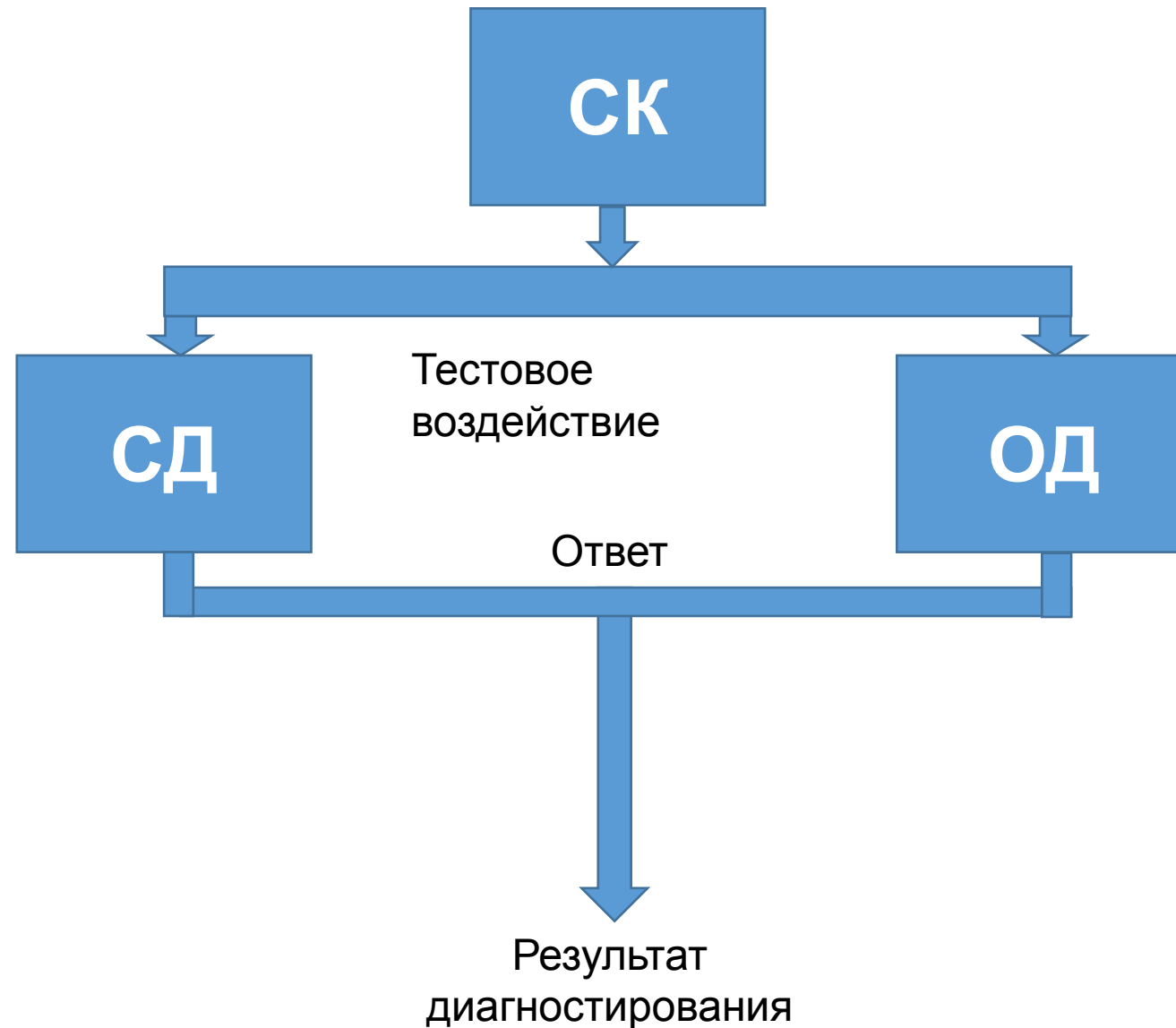


№4

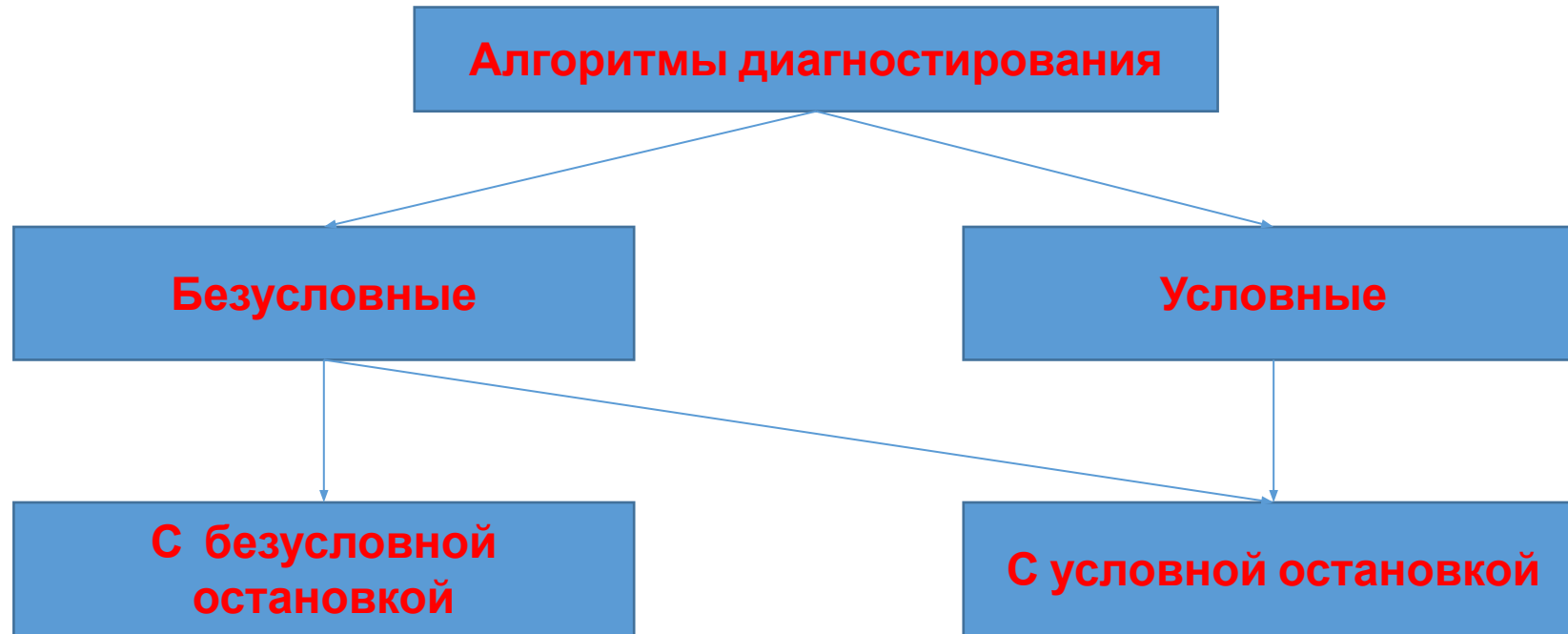
Тестовая диагностика



Функциональная диагностика

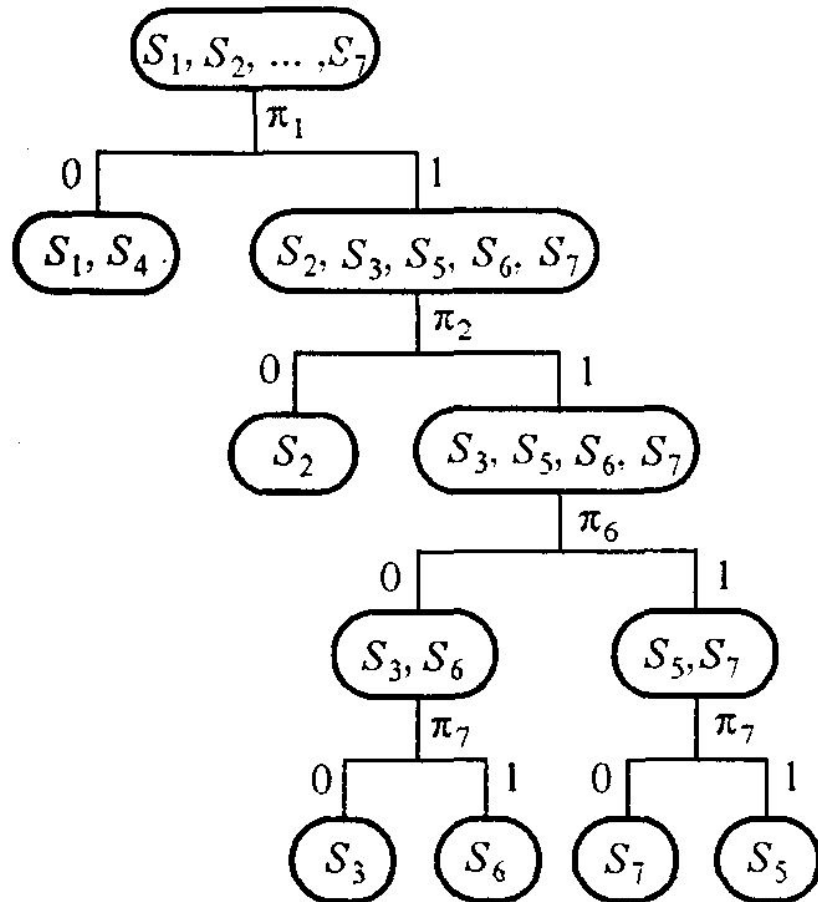


Алгоритмы диагностирования

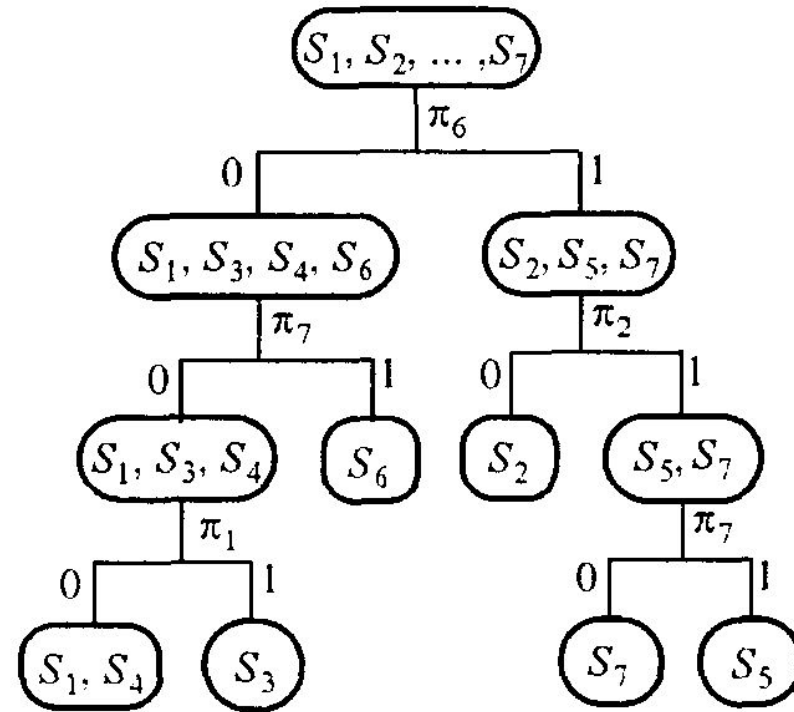


$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_7\}$$

a



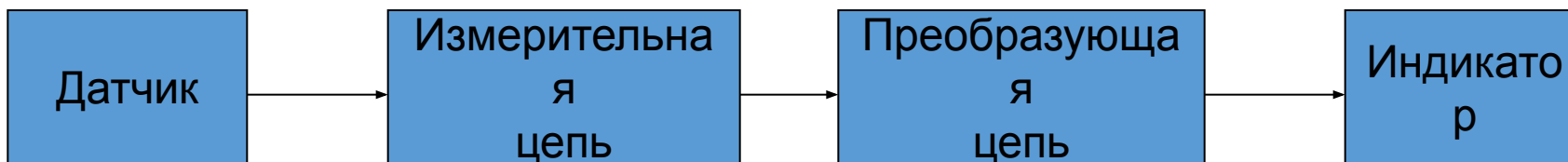
b



Проверка	Результат R проверки для системы, находящейся в состоянии					
	S_1, S_4	S_2	S_3	S_5	S_6	S_7
π_1	0	1	1	1	1	1
π_2	1	0	1	1	1	1
π_6	0	1	0	1	0	1
π_7	0	1	0	1	1	0

№5

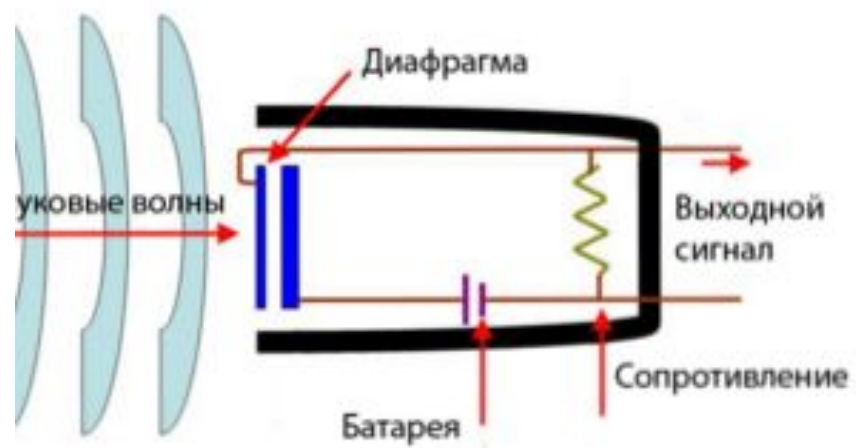
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ



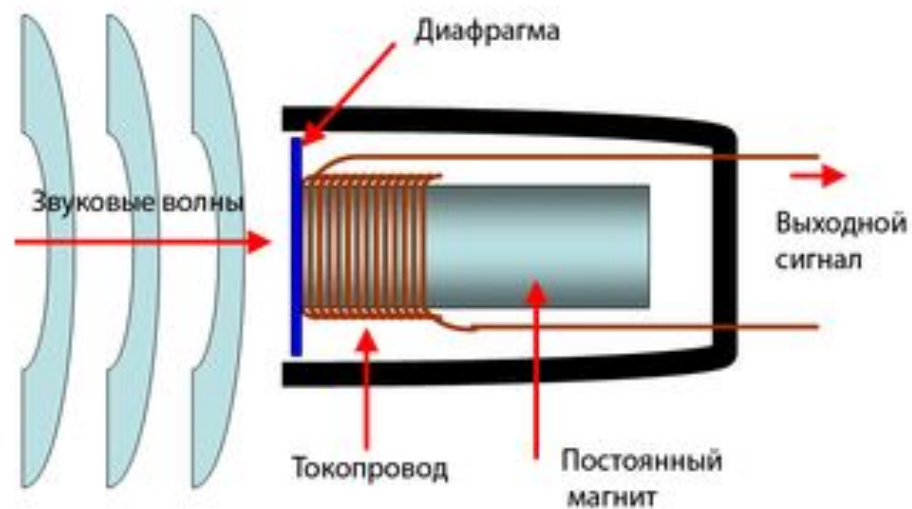
Конденсаторный микрофон



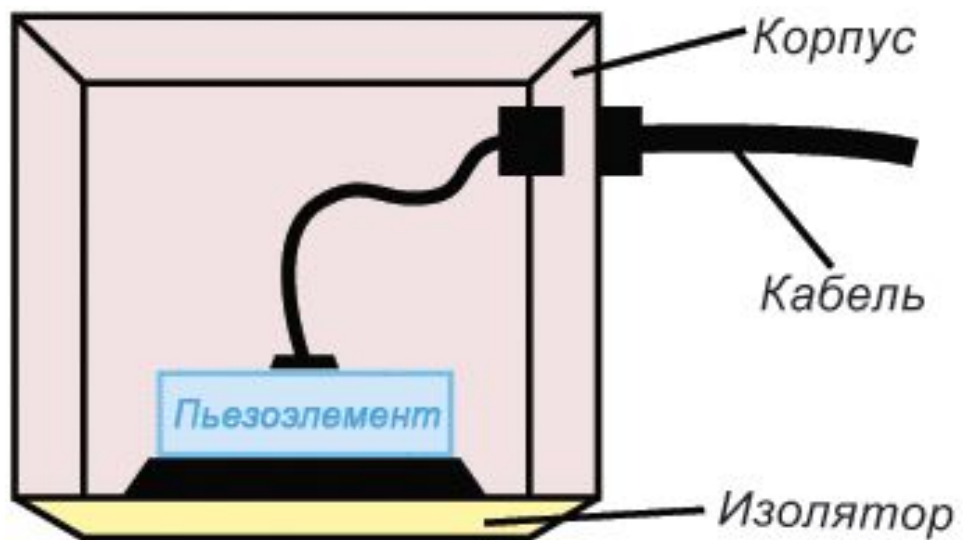
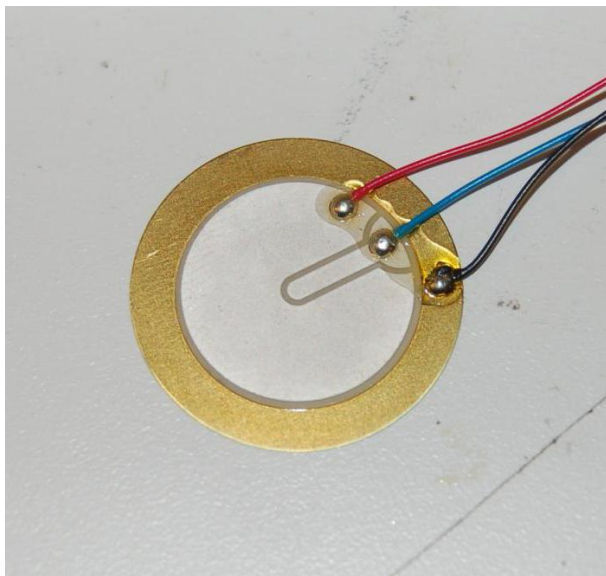
Конденсаторный микрофон



Динамический микрофон



Пьезопреобразователь вибрации



Помеха - это непредсказуемое изменение сигнала, поступающего на вход приемника.

