



МИКРОСКОПЫ MAGUS

6 часть. Стереомикроскопы

МАРИНА ЛОБАЧ
Научный руководитель проекта MAGUS



СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ

На сетчатке глаза формируется двухмерное изображение. Тем не менее мы видим форму, размеры, глубину пространства и воспринимаем мир трехмерно.

Стереоскопическое зрение у человека реализовано за счет бинокулярного зрения (два глаза на удалении друг от друга). Головной мозг получает от каждого глаза два различных двухмерных изображения. Мозг обрабатывает информацию и формирует одно трехмерное изображение.

Стереоскопическое зрение невозможно получить при наблюдении одним глазом.

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЙ МИКРОСКОП

Это оптический прибор для получения увеличенных изображений объектов или деталей их структуры, невидимых невооружённым глазом, с возможностью воспринимать их объём.

Увеличенное изображение объемных предметов без потери пространственной ориентации позволяет проводить микроманипуляции образца в большом удобном рабочем пространстве. Это реставрационные работы, пайка и склейка мелких объектов, сборка систем с мелкими деталями, контроль качества, операции.



ФОРМИРОВАНИЕ УВЕЛИЧЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Увеличенное изображение объекта формирует объектив. Окуляр увеличивает изображение, сформированное объективом.

Именно объективная часть микроскопа должна обеспечивать объемное наблюдение объекта.

МИКРОСКОП ПЛОСКОГО ПОЛЯ

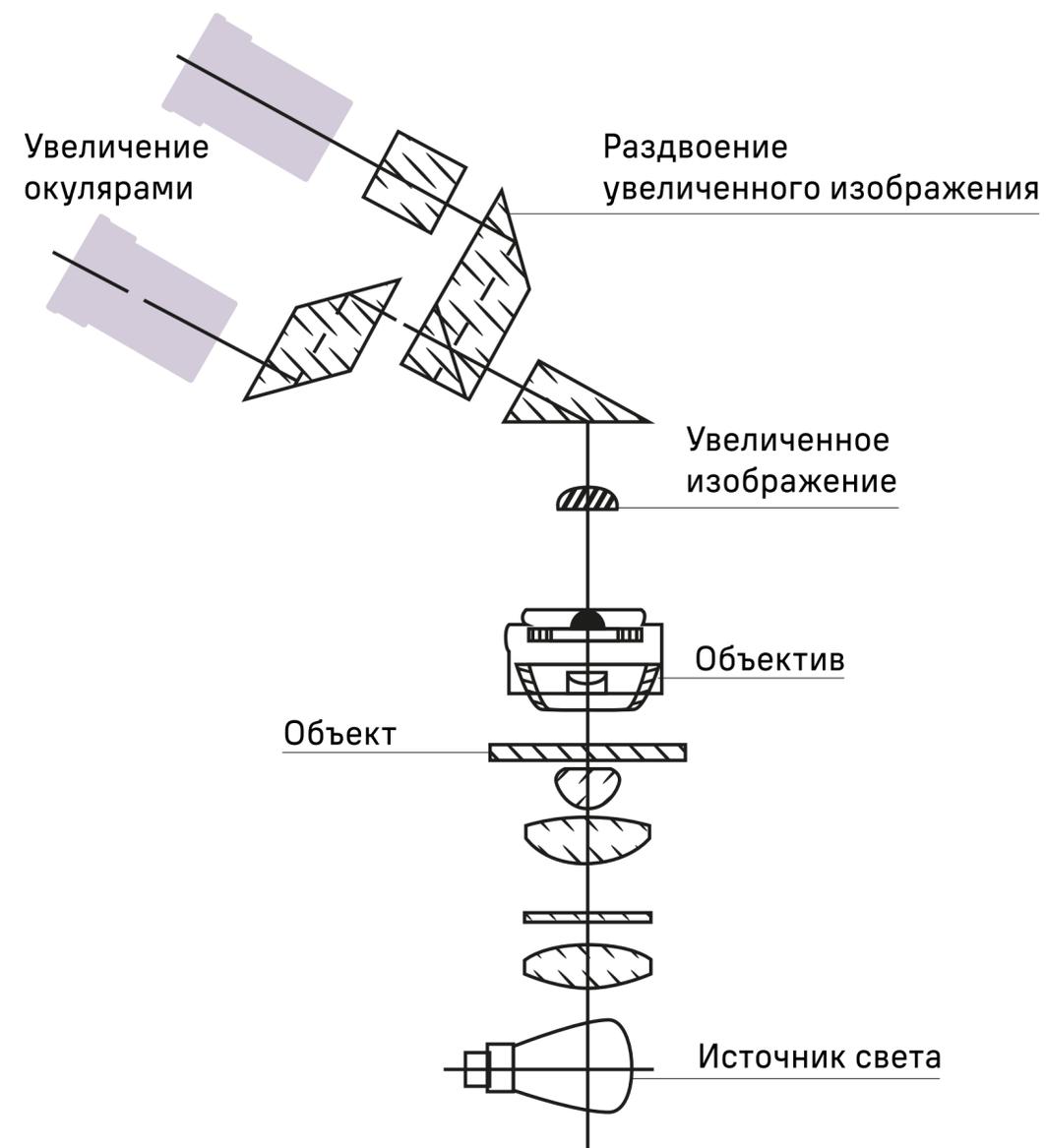
Рассмотрим бинокулярный микроскоп плоского поля.

