

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО
«Ярославский государственный педагогический университет
им. К.Д. Ушинского»

Дмитриева Елена Александровна
Кузнецов Михаил Александрович

**Использование микроскопической техники в процессе обучения
биологии в урочное и внеурочное время**

Методические рекомендации

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЧАСТЬ 1. Теоретические основы использования микроскопической техники в практике образования	5
1.1. История создания и современное состояние микроскопической техники	5
1.2. Анализ школьной практики по использованию микроскопической техники при обучении биологии	13
ЧАСТЬ 2. Методические рекомендации по использованию микроскопической техники в процессе обучения биологии	22
2.1. Возможности использования микроскопической техники на уроках биологии	22
2.2. Использование микроскопической техники во внеурочное время	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ДРУГИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ	44
Приложения	49

ВВЕДЕНИЕ

Необычайно высокие темпы развития биологии в последнем десятилетии сопровождаются быстро растущим значением её в жизни человека. Биологические науки не только остаются теоретической основой целого ряда отраслей хозяйства, но и открывают возможности развития новых отраслей в промышленности, новые перспективы в технике. Социальный заказ предусматривает повышение биологической грамотности подрастающего поколения с учётом новейших достижений биологической науки. Всё это требует совершенствования биологического образования на всех уровнях. При этом особенно важное значение приобретает использование микроскопической техники на уроках биологии в школе.

Как видно из требований Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), предмет биологии достаточно сложен и нагляден, требует демонстрации процессов, систем и закономерностей, что усложняет усвоение предмета биологии школьниками [27].

Использование современных средств информационных технологий, в том числе и микроскопической техники, в курсе биологии значительно поднимает уровень обученности учащихся [5].

На сегодняшний день разработаны методики, предполагающие использование компьютеров, мультимедийного оборудования, интерактивных комплексов, ресурсов Интернет. Всё большее число

учителей используют на своих уроках цифровую микроскопическую технику, проецируя изображения микропрепаратов на мониторы компьютеров и экраны.

В соответствии с ФГОС, Фундаментальным ядром содержания общего образования [33], Примерной программы по биологии [23; 24] отведено достаточно небольшое число часов на лабораторные работы, предполагающие использование микроскопической техники.

Это и обусловило необходимость разработки конкретных методических рекомендаций по эффективному использованию микроскопической техники на уроках биологии и во внеурочной работе, которые могут быть использованы в практике учителей биологии.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ В ПРАКТИКЕ ОБРАЗОВАНИЯ

История создания и современное состояние микроскопической техники

В современной науке микроскоп широко применяется в большинстве лабораторий медицины и биологии, геологии и материаловедения. Микроскоп (от греческого “mikros” – “малый” и “skopeo” – “смотреть”) – сложный оптический прибор, предназначенный для получения увеличенного изображения мелких объектов и их деталей, не видимых невооружённым глазом. С

помощью микроскопов определяют форму, размеры, строение и многие другие характеристики микрообъектов, а также микроструктуру макрообъектов [37].

Известно, что глаз человека способен различать детали объекта, отстоящие друг от друга не менее, чем на 0,08 мм. Световой микроскоп позволяет видеть детали, расстояние между которыми составляет до 0,002 мм, но всё же первенство остаётся за электронным микроскопом, который позволяет получить разрешение до 0,1–0,01 нм [41].

Микроскопическая техника прошла длительный этап своего исторического развития; невозможно точно определить, кто был первым изобретателем микроскопа. В конце XVI в. многие оптики, особенно в Голландии, активно работали над созданием телескопов, так что идея микроскопа вполне могла прийти в голову нескольким из них независимо друг от друга. По всей вероятности, время появления микроскопа можно ограничить периодом 1590–1609 гг., а заслуга этого принадлежит трём изготовителям очков в Голландии. Среди таких претендентов оказались Г. Липперсгей (1570 –1619), З. и Х. Янсены, Г. Галилей (1564–1642) [10].

Первые микроскопы имели небольшое увеличение – около 10-ти крат, но это было настоящим прорывом в области микроскопостроения [21]. В числе первых изобретателей микроскопа С.И. Вавилов называет Галлилео Галлилея, который в конце 1609 – начале 1610 гг. обнаружил, что его «зрительная труба» в раздвинутом состоянии позволяет сильно увеличивать мелкие предметы [7, с. 262–263].

Первоначально свой прибор Галилей назвал “оккиолино” (“occhiolino” – маленький глаз), а термин “микроскоп” был предложен в 1625 г. членом римской Академии Джованни Фабером [39].

Англичанин Роберт Гук (1635–1703) первым нашёл наилучшее применение микроскопу. В 1665 г., наблюдая в микроскоп увеличением в 140 крат срез пробки бузины, Гук заметил множество очень мелких образований, похожих на ячейки пчелиных сот. Эти ячейки, по аналогии с монашскими кельями, он назвал термином «клетка» [40].

Антони ван Левенгуком (1632–1723) с помощью однолинзовых микроскопов, которые он отливал и шлифовал сам, был открыт мир простейших [38]. В 1676 г. Левенгук сообщил в Лондонское королевское общество об открытии мельчайших живых существ – «анималькул» – «маленьких животных», обитавших в капле воды.

Это событие произвело революцию в науке и имело большой общественный резонанс. Подчеркнём, что в 1698 г. Левенгука посетил русский царь Петр I, находившийся в то время в Голландии. Император и его соратники закупили и привезли из своих заграничных поездок ряд простых и сложных микроскопов для организованной в Петербурге Кунсткамеры [9].

Левенгуку принадлежит ещё одно важное открытие: нагревая воду до кипения, он обратил внимание, что практически все «анималькулы» погибают. Он сделал вывод, что таким способом можно избавляться от болезнетворных микроорганизмов в воде, которую пьют люди [2].

Совершенствование микроскопической техники способствовало

созданию и развитию клеточной теории. Учёным понадобилось более 300 лет для установления единства клеточного строения всех организмов – одного из наиболее важных биологических обобщений, которое было сделано немецким учёным Теодором Шванном в 1839 г. [3].

Развитие микроскопической техники быстрыми темпами началось с исправления оптических погрешностей линз путём их склеивания из двух сортов стекла: крона и флинта [8;13]. Микроскопы с такой оптикой называются ахроматами. Они дают чёткое изображение препаратов [6]. Впоследