

# МЕТОД А-ЭХОГРАФИИ ДЛЯ БИОМЕТРИИ ГЛАЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ОФТАЛЬМОПАТОЛОГИИ



**ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ИМЕНИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА» МИНЗДРАВА РОССИИ**



**ПОРТАЛ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МИНЗДРАВА РОССИИ**

# СТРУКТУРА УЧЕБНОГО СОДЕРЖАНИЯ

1. Определение метода
2. Принцип метода
3. Показания и противопоказания к исследованию
4. Виды А-эхографии
5. Методика исследования
  - 5.1. Подготовка к исследованию
  - 5.2. Подготовка ультразвукового прибора к исследованию
  - 5.3. Контактная А-биометрия: техника исследования
  - 5.4. Стандартизированная А-эхография: техника исследования
  - 5.5. Иммерсионная А-эхография: техника исследования
6. Контактная и иммерсионная А-биометрия
  - 6.1. Особенности контактной и иммерсионной А-биометрии
  - 6.2. Основные причины ошибок при А-биометрии



# СТРУКТУРА УЧЕБНОГО СОДЕРЖАНИЯ

## 7. Стандартизированная А-эхография

### 7.1. Особенности метода

### 7.2. Клиническое применение метода

#### 7.2.1. Деструкция стекловидного тела

#### 7.2.2. Внутриглазное новообразование

#### 7.2.3. Гемофтальм

#### 7.2.4. Задняя отслойка стекловидного тела

#### 7.2.5. Отслойка сетчатки

#### 7.2.6. Техника дифференциальной диагностики задней отслойки стекловидного тела и отслойки сетчатки

#### 7.2.7. Отслойка сосудистой оболочки



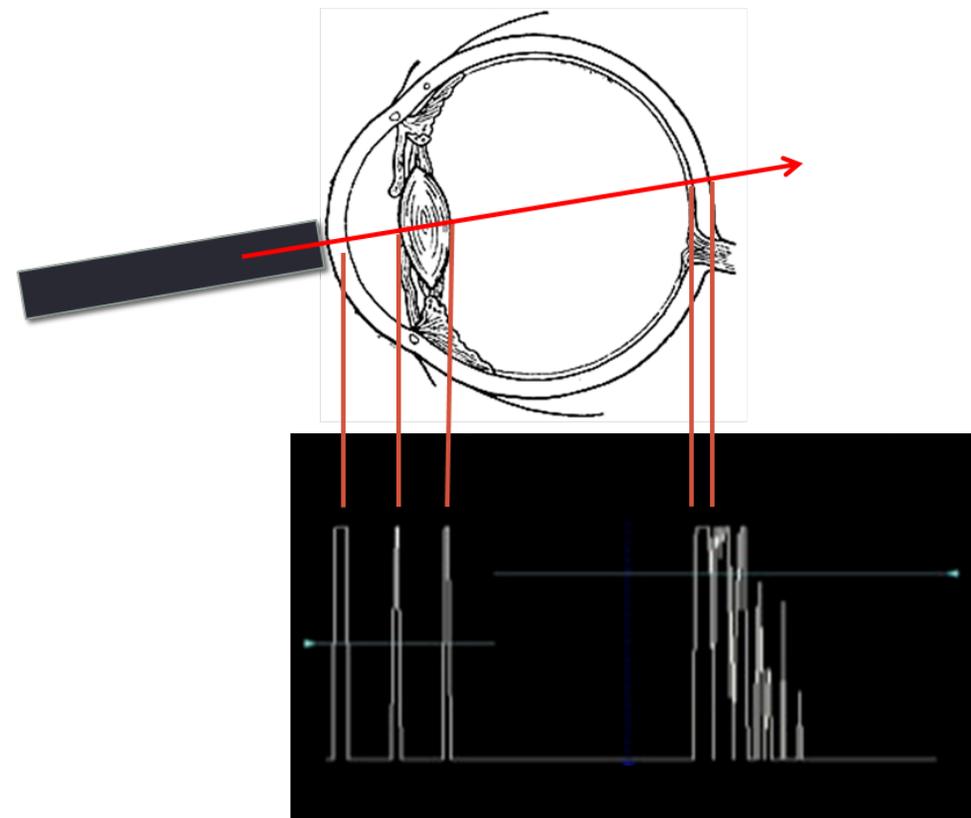
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДА



# A-эхография

Метод, который позволяет в графическом режиме регистрировать отраженные ультразвуковые сигналы от поверхностей раздела сред с различным акустическим сопротивлением в виде амплитуд на экране диагностического прибора.

*Фридман Ф.Е., Гундорова Р.А., Кодзов М.Б.  
Ультразвук в офтальмологии. – М.: Медицина, 1989*



*Из архива авторов*

# ПРИНЦИП МЕТОДА



# Принцип получения А-эхограммы

- Пьезоэлектрический элемент ультразвукового датчика посылает в направлении глаза короткий «зондирующий» импульс;
- при прохождении через границу раздела сред (контактная среда/роговица) часть ультразвукового сигнала отражается обратно, попадает на пьезоэлемент и преобразуется в электрический импульс – на экране появляется изображение амплитуды эхосигнала от передней поверхности роговицы;
- так как передняя камера глаза заполнена гомогенной жидкостью, ультразвуковая волна без отражения проходит через нее до передней поверхности хрусталика;
- аналогичным образом происходит отражение части ультразвуковых импульсов от передней и задней поверхности хрусталика, что отображается на эхограмме в виде двух отдельных эхосигналов.

*Фридман Ф.Е. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии // Клиническая ультразвуковая диагностика / под ред. Мухарлямова Н. – 1987. – С. 217*



# Принцип получения А-эхограммы

- Пройдя без отражения через гомогенное стекловидное тело, ультразвуковой импульс снова частично отражается от внутренней пограничной мембраны сетчатки и визуализируется на экране в виде максимального 100% по амплитуде эхосигнала.
- Эхограмму завершает комплекс амплитуд эхосигналов, возникающих в результате частичного отражения ультразвуковой волны от склеры и ретробульбарных структур.

*Фридман Ф.Е. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии // Клиническая ультразвуковая диагностика / под ред. Мухарлямова Н. – 1987. – С. 217*



# ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ИССЛЕДОВАНИЮ



# Показания к исследованию

- Измерение биометрических параметров глаза: толщины роговицы, глубины передней камеры, толщины хрусталика, протяженности стекловидного тела, переднезадней оси и поперечного размера глазного яблока;
- исследование эхоструктуры тканей глаза и орбиты, проведение дифференциальной диагностики между различными патологическими состояниями органа зрения (стандартизированная А-эхография);
- динамическое наблюдение за пациентами после энуклеации и экзентерации орбиты при невозможности проведения В-сканирования;
- выявление и локализация в глазу инородных тел, в том числе клинически невидимых и рентгенонегативных, как в условиях амбулаторного приёма, так и интраоперационно.

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей  
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



# Противопоказания к исследованию

## Абсолютные:

- необработанное открытое ранение глаза;
- язва роговицы с перфорацией или подозрении ем на нее;
- аллергическая реакция на анестетики.

## Относительные:

- острый период инфекционных заболеваний переднего отрезка глаза;
- ранний послеоперационный период после первичной хирургической обработки ранения.

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей  
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



# ВИДЫ А-ЭХОГРАФИИ



# Виды А-эхографии

## Контактные методики:

- контактная А-биометрия (постановка датчика на роговицу),
- стандартизированная А-эхография (постановка датчика на склеру).

## Иммерсионная методика:

- иммерсионная А-биометрия (между датчиком и глазной поверхностью находится водная среда – физиологический раствор).

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей  
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



# МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ



ПОРТАЛ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МИНЗДРАВА РОССИИ



ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ  
ИМЕНИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА» МИНЗДРАВА РОССИИ

# 1. Подготовка к исследованию



# Подготовка к исследованию

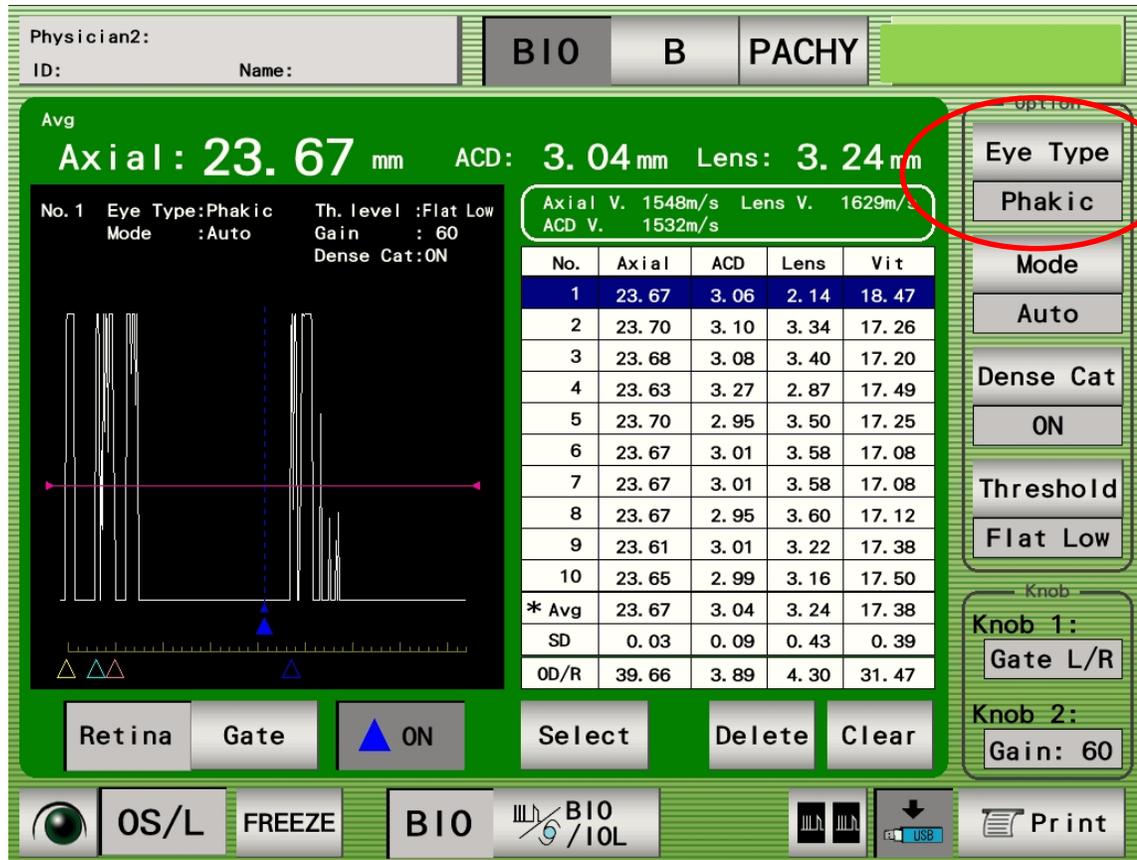
- Для проведения А-эхографии используется ультразвуковая система, оснащенная стандартным датчиком с частотой ультразвука 8–11 МГц и диаметром сканирующей поверхности 3–5 мм;
- перед диагностической манипуляцией наконечник датчика обрабатывается раствором антисептика, например, изопропилового спирта;
- во избежание химического ожога ультразвуковое исследование осуществляется лишь после его полного высыхания;
- А-сканирование глаза выполняется контактным и иммерсионным способами после предварительной местной инстилляционной анестезии глаза.



## 2. Подготовка ультразвукового прибора к исследованию



# Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Выбор типа глаза



1. Тип глаза: **факичный** (наличие хрусталика); **афакичный** (отсутствие хрусталика); **псевдофакичный** (наличие интраокулярной линзы).

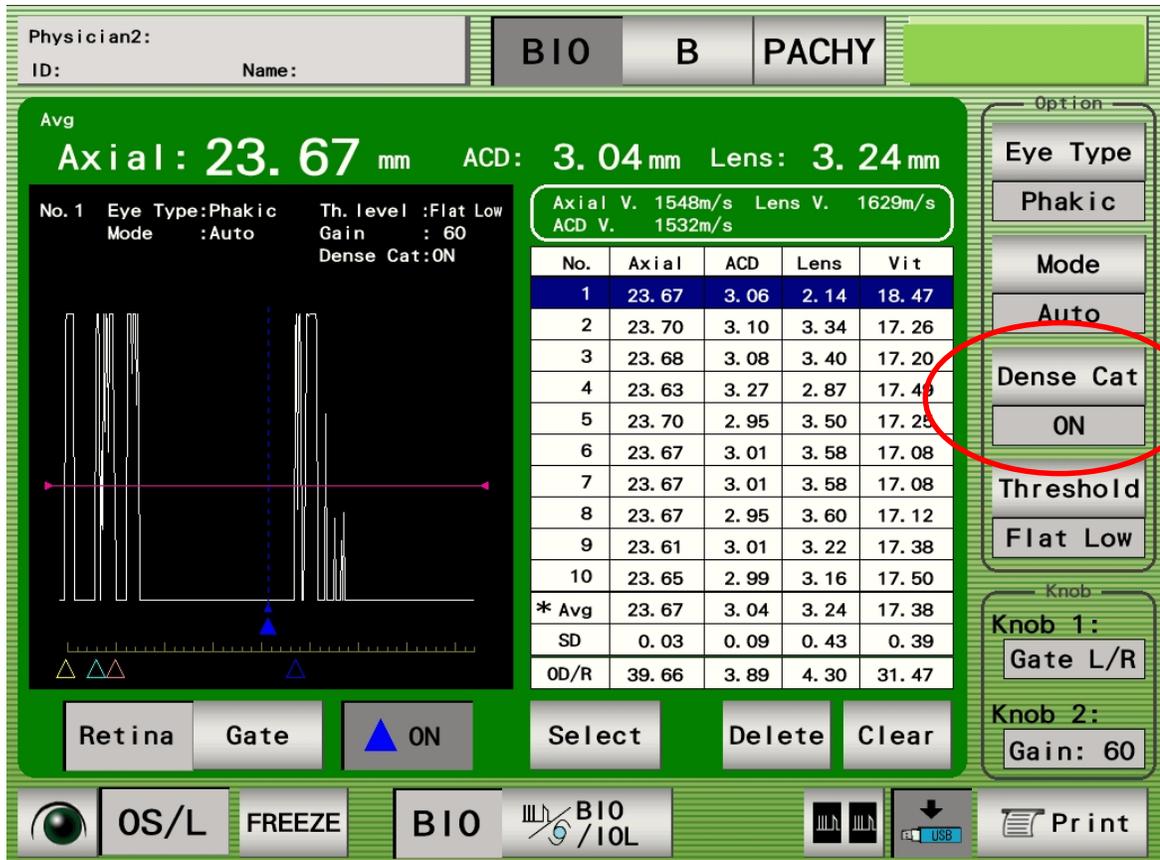
Поскольку скорость распространения ультразвука отличается в разных средах глаза, крайне важным является установка корректного статуса глаза.

Неверный выбор типа глаза приведет к ошибкам в измерениях как отдельных структур глаза, так и суммарного значения длины переднезадней оси глаза.

*Holladay JT, Prager TC. Accurate ultrasonic biometry in pseudophakia. Am J Ophthalmol. 1993 Apr 15. 115(4):536-7*

Из архива авторов

# Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Режим Dense Cataract



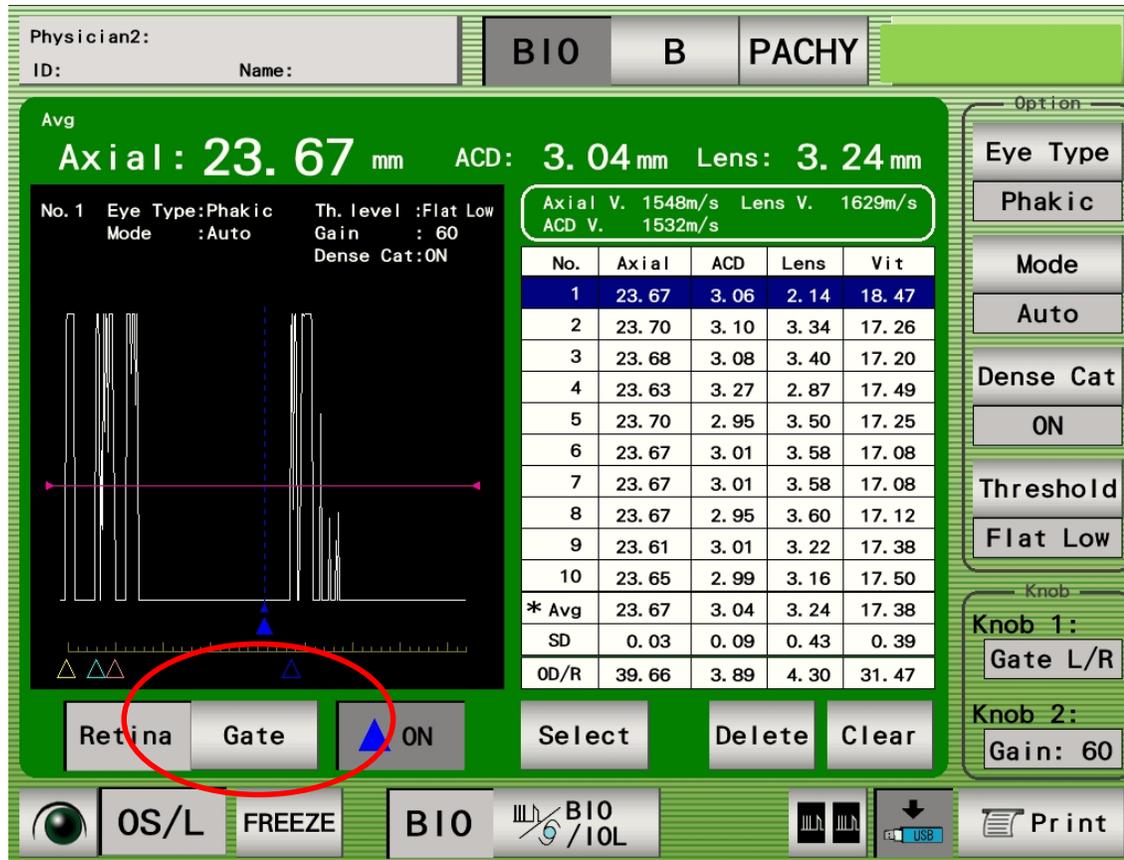
2. При измерении переднезадней оси глаза с плотной катарактой используют режим **Dense Cataract**.

Выбор данного режима у пациентов с зрелой катарактой позволяет увеличить точность полученных результатов.

Из архива авторов

Hoffer KJ. Ultrasound velocities for axial eye length measurement.  
J Cataract Refract Surg. 1994 Sep; 20(5):554-62

# Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Режим Gate

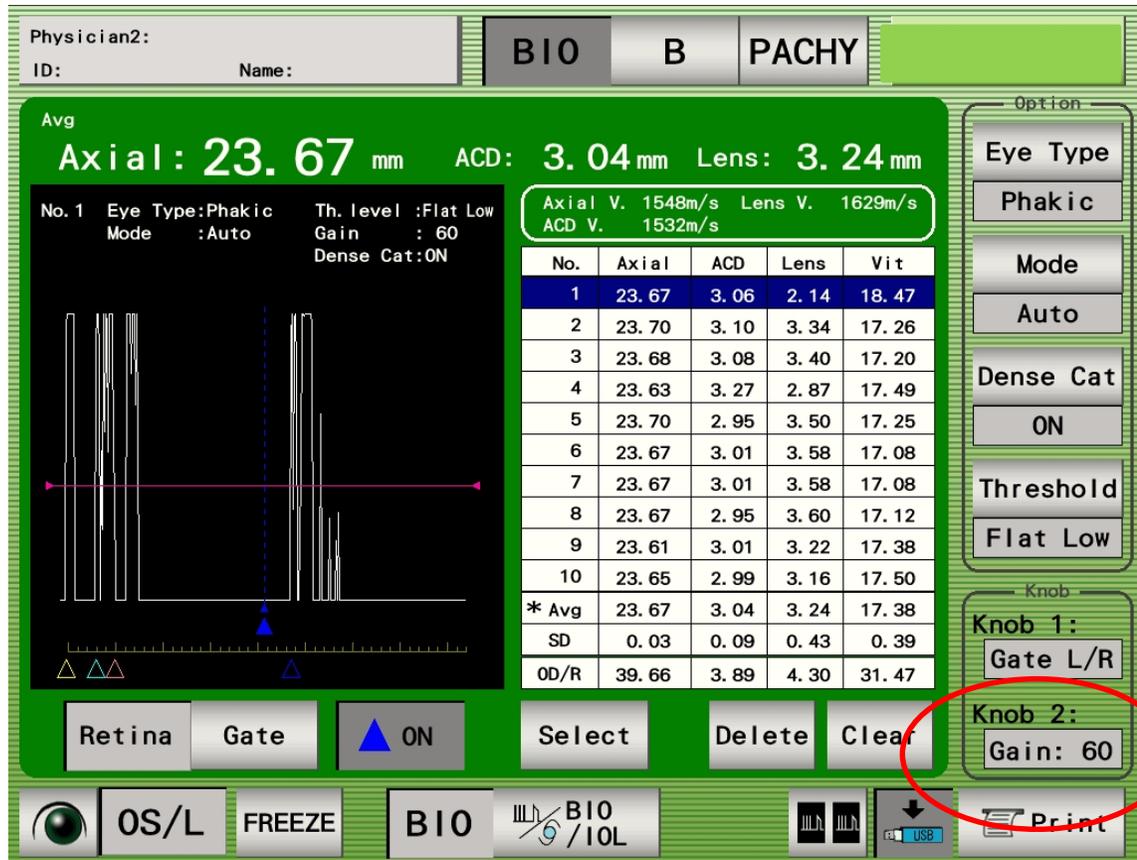


3. Установка параметров границ **Gate** (электронные маркеры на экране прибора) позволяет точно измерить расстояние между двумя или более точками, которые соответствуют анатомическим структурам глаза (роговица, передняя и задняя капсулы хрусталика, сетчатка).

При наличии патологических изменений в глазу (например, отслойка сетчатки) на эхограмме возникают дополнительные эхосигналы. Ручная корректная установка маркеров **Gate** на анатомических структурах глаза в таких случаях позволяет избежать ошибок в измерении.

Из архива авторов

# Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Режим Gain



4. Режим усиления **Gain** используется для регулировки мощности ультразвука.

Для получения эхограммы хорошего качества рекомендуемая мощность 60 – 70 дБ.

При Gain=100 дБ – эхосигналы от роговицы, капсул хрусталика, сетчатки и склеры могут образовывать единый комплекс – риск ошибок биометрии.

При наличии плотной катаракты для корректных измерений рекомендуется увеличить мощность ультразвукового сигнала.

При псевдофакии или афакии следует уменьшить Gain.

Из архива авторов

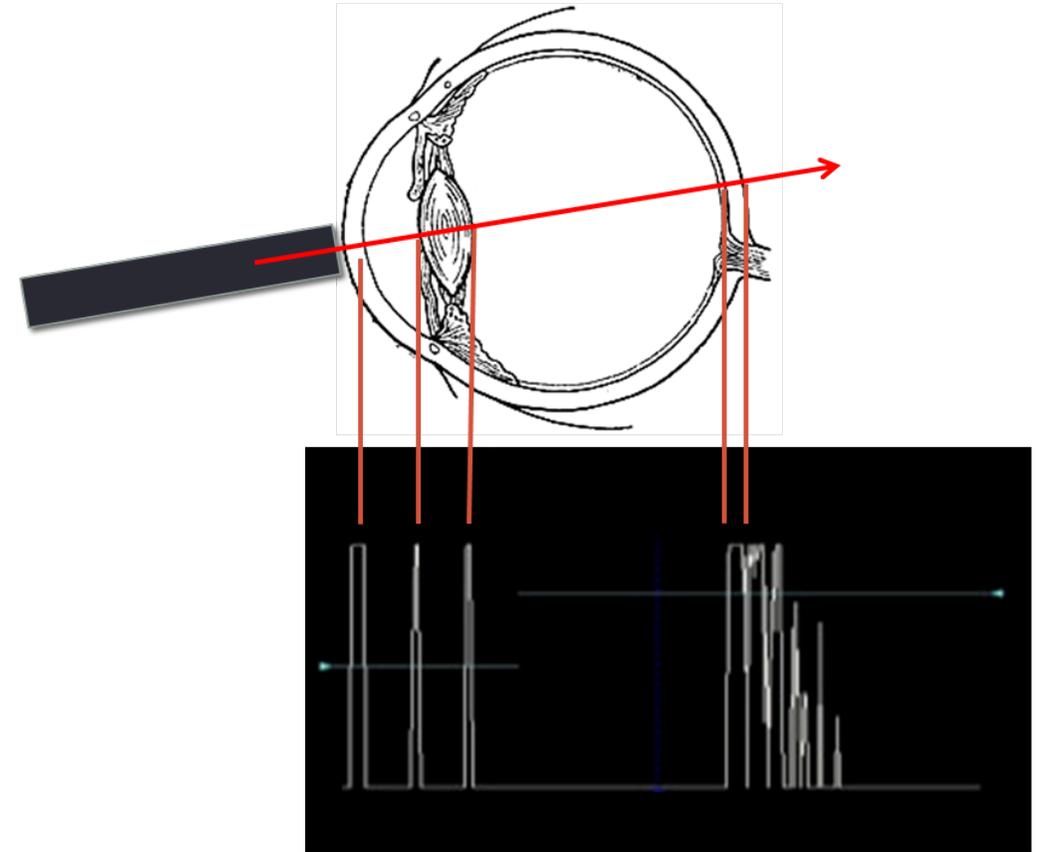
Byrne SF. Improving A-Scans. Ocul Surg News. 1994. 12(6):86-7

# 3. Контактная А-биометрия: техника исследования



# Контактная А-биометрия: техника исследования

- Установить датчик на вершину роговицы до появления звукового сигнала ультразвукового прибора и эхосигналов на дисплее;
- ориентация датчика строго по зрительной оси в центре роговицы (взор пациента направлен прямо перед собой);
- после появления эхосигналов на дисплее избегать чрезмерного давления датчика на роговицу – риск ошибок в измерении;
- провести 2-3 серии по 5-10 измерений в каждой; удостовериться в корректности и сопоставимости полученных результатов.



*Из архива авторов*

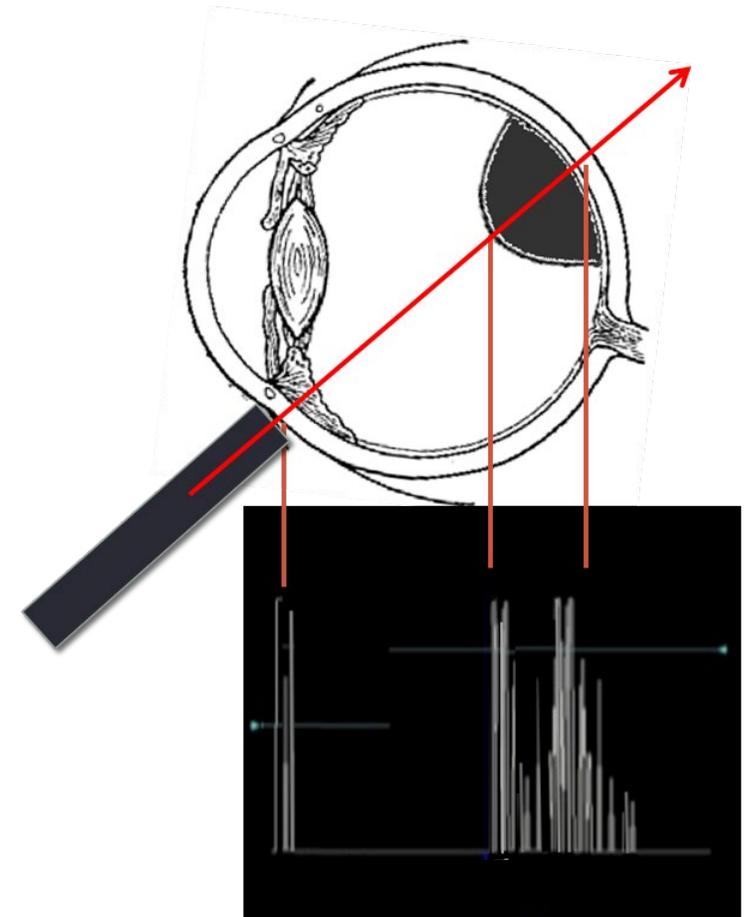


# 4. Стандартизированная А-эхография: техника исследования



# Стандартизированная А-эхография: техника исследования

- Установка датчика на склере до появления звукового сигнала ультразвукового прибора и эхосигналов на дисплее,
- ориентация датчика в направлении зоны интереса (патологический очаг) перпендикулярно поверхности склеры,
- получение качественных, информативных эхограмм путем выбора оптимального направления датчика (ось сканирования должна быть перпендикулярна патологическому очагу) и регулировкой мощности сигнала Gain (минимизация артефактов).



*Из архива авторов*

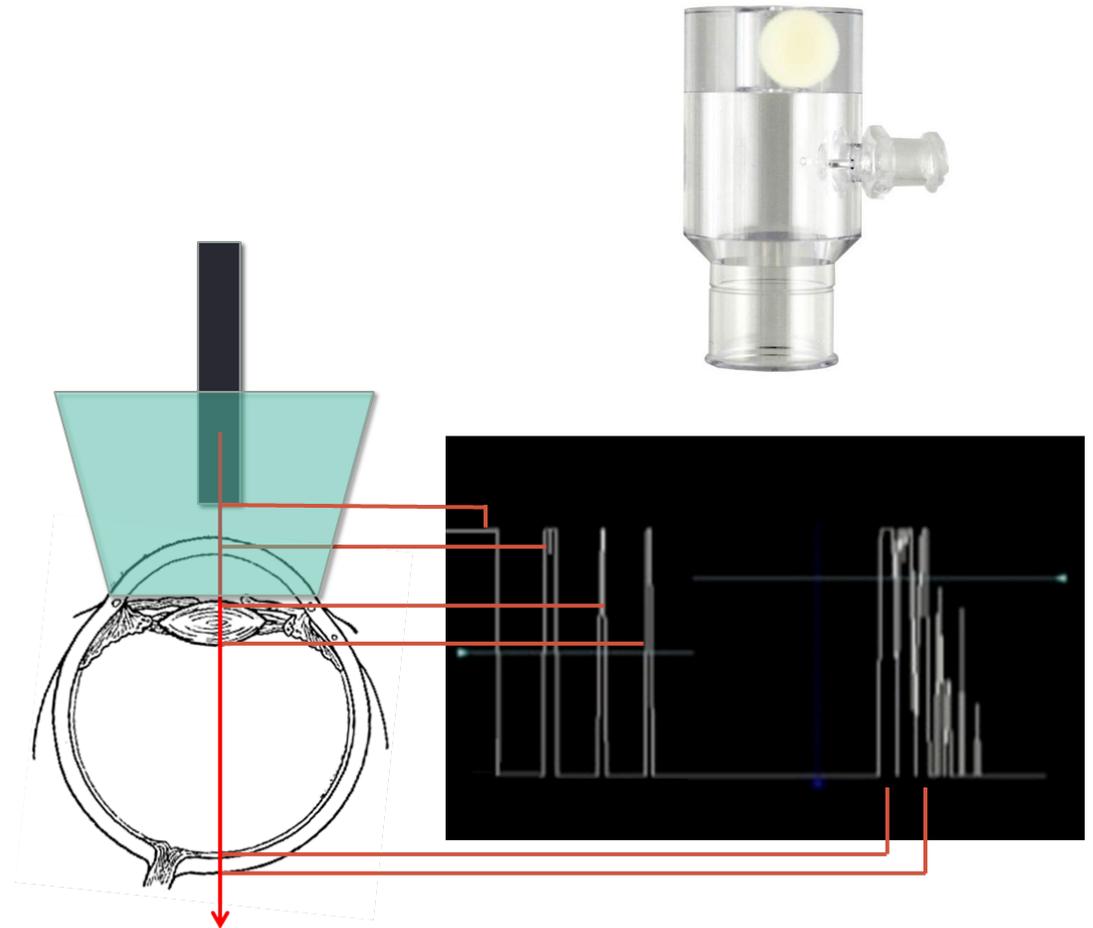


# 5. Иммерсионная А-эхография: техника исследования



# Иммерсионная А-эхография: техника исследования

- Установка на глазное яблоко специальной иммерсионной камеры с фиксированным в ней ультразвуковым датчиком;
- ориентация датчика строго по зрительной оси (взор пациента направлен на световую метку на контактной поверхности датчика);
- заполнение камеры физиологическим раствором до уровня контактной поверхности датчика;
- автоматическая регистрация измерений.



*Из архива авторов*



# КОНТАКТНАЯ И ИММЕРСИОННАЯ А-БИОМЕТРИЯ



ПОРТАЛ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МИНЗДРАВА РОССИИ



ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ  
ИМЕНИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА» МИНЗДРАВА РОССИИ

# 1. Особенности контактной и иммерсионной А-биометрии

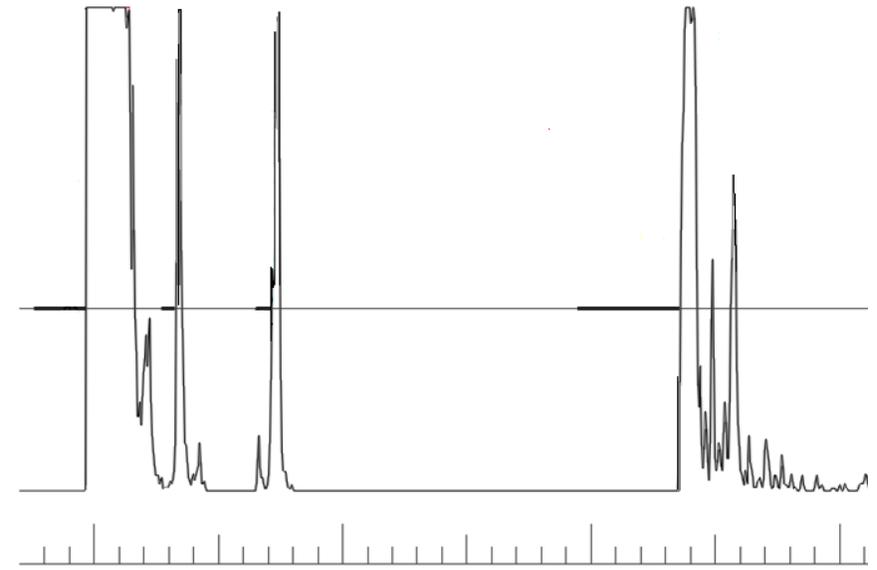


# A-биометрия

Метод ультразвукового исследования, направленный на получение линейных биометрических характеристик его структур (толщины роговицы, глубины передней камеры, толщины хрусталика, протяженности стекловидного тела и длины переднезадней оси глаза).

## Показания к применению А-биометрии:

- динамика прогрессирования миопии/гиперметропии,
- оценка переднезадней оси при субатрофии/буфтальме,
- дифференциальная диагностика истинного и ложного экзофтальма/энофтальма,
- расчет оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ).



*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для  
врачей под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



# Сравнение контактной и иммерсионной А-биометрии

## Недостатки контактной А-биометрии

- отсутствие контроля степени компрессии датчика на роговицу,
- контактность метода (противопоказания),
- отсутствие точной ориентации датчика относительно макулы.

Основные преимущества **иммерсионного А-сканирования** по сравнению с контактным методом:

- отсутствие компрессии роговицы рабочей поверхностью датчика,
- более точное попадание оси сканирования в область макулы (пациент смотрит на световую метку на поверхности датчика).

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей  
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



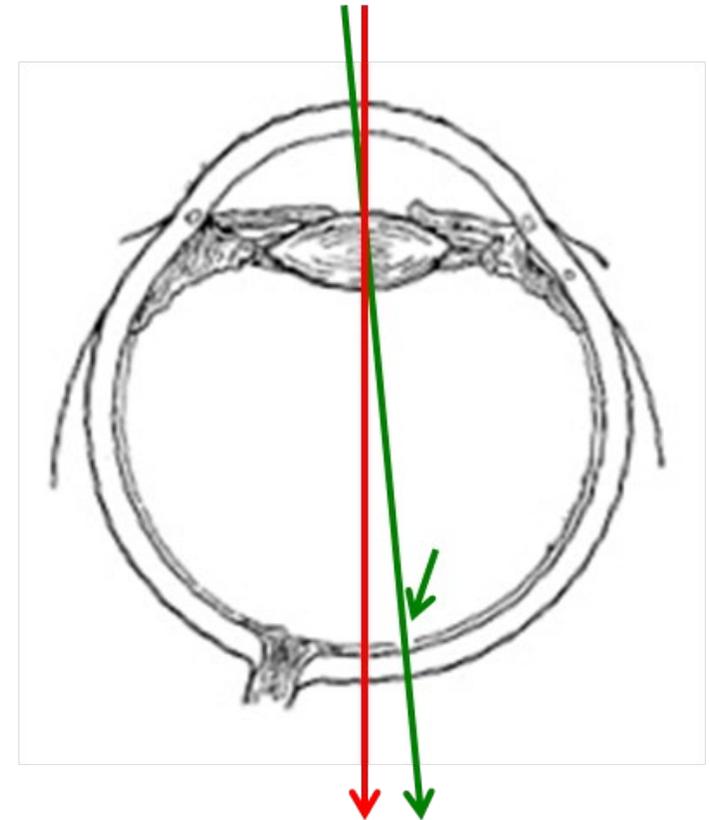
## 2. Основные причины ошибок при А-биометрии



# Ошибки при проведении А-биометрии

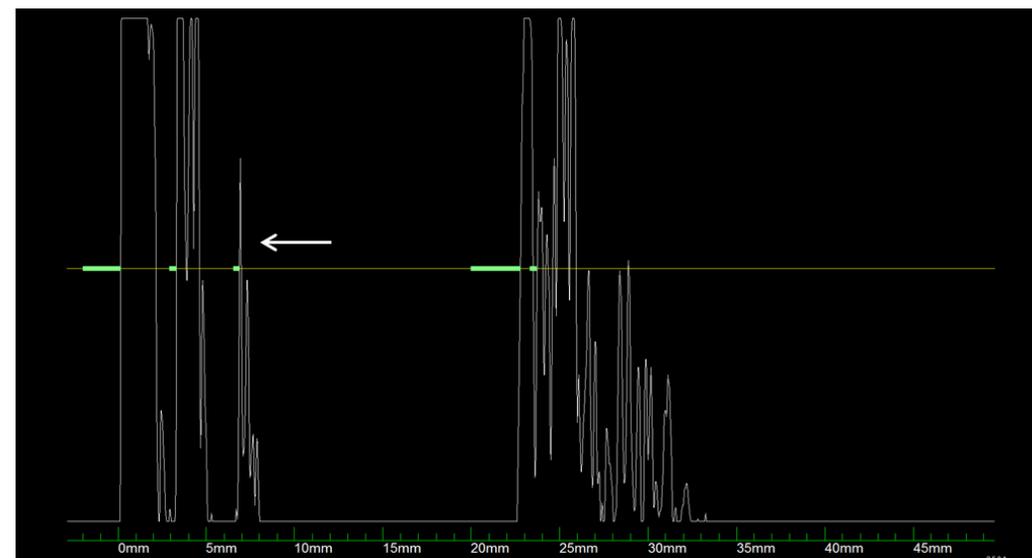
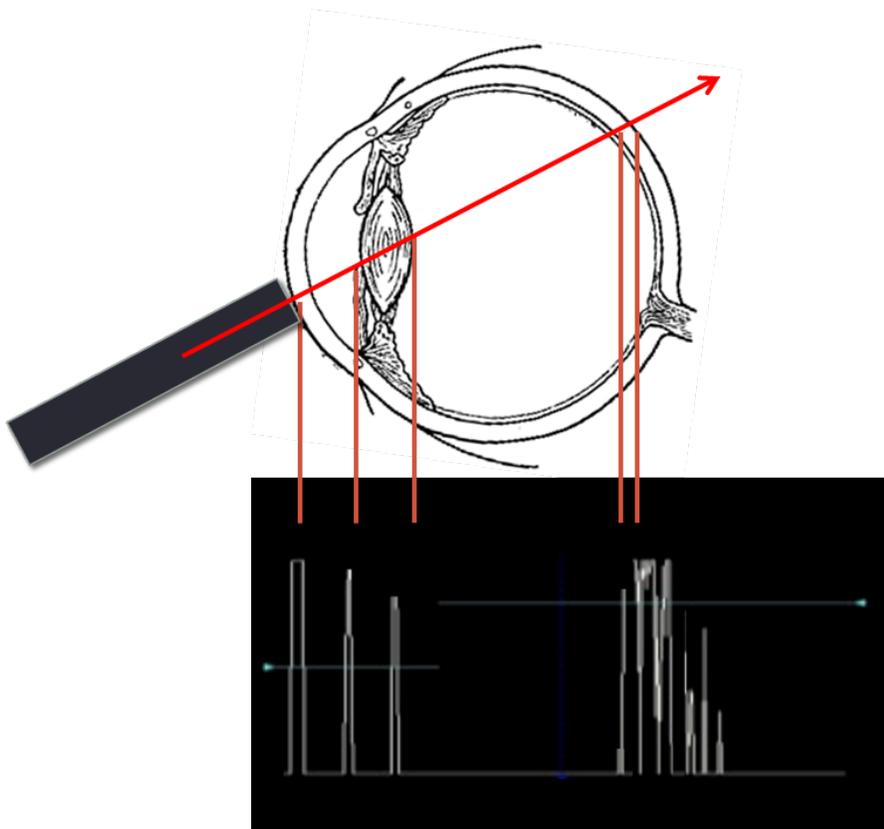
Основной причиной ошибок в измерении переднезадней оси глаза при проведении А-биометрии является отклонение оси сканирования (красная стрелка) от зрительной оси глаза (зеленая стрелка).

Однако анализ полученных эхограмм позволяет выявить определенные признаки отклонения оси сканирования от зрительной оси.



*Из архива авторов*

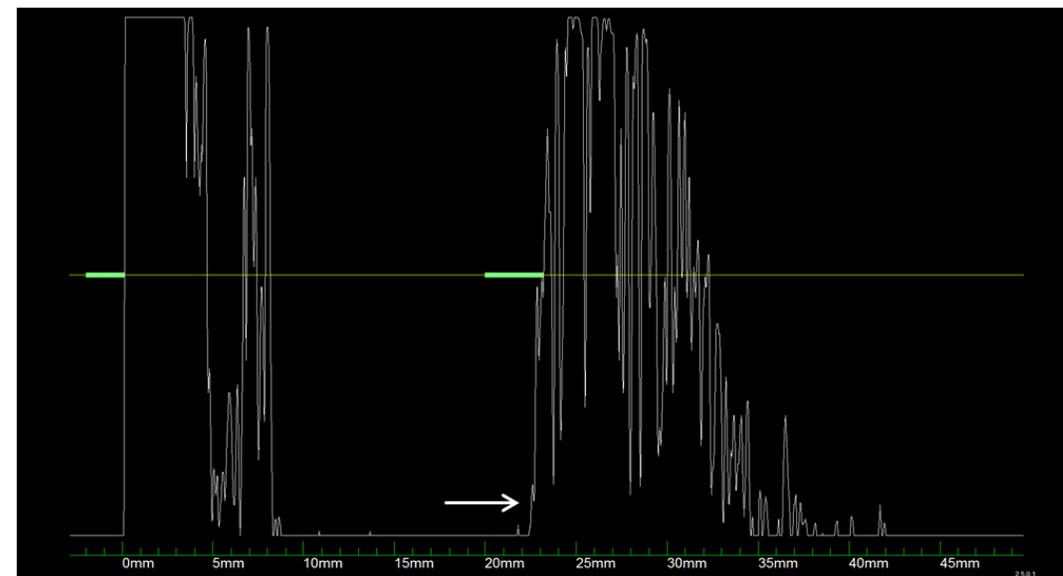
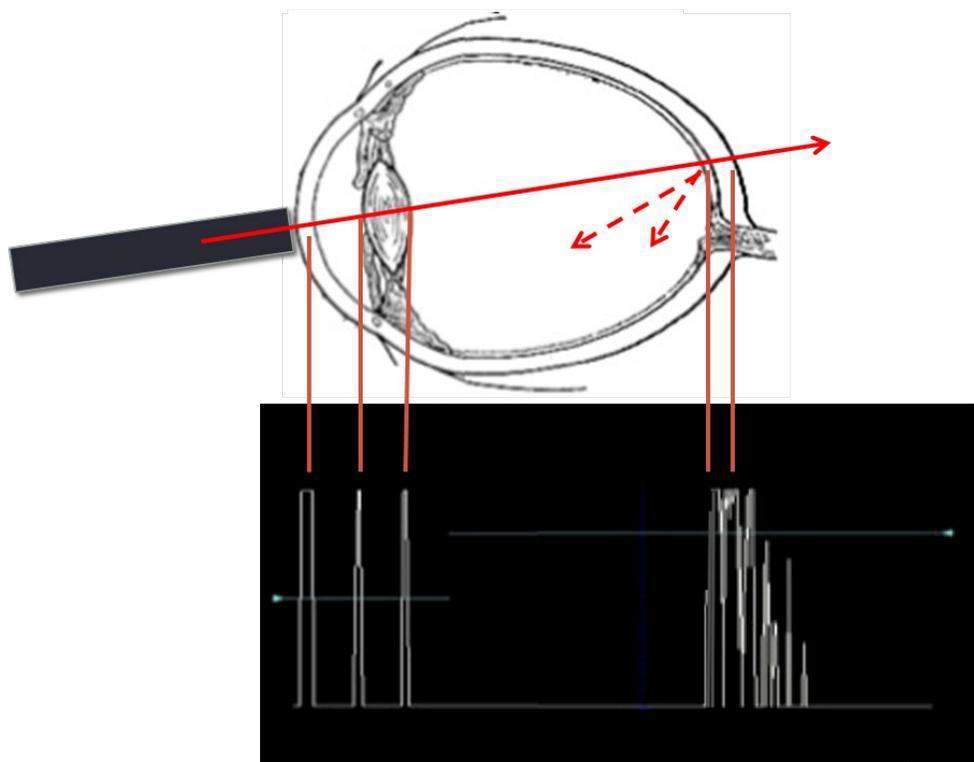
# Отсутствие 100% по амплитуде эхосигналов от передней или задней капсулы хрусталика



*Из архива авторов*



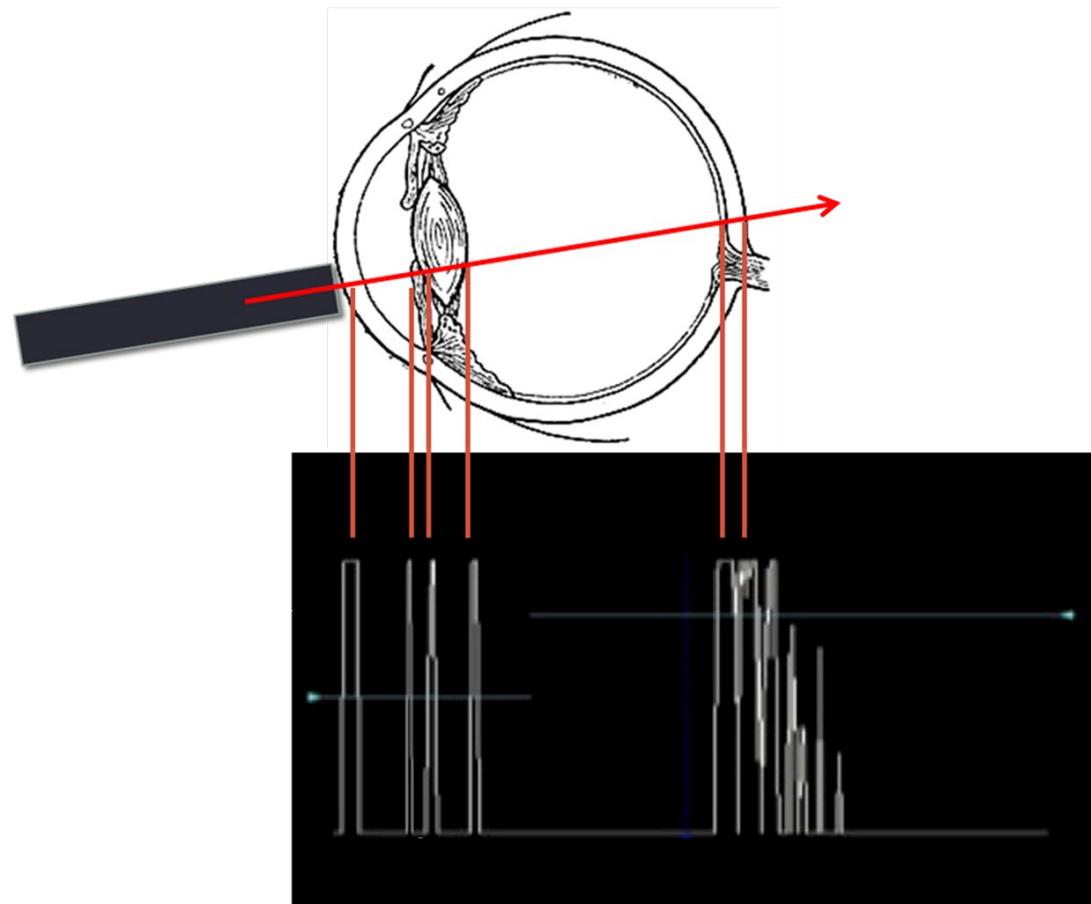
# Отсутствие прямого угла между изолинией и эхосигналом от сетчатки



*Из архива авторов*



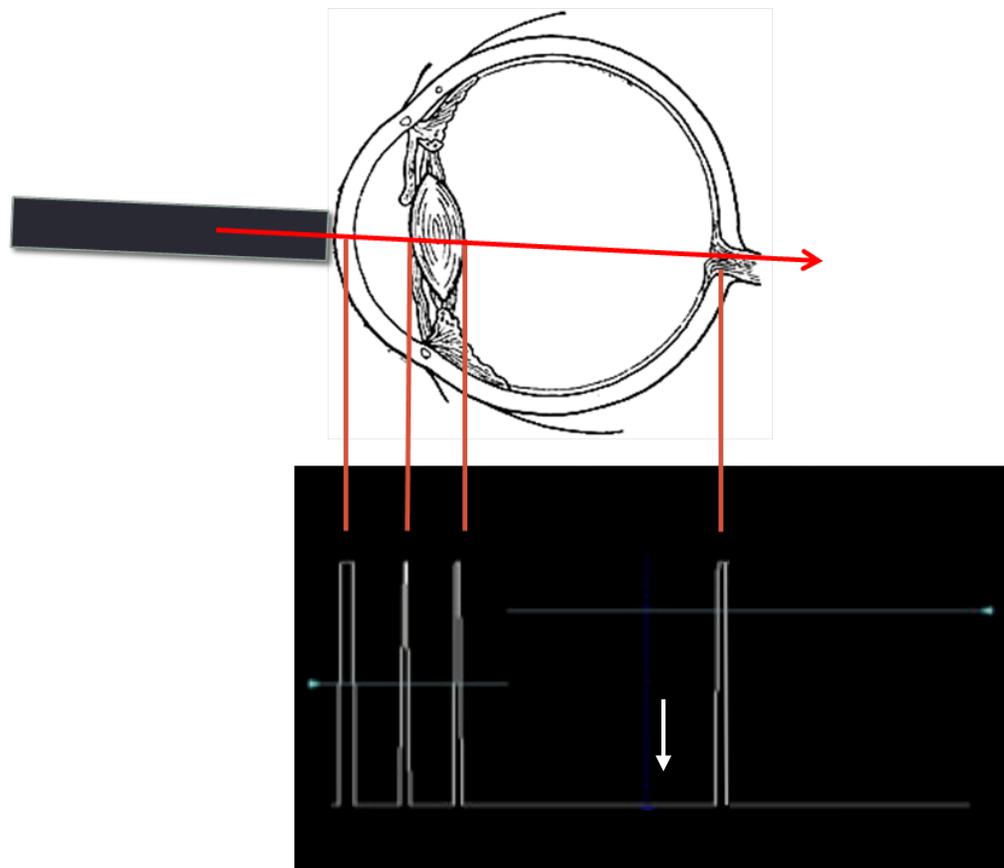
# Появление дополнительного эхосигнала от радужки при смещении датчика относительно центра



*Из архива авторов*



# Отсутствие эхосигналов от ретробульбарной клетчатки при сканировании через область диска зрительного нерва



*Из архива авторов*



# СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ А-ЭХОГРАФИЯ



# 1. Особенности метода



# Стандартизированная А-эхография

Комплекс методов ультразвуковой диагностики глаза и орбиты, предложенный **К. Ossoinig** на основании результатов обследования более **25 тысяч пациентов** с различной офтальмопатологией в течение **16 лет**.

- В основе метода лежит стандартизация технических характеристик ультразвуковых систем и методологии проведения А-эхографии.
- Стандартизированная А-эхография позволяет выполнять **качественную** и **количественную** оценку отражающей способности и поглощения ультразвука тканью, обеспечивая возможность точной дифференцировки тканей глаза и орбиты.

*Ossoinig KC. Standardized echography: basic principles, clinical applications, and results. Int Ophthalmol Clin. 1979 Winter. 19(4):127-210*  
*Ossoinig KC. Standardized Ophthalmic Echography of the Eye, Orbit, and Periorbital Region. A Comprehensive Slide Set and Study Guide. 3rd ed. Goodfellow, Iowa City:1985:12*



# Стандартизированная А-эхография

При стандартизированной А-эхографии оцениваются:

- **топография объекта** (локализация, форма, распространенность).
- **количественные характеристики**, включая отражающую способность, однородность и звукопоглощение.

**Отражающая способность** или рефлексивность структуры определяется по высоте сигнала на А-эхограмме и помогает оценить состояние различных патологических внутриглазных изменений (помутнения, инородные тела, мембраны, тяжи и объемные новообразования).

**Однородность** структуры очага определяют по варибельности амплитуд эхосигналов, расположенных внутри образования. Минимальная разница между амплитудами эхосигналов или ее отсутствие свидетельствует о гомогенной структуре образования, неоднородная внутренняя структура отмечается в случае высокой варибельности амплитуд.



# Стандартизированная А-эхография

**Звукопоглощение** возникает, когда звуковая волна рассеивается, отражается или поглощается тканями, что определяется снижением интенсивности акустического сигнала внутри структуры или позади нее.

Звукопоглощение определяется на А-эхограмме в виде снижения высоты амплитуд эхосигналов.

Такие структуры, как костная ткань, кальций, инородные тела, как правило, поглощают и/или отражают ультразвук.



## 2. Клиническое применение метода



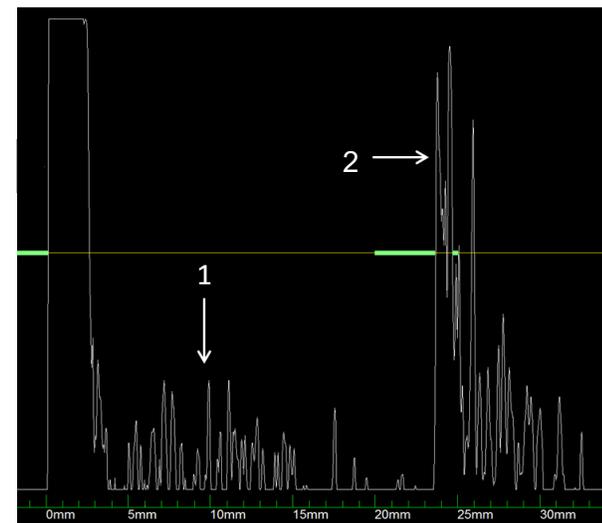
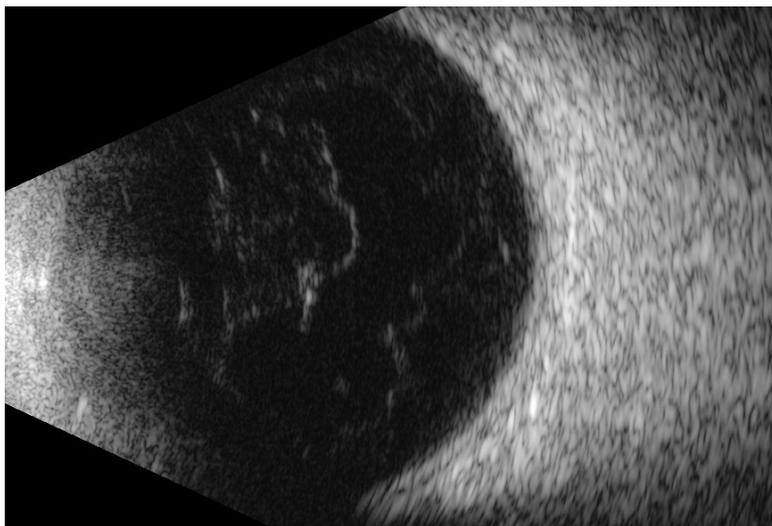
# 2.1. Деструкция стекловидного тела



# Деструкция стекловидного тела

1 – низкоамплитудные пики – деструкция стекловидного тела (низкая рефлексивность);

2 – 100% пик – сетчатка (высокая рефлексивность).