Один объектив формирует увеличенное изображение объекта.

Призма визуальной насадки дублирует изображение.

Окуляр увеличивает это изображение.

В итоге в обоих окулярах наблюдаются одинаковые увеличенные изображения объекта, сформированные одним объективом.



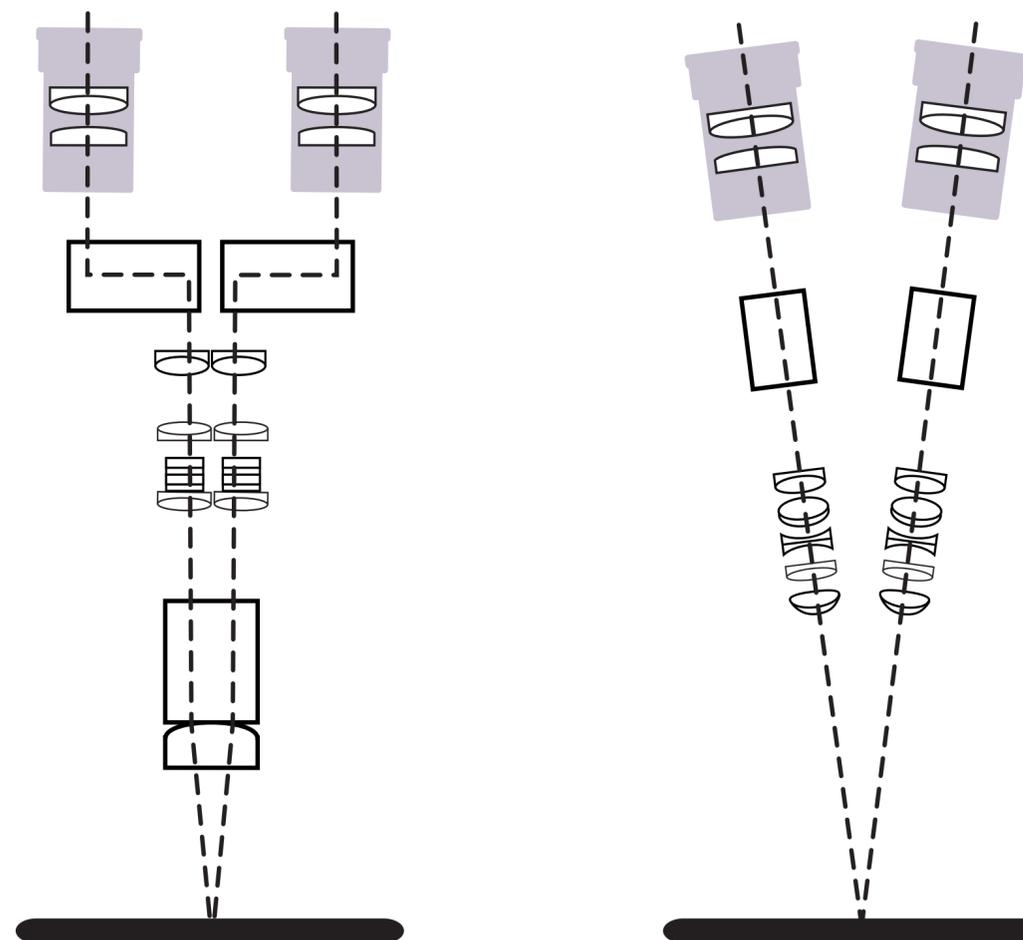
СТЕРЕОМИКРОСКОП

Стереомикроскоп формирует изображение иначе, поэтому мы получаем различное изображение объекта в левом и правом окуляре.

Объективная часть формирует увеличенное изображение объекта с двух сторон под углом стереоскопичности 11–15 градусов.

В окуляры поступают разные изображения, и каждый окуляр увеличивает свое изображение.

Такой метод сохраняет виртуальную объемность объекта и ясность рельефа поверхности.



БИНОКУЛЯРНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Биноккулярное наблюдение **не является достаточным условием** получения объемного изображения. Окуляр лишь увеличивает изображение, которое дает объектив. Поэтому микроскопы плоского поля тоже бывают с биноккулярной визуальной насадкой — для удобства наблюдения двумерного изображения двумя глазами.

Биноккулярное наблюдение является **необходимым условием** получения объемного изображения. Поэтому стереомикроскоп не может быть монокулярным.

Итого: «биноккуляр» — не значит «стерео».

ОПТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СТЕРЕОМИКРОСКОПА

Существуют две оптические схемы, обеспечивающие наблюдение под углом:

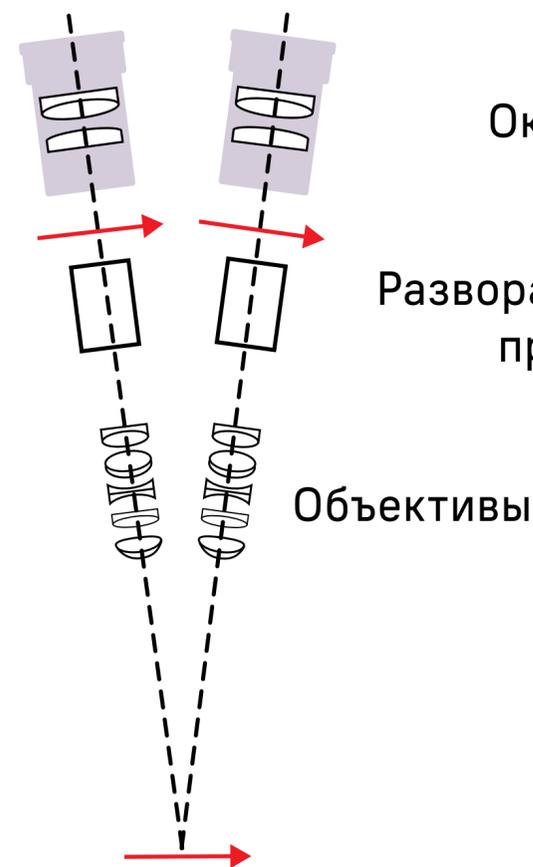
- Схема с общим главным объективом (в англоязычной литературе СМО — Common Main Objective), другие названия — Аббе или Галилея
- Схема Грену (с двумя объективами, расположенными под углом)

ОПТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ГРЕНУ И АББЕ

Оптическая система Грену



MAGUS STEREO ST



Оптическая система Аббе



MAGUS STEREO M3T

Окуляры

Разворачивающие призмы

Объективы

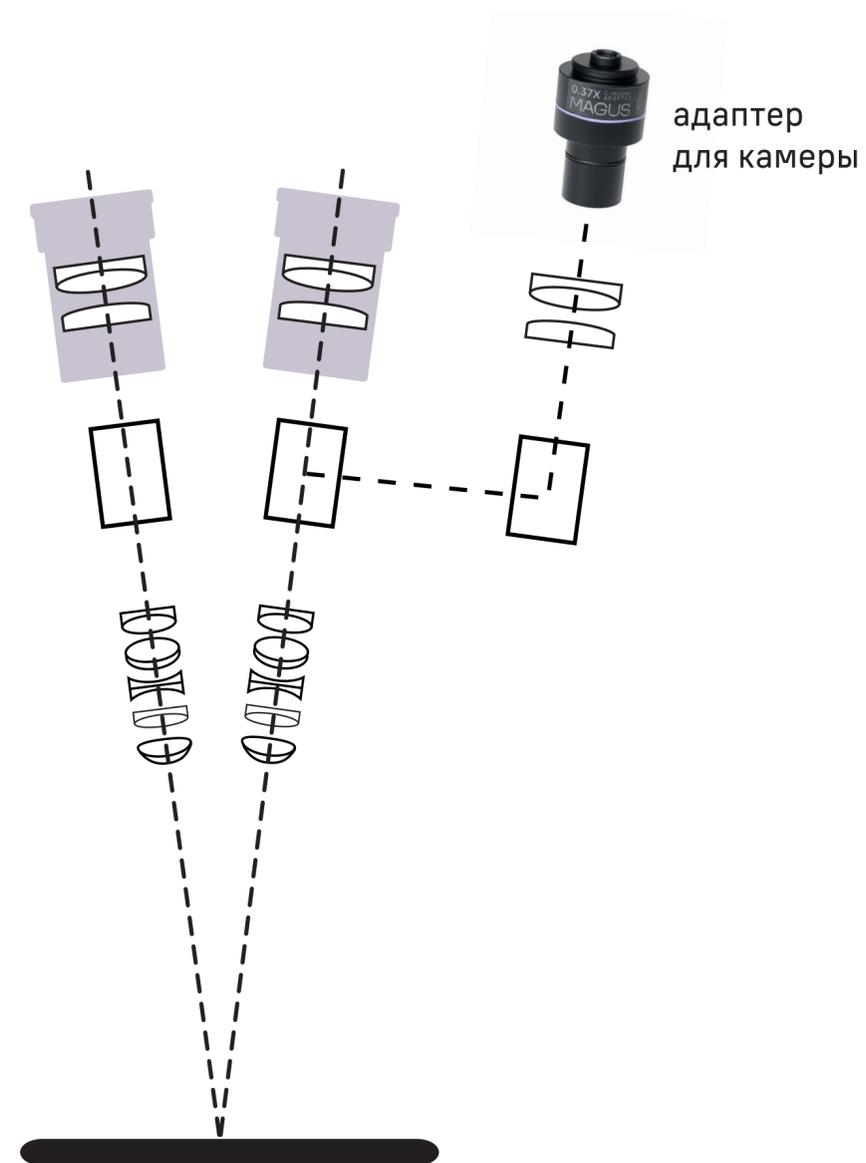
Трансфокатор

Объектив

ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ГРЕНУ

Два объектива наклонены друг к другу под углом порядка 14–15°. Получаются два независимых непараллельных оптических канала:

- два отдельных окуляра,
- две разворачивающие призмы,
- два отдельных объектива.



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Высокая глубина резкости изображения.
- Отличная объемность изображения за счет большого угла стереоскопичности.
- Компактная конструкция.
- Невысокая цена за счет простоты конструкции.