Источниками помех могут быть тепловое движение электронов в проводниках, изменение количества фотонов, излучаемых оптическим генератором, или электромагнитные волны, которые генерируются другим источником и принимаются приемником



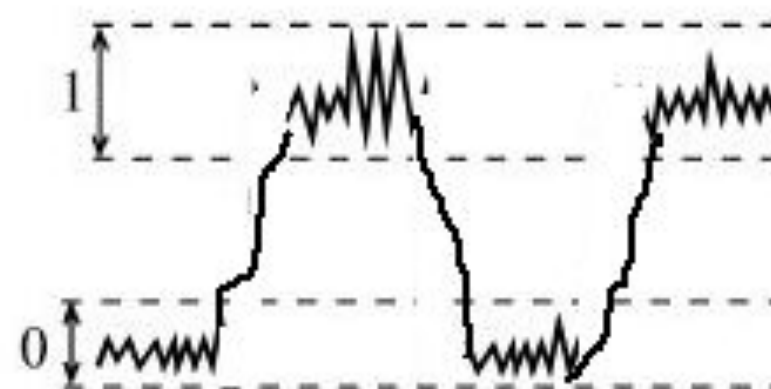
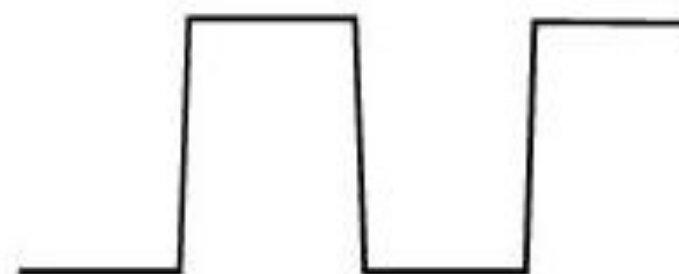
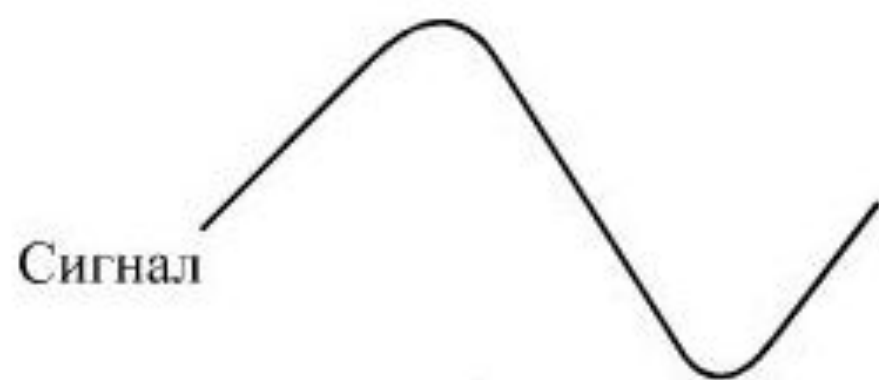
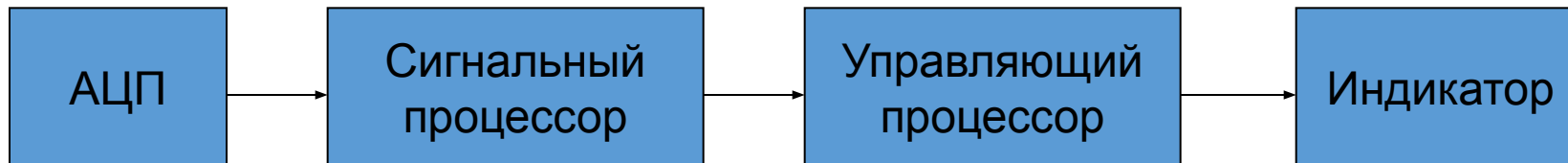
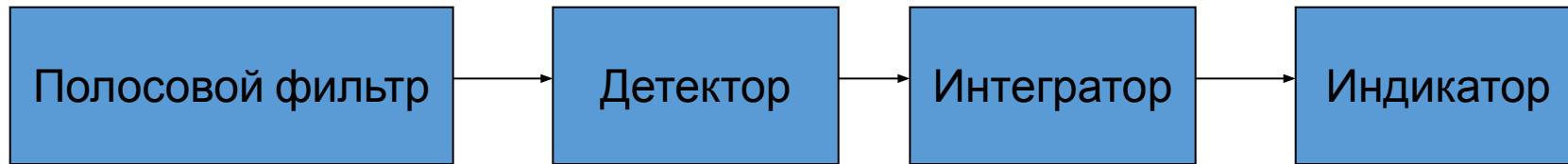
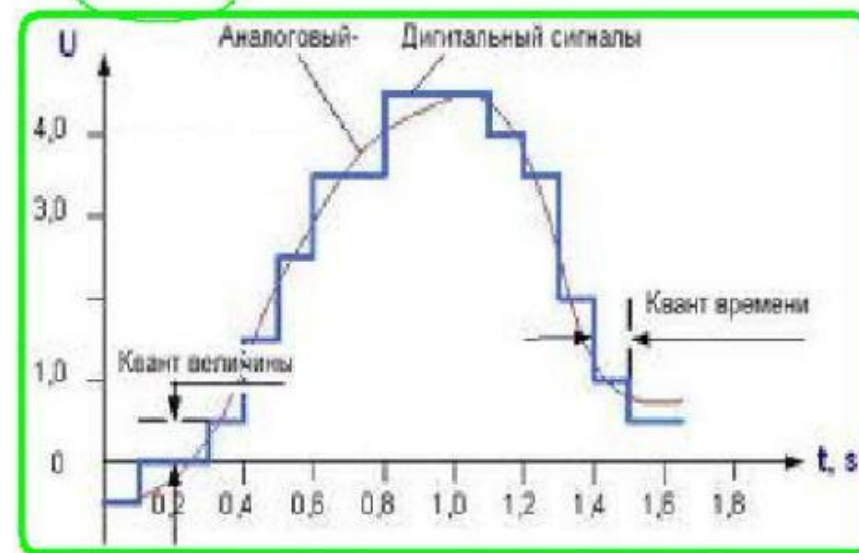
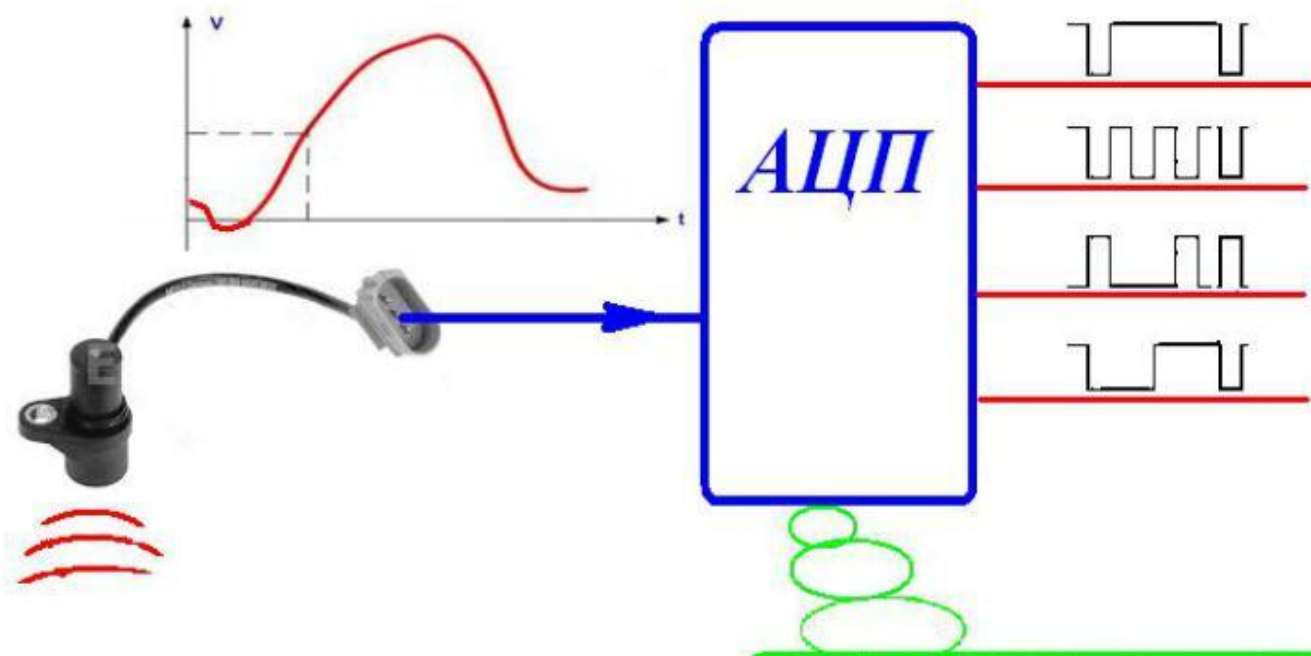


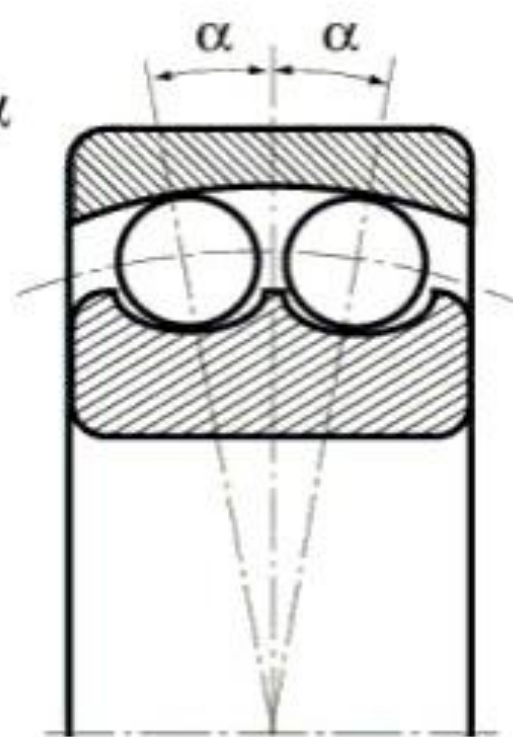
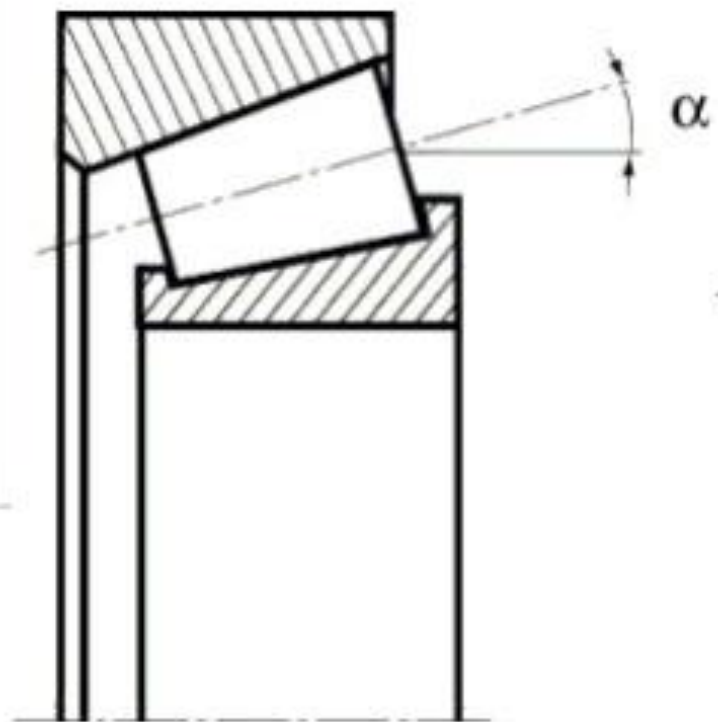
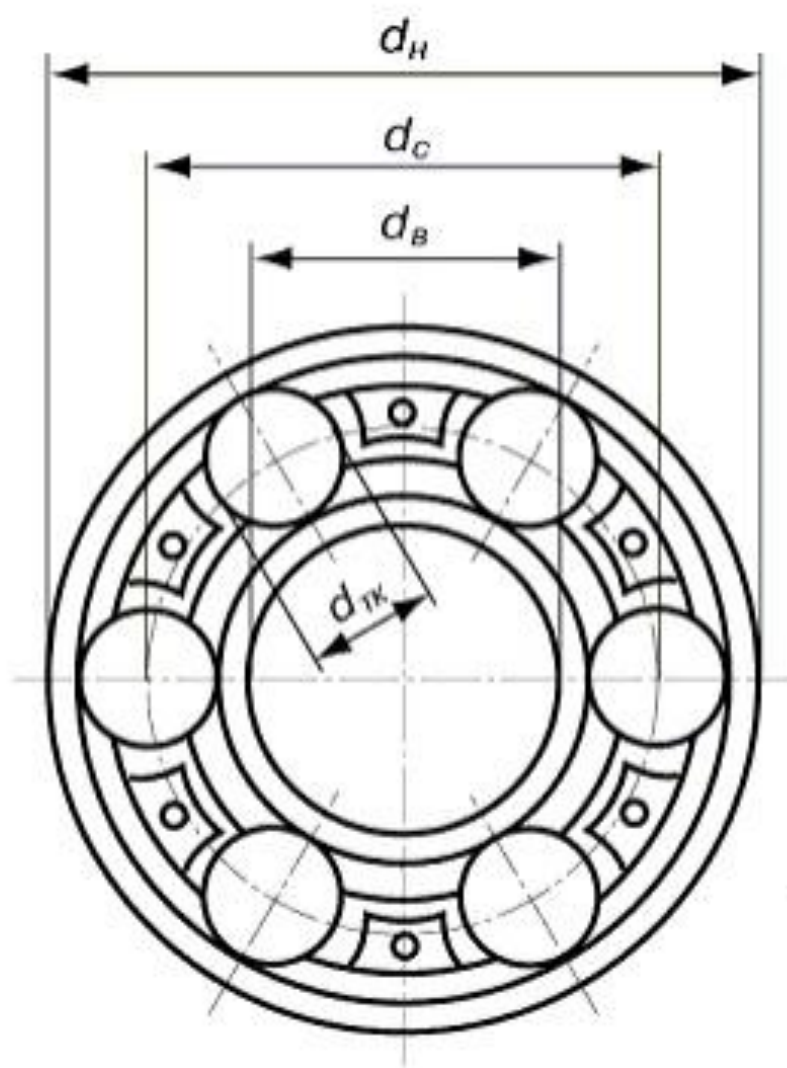
Схема аналогового анализатора спектра





ДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

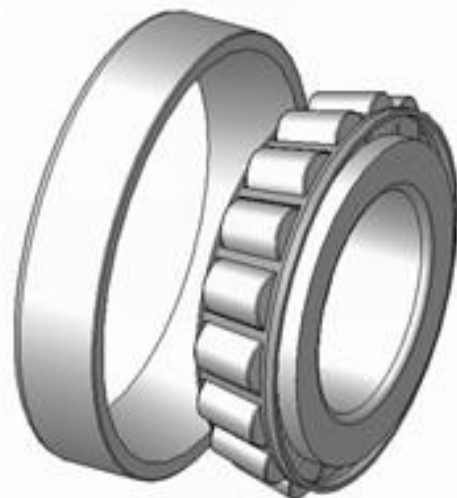




Формы поверхности качения



Тороидальная
поверхность качения



Коническая
поверхность качения



Цилиндрическая
поверхность качения



Сферическая
поверхность качения

НЕИСПРАВНОСТИ ПОДШИПНИКОВ



Трещины и разрывы
внутреннего кольца



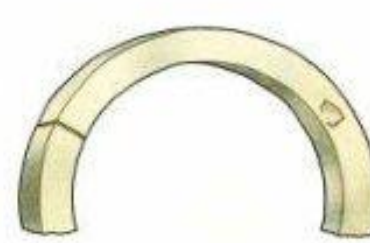
Ступенчатые сколы борта
внутреннего кольца



Полный откол борта
внутреннего кольца



Шелушение и задиры
на дорожке качения
внутреннего кольца



Трещины и изломы
алюминиевого упорного кольца
(приставной шайбы)



Коррозионные и усталостные
раковины на дорожке качения
внутреннего кольца



Электроэрозионные
раковины на дорожке качения
внутреннего кольца



Усталостные раковины
на дорожке качения
наружного кольца



Задиры и трещины
на бортах
наружного кольца



Рафление и шелушение
дорожки качения
наружного кольца



Поверхностная коррозия
на дорожке качения
наружного кольца



Забойные
сепаратора



Трещины и излом
сепаратора



Трещины ролика,
повреждение торцов



Вмятины
ролика



Сколы
ролика



Усталостные
раковины



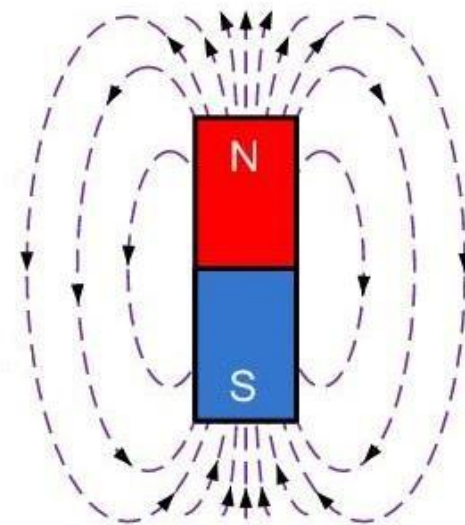
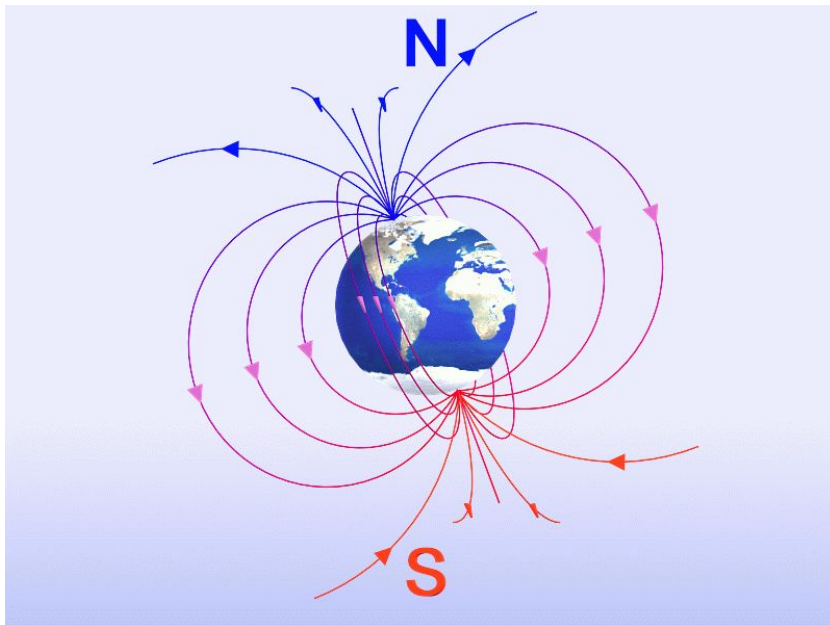
Коррозионные
раковины



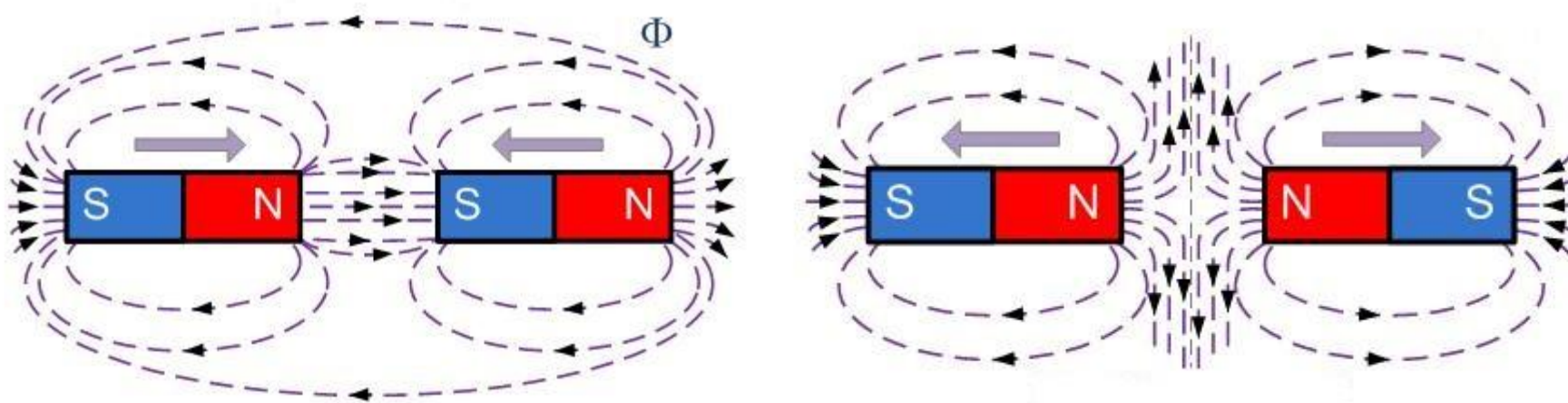
Задиры
и ползуны

Магнитопорошковый метод дефектоскопии

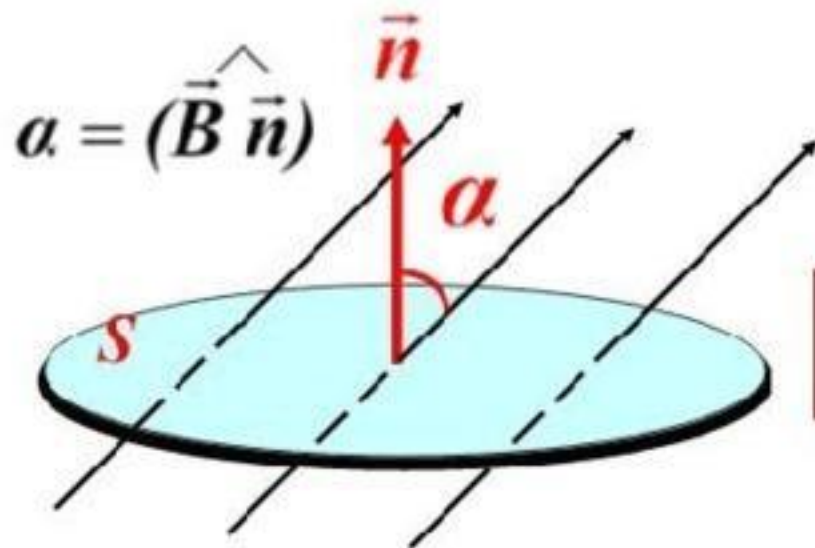
Магнитное
поле



Взаимодействие магнитных полей

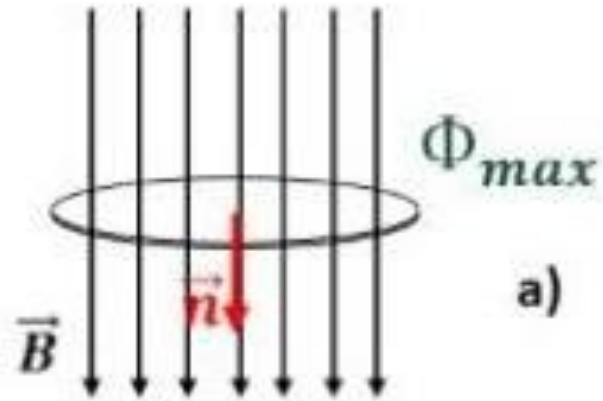


Магнитный поток

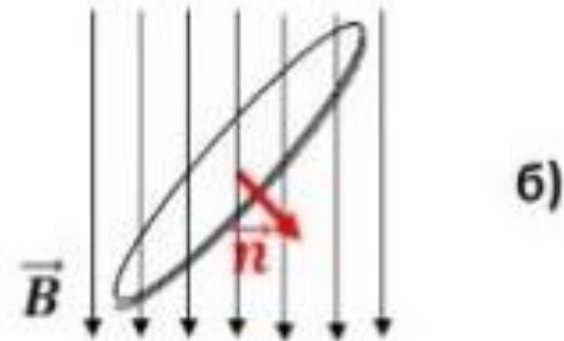


$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

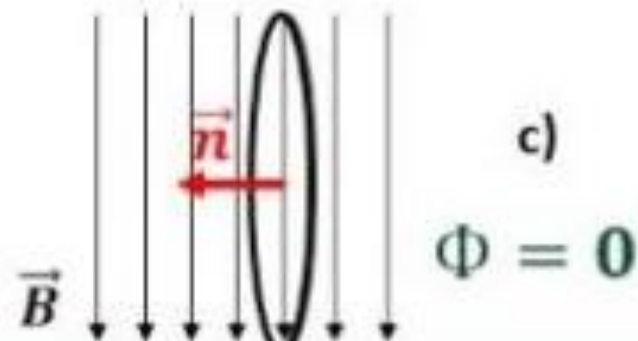
$$1\text{Тл} \cdot 1\text{м}^2 = 1\text{Тл} \cdot \text{м}^2 = 1\text{Вб}$$



а) Если вектор магнитной индукции перпендикулярен площади контура, то магнитный поток максимальный



б) если угол $0^\circ < \alpha < 90^\circ$, то
 $0 < \Phi < \Phi_{max}$



в) Если вектор магнитной индукции параллелен площади контура, то магнитный поток равен нулю

Магнитная проницаемость

$$\mu = \frac{B}{B_0}$$

$$(\mu_0 \mu)$$

абсолютная магнитная
проницаемость среды

$$\mu < 1$$

диамагнетики

$$\mu > 1$$

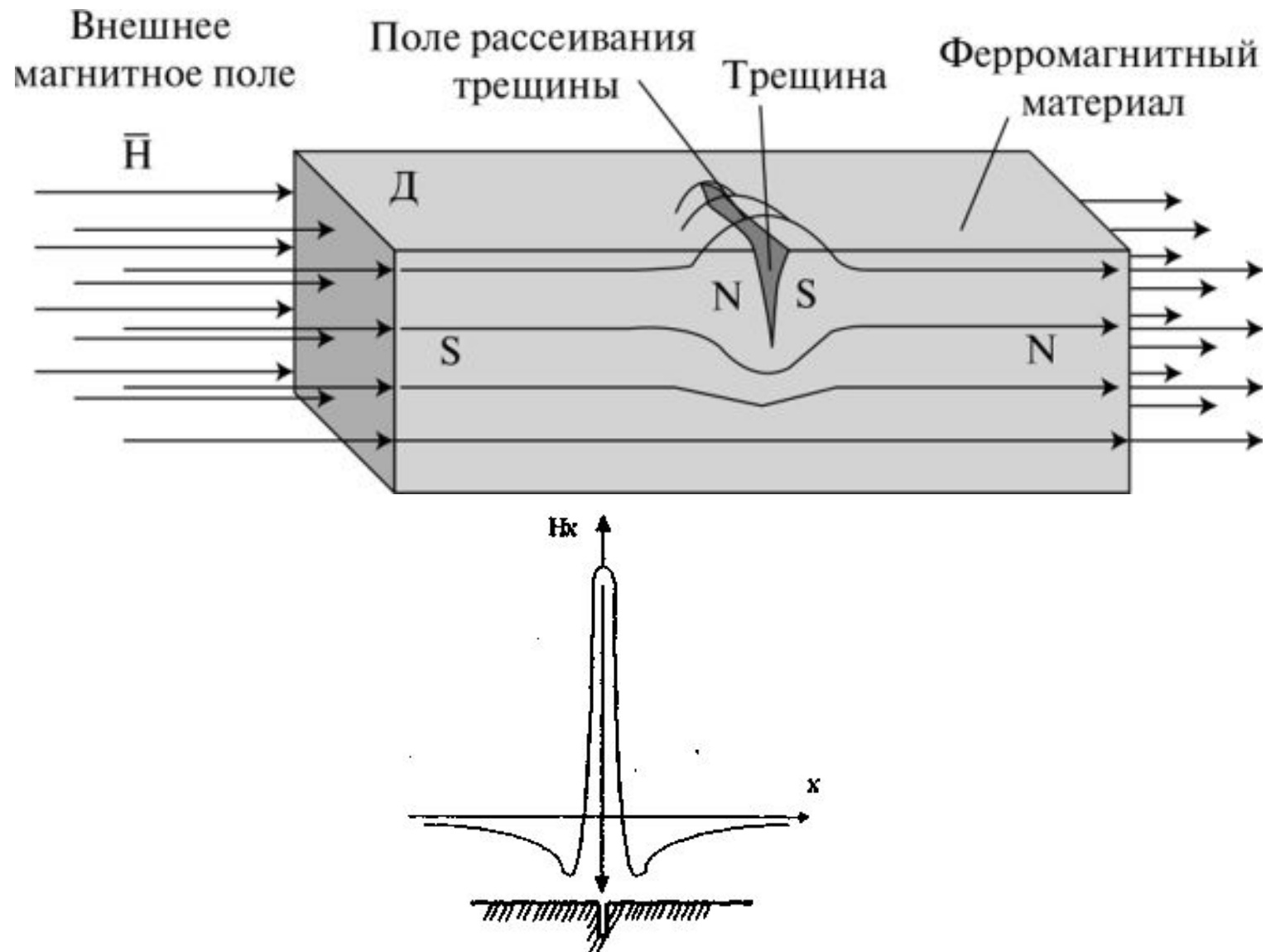
парамагнетики

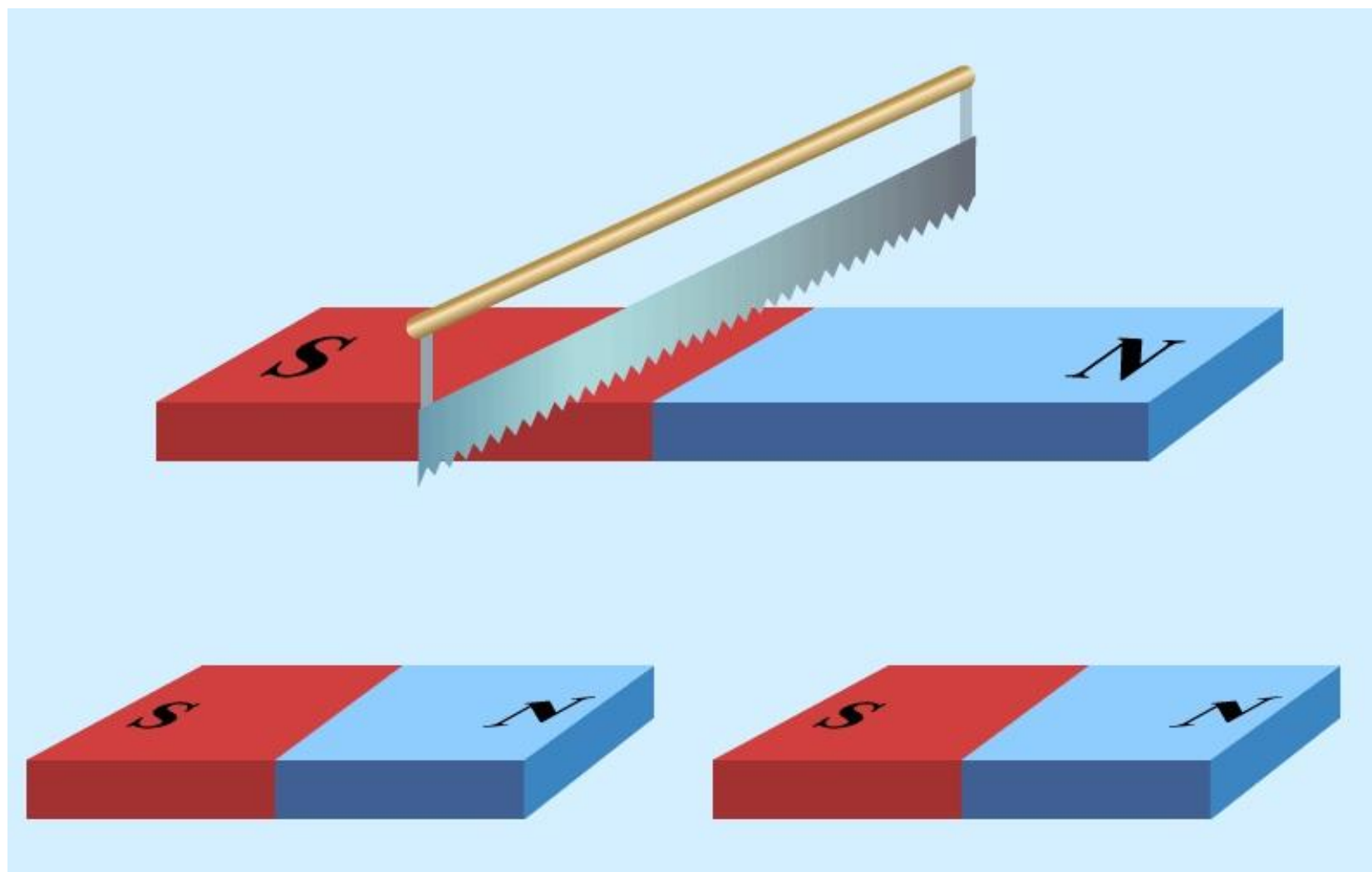
$$\mu \gg 1$$

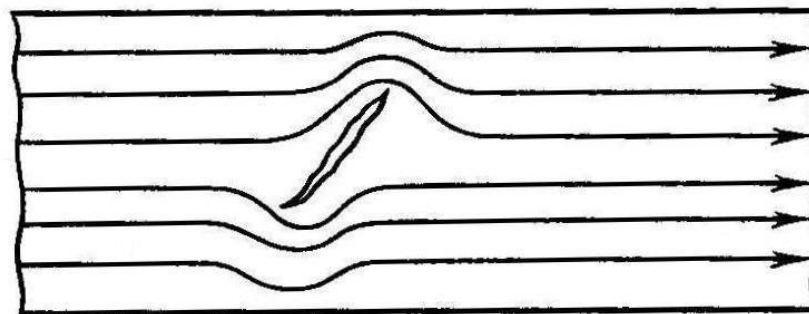
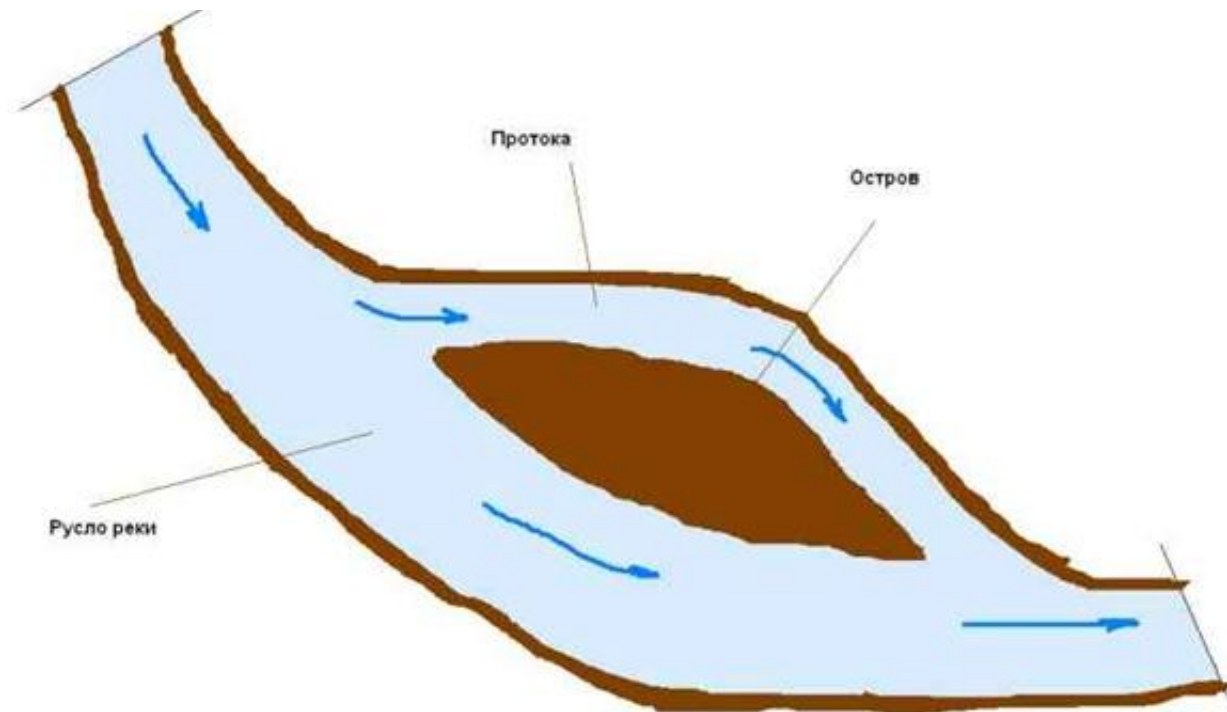
ферромагнетики

$$[\mu_0 \mu] = \frac{\Gamma_H}{M}$$

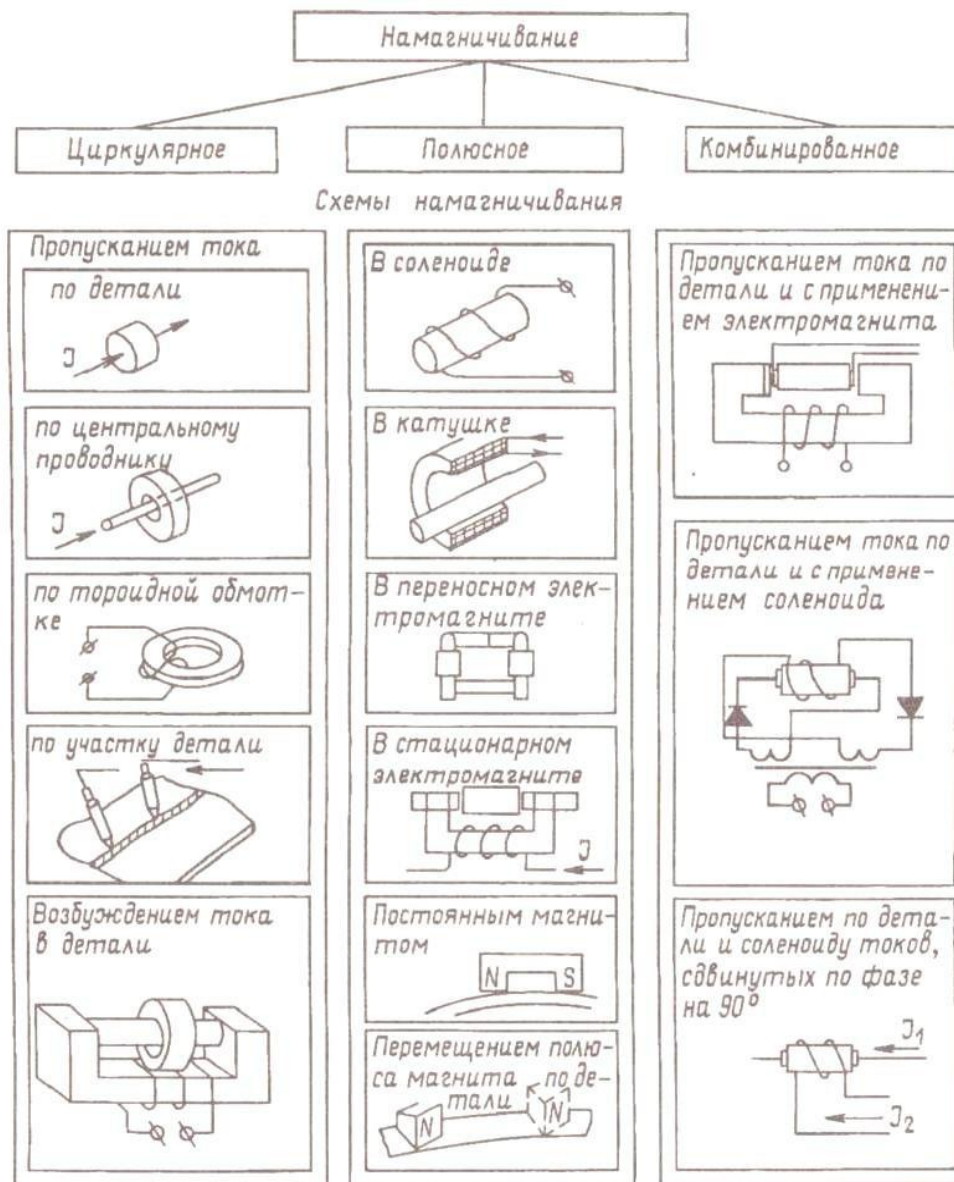
Поверхностные и подповерхностные дефекты





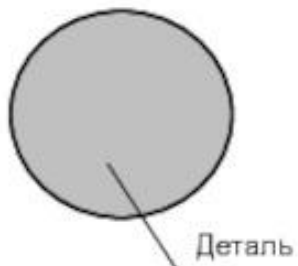
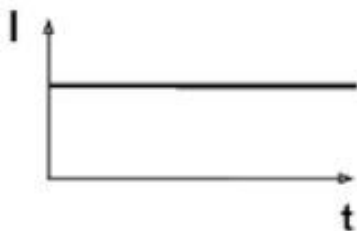


Способы и виды намагничивания

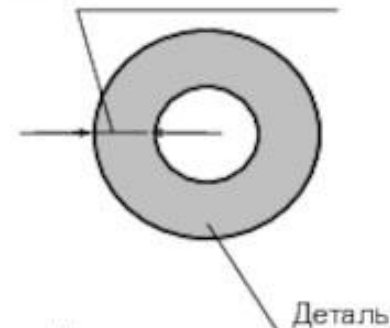
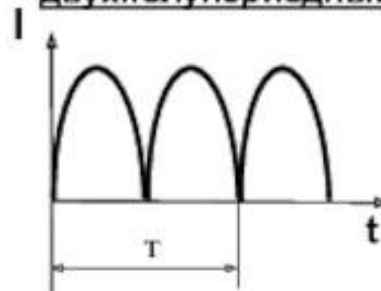


Виды токов

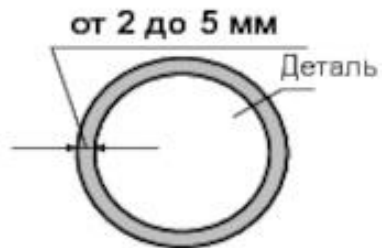
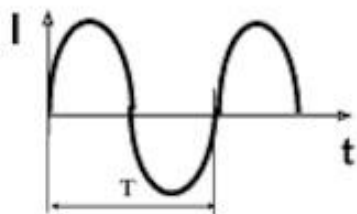
• вид тока - постоянный



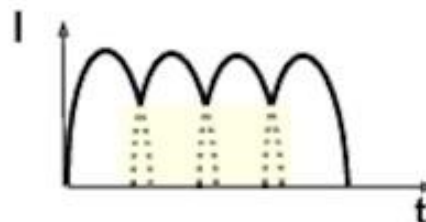
• вид тока - выпрямленный
двухполупериодный



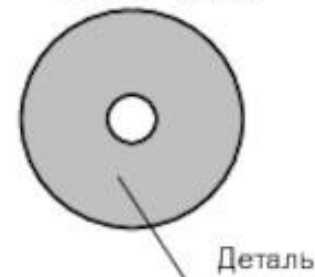
• вид тока - переменный



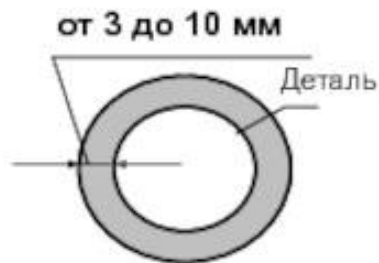
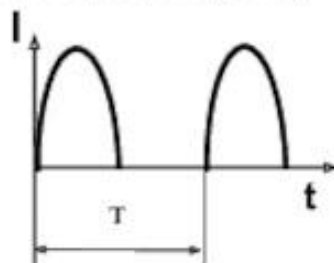
• вид тока - выпрямленный
3-х фазный



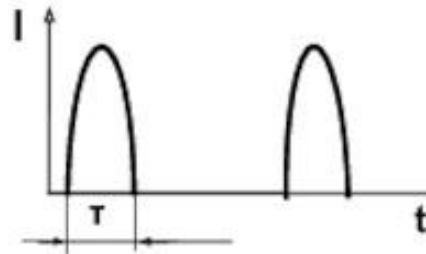
Более 15 мм



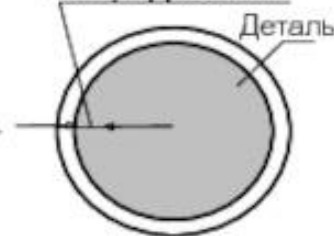
• вид тока - выпрямленный
однополупериодный



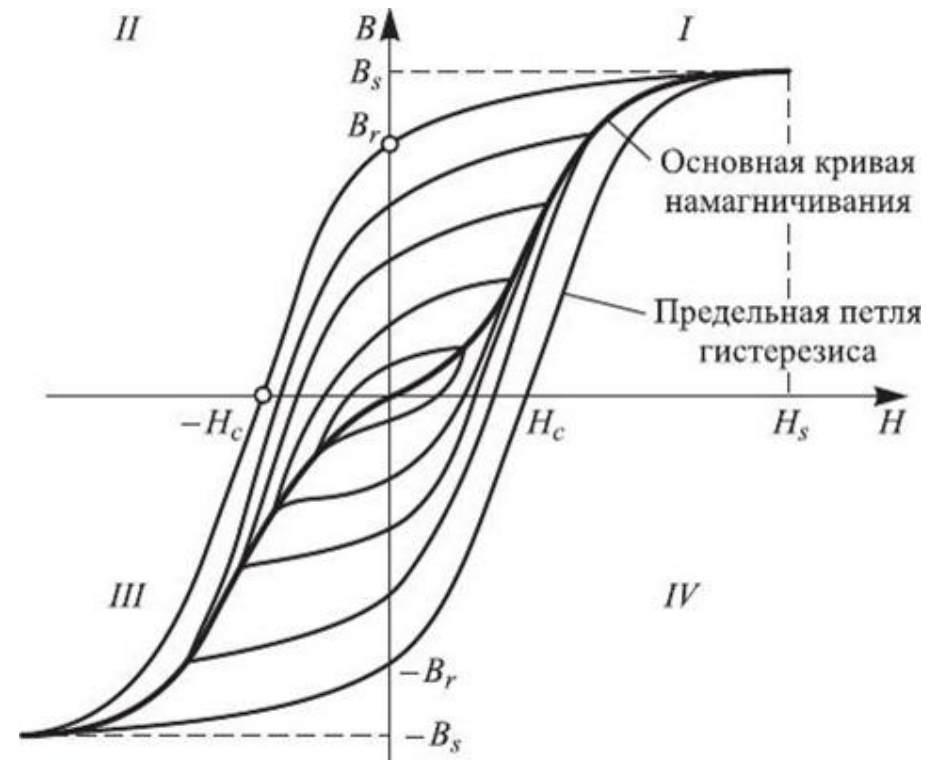
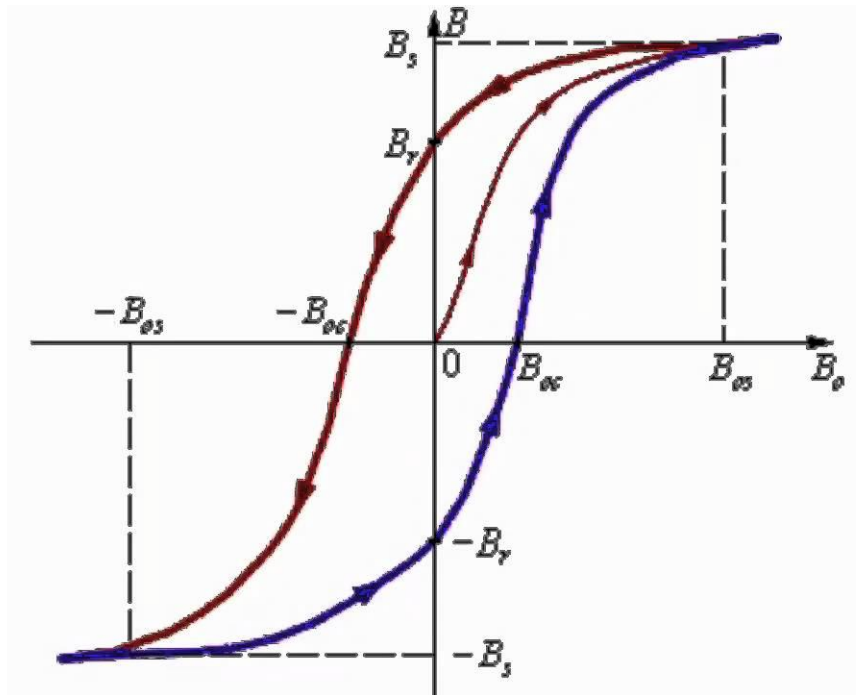
• вид тока - импульсный



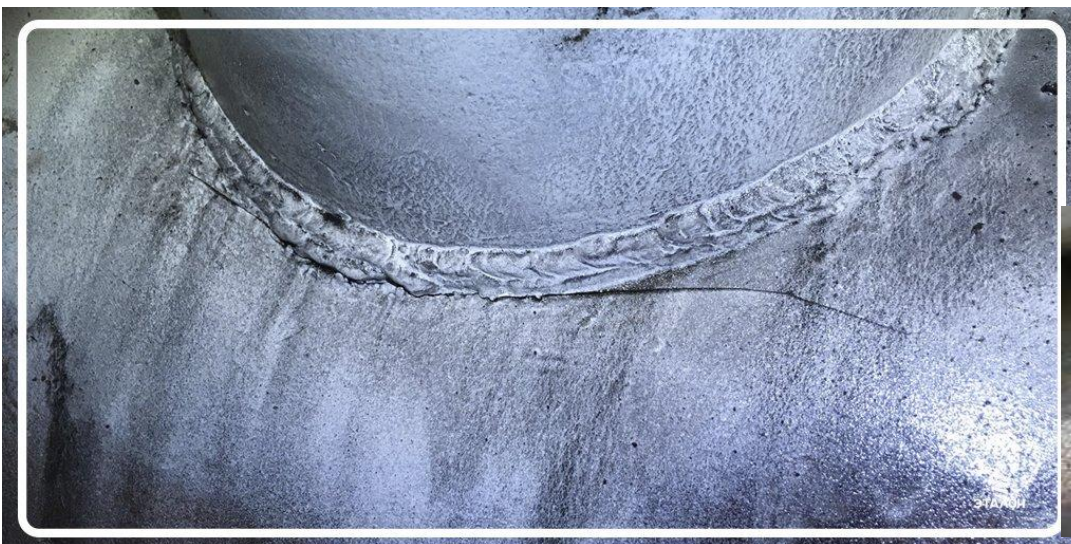
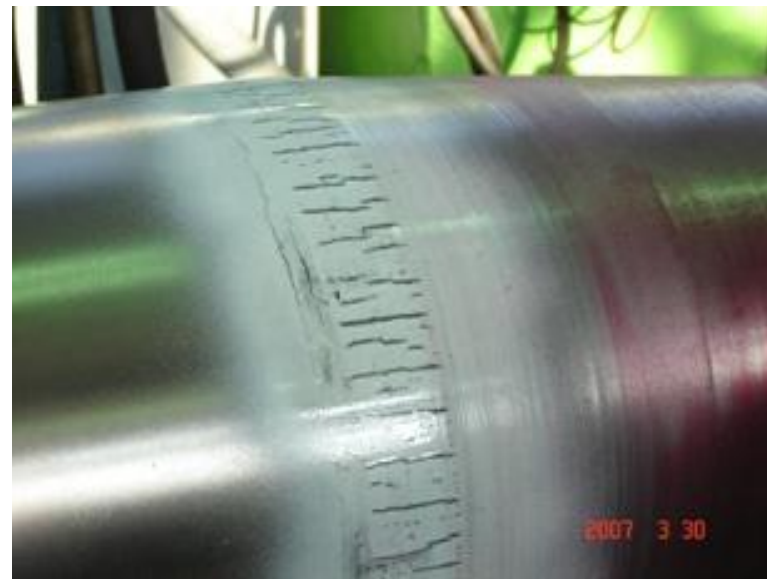
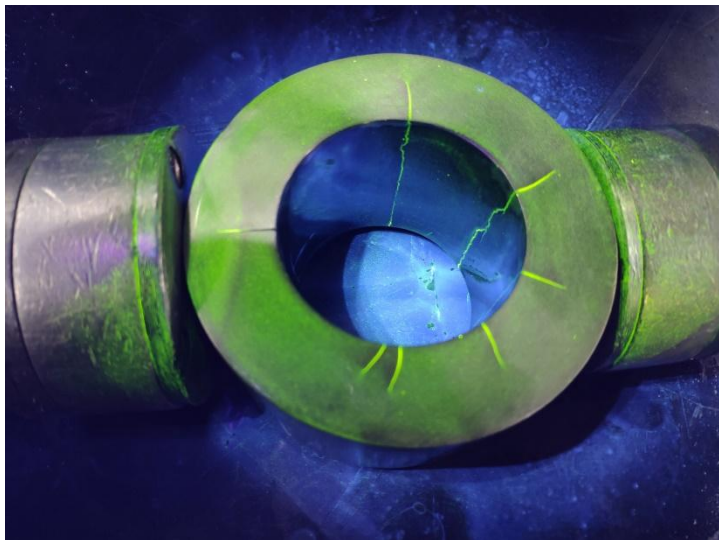
от 0,1 до 3 мм



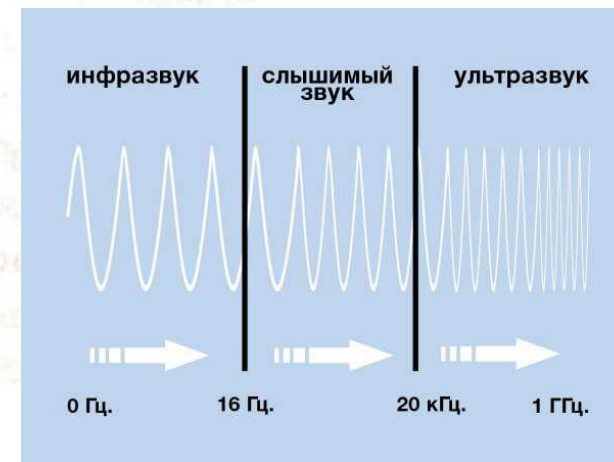
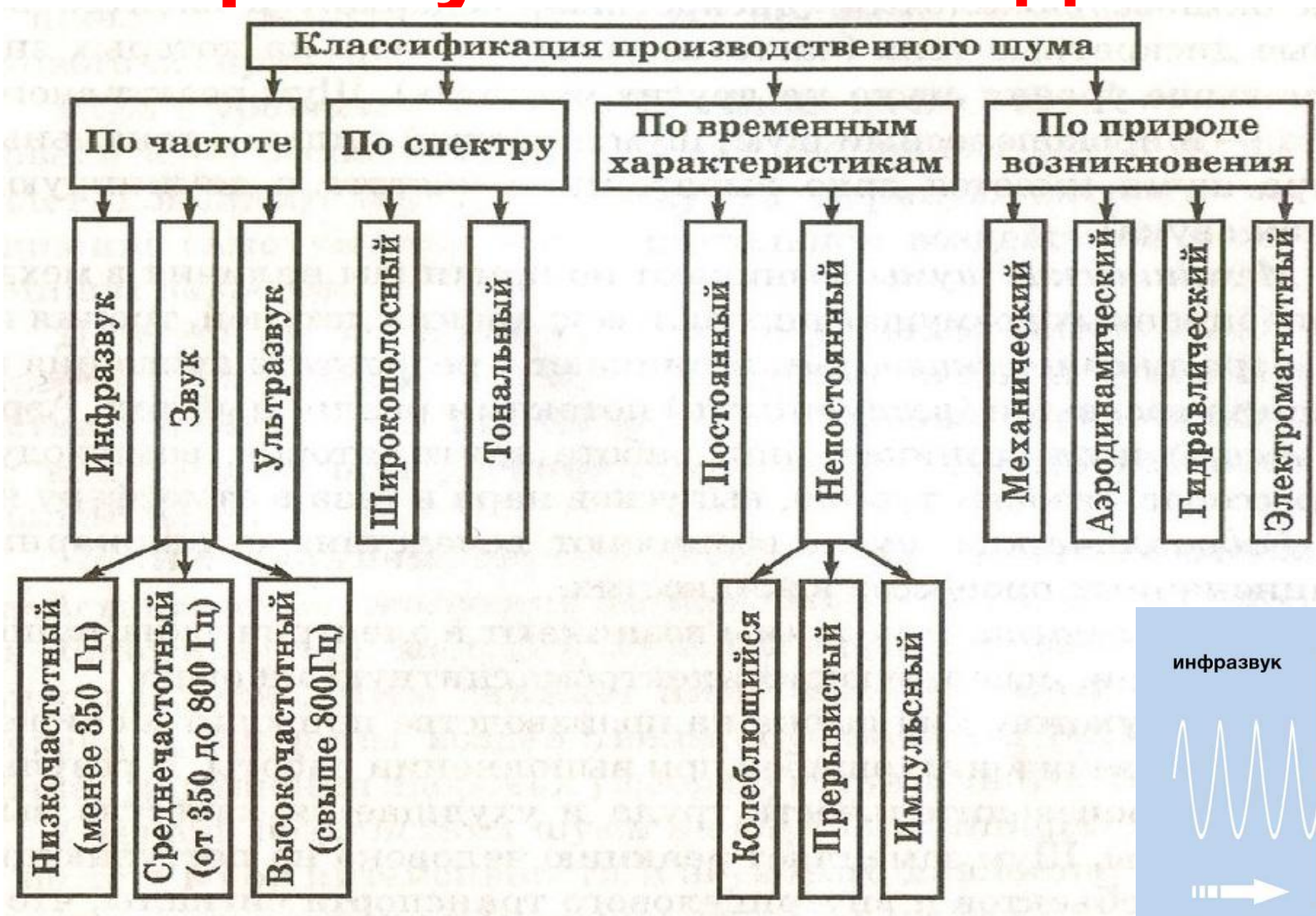
Размагничивание деталей

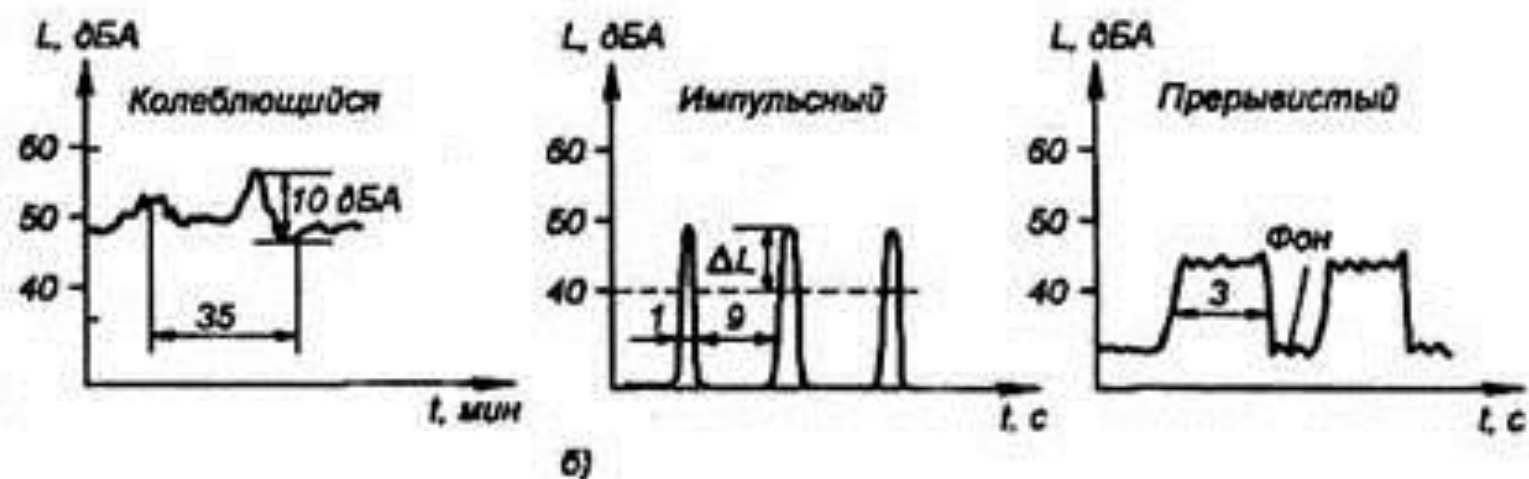
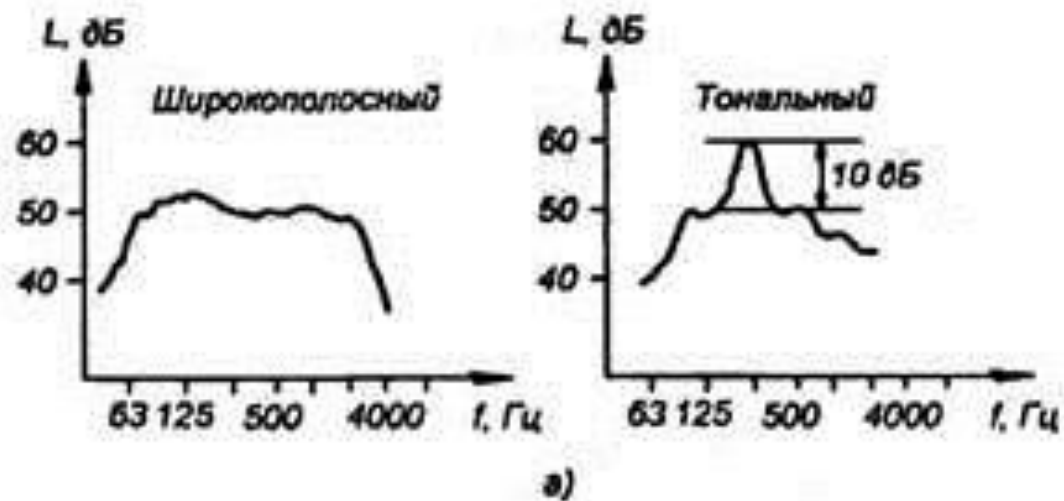


Обнаруженные дефекты



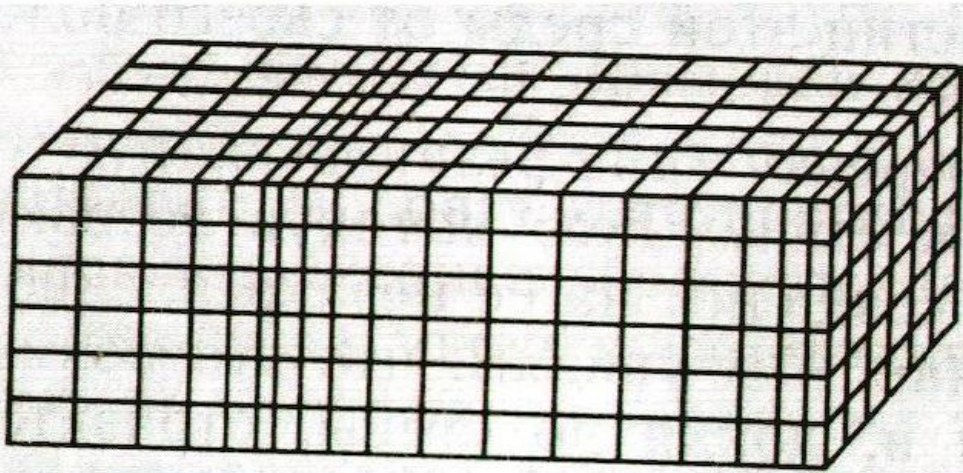
Ультразвуковой метод контроля





Характеристики шума: а — спектральные; б — временные

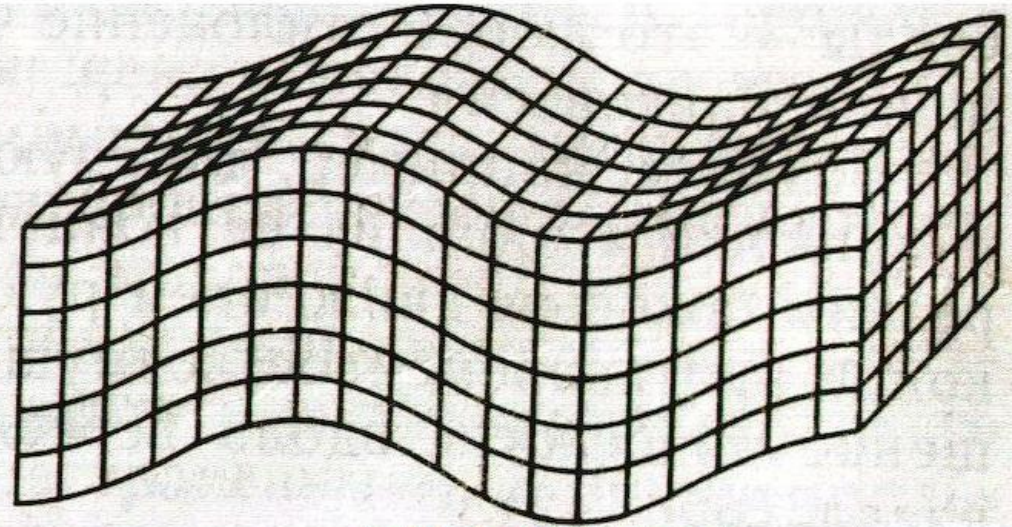
Виды волн



ПРОДОЛЬНЫЕ

частицы среды колеблются вдоль
направления распространения волны

сжатие и разрежение среды
(в жидкостях, газах, тв. телах)



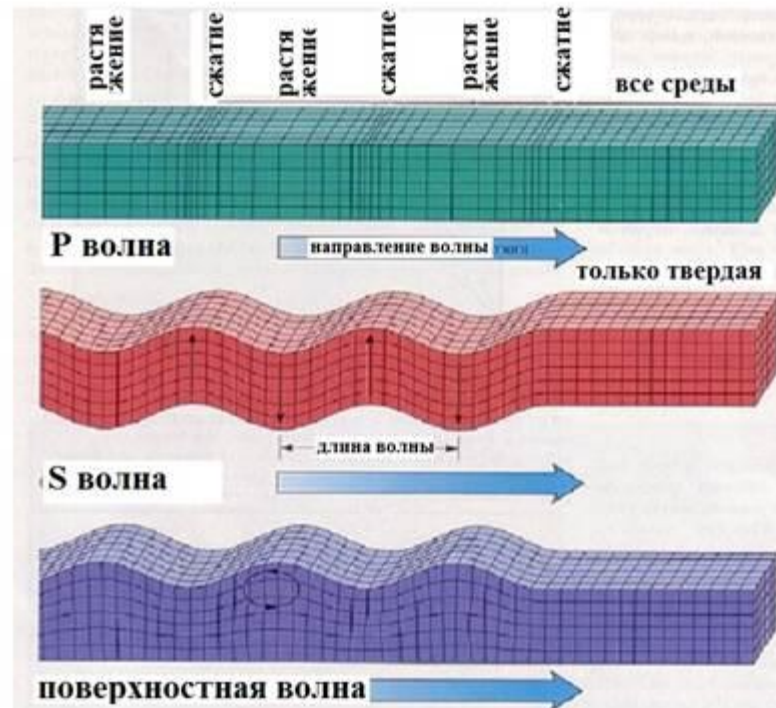
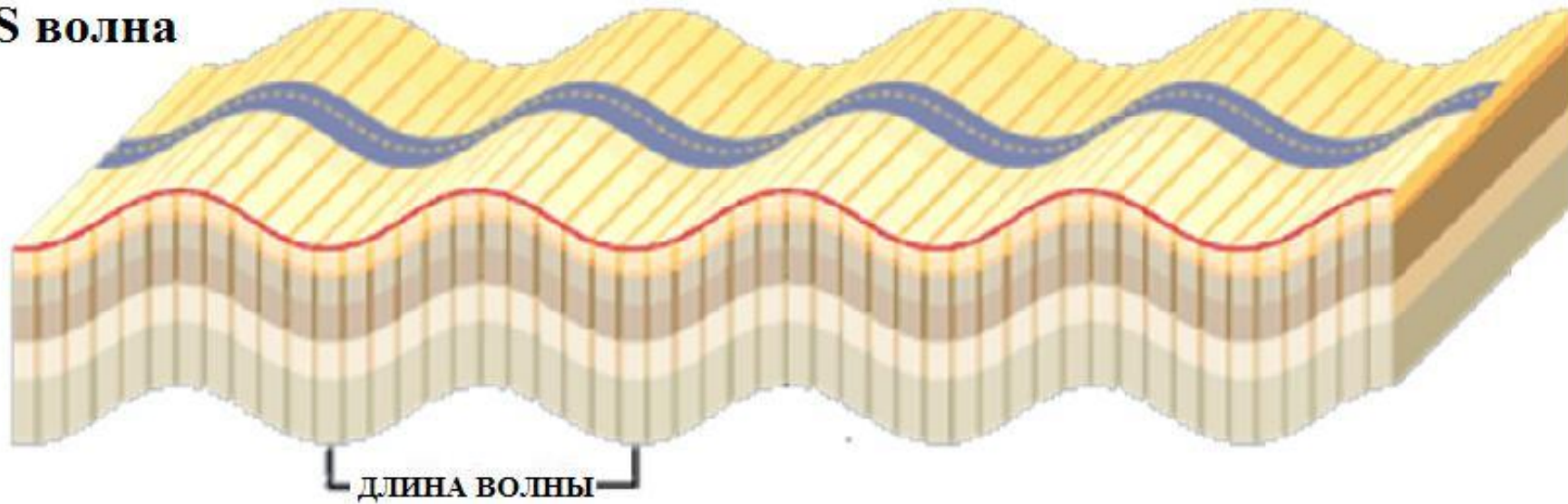
ПОПЕРЕЧНЫЕ

частицы среды колеблются поперек
направления распространения волны

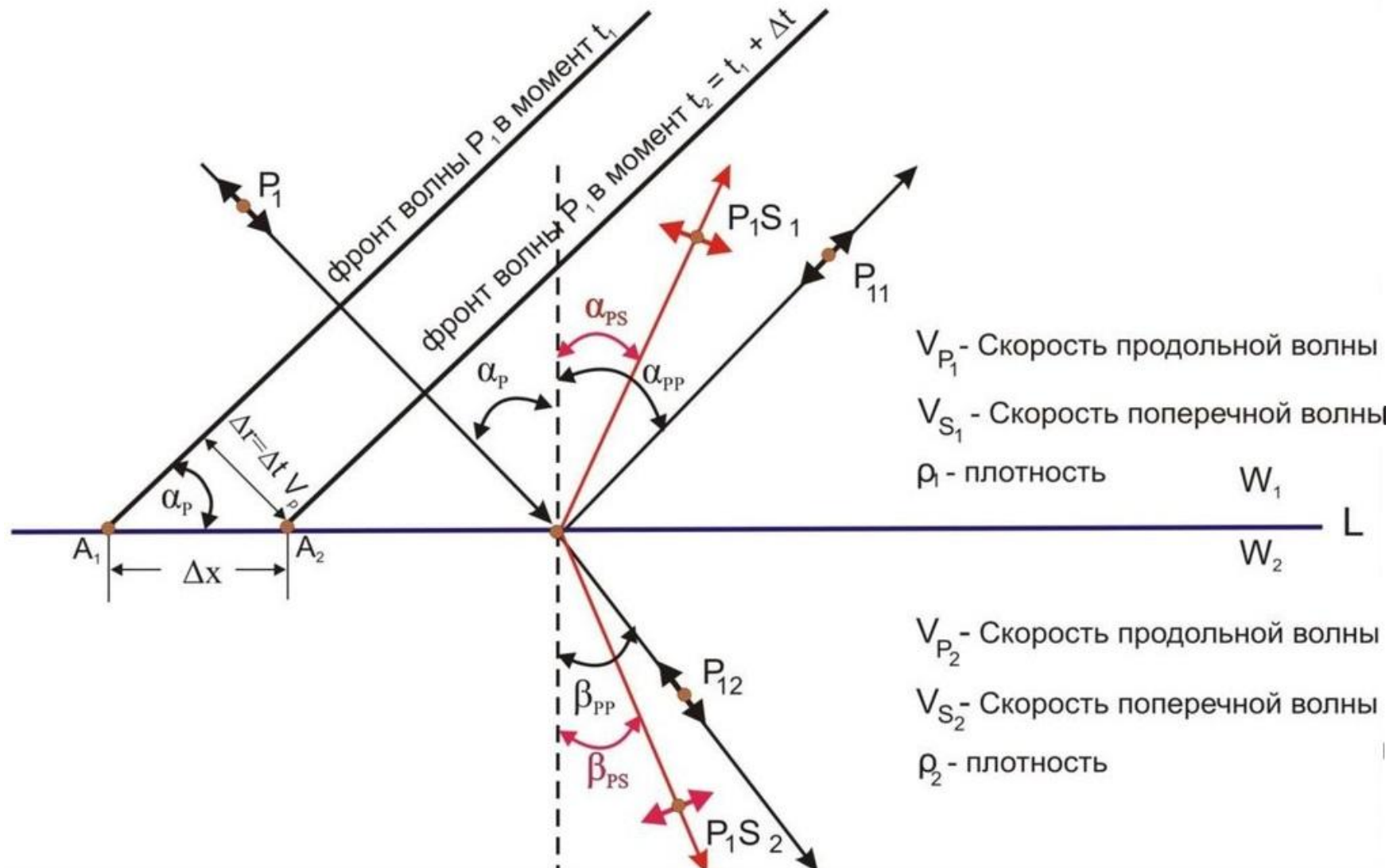
сдвиг слоев среды
(только в тв. телах)



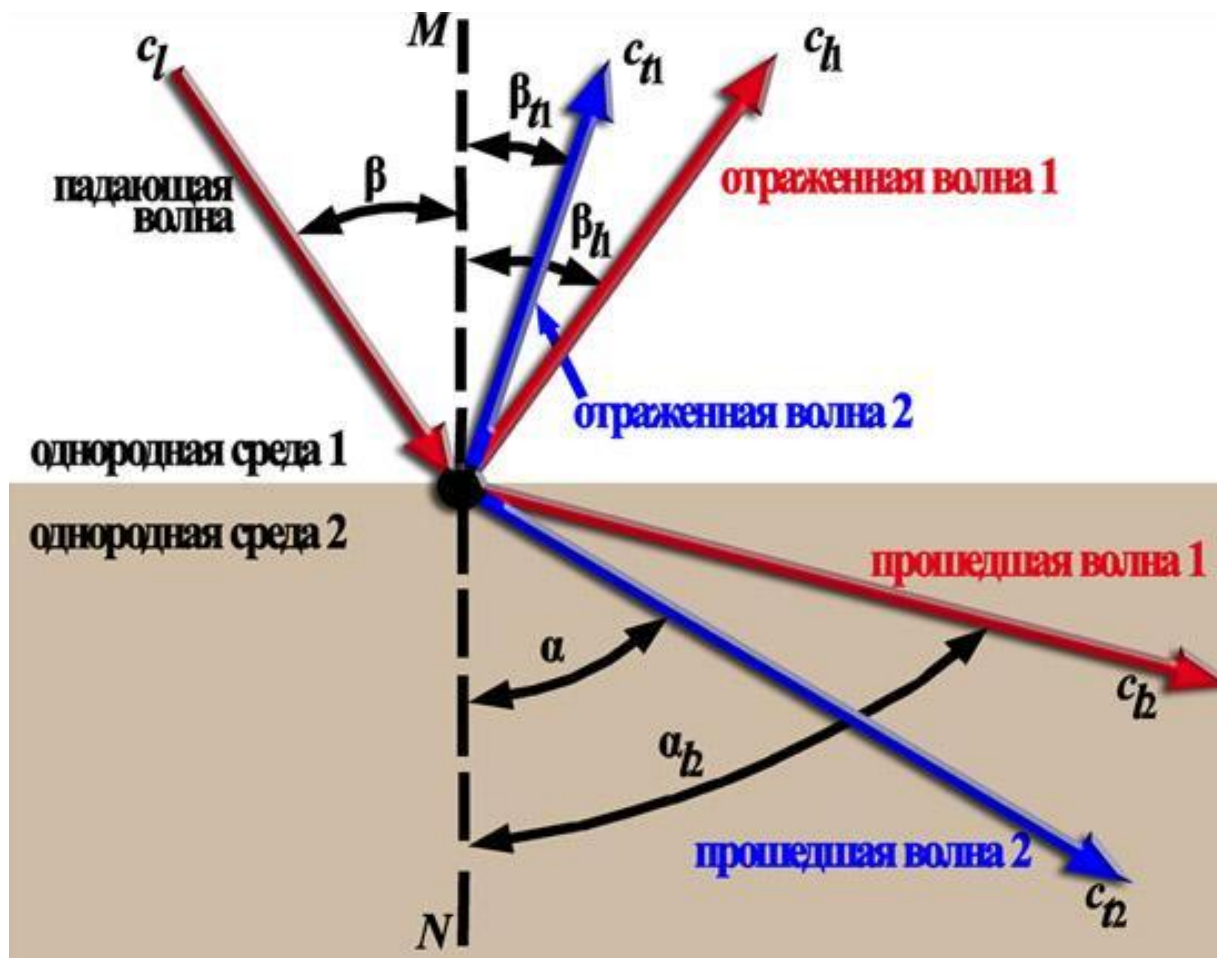
S волна



Свойства акустических волн



Правило трех критических углов



первый критический угол $\beta_1=0-27$;
второй критический угол β_2 28-56
третий критический угол $\beta_3=57-90$