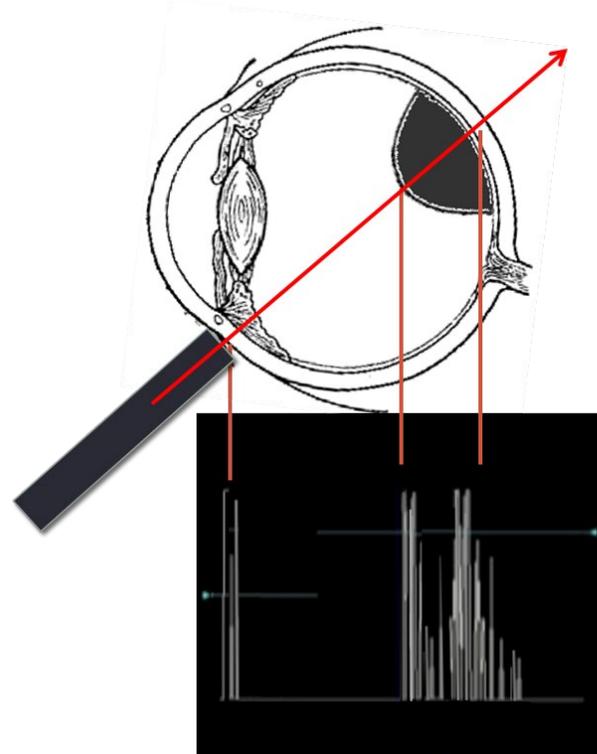
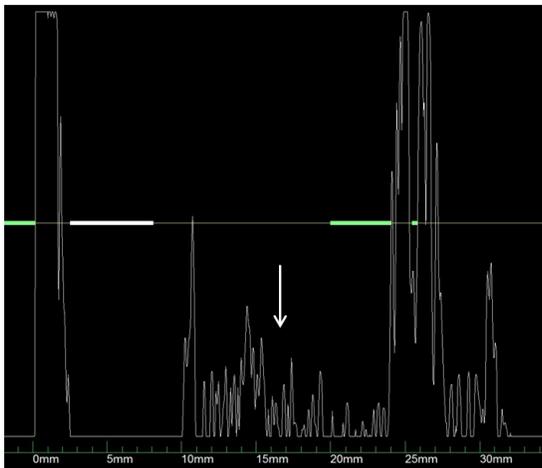
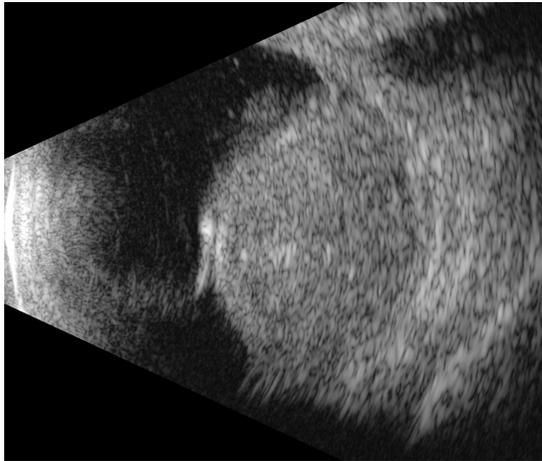
*Из архива авторов*



## 2.2. Внутриглазное новообразование



# Внутриглазное новообразование



*Из архива авторов*

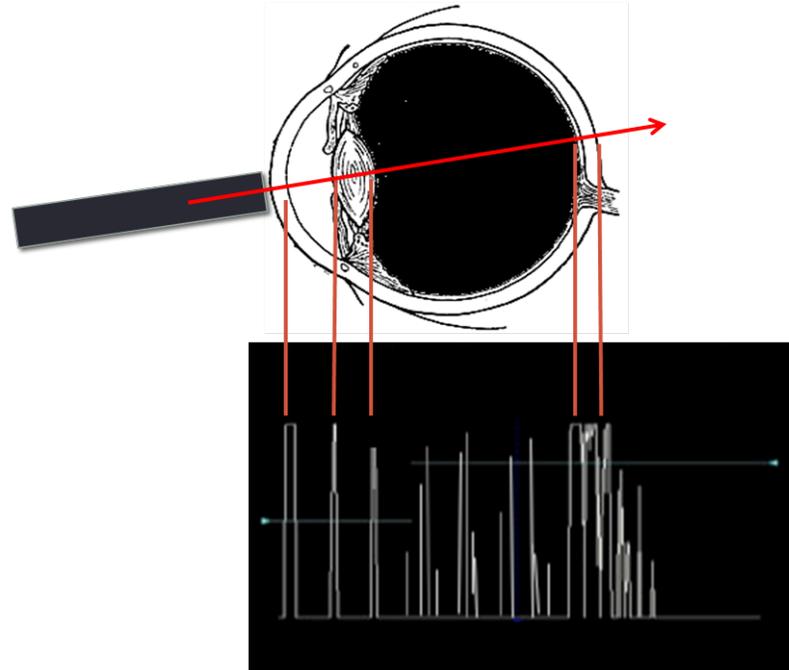
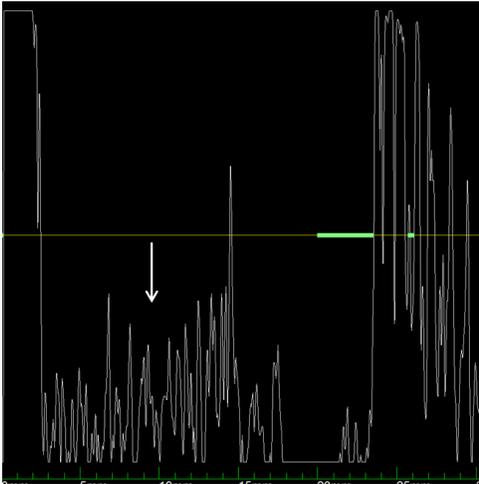
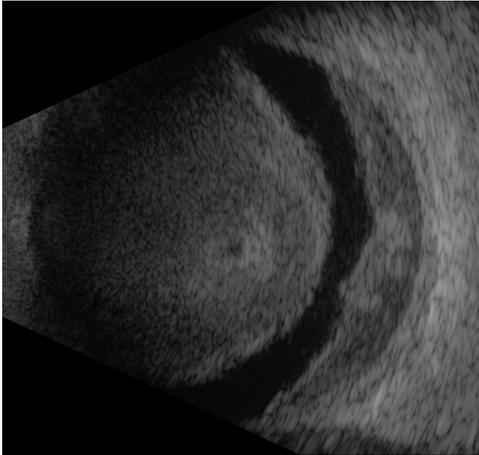
*Гомогенная структура образования – серия низкоамплитудных, равных по высоте эхосигналов (внутриглазное новообразование).*