НЕДОСТАТКИ

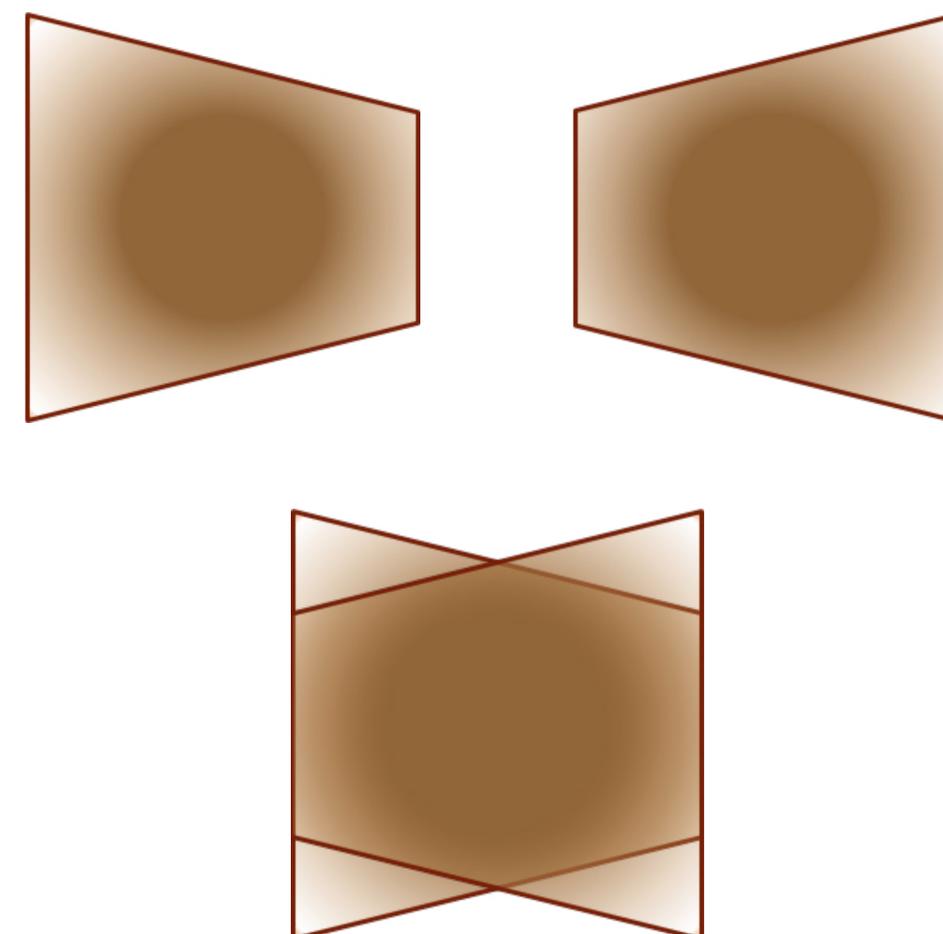
Так как объективы наклонены к образцу, коррекция кривизны поля для них невозможна.

Данный недостаток носит название трапецеидального искажения: область с левой стороны правого глаза будет казаться немного меньше, чем с правой стороны. Аналогично выглядит изображение для левого глаза.

Промежуточные изображения, формируемые каждым каналом, расположены под углом относительно плоскости образца и относительно друг друга. Поэтому только центр поля зрения одновременно фокусируется в двух каналах. Участки на периферии поля зрения не в фокусе и имеют незначительные различия в увеличении.

Этот недостаток заметен при работе с плоскими образцами. С ростом увеличения прибора искажение усиливается.

Человеческие глаза и мозг компенсируют подобный эффект, поэтому при недолгой работе дискомфорта не возникает.



НЕДОСТАТКИ

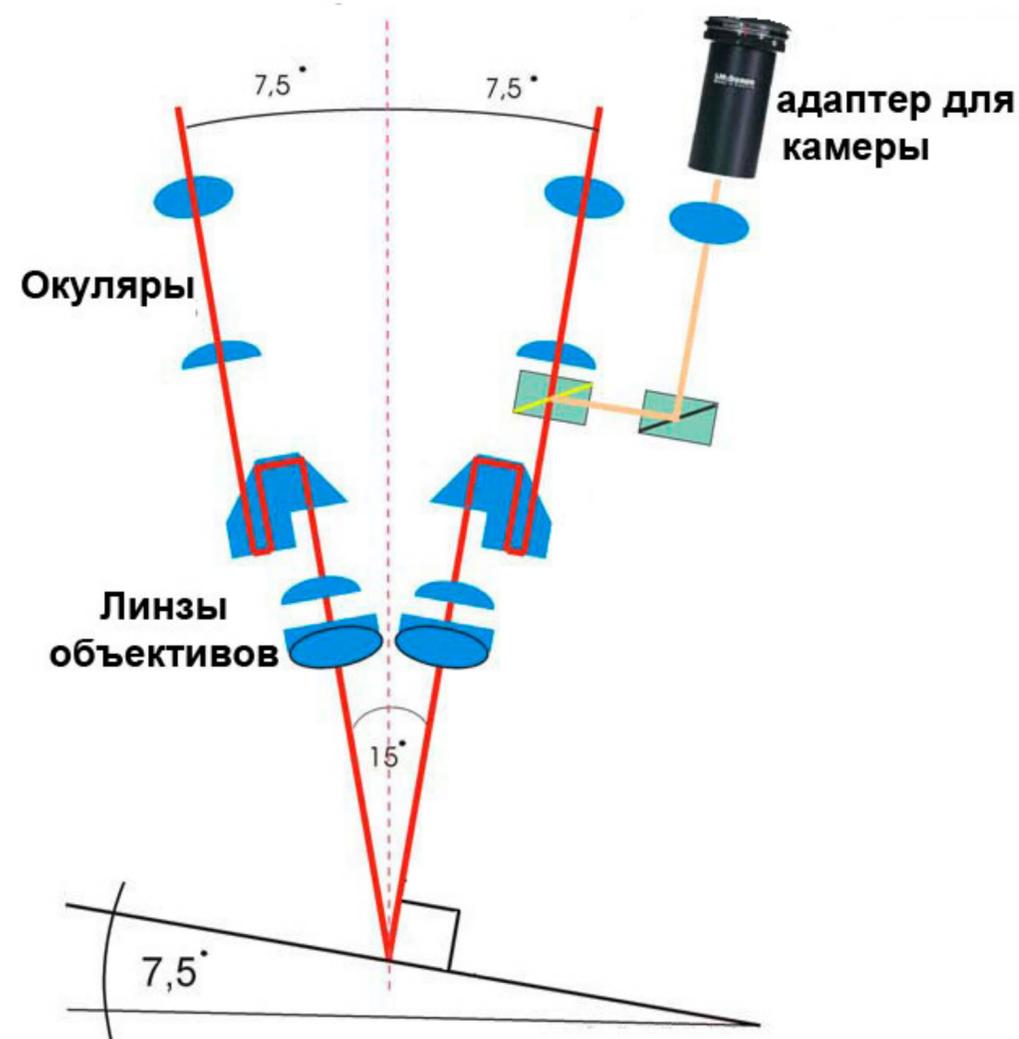
Объектив имеет сложную конструкцию — линзы, механика. На каждом этапе изготовления комплектующих и их сборки есть погрешности. Два объектива, собранные по одной схеме на одном заводе, будут немного отличаться. Так появляются незначительные расхождения по увеличению и фокусу в двух разных каналах. Человеческий мозг компенсирует разницу изображения, но такие расхождения негативно влияют на комфорт наблюдения.

Итого: при длительной работе на микроскопе по Грену возникает усталость пользователя и дискомфорт в глазах.

ИСПРАВЛЕНИЕ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО ИСКАЖЕНИЯ

При микрофотографировании плоских объектов данный недостаток можно исправить наклоном образца на половину угла стереоскопичности.

Таким образом образец будет находиться под прямым углом к оптической оси.



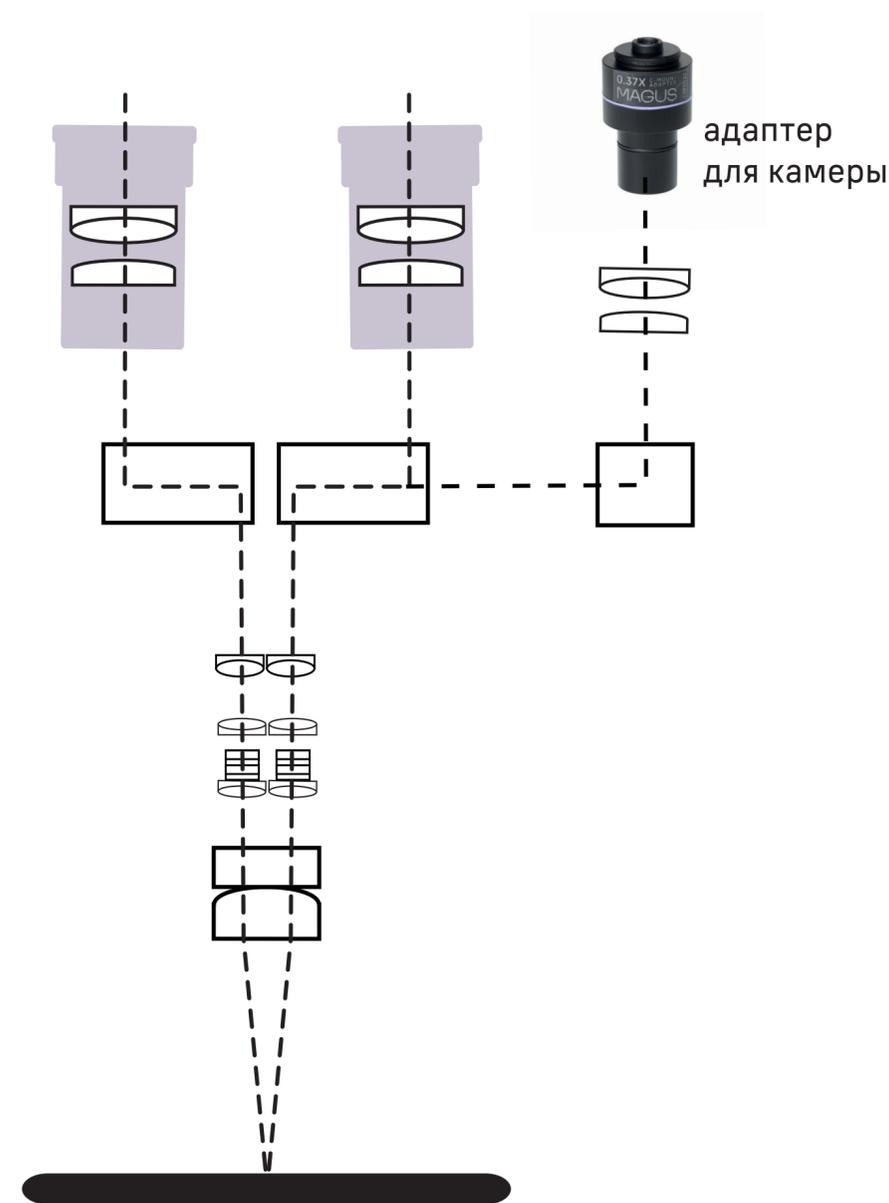
ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА АББЕ

Стереомикроскопы Аббе выполнены с одним общим главным объективом. Объектив расположен строго перпендикулярно исследуемому объекту.

Диаметр объектива ограничивает угол стереоскопичности до 11 градусов.

Над объективом — два независимых параллельных оптических канала, которые так же перпендикулярны к плоскости образца.

Конструкция построена таким образом, что изображение проецируется на бесконечность.



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Большое поле зрения.
- Поскольку оптическая ось объектива перпендикулярна к плоскости образца, отсутствуют искажения изображения, возникающие из-за наклона оптической оси в схеме Грену.
- В дорогих моделях стереомикроскопов используют План-Апохроматические (Plan-Apo) объективы. В них полностью исправлены хроматические aberrации и кривизна поля. В итоге получаем высокое качество изображения и в окулярах, и на камере.

НЕДОСТАТКИ

- При визуальном наблюдении не обеспечивает реального трехмерного изображения.
- Более громоздкие габариты.
- Более высокая стоимость.

ВЫБОР ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

- Выбор между Грену и Аббе осуществляется исходя из задач пользователя. Ошибочно думать, что микроскоп Аббе будет выигрышным вариантом при любом применении.
- Стереомикроскопы, выполненные по схеме Грену, — отличный выбор для реставрации, пайки, контроля качества и т.п. — когда необходимо невысокое увеличение до 100х при большом рабочем расстоянии около 100 мм.
- Получение качественных микрофотографий, обладающих высоким разрешением, на стереомикроскопах Грену затруднительно. Для этих целей лучше выбирать систему Аббе.
- Для выполнения задач, где увеличение играет первостепенную роль, также стоит выбирать системы Аббе с главным общим объективом.

ПРАКТИКА

Обратить внимание:

- Оптическая головка — объектив + визуальная насадка.
- Дискретное изменение увеличения и панкратика.
- Бино- и тринокулярные насадки.
- Механизм фокусировки — грубый или грубый и точный.
- Коэффициент трансфокации.
- Разные основания.

ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ СТЕРЕОМИКРОСКОПОВ ОТ ДРУГИХ ТИПОВ

- Наблюдение объектов в объёме (стереоскопическое изображение).
- Прямое изображение.
- Исследование крупных образцов благодаря объективам с большим рабочим расстоянием.
- Для увеличения рабочего расстояния и уменьшения общего увеличения микроскопа возможность использовать объективы с кратностью меньше 1х.
- Исследование крупных образцов в фокусе благодаря большой глубине резкости объективов.
- Широкое поле зрения.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕРЕОМИКРОСКОПОВ

- Микроэлектроника (пайка и контроль качества).
- Реставрация.
- Ювелирное дело.
- Медицина (микрохирургия, ЭКО, кольпоскопия).
- Зоология, ботаника.
- Материаловедение (металлография, минералогия).
- Судебная экспертиза (анализ и исследование улик, работа с документами, почерковедение).
- Археология.

КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕРЕОМИКРОСКОПОВ

- По типу оптической схемы — Грену и Аббе (Галилея).
- По увеличению: с фиксированным или сменным увеличением.
- По способу смены увеличения: со ступенчатой сменой увеличения (смена объектива поворотом револьвера или ручки оптического барабана) и с плавной сменой увеличения (панкратическая система или ZOOM).
- По к-ту трансфокации у панкратических микроскопов.
- По виду визуальной насадки: бинокулярные модели и модели, имеющие выход для подключения цифровой камеры. Также есть микроскопы со встроенными камерами.
- Отдельно можно выделить модели, предназначенные для микрохирургических операций. Это самые дорогие стереомикроскопы, они имеют высокую степень технологичной сложности. Хирургические микроскопы удовлетворяют требованиям безопасности пациента и обеспечивают комфорт работы хирурга и ассистента.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ СТЕРЕОМИКРОСКОПОВ

- Окуляры (изменяют увеличение микроскопа и поле зрения, не влияют на рабочее расстояние).
- Насадки на объектив (изменяют и увеличение микроскопа, и рабочее расстояние, и поле зрения).
- Осветители — кольцевые, точечные, люминесцентные.
- Устройства для работы по методу темного поля.
- Устройства для работы в поляризованном свете.
- Двухкоординатные столики.
- Ювелирные пинцеты
- Универсальные штативы.