

**«..все те особенности картины, наблюдаемой в микроскопе,
которые обусловлены не простым поглощением света в объекте,
а взаимодействием дифракционных пучков,
т.е. все детали структуры, в общем,
не воспроизводят истинного состояния
объекта — не образуют изображения,
геометрически подобного объекту..» (Аббе).**

Глава 1. Не современные современные микроскопы.

Это, конечно, работа для историков, людей, которые профессионально занимаются поиском и доказательством тех или иных фактов. Как и любая наука, микроскопия развивалась вместе с развитием человека, усовершенствованием его способности к изучению и пониманию окружающего мира. По мере появления потребности к изучению природы явлений и веществ, а также развития новых технологических возможностей, человек придумывал всё новые и новые методики для исследования под микроскопом, искал и находил новые технические решения, которые позволяли (как ему казалось) довести микроскоп до совершенства. Сегодня мы думаем, что те современные микроскопы, которые разработаны путём эволюции более древних оптических приборов, являются логическим их продолжением, имеют существенные преимущества. Мы думаем, что сегодняшние микроскопы достаточно совершенны и позволяют реализовать многочисленные исследовательские методики и в полной мере реализовать опыт всех учёных и инженеров, которые придумывали и проектировали микроскопы раньше. Наверное, было бы разумно направить творческий потенциал не только для поиска ответов – кто, когда и при каких обстоятельствах изобрёл и усовершенствовал микроскоп. Что более важно – это понять, какие открытия и достижения стали возможны с помощью микроскопа, каким образом этот оптический прибор может продолжать быть полезным в будущем развитии науки и практики человеческого бытия. Теория и практика построения микроскопа как прибора, предназначенного для исследования окружающего мира должна являться лишь инструментом, средством для обеспечения комфортной и эффективной работы людей, которые этот мир изучают. В этом смысле, это очень важно - постараться понять психологию и логику.....

.....апертурой 1,50 стали возможными только после выдающихся работ немецкого оптика Эрнста Аббе (1840–1905 гг.), установившего закон синусов, позволяющий устранять кому в пределах малой величины предмета (в пределах малого линейного поля), что очень важно именно при больших апертурах. Кроме того, на основании развитой им теории образования изображения в микроскопе он внес ясность в вопрос о разрешающей способности микроскопа. Под его руководством в 1872 году была рассчитана и изготовлена фирмой “К. Цейсс” в Йене серия первоклассных микрообъективов - ахроматов с различной апертурой до апертуры 1,50. В 1886 году фирма “К. Цейсс”, руководимая Аббе, выпустила серию из восьми апохроматов (с компенсационными окулярами), а в 1888 году она создала апохромат с монобромнафталиновой иммерсией при апертуре 1,60. В 1938 году Г.Богехольд закончил работы по расчету серии объективов-планахроматов, отличающихся плоской поверхностью в изображении.

Характеризуя роль творчества Аббе, академик Д.С. Рождественский писал: “Аббе впервые ясно показал, что каждой остроте инструмента соответствует свой предел возможности. Нельзя грубыми пальцами обрабатывать даже мягкий материал с точностью до сотой доли миллиметра, для этого нужны тонкие инструменты. Тончайший же из всех инструментов – это длина волны. Нельзя видеть объекта меньше полудлины волны – утверждает дифракционная теория Аббе, и нельзя получить изображение меньше полудлины волны, то есть меньше 1/4 микрона ... Таким образом, гением Аббе установлено сознательное творчество в микроскопии и достигнуты пределы возможного”. Теория образования изображения Э. Аббе получила развитие в трудах отечественных ученых Л.И. Мандельштама и академика Д.С. Рождественского. Д.С. Рождественский ввел понятие об относительной некогерентности освещения, выражаемой отношением числовых апертур осветительного устройства (конденсора) и объектива микроскопа. Для создания оптимальных условий освещения в микроскопе сотрудником предприятия “К. Цейсс” Р. Рихтером еще в 1939 году было запатентовано осветительное устройство, содержащее панкратическую систему, назначение которой состояло в плавном изменении апертуры осветительного пучка при одновременном изменении величины освещаемого участка наблюдения [4]. И, тем не менее, проблема согласования параметров осветительной системы микроскопа с параметрами сменных объективов и сегодня представляется весьма непростой.

1.2 Несовременные современные микроскопы.

Конечно, всё относительно. Наверное, трудно обосновать различие между понятиями “очень давно” и “относительно недавно”. Компания Цейса стала, наверное, одной из первых транснациональных оптических компаний, которая начала продавать свои инструменты по всему миру. Обратимся к одному из их каталогов 1937 года, то есть выпущенному более 80 лет назад. Можно пытаться.....

1.2.3 Объективы ахроматы и апохроматы водной иммерсии.

Также в производственной программе Цейсса ещё 80 лет назад предлагалась довольно широкая номенклатура объективов водной иммерсии. Старые мастера и микроскописты знали, что использование водной иммерсии в сравнении, например, с объективами масляной иммерсии имеет много явных преимуществ. В первую очередь, такие объективы позволяют проводить прижизненные исследования объектов, не нанося им вреда и “увечий”. Масляная иммерсия, это весьма ядовитая и агрессивная среда, которая убивает множество живых организмов, которые нужно было бы исследовать под микроскопом. С другой стороны, вода, это естественная субстанция, поскольку в каждом из живых организмов она содержится в абсолютно большем количестве, нежели другие составляющие. Это совершенно естественное и логичное желание – исследовать микроорганизмы в среде “их естественного обитания”.

Для комфорта исследователей, работающих за микроскопом, водная иммерсия также имеет преимущества перед масляной иммерсией, поскольку не имеет запаха, не агрессивна. Кроме того, вода, в отличие от масла, это не вязкая и “не липкая” субстанция. Пузырьки воздуха, всегда возникающие в слое иммерсии при её нанесении на покровное стекло и фронтальную линзу объектива, “выталкиваются” водой, в отличие от масла и не мешают наблюдению. Микроскописты, много работающие с объективами масляной иммерсии, знают, что комфорт и удобство работы очень сильно зависят от качества используемого масла. Если это не очень качественное масло (или старое масло, некоторое время пролежавшее “на полке” или хранившееся не надлежащем способом), при фокусировке объектива оно часто даёт эффект “прилипания”, образца и предметного (покровного) стекла к фронтальной части объектива. Образец на предметном стекле “смещается и отрывается” от предметного столика, следуя за объективом. В этом случае бывает весьма сложно сделать точную фокусировку на объект; при использовании воды в качестве иммерсионной жидкости такого эффекта не возникает. После окончания работы на микроскопе, чтобы очистить воду с фронтальной линзы объектива, нужно просто “промокнуть” её ватным тампоном (тоже, в общем, не обязательно, поскольку вода испаряется естественным образом), в отличие от необходимости удаления масла, которое можно производить только с помощью специальной смеси. Реально, это большая проблема в очистке фронтальной линзы объектива после использования масла. Это связано ещё и с конструкцией фронтального компонента объектива, где оправка линзы немного выступает перед ней для её предохранения. Некоторые из исследователей не умеют делать чистку объектива правильно и тщательно; во многих случаях масло остаётся на линзе, засыхает, существенно ухудшая качество изображения при последующей работе с объективом. Статистика показывает, что именно остатки засохшего масла на фронтальной линзе часто является причиной неудовлетворительного качества изображения объектива. Довольно часто (по прошествии некоторого времени) объектив масляной иммерсии “теряет” фронтальную линзу; она отклеивается из оправы вследствие действия масла, и объектив теряет способность строить изображение исследуемого объекта. Ремонт такого объектива возможен только в специализированной мастерской.

Все перечисленные проблемы не имеют актуальности, если применяется объектив, в котором в качестве иммерсии используется вода. Даже, если исследователь “не очень качественно” промокнул фронтальную линзу.....



Фигура 1.25 Фотографии некоторых советских объективов водной иммерсии

.....иммерсии, в Советском Союзе был налажен выпуск таких объективов в секторе массового производства. Ниже будут приведены конструктивные параметры и графики aberrаций некоторых из таких объективов. На Фигуре 1.25 приведены фотографии некоторых советских объективов водной иммерсии, изготавливавшихся в крупносерийном производстве.

На Фигуре 1.26 представлены конструктивные параметры и графики абберационной коррекции ахроматического объектива 30x0.90 водной иммерсии.

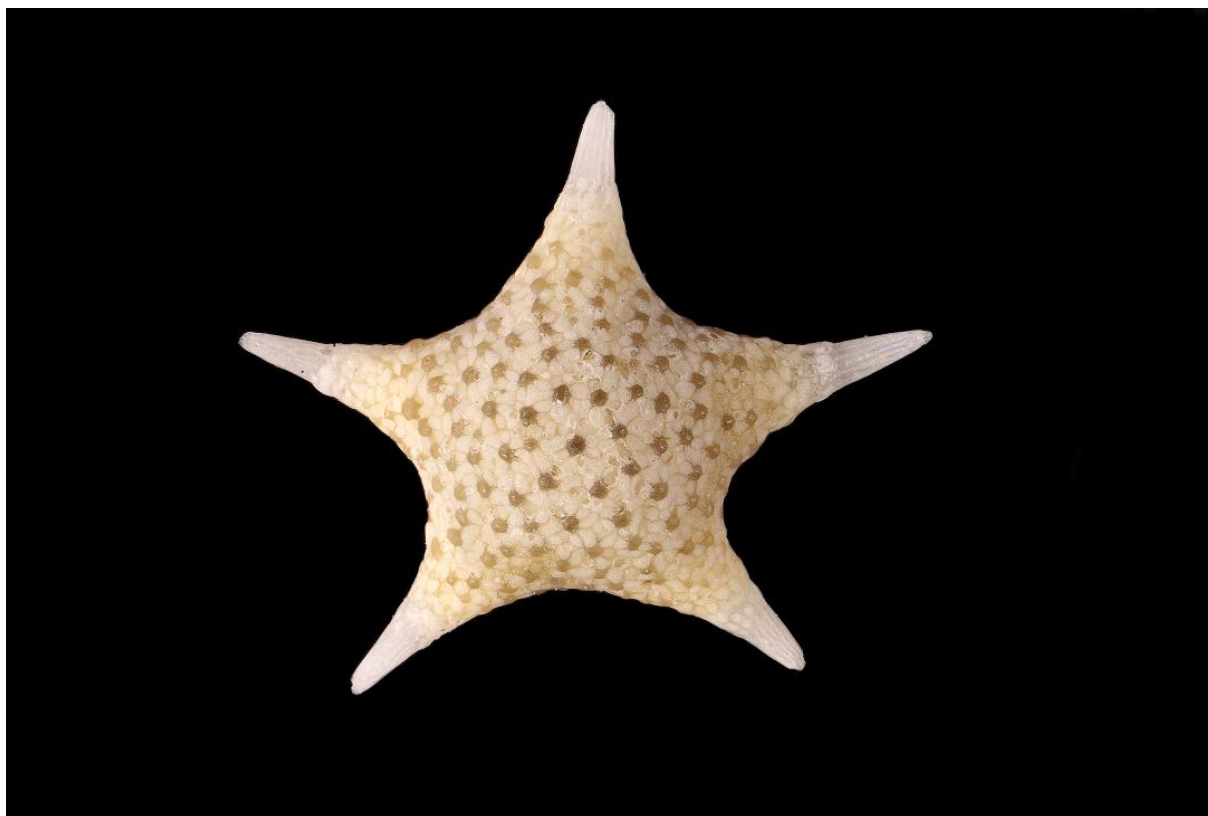
На Фигуре 1.27 представлены конструктивные параметры и графики абберационной коррекции апохроматического объектива 60x водной иммерсии, в котором достигнута числовая апертура 1.0. Объектив рассчитан для работы без покровного стекла.

На Фигуре 1.28 представлены конструктивные параметры и графики абберационной коррекции апохроматического объектива 65x водной иммерсии, в котором достигнута числовая апертура 1.1.

На Фигуре 1.29 представлены конструктивные параметры и графики абберационной коррекции ахроматического объектива 85x водной иммерсии, в котором достигнута числовая апертура 1.0.

1.2.4 Окуляры, конденсоры и другие узлы.

Разработчики и производители микроскопов хорошо понимали, что имеется одно противоречие в принципиальной схеме светового микроскопа, с которым нужно считаться. Это противоречие между линейным полем микроскопа на исследуемом объекте и разрешающей способностью микроскопа, то есть способностью различения минимальных фрагментов деталей объекта. В философском смысле это известное противоречие между общим и частным. Действительно, всегда существовала проблема получения.....



Фигура 1.69 Фотография реального объекта “*Baculogypsina sphaerulata*” (А.И. Михальцов).

В некоторых случаях целесообразно использовать одновременно методы отраженного света и проходящего света, когда исследуемый объект является прозрачным или полупрозрачным - так называемое “смешанное освещение”. Существуют различные варианты совместного использования различных методов освещения в проходящем и отраженном свете. Например, в проходящем свете можно использовать светлое поле с наклонной подсветкой, а в отраженном свете - темное поле. Или в проходящем свете темное поле, и в отраженном светом поле; или темное поле в обеих системах освещения. Количество различных комбинаций может быть значительным, и их эффективное использование полностью зависит от фантазии и успеха в экспериментах - человека, работающего с микроскопом. В то же время можно использовать разные объективы, предназначенные как для работы с покровным стеклом, так и без него. Фигуры 1.71 - 1.75 показывают фотографии различных реальных объектов.

1.2.6 Старые советские микроскопы и устройства массового сегмента.

Старые советские световые микроскопы массового сегмента были очень похожими на микроскопы Цейсса; это касалось как внешнего вида, так и конструкции. Это были, например, такие модели, как МБИ-1, МБИ-3 и другие. Однако позже, эти микроскопы массового сегмента.....

- 3.7x0.11
- 10x0.30

Линейное увеличение окуляра . . . 12,5^x

Пределы измерения . . . 0-12 мм

Точность отсчета:

при использовании объектива 3.7x0.11 . . . 0.0025 мм

при использовании объектива 10x0.30 . . . 0.001 мм

Цена деления шкалы микрометрического винта . . . 0,01 мм

Цена деления стеклянной шкалы . . . 1 мм

Пределы изменения фокусировки окуляра . . . ±5 дптр

При использовании устройства МПВ-1 вычисление размеров фрагментов в изображении объекта удобнее производить следующим образом: определить, чему соответствует в плоскости объекта перемещение перекрестия при повороте винта на одно деление барабана, по формуле

$$\varepsilon = 0,01 / \beta$$

ε — цена деления шкалы барабана в плоскости объекта;

0,01 — величина перемещения перекрестия окуляра при повороте винта на одно деление шкалы барабана;

β — линейное увеличение объектива.

Величину измеряемого объекта вычислить по формуле (I I—I),

где (II — I) — разность отсчетов по шкалам микрометра (в абсолютных делениях барабана).

1.2.6.5 Поляризационные микроскопы и приспособления.

Нужно также учитывать методы и условия исследования поляризационных микроскопов, чтобы брать их в расчёт при проектировании оптики. Прежде всего, для оптического и механического проектирования объективов. Поляризационные микроскопы могут использоваться практически во всех областях естествознания, когда цвета с двойным перекрестным преломлением и интерференцией определяются с помощью скрещенных поляризационных фильтров. На основе этого анализа делается вывод о структурах исследуемых объектов. В медицине исследуются протоплазма, клеточные ядра, волокна соединительной ткани, кости и т. Д. В ботанике можно изучить структуру растений. В химической промышленности изучаются кристаллы и гели. В пищевой промышленности этот метод используется при изучении пищевых продуктов. Например, можно определить двойное преломление зерен крахмала.

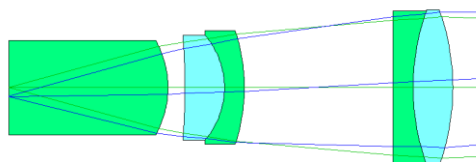
1.2.6.5.1 Дорожный микроскоп МПД-1

Дорожный поляризационный микроскоп МПД-1 предназначен для исследования в полевых условиях прозрачных объектов в виде шлифов или размельченных в порошок минералов и горных пород.

Исследования могут проводиться в обыкновенном и поляризованном свете в ортоскопическом и коноскопическом ходе лучей.

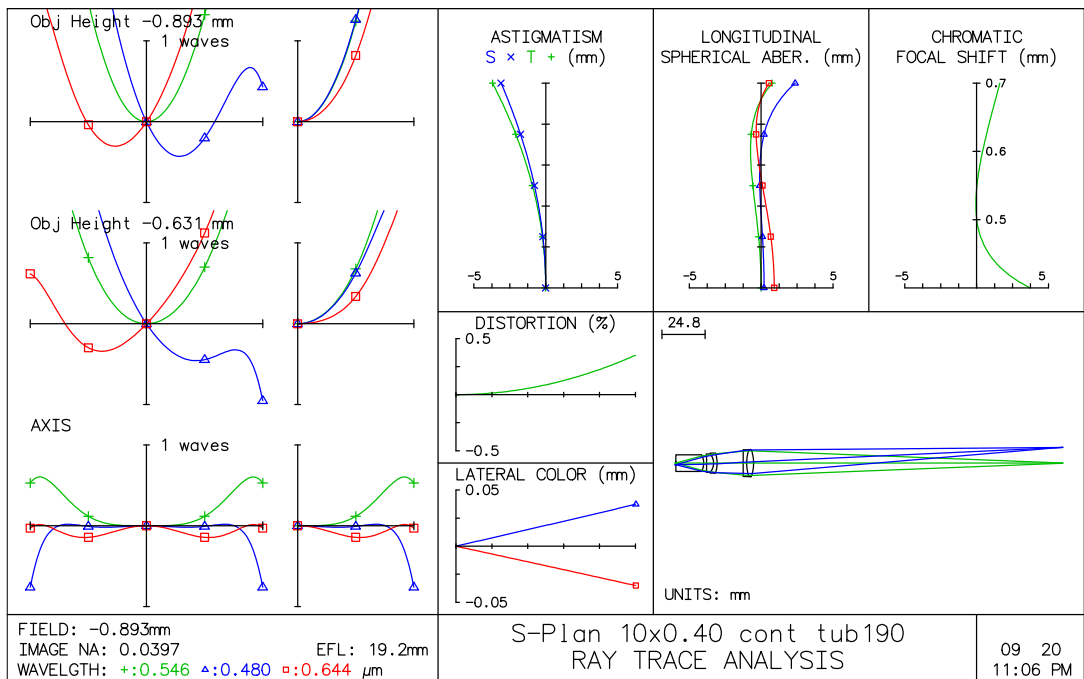
Конструкция микроскопа позволяет применять устройства фазового контраста, осветительные устройства тёмного поля, косоугольного освещения, а также другие устройства, предназначенные для использования в бюджетных микроскопах массового сегмента.

Микроскоп МПД-1 изготавливается для работы в лабораторных помещениях и кратковременно на открытом воздухе в условиях. Одним из отличительных устройств этого микроскопа является прецизионный предметный столик, который имеет возможность разворота в пределах 0-360 градусов; столик градуирован шкалой, точность которой составляет.....



Lens: S-Plan 10x0.40 cont tub190

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS	SPECIAL
OBJ	0.000000	0.000100	0.892812	WATER	
AST	8.433000	16.050000	0.892843 AS	LZ_KF1	
2	-9.727000	1.690000	4.730000	AIR	
3	-79.980000	4.000000	5.050000	LZ_K8	
4	-8.091000	2.000000	5.270000	LZ_F1	
5	-18.197000	15.000000	5.700000	AIR	
6	0.000000	2.000000	7.380000	LZ_F4	
7	23.010000	4.000000	7.680000	LZ_K3	
8	-23.010000	177.260000	7.840000	AIR	
9	0.000000	0.441471 S	8.997851 S	AIR	
IMS	0.000000	0.000000	9.000000 S		



Фигура 1.107 Конструктивные параметры и графики абберационной коррекции объектива Полу планохромата 10x0.40 (контактного).

1.2.8 Старые американские микроскопы массового сегмента.

Компания Спенсера также очень интересна в своих моделях световых микроскопов. Мы могли бы также как и в случае со старым каталогом Цейсса, обратиться к старым.....