## 2.3. Гемофтальм



# Гемофтальм



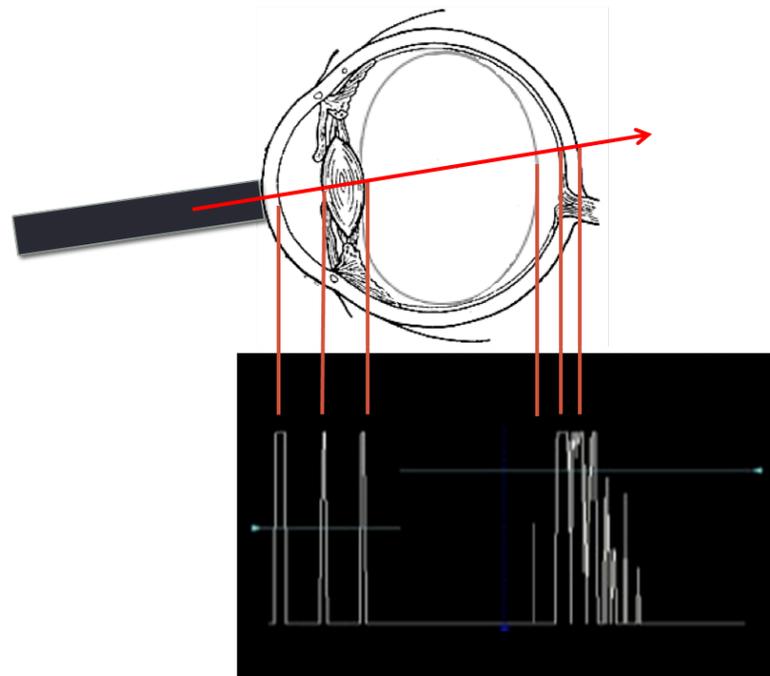
*Из архива авторов*

*Гетерогенная структура гемофтальма – серия эхосигналов разной амплитуды*

## 2.4. Задняя отслойка стекловидного тела



# Задняя отслойка стекловидного тела



*Из архива авторов*

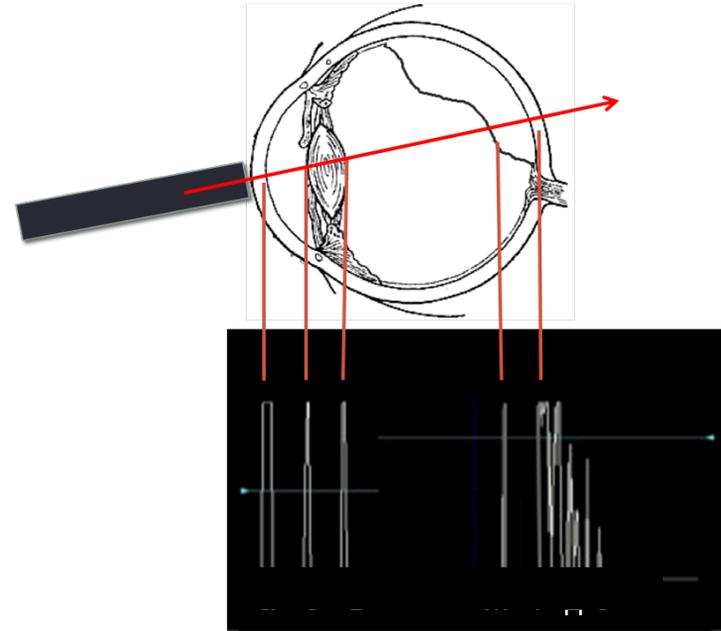
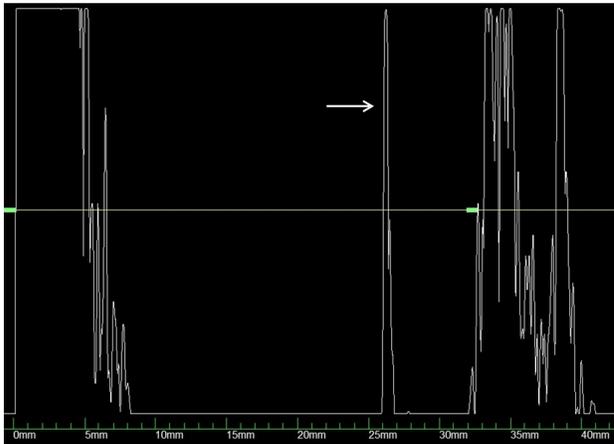
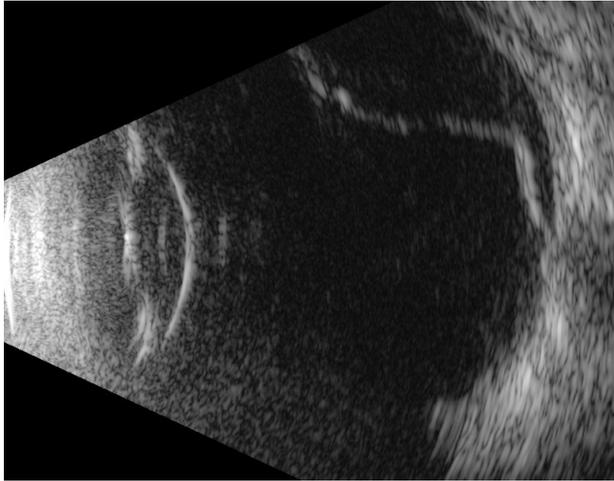
*50% по амплитуде эхосигнал соответствует задней отслойке стекловидного тела. При изменении угла сканирования высота эхосигнала меняется.*



## 2.5. Отслойка сетчатки



# Отслойка сетчатки



*Из архива авторов*

*Отслойка сетчатки представлена 100% эхосигналом, не меняющимся при изменении угла сканирования.*

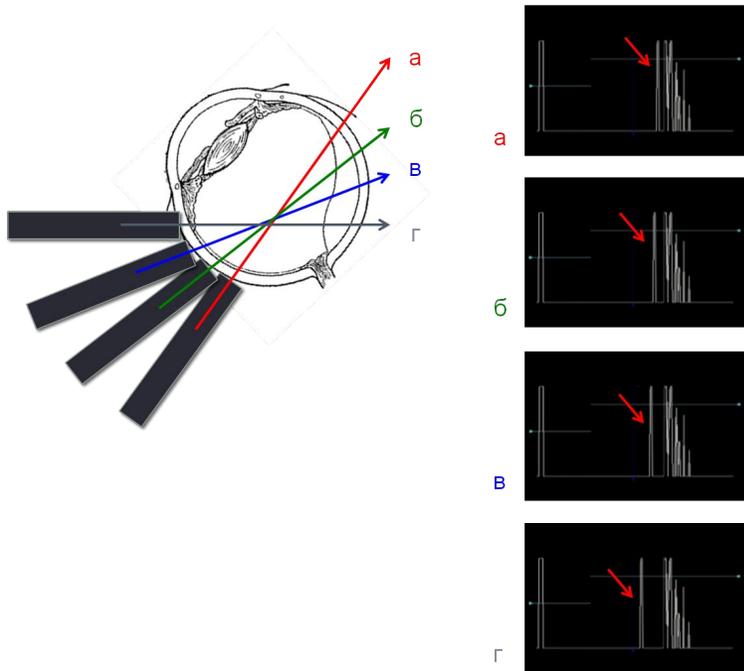


## 2.6. Техника дифференциальной диагностики задней отслойки стекловидного тела и отслойки сетчатки

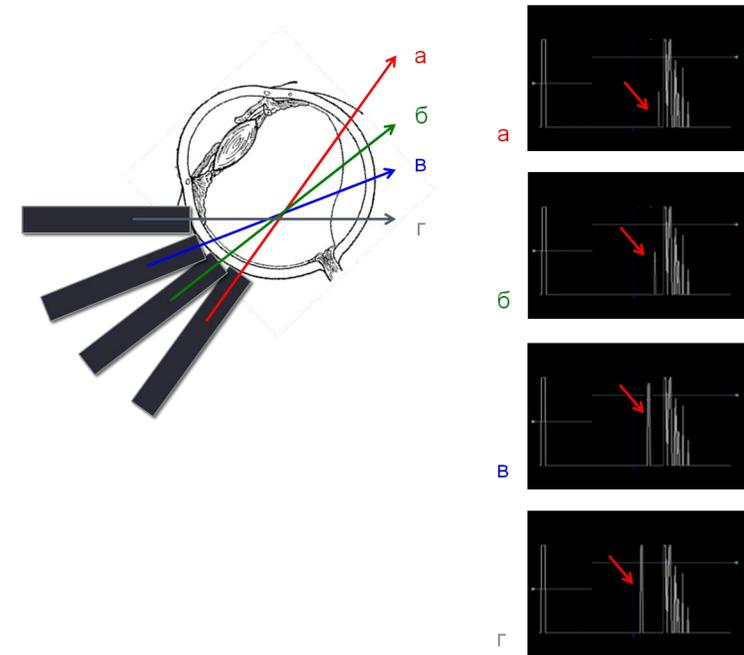


# Техника дифференциальной диагностики задней отслойки стекловидного тела и отслойки сетчатки

## Отслойка сетчатки



## Задняя отслойка стекловидного тела



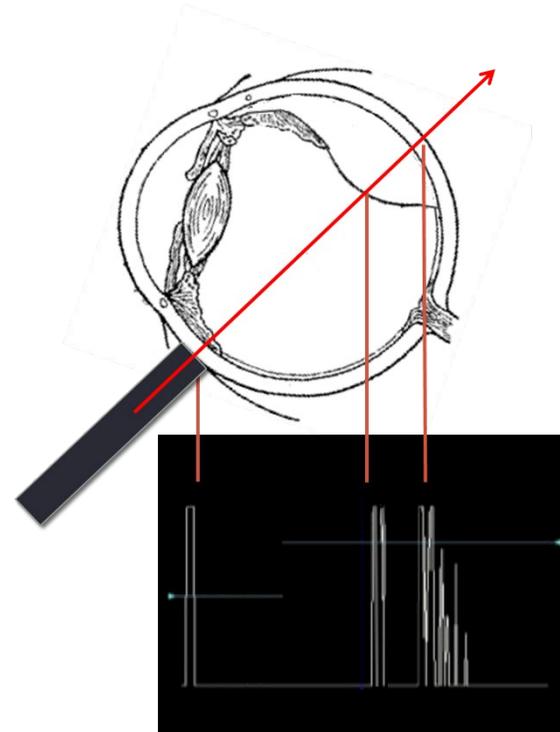
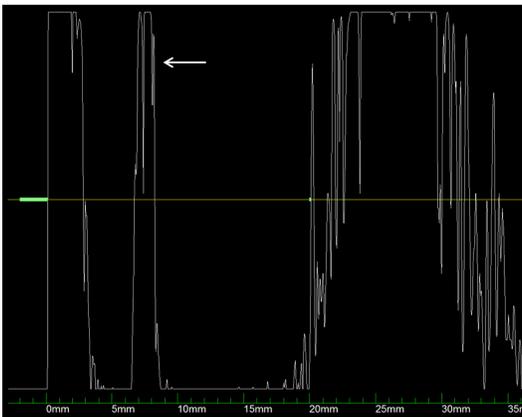
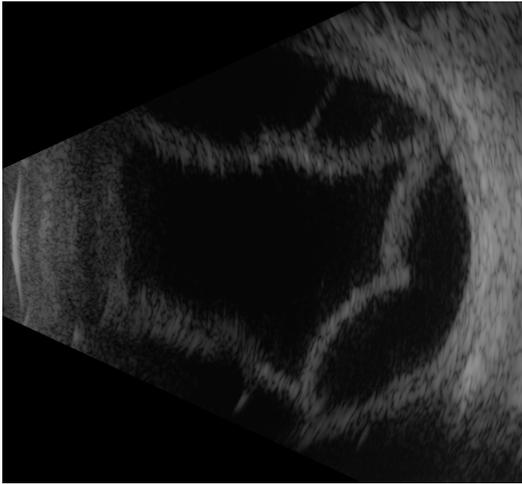
*Из архива авторов*

*При изменении угла сканирования высота эхосигнала будет меняться только в случае задней отслойки стекловидного тела*

## 2.7. Отслойка сосудистой оболочки



# Отслойка сосудистой оболочки



*Из архива авторов*

*Отслойка сосудистой оболочки представлена 100% широким двухамплитудным эхосигналом.*