Закон Снеллиуса

$$OY: \quad \frac{\omega \sin \alpha_0}{v_0} = \frac{\omega \sin \alpha_1}{v_1} = \frac{\omega \sin \alpha_2}{v_2},$$

$$v_0 = v_1.$$

$$\sin \alpha_0 = \sin \alpha_1,$$

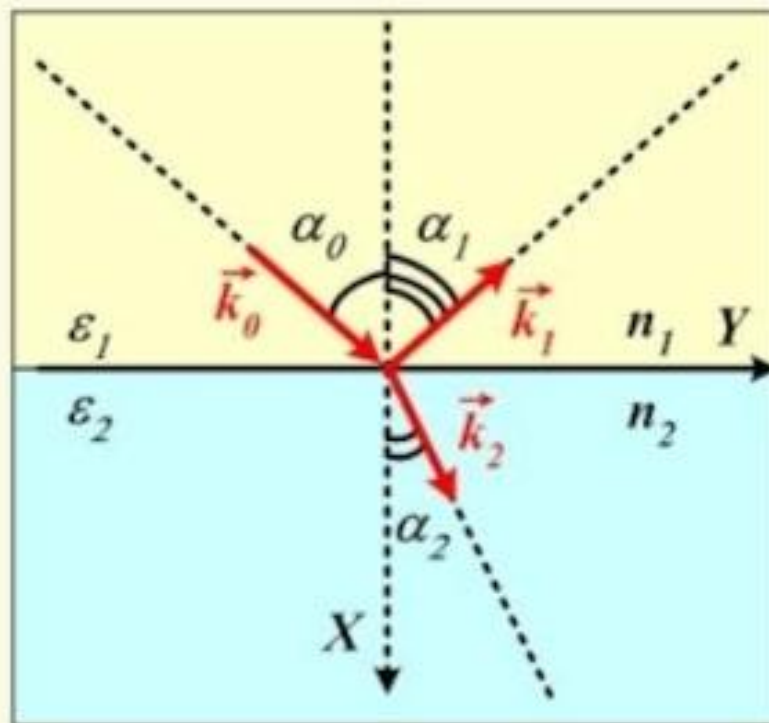
$$\alpha_0 = \alpha_1.$$

Угол падения равен углу отражения.

$$\frac{\sin \alpha_0}{v_1} = \frac{\sin \alpha_2}{v_2}, \quad v = \frac{c}{n}, \quad \frac{\sin \alpha_0}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}.$$

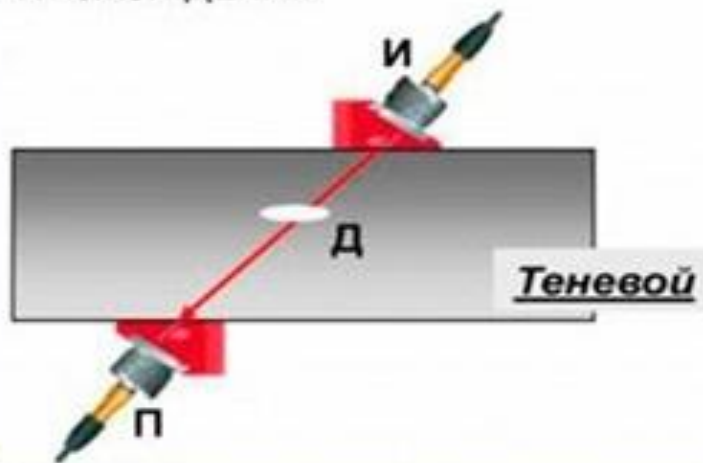
Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно относительному показателю преломления двух сред.

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}.$$



Методы УЗД

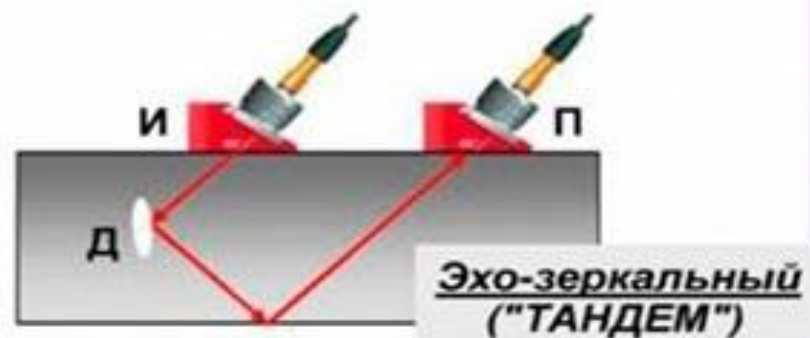
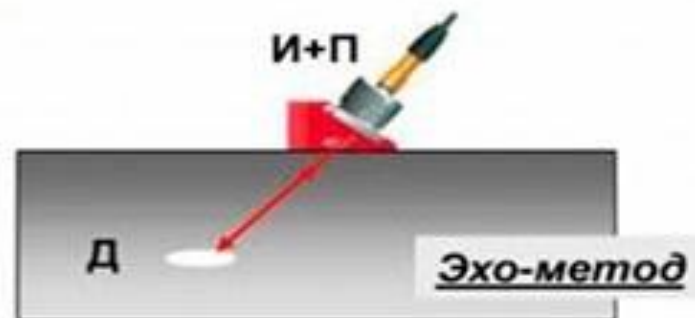
ПРОХОЖДЕНИЯ

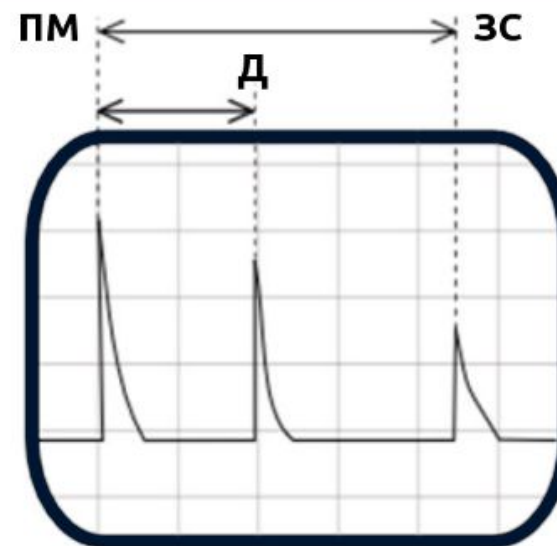
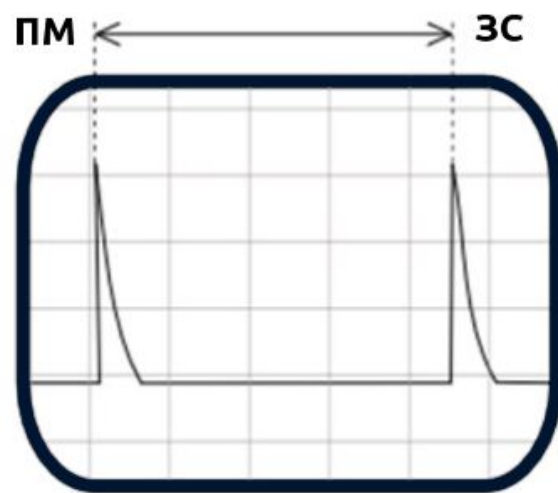
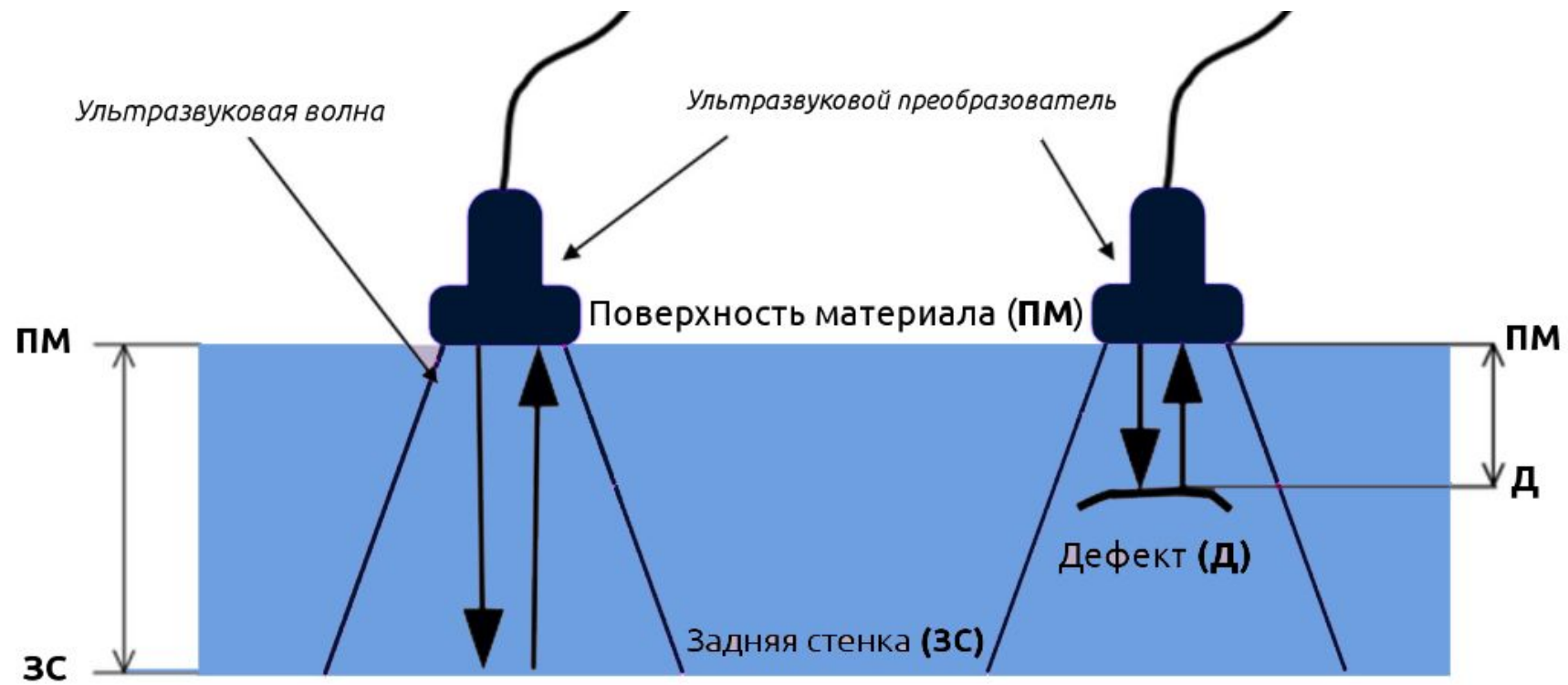


КОМБИНИРОВАННЫЕ



ОТРАЖЕНИЯ



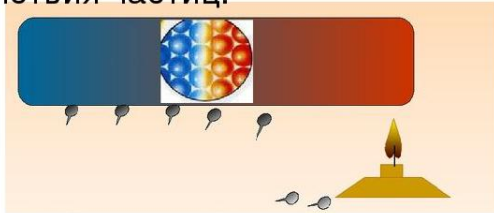
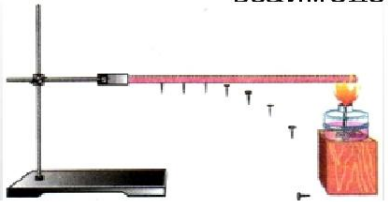


Тепловой вид НК

Теплопроводность

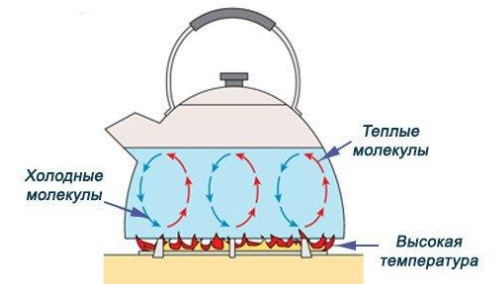
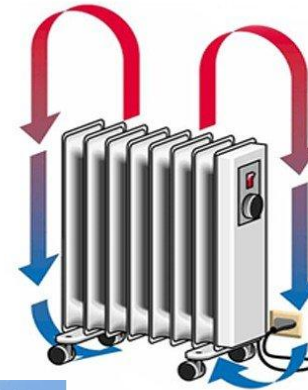


это вид теплопередачи, при котором происходит перенос энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым, в результате теплового движения и взаимодействия частиц.



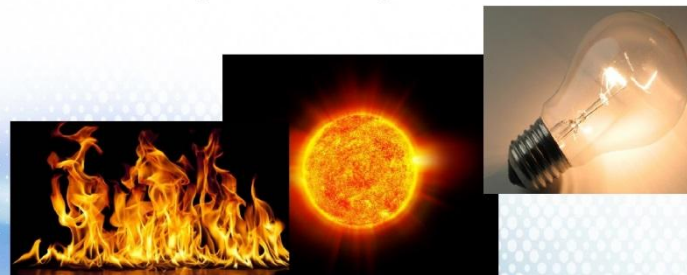
Конвекция

Конвекция - это процесс передачи внутренней энергии газов и жидкостей в результате циркуляционных потоков и смешиванию теплых и холодных слоев.



Тепловое излучение

Тепловое излучение-это излучение нагретых тел. При столкновении быстрых атомов (или молекул) друг с другом часть их кинетической энергии превращается в энергию возбуждения атомов, которые затем излучают свет.





Методы и средства измерения температуры

Средства измерения температуры



Выбор метода

- форма и геометрические размеры изделий;
- условия нагревания;
- ожидаемый уровень температуры;
- пространственная и временная неоднородность темп. полей;
- продолжительность измерений;
- необходимая точность и др.

Контактные методы измерений

- ❖ Жидкостный термометр
- ❖ Манометрический термометр
- ❖ Термоэлектрический термометр
- ❖ Термометр сопротивления

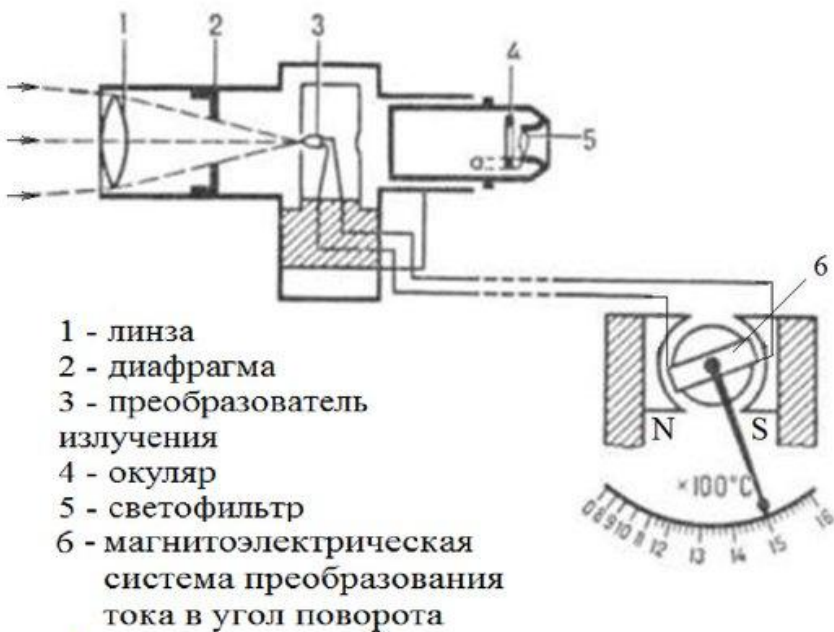


Бесконтактный метод измерения температуры



Пирометры

ПИРОМЕТР ПОЛНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



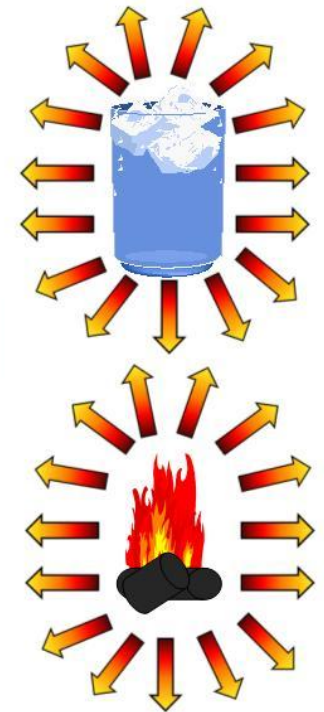
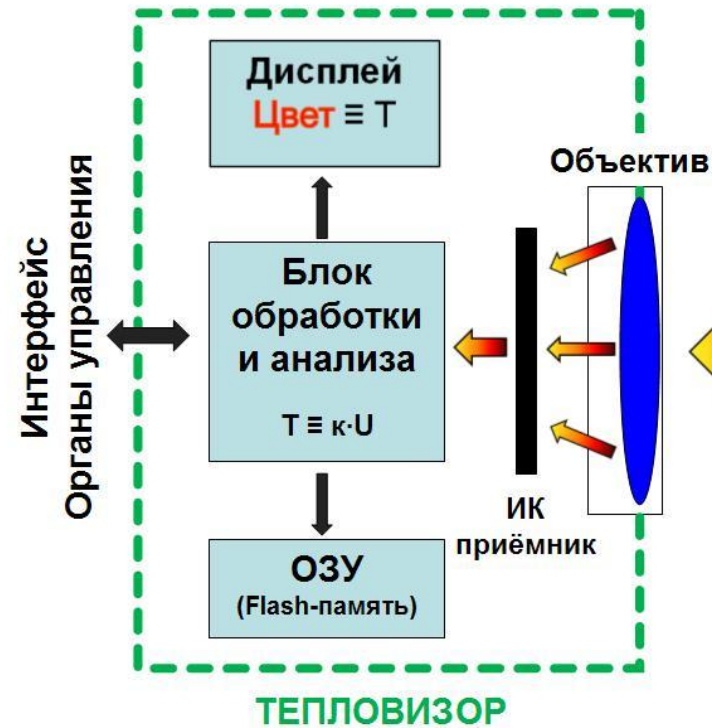
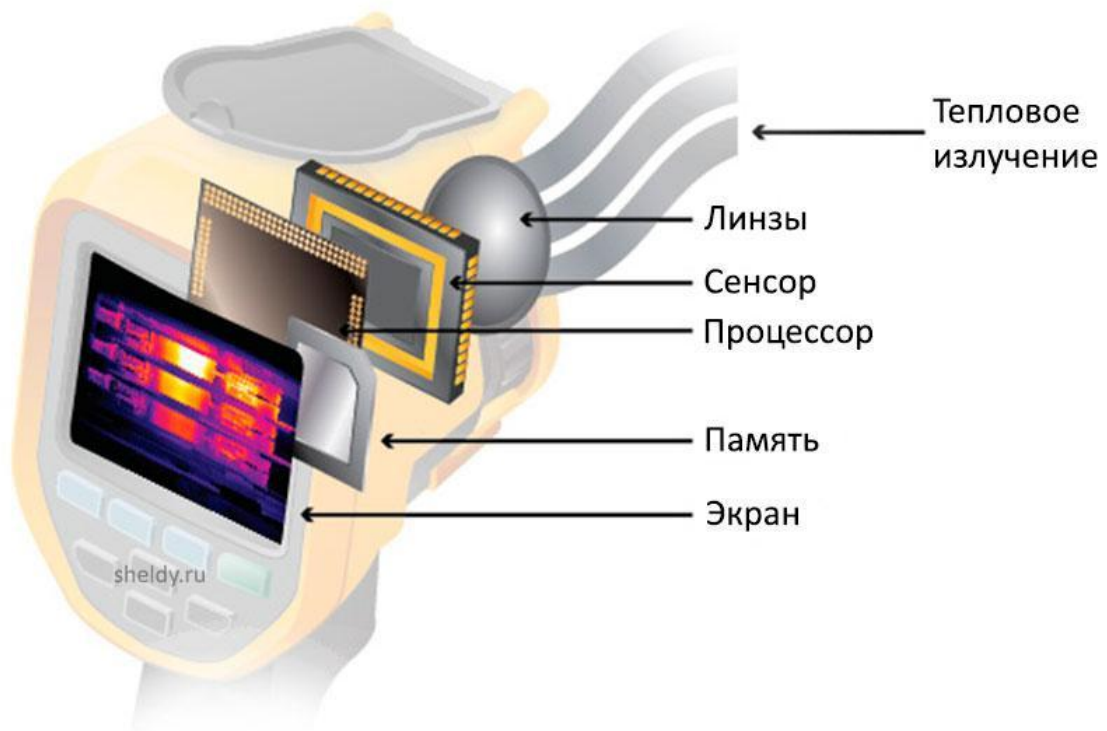
ДИАПАЗОН ИЗМЕРЕНИЯ
-50 до 3000°C

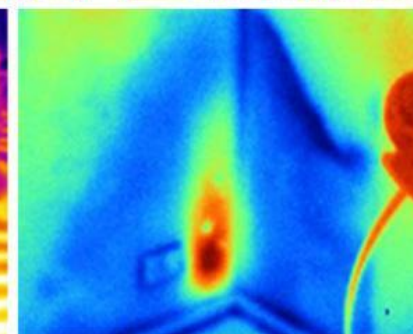
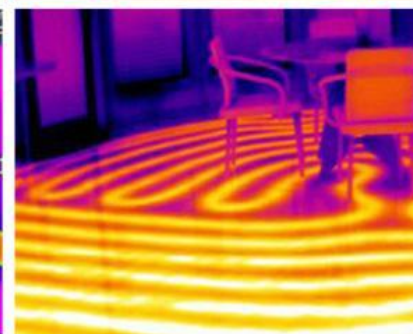
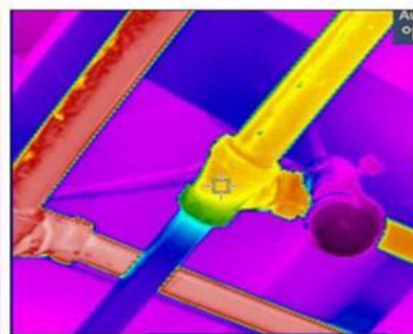
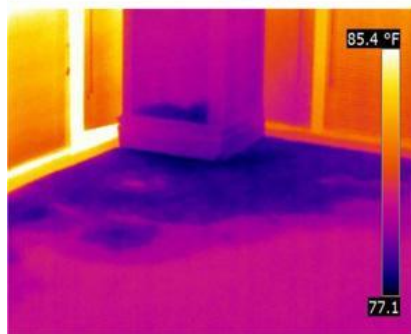
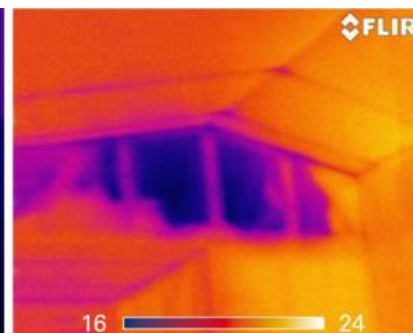


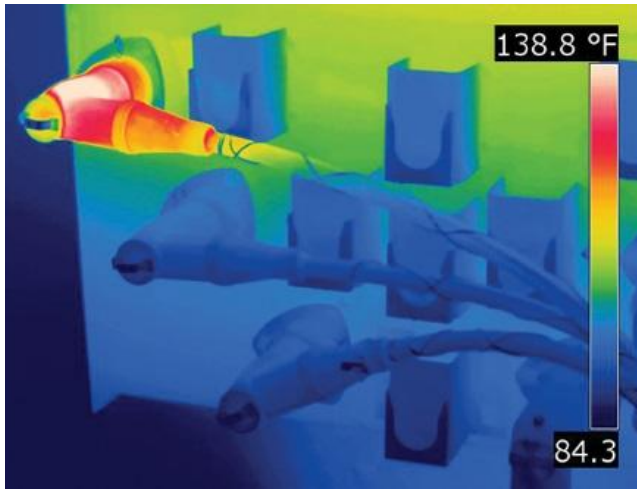
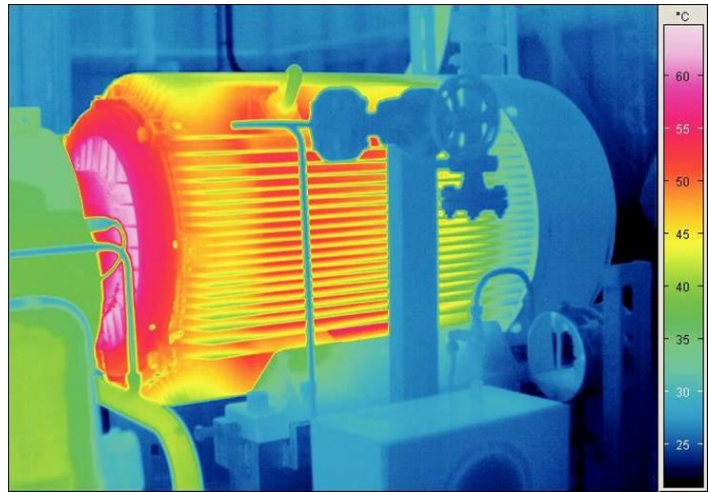
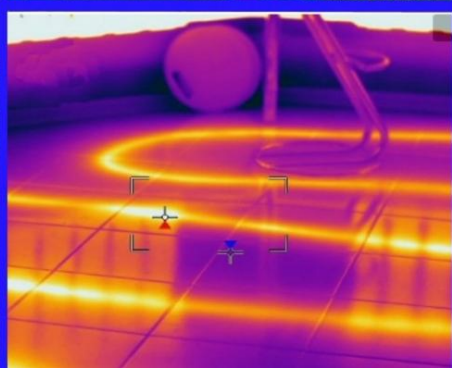
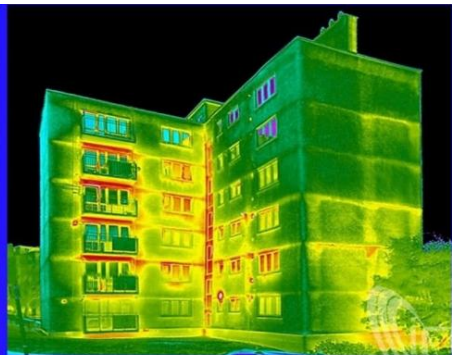
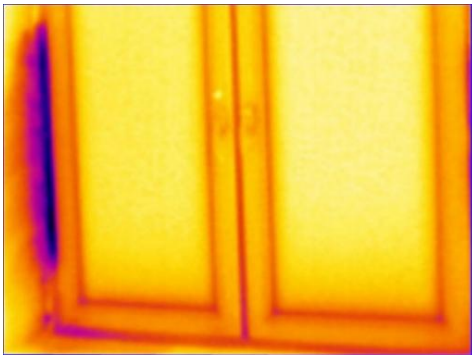
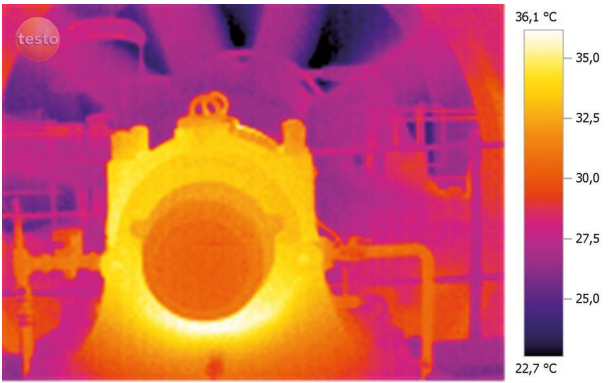
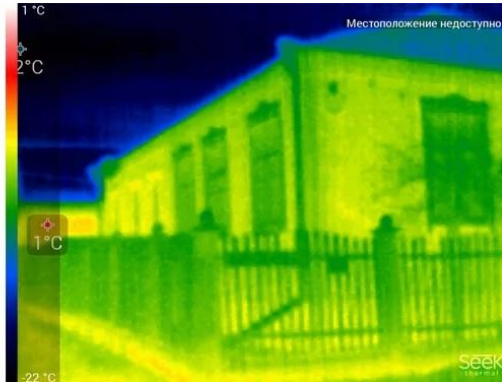
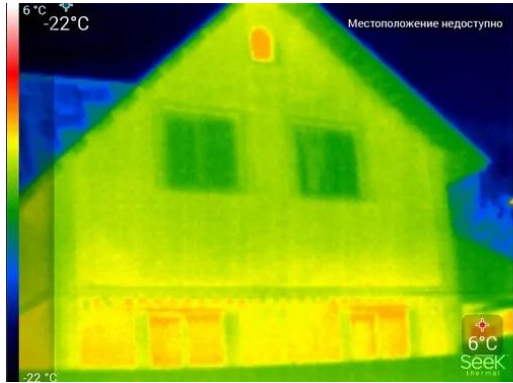
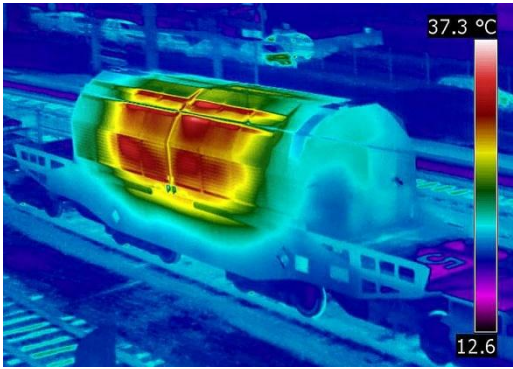
МОБИЛЬНЫЙ ПИРОМЕТР С ЦИФРОВОЙ
ИНДИКАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ



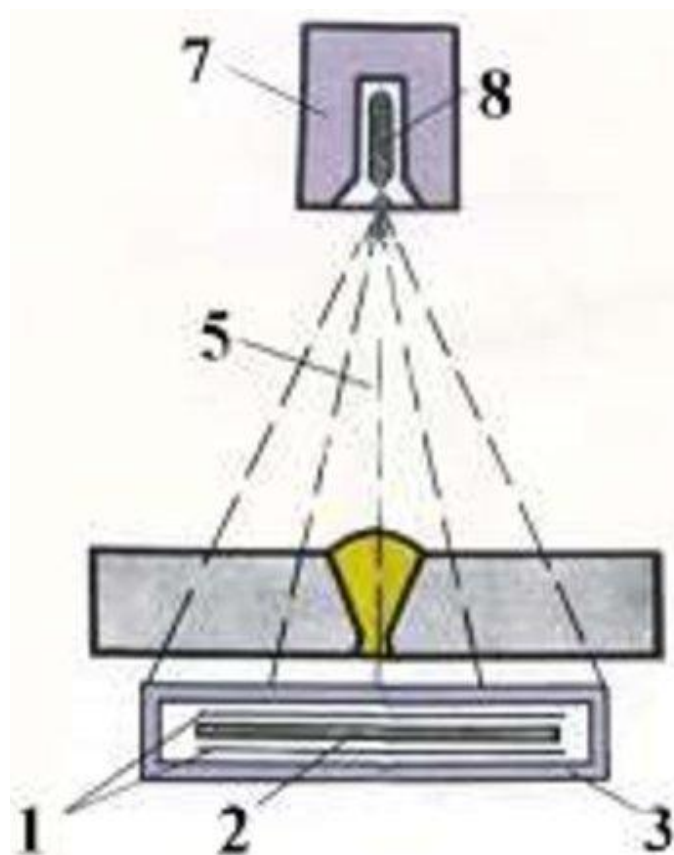
Тепловизоры





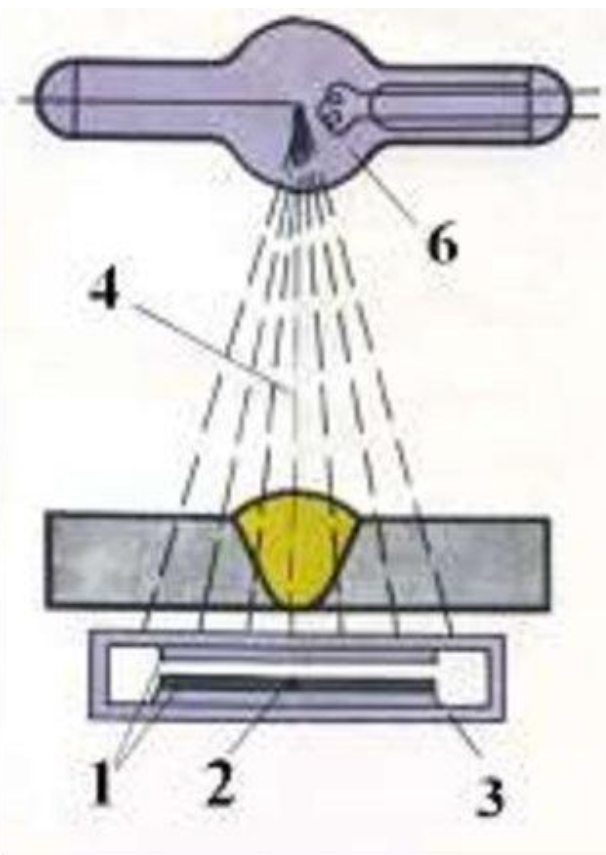


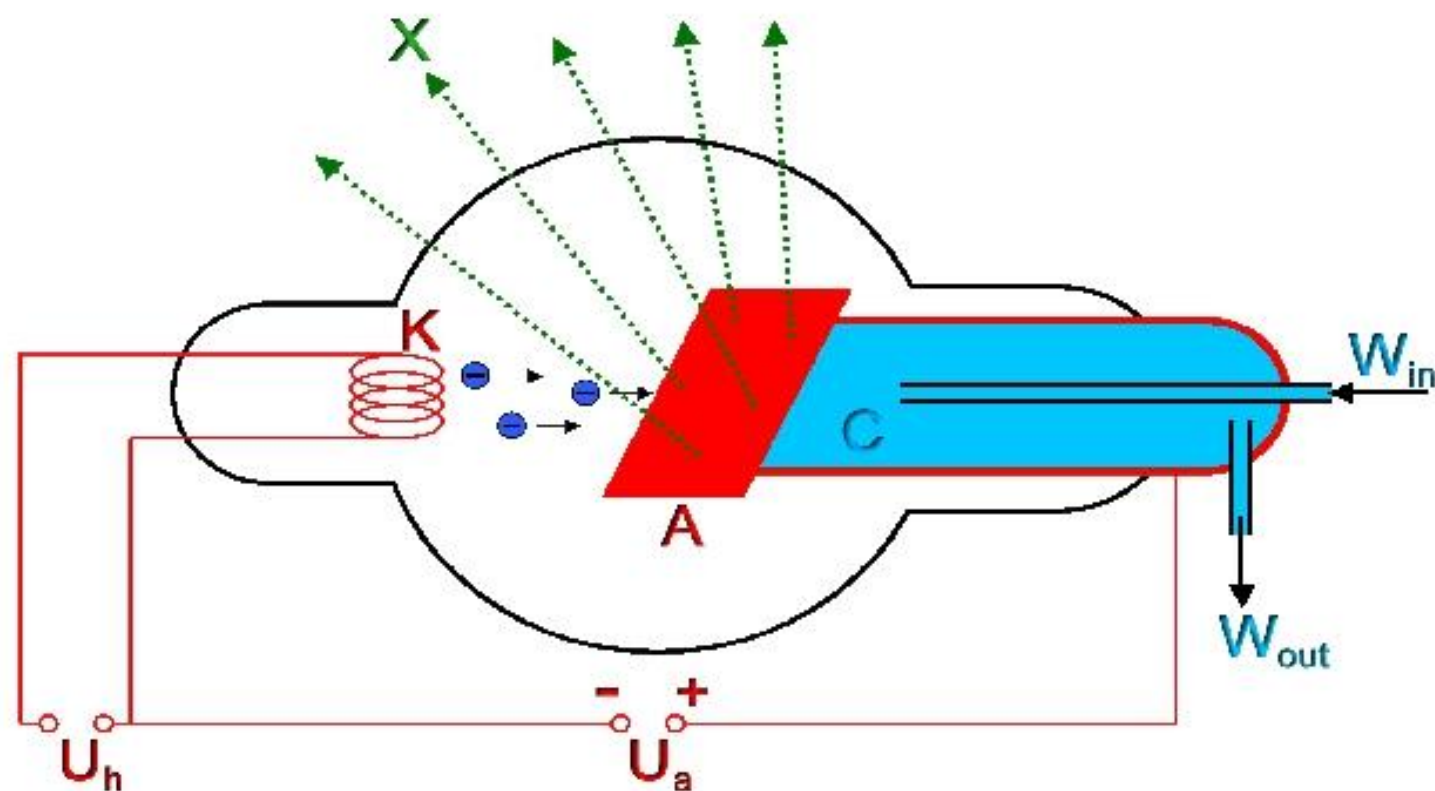
Рентгеноскопический метод



1. Фотоплёнка
2. Кассета
3. Экраны
4. Рентгеновские лучи
5. Гамма-лучи
6. Рентгеновская трубка
7. Свинцовый кожух
8. Ампула радиоактивного вещества

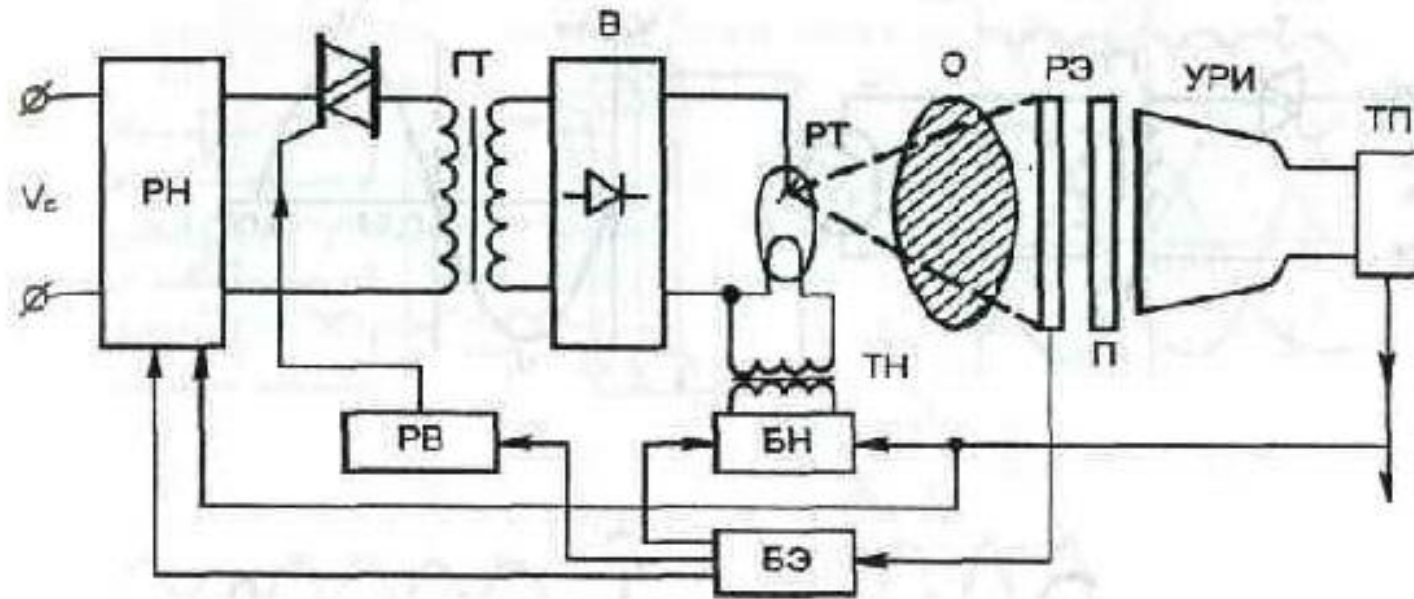
Рентгеновскими
лучами
Гамма -лучами





X - рентгеновские лучи, K - катод, A – анод, C - теплоотвод, U_h – напряжение накала катода, U_a - ускоряющее напряжение, W_{in} - впуск водяного охлаждения, W_{out} - выпуск водяного охлаждения

Схема рентгеноскопического устройства



Блок-схема современного рентгенодиагностического аппарата.

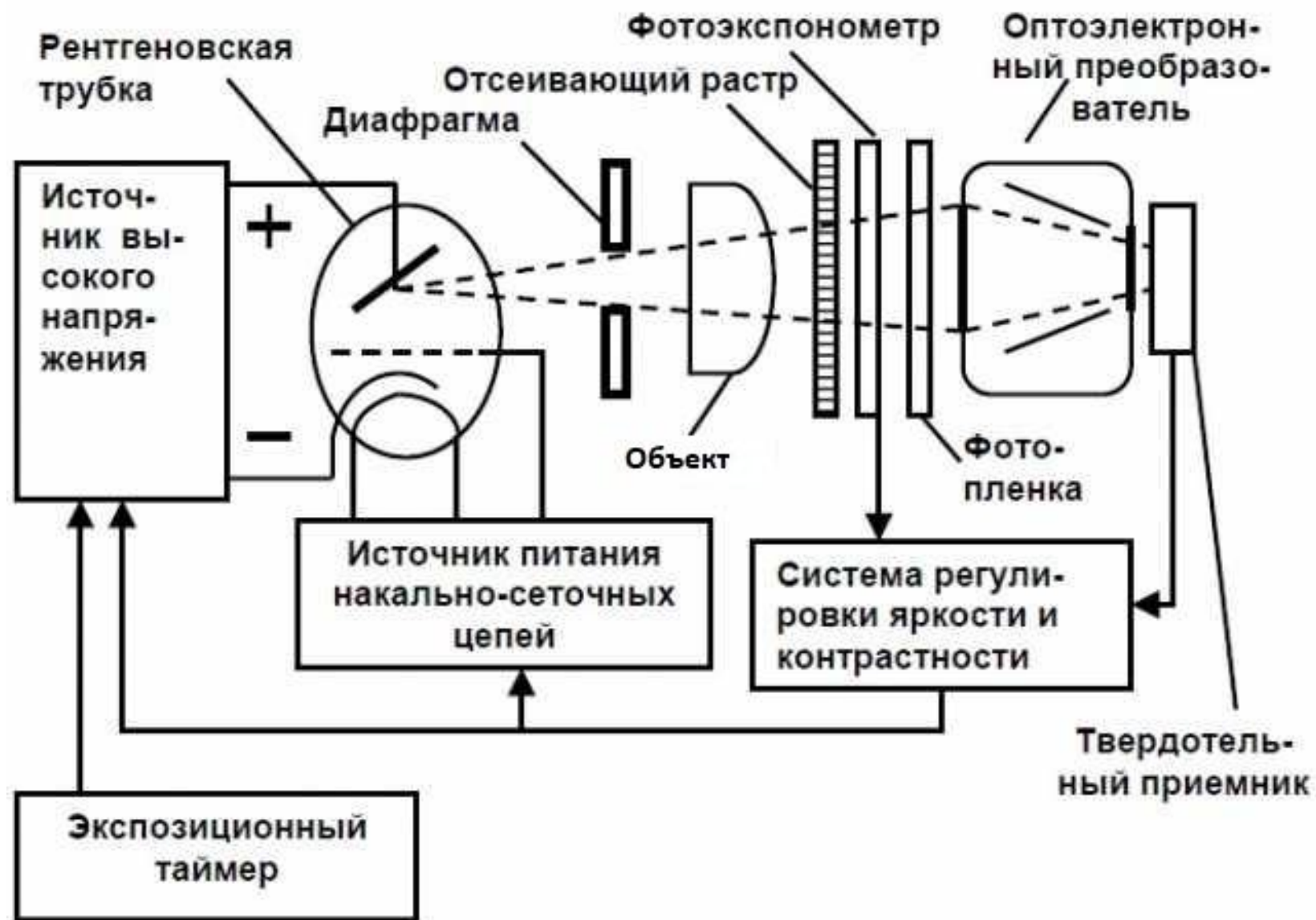
РН - регулятор напряжения (инвертор частоты); Т - тиристорный коммутатор;

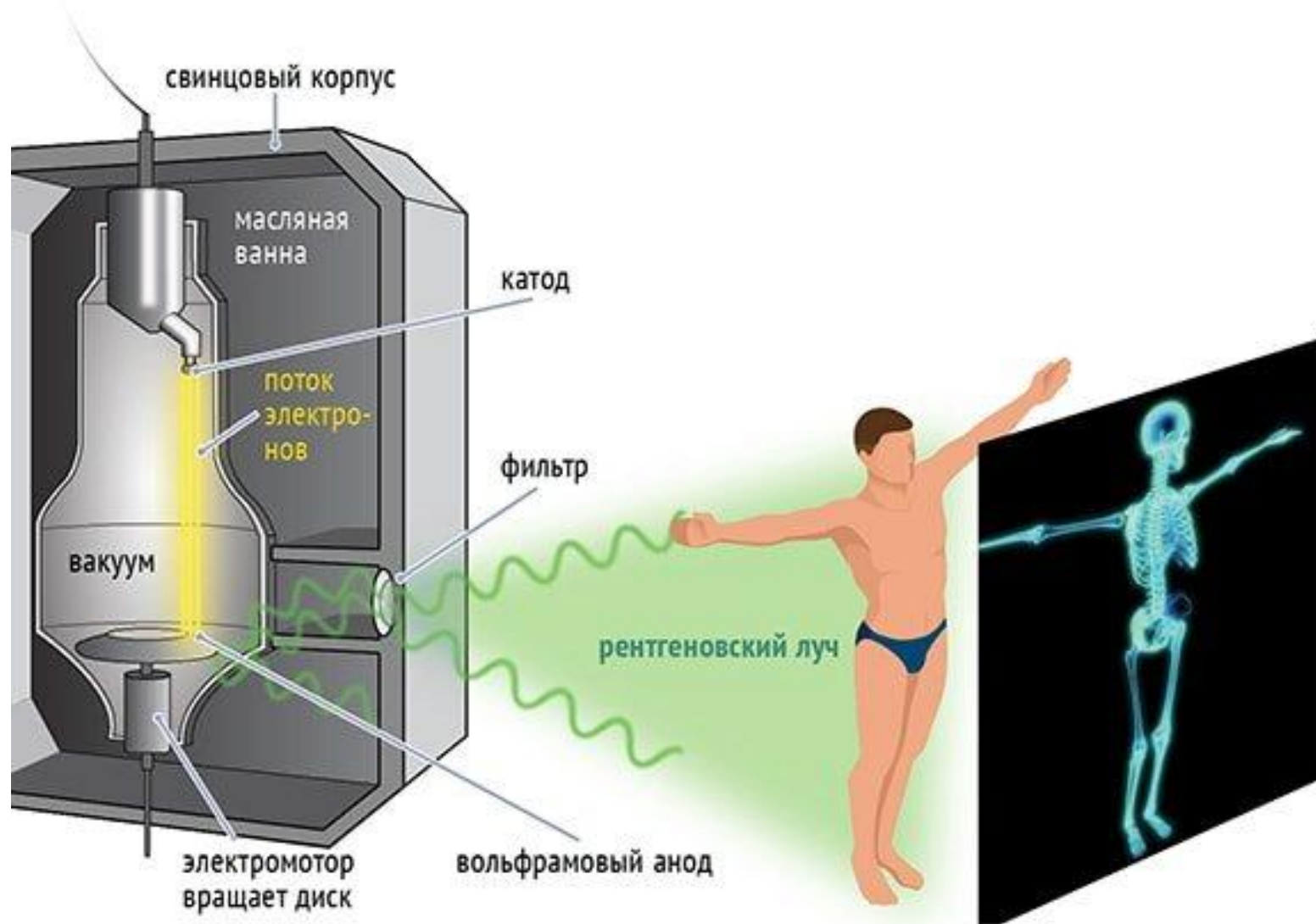
ГТ - главный повышающий трансформатор; В - выпрямители;

РТ - рентгеновская трубка; РВ - реле времени; ТН - трансформатор накала;

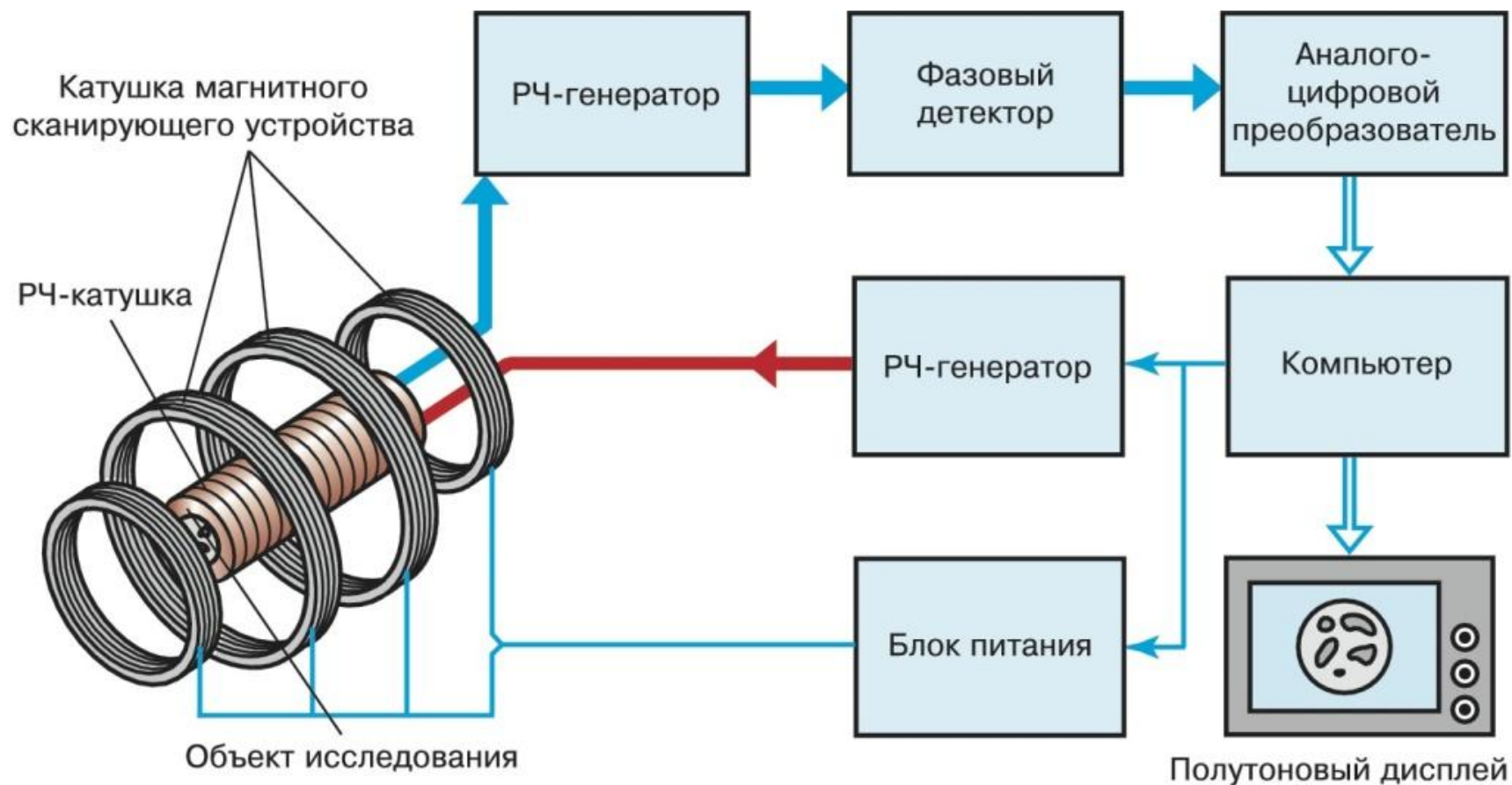
БН - блок задания тока накала; БЭ - блок экспонометра; О - объект исследования; РЭ - камера рентгеновского экспонометра; П - пленка;

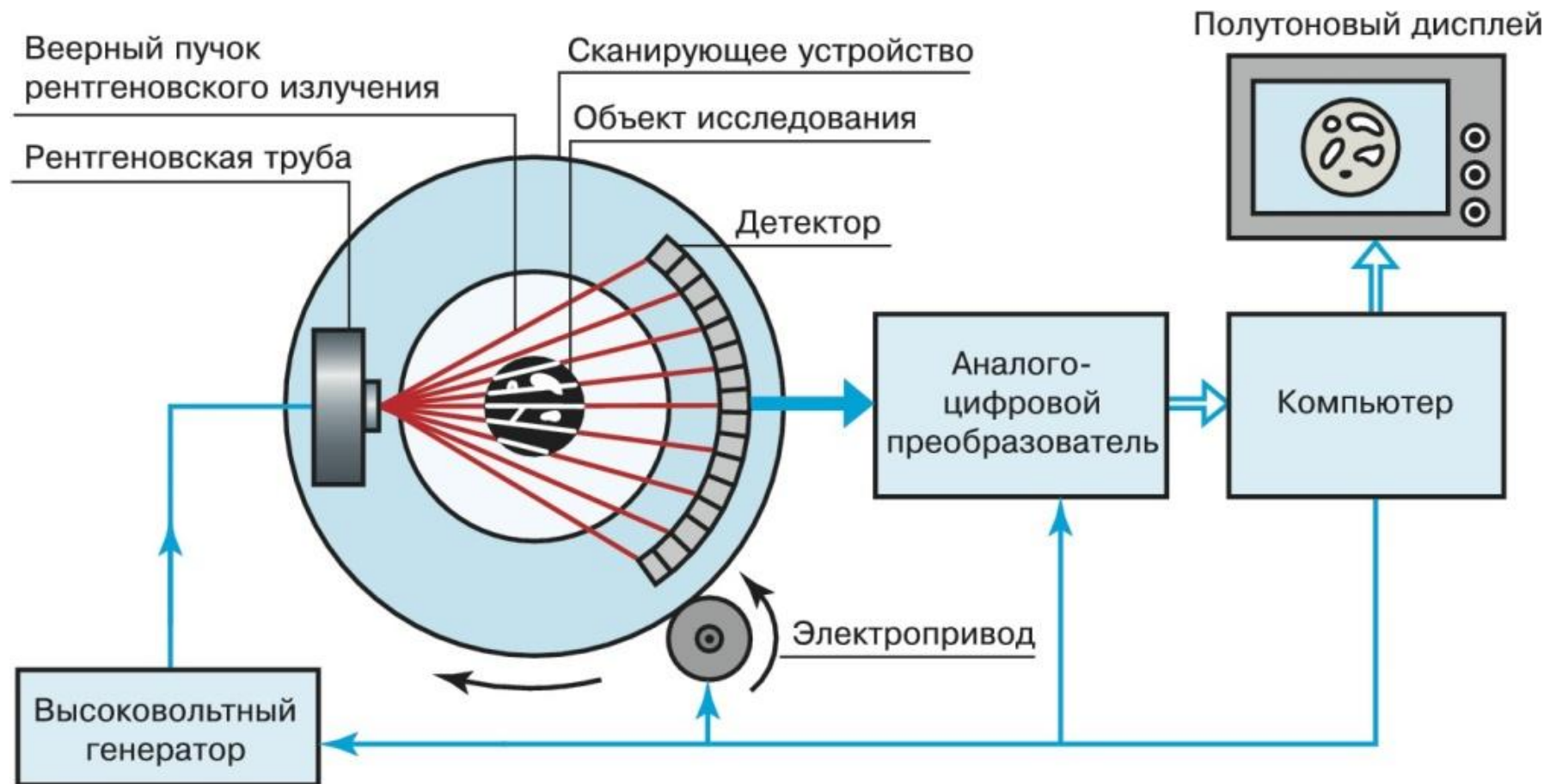
УРИ - усилитель рентгеновского изображения; ТП - телевизионная передающая матрица.



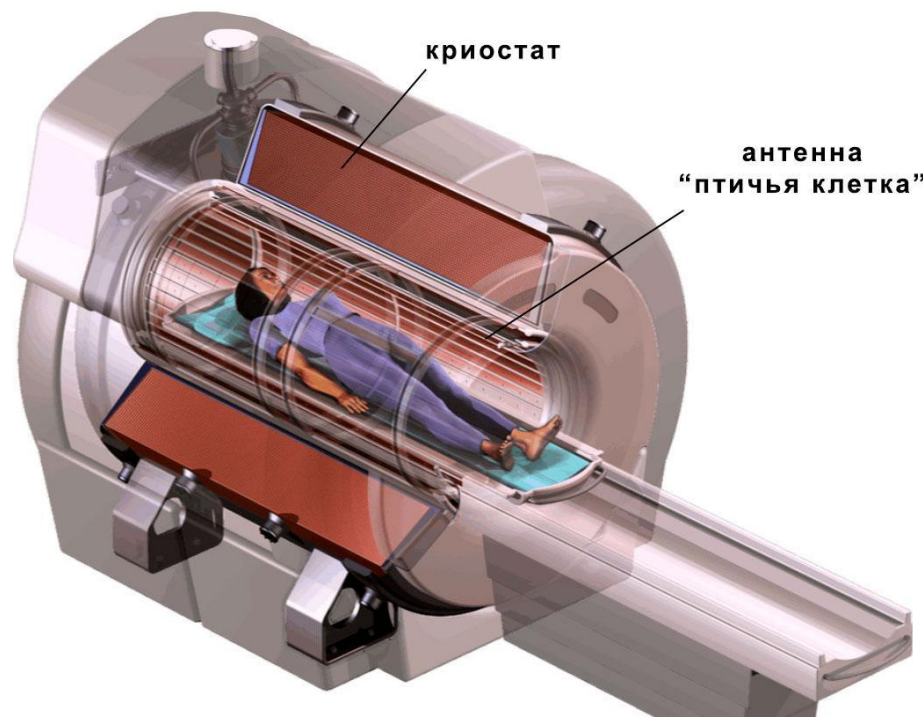


Магниторезонансный метод





МРТ



КТ

