

Системы технического зрения, возможности и ограничения применения ИИ в лабораторной медицине: симуляционная микроскопия

В руководстве изложены рекомендации¹ по созданию установки, включающий цифровой микроскоп («USB-микроскоп»), предназначенной для ввода и оцифровки; запоминания увеличенных изображений биопрепаратов. Описание набора биопрепарата (бюкс №2) представлено в документе «Атлас изображения биопрепаратов».

I. Создание установки ()

Установка в собранном виде представлена на **рисунке 1**. Рекомендуем внимательно изучить не только подпись к этому рисунку, но в том числе ссылки и примечания. Эта рекомендация относится и ко всем последующим иллюстрациям, что на наш взгляд будет способствовать, как мы надеемся получением не только **новых знаний**, но и приобретению **навыков и умений** использования цифрового USB-микроскопа для исследования структуры и функции **биологических** объектов. По сути, в образовательном смысле (например, для

¹ В тексте руководстве даны именно **рекомендации по применению** «USB-микроскопа» для исследования структуры и функции (морфологии, физиологии) биологических объектов. Кроме того даны элементы характеристики биофизических закономерностей их функционирования (биомеханики). Это существенно отличает данный документ **от инструкции по эксплуатации**, которая обычно прилагается к данному прибору.

Таким образом цель данного руководства более соответствует жанру такого образовательного документа, который обычно именуется лабораторная работа). Прототип — [издание Физтех-Потенциал: «Экспериментальная физика». А.А. Лукьянов]. ???

учащихся средней школы) речь идет о приобретении способности к междисциплинарному мышлению (в данном случае к двухдисциплинарному):

$$\text{«биология \& физика»} = \text{биофизика} - - - - (1)$$

где,

«биология» = структура & физиология (биомеханика)

«физика» = цифровая оптика

Подробнее см. теоретическое введение к школьному курсу «Начала Биофизики».

Ну вот, теперь мы полагаем, что с отступлениями и примечаниями мы закончили и можем вернуться к основной теме «Руководства» — создание установки на базе цифрового USB-микроскопа и ее применение для исследования структуры и функции биологических объектов.

В подписи к рис. 1 указано, как следует разместить основные компоненты установки:

- цифровой USB-микроскоп (1), закрепленный на его штативе (2.3). Описание штатива, расположенного на его платформе (2) подробнее см. раздел 5 (рис. 12-13).

- предметный модуль (3) (его описание см. рис. 14) на котором находится полиграфический препарат (рис. 3.0, его описание рис. 15), предназначенный для тестирования всей установки с целью дальнейшего получения увеличенных изображений биопрепаратов требуемого качества (четкость увеличенного изображения препарата, контрастность деталей их размеры и т.д.).

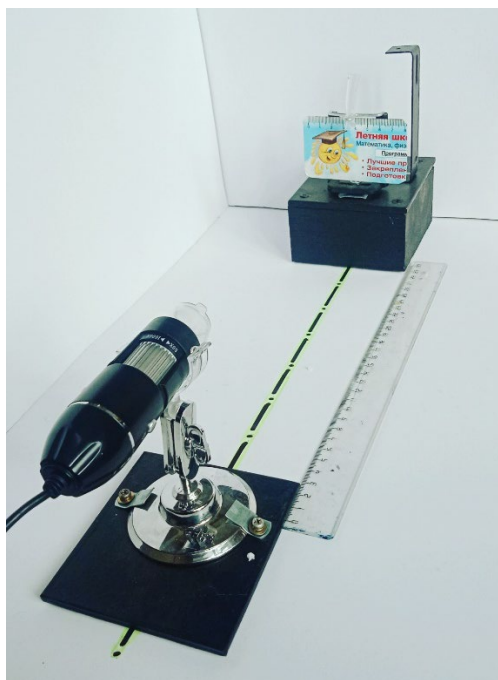


Рис. 1. Общий вид установки и размещения оборудования для ввода и оцифровки изображений препаратов с помощью цифрового USB-микроскопа.

1. «USB-микроскоп» (бокс №1) заключенный в пластмассовый корпус (1).

Примечание 1. В коробке USB-микроскопа (бокс --) находится флешка с программным обеспечением его следует установить на компьютере после сборки установи и подключения USB-кабеля к USB-порту компьютера.

- 1.1. фокусирующее кольцо.

Примечание 2. Правильное расположение фокусирующего кольца, при котором изображение препарата на экране компьютера должно быть ориентировано, как и сам препарат (верх-низ, лево-право (описание см. раздел ---- рис – ниже)), такое что фокусирующее кольцо должно располагаться не вверху, а на противоположной стороне тубуса, снизу.

2. Платформа, на которой лапками (2, 2) крепится штатив (2.3) микроскопа.

3. Предметный модуль на котором размещен контрольный препарат — полиграфический препарат (3.0). И их описание см. 5 раздел рис. 14, 15.
4. Штрихпунктирной линией (4) на рисунке отображена проекция на рабочий стол **оси симметрии** корпуса (тубуса) микроскопа.

Примечание 3. Практическая значимость оси симметрии (точнее ее проекции (4)), заключается вот в чем: плоскость препарата, как и фронтальная грань (3.1 предметного модуля) должны быть расположены **перпендикулярно** оси симметрии. В противном случае, особенно при больших увеличениях будет невозможно достичь четкой фокусировки деталей препарата, находящихся вдали от точки пересечения осью симметрии плоскости препарата.

5. Измерительная линейка – ее рекомендуется использовать в том случае, если потребуется вычислить увеличение с которым получаете изображение препарата и которое (увеличение) зависит от расстояния между объективом «USB-микроскопа» и препаратом. В противном случае линейка не требуется.

II. Запуск программы цифровой обработки изображений (программного обеспечения «USB-микроскопа»)

Об установки программы на компьютер см. примечание 1. рис.1.

Кликните мышкой на ярлык HiView

На экране появится «живое» изображение того участка пространства (рис. 1), которое находится перед объективом «USB-микроскопа». В оптике тот участок пространства, который находится перед объективом оптического прибора принято называть **предметное пространство**.

Ясно, чтобы наблюдать четкое изображение какого-либо предмета (в данном случае полиграфического препарата — см. рис.1), **сфокусируйте** изображение, отображаемое на экране компьютера с помощью фокусирующего кольца (1.1, рис. 1). Возможно (скорее всего так и будет, что вначале ориентация изображения полиграфического

препарата на экране будет отличаться от его расположения в предметном пространстве (верх, низ, лево, право).

Вращая корпус микроскопа (тубус) вокруг его оси (она проходит от места выхода USB-кабеля и далее через центр объектива и является в данном случае **осью симметрии** корпуса микроскопа. Подробнее об осях симметрии см. [Выгодский М.Я. «Справочник по элементарной математике»: стр. ___]. Проекция оси симметрии на поверхность рабочего стола, на котором размещена установка обозначена на рис. 1 штрихпунктирной линией, добейтесь соответствия ориентации изображения полиграфического препарата с его расположением в предметном пространстве (на предметном модуле – см. рис.1).

Тест на проверку соответствия ориентации в предметном пространстве и пространстве изображений этих двух объектов заключается вот в чем: перемещение влево-вправо в предметном пространстве должно соответствовать тем же сдвигам изображения на экране компьютера (рис. 2).

Примечание 1. Обратите внимание на этот важный **навык** — он вам в будущем всегда будет очень полезен для быстрой локализации зоны интереса на биопрепарате, отображаемой на экране компьютера.

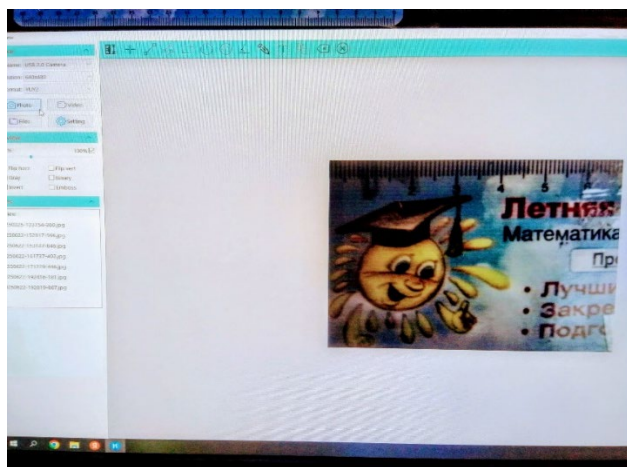


Рис. 2. «Живое изображение» полиграфического препарата на экране компьютера.

III. Захват изображения; сохранения файла в галерее изображения и/или рабочей папке; выход на печать.

Кликните левой клавишей мыши по кнопке <PHOTO> (рис. 3) для захвата изображения. Имя файла изображения присваивается автоматически и отображается в строке в верхней части экрана в формате дата, часы, минуты, секунды (ГГГГММДДЧЧММСС.jpg).

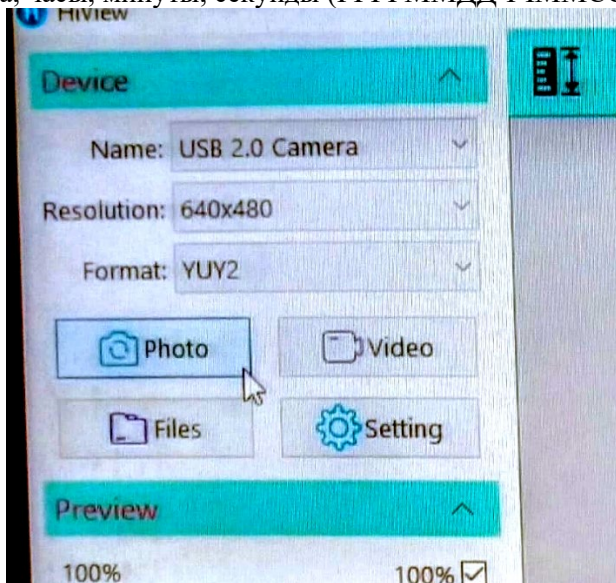


Рис. 3. Увеличенное изображение верхний левый угол рабочего стола в программе

Сохраните изображение в галерее (рис. 4) с помощью кнопки <Files>.

Имя файла можно задать произвольно с помощью правой кнопки.

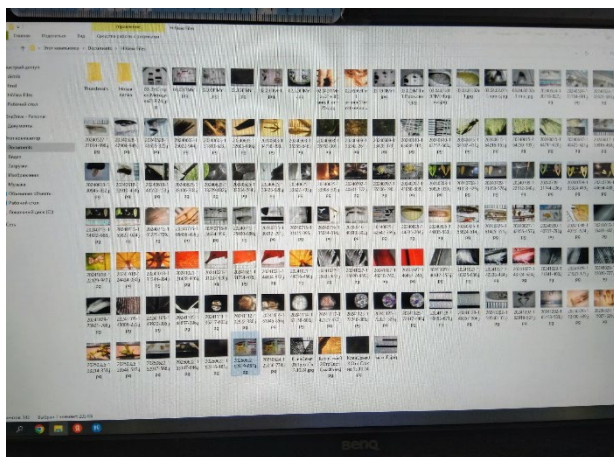


Рис. 4. Галерея изображений

На рис. 4 представлена галерея (в рабочей папке) вводимых (оцифрованных) изображений.

Последнее введенное изображение активировано (выделено синим).

Развернуть изображение можно, кликнув на него левой клавишей (рис. 5).

Для перехода к печати кликните на соответствующий значок в верхней части экрана (рис. 5).

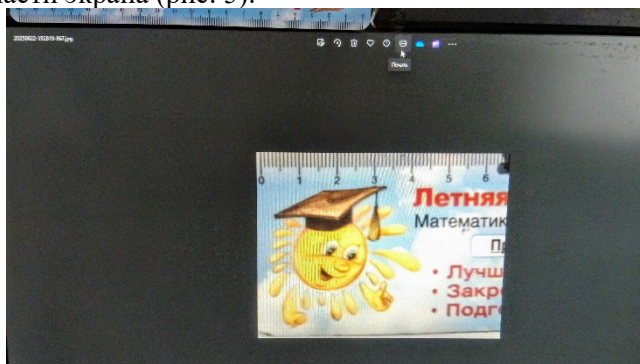


Рис. 5. Увеличенное изображение полиграфического препарата содержащееся в галереи изображений

Обратите внимание: в верхней части полиграфического препарата (рис. 5) отложена шкала линейки (цена деления 1 мм). Описание

полиграфического препарата см. рис. 15. Благодаря наличию измерительной шкалы на полиграфическом препарате имеется возможность путем сравнительного анализа изображения шкалы и изображение биопрепарата проводить измерение геометрических параметров. Биологических объектов. Данный метод количественного анализа биопрепаратов в медицине и биологии именуется морфометрия. Подробнее см. [Г.Г. Автондилов, «Морфометрия биологических и медицинских препаратов»]. Кстати, и на самих биопрепаратах с той же целью (по контуру препарата) нанесена измерительная шкала.

Заметим, что в данной версии руководства (базовой версии) мы подробно на этой процедуре останавливаться не будем. Консультации.

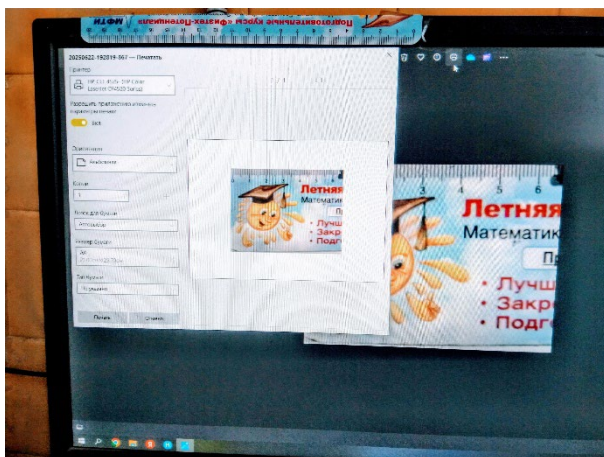


Рис. 6. Задайте условия печати в соответствующем меню (слева)

Результат: на принтере будет получена твердая копия полиграфического препарата

Часть 2

IV. Тестовый эксперимент: исследование увеличенного изображения биопрепарата и его структурных компонентов с использованием различных режимов освещения: проходящий, отраженный свет.

Теперь перейдем, как мы полагаем к самому интересному разделу «Руководства»: вводу и оцифровке «захвату»; увеличению изображения, и другим простейшим приемам **цифровой обработки изображений** (ЦОИ) биопрепаратов.

В жанре выполнения лабораторной работы приведем пример цифровой обработки изображения одного из биопрепаратов имеющегося в наборе (бокс №2) – рис. 7. Подробнее он описан в «Атласе изображений биопрепаратов» – препарат 1, стр.---

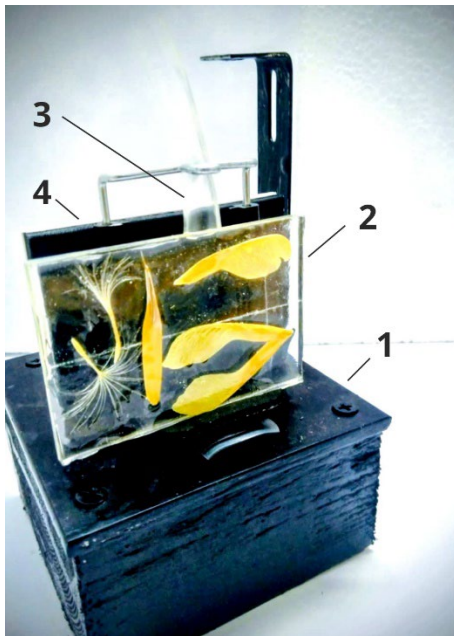


Рис. 7. На рисунке показано размещение биопрепарата (2) на предметном модуле (1) для оцифровки в режиме отраженный свет

[подробнее см. «Теоретическое введение «Начала Биофизики»»]. Детальное описание предметного модуля см. рис. 14.

3. Компоненты штатива предметного модуля обеспечивающие фиксацию препарата на нем.

4. Металлическая штанга для крепления магнита осветителя (описание осветителя — диодного LED фонарика) см. подпись к рис. 11.

Примечание 1. Обратите внимание, что металлическая штанга крепления осветителя расположена позади препарата, что и обеспечивает реализацию режима **проходящий свет** (подробнее см. «Теоретическое введение «Начала Биофизики»»)

5. Контрастирующая пластинка (ее описание см. рис. 15)

Примечание 2. Контрастирующая пластинка (5), расположенная позади биопрепарата обращена к нему своей темной стороной, что улучшает распознаваемость светлых деталей биопрепарата в режиме проходящий свет. Например, хохолка «парашютика» одуванчика (левая сторона биопрепарата). Для того чтобы визуализировать внутреннюю структуру пластинчатого крыловидного выроста «вертолетика» клена (справа вверху) рекомендуется использовать режим «проходящий свет» (подробнее см. подпись к рис. 10).

Ниже на рис. 8 – 10 показаны увеличенные изображения препарата, который предлагается использовать, как **тест-объект** для настройки установки для исследования с биопрепаратами. На этих рисунках отображена крылатка клена в различных режимах освещения.

На рис. 8 слева – в **отраженном** свете, на рисунке 9 в **проходящем** свете.

На рис. 10 приведено совмещение двух изображений пластинчатого отростка крылатки клена полученные в различных режимах освещения; в подписи к рисунку их сравнительный анализ.



Рис. 8. Увеличенное изображение пластинчатого отростка (крыла «вертолётника») полученное режиме «отраженный свет».

Примечание: обратите внимание, что в области «желтого пятна» (1) внутренняя структура крыла (строение жилок крыла) плохо различима, так как желтая пигментация поверхности пластинчатого отростка как бы «смазала» его внутреннее строение.

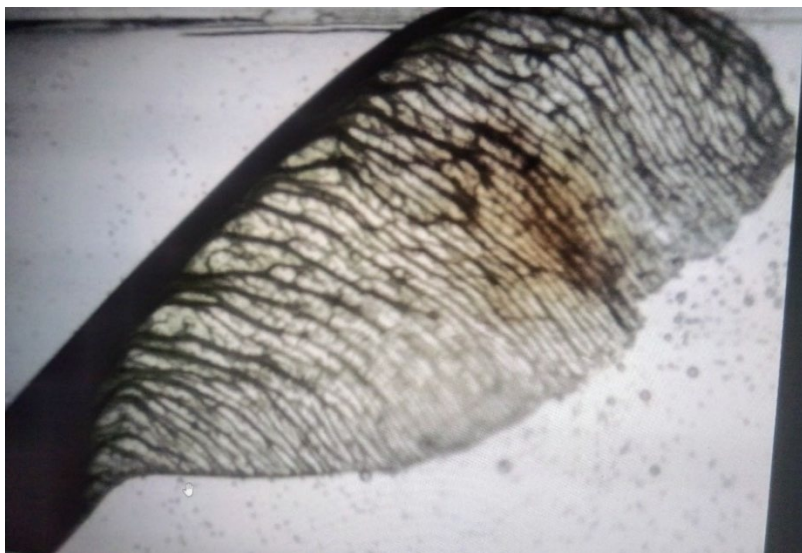


Рис. 9. Тот же участок биопрепарата что и на рисунке 8, но в режиме «проходящий свет». Как следует из сравнения этих двух рисунков внутренняя структура «крыла» под желтым пятном в этом режиме освещения отчетливо визуализирована.

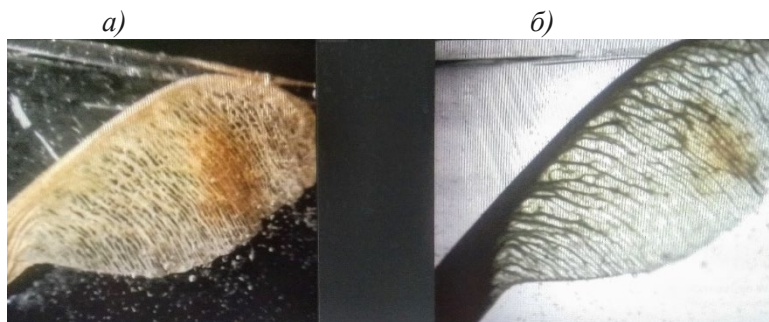


Рис. 10. Совмещенное изображение одного и того же участка биопрепарата в различных режимах освещения (отмечено пунктиром)

а – изображение пластинчатого отростка крылатки клена (вертолетика) полученное в режиме «отраженный свет»;

б - тот же участок препарата полученный в режиме «проходящий свет». Как следует из сравнения (а, б) изменение режима освещения позволило нам как бы заглянуть под тот же участок поверхности препарата, которая за счет его окраски («желтое пятно») не позволил заглянуть внутрь препарата.

Заключение

Таким образом в зависимости от цели исследования исследователю необходимо обладать **умением** выбирать соответствующие целям задачи эксперимента тот или иной режим освещения препарата.

Совершенно очевидно, что приобретение подобной способности (не только выбора режима освещения светом, но и выбора типа излучения — очень важное качество, которым должен обладать и биолог, врач. В медицине эта область знаний именуется визуализация медицинских изображений и активно используется в настоящее время в диагностике (УЗИ, рентген, КТ, МРТ). см. например «А.В. Жукоцкий, патент на изобретение №№№№ «Диагностика биологического объекта или его части».

V. Комплектующие цифрового USB-микроскопа(бокс №---

Прежде всего кратко подведем итоги предыдущих разделов:

Во-первых, собрана и протестирована с помощью контрольного полиграфического препарата установка на базе «USB-микроскопа» (см. рис. 1).

Во-вторых, (и это, пожалуй, самое главное, проведен эксперимент по вводу и оцифровки; увеличению изображения одного из биопрепаратов исследованы детали его структуры (рис. 2) и выполнен сравнительный анализ (рис. 8-10) преимуществ различных видов освещений (проходящий и отраженный свет).

В-третьих, описаны простейшие опции программы цифровой обработки изображений (программное обеспечение «USB-микроскопа») от момента получения «живого изображения» до вывода его твердой копии на печать (рис. 5, 6).

Теперь в данном разделе нам предстоит более детально характеризовать те компоненты установки на базе **светового** «USB-микроскопа», которые кратко упомянуты в подписях к рисунку № 1.

Краткое отступление в историю биомикроскопии. По сути вся история биомикроскопии это история совершенствования источников излучения (одним из которых на начальных этапах развития микроскопии было **световое излучение**. А затем последовало создание ультрафиолетового (УФ) микроскопа, ИК-микроскопа, лазерной конфокальной микроскопии, флуоресцентной микроскопии, атомно-силовой микроскопии. В последнем случае – атомно-силовой микроскопии (АСМ микроскопии) удалось достичь такого разрешения, которое позволило наблюдать отдельные атомные структуры и строения биомолекул. Более подробно это описано в публикациях журнала «Потенциал» (оттиски статей прилагаются).

Важно подчеркнуть, что во всех этих методах биологической и медицинской визуализации базовыми технологиями являются технологией световой и цифровой микроскопии, элементарные основы которых и представлены в настоящем «Руководстве», а так же в «Теоретическом введении к курсу биофизики в средней школе».

Вернемся к детальному описанию комплектующих.

Начнем, пожалуй, с самого главного — описанию источника света (см. рис.8).

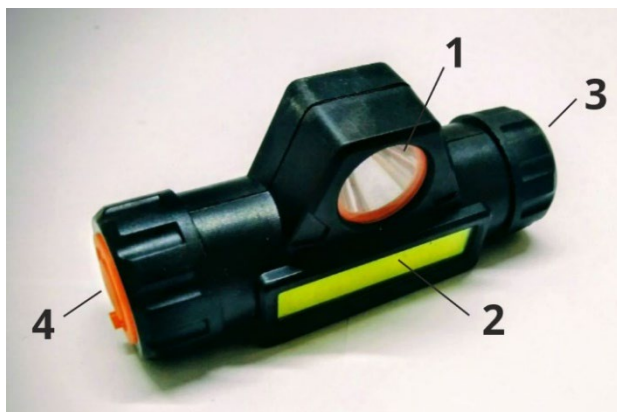


Рис. 11. Устройство освещения (УО) светодиодный (LED) фонарик с двумя источниками света:

- 1) «теплый свет» - спектр достаточно близкий к солнечному. Предназначен для передачи цветовых оттенков, близких к естественной окраске препаратов.
- 2) прямоугольный осветитель удобен для освещения фрагментов биопрепарата, который располагается на предметных стеклах стандартного формата принятого в оптической биомикроскопии.
- 3) магнитный держатель — предназначен для фиксации УО на металлической стойке предметного модуля (см. рис. 2, 7).
- 4) переключатель режимов освещения. Под пластмассовой накладкой — слот для подключения кабеля зарядки аккумулятора (прилагается).

Примечание 1. Для регистрации изображений препаратов в режиме «проходящий свет» УО располагаете позади препарата, фиксируясь и магнитом на металлической штанге предметного модуля (см. подпись к рис. 7, 12).

Примечание 2. Для обеспечения более равномерного освещения препарата рекомендуется применять матовый фильтр (см. рис. 15).

Примечание 3. Так как аккумулятор диодного (LED) фонарика при проведении длительных исследований серии препаратов не всегда как мы заметили обеспечивают достаточную освещенность, в следствие постепенной разрядки аккумулятора, то мы рекомендуем его

использовать в режиме непрерывной подзарядки. С этой целью мы «фабричный» кабель зарядки (аккумулятора) заменили на достаточно длинный. Это дает возможность подзарядки в непрерывном режиме.



Рис. 12. Штатив крепления «USB-микроскопа»

1. Пластмассовый зажим крепление корпуса (тубуса микроскопа), (см. примечание 1, ниже).
2. Фиксатор ориентации тубуса микроскопа относительно предметного модуля (см. рис. 1).
3. Основание штатива, закрепляемое на платформе штатива (см. рис. 12).

Примечание. Внимание: рекомендуемое место фиксации тубуса микроскопа пластмассовыми лапками штатива показаны на рис. 1. В противном случае не исключена поломка пластмассовых лапок штатива. Причина: коническая форма тубуса с увеличением его диаметра к месту выхода кабеля.

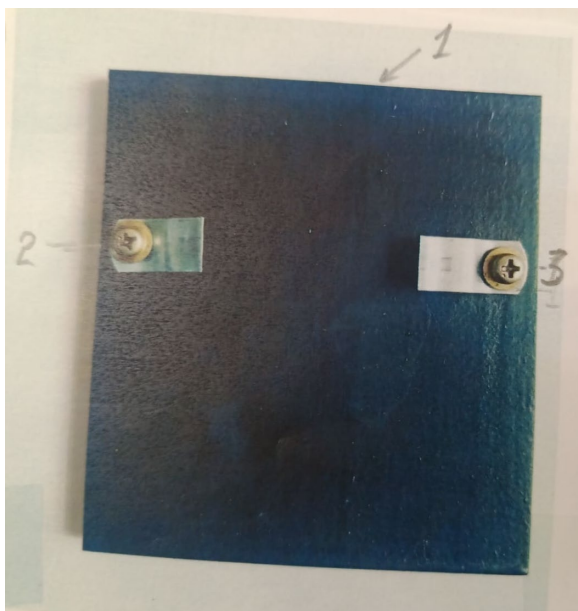


Рис. 13. Платформа (1) для крепления основания штатива «USB-микроскопа» (рис. 1)

2; 3 - Пружинные лапки (левая и правая, соответственно) для крепления основания штатива микроскопа (рис. 12).

Примечание: рекомендуемое расположение платформы под штативом (см. рис. 1).

В этом случае центр тяжести «USB-микроскопа» не выходит за габариты платформы штатива, что и обеспечивает его дополнительную устойчивость.

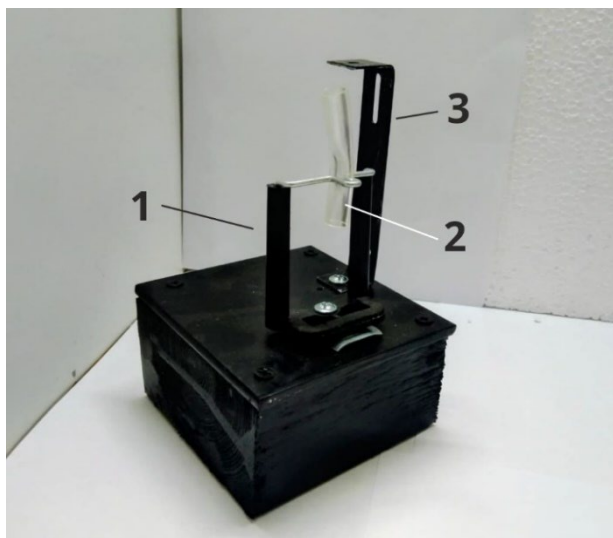


Рис. 14. Платформа (предметный модуль) для размещения препаратов или иных объектов наблюдения; устройства освещения крепится с помощью магнита на штанге предметного модуля; матового фильтра, контрастирующей пластинки (рис. 15).

1. Стойка для размещения препаратов.
2. Фиксатор препарата (см. рис. 7).
3. Штанга металлическая для фиксации магнита диодного фонарика.



Рис. 15. Вспомогательные принадлежности (бокс №3) к предметному модулю

1. Матовый фильтр рассеянного (диффузного) освещения препарата в режиме «проходящий свет». Располагается между осветителем и препаратом;

2; 3 темная и светлая стороны контрастирующей пластинки, используемой в режиме «отраженный свет»

Примечание. В том случае, если препарат или детали его структуры — светлые, то рекомендуется в качестве подложки (как фон препарата) использовать темную сторону контрастирующей пластинки. И наоборот.

4. Полиграфический препарат. Применяется для тестирования установки на базе «USB-микроскопа» для ее настройки:

- фокусировка изображения препарата, обеспечивающая четкость передачи структуры препарата; правильную ориентацию тубуса микроскопа (верх-низ, лево-право; см. подпись к рис. 1).

4.1 шкала линейки (цена деления 1 мм)

Фокусировку рекомендуется производить по изображению штрихов линейки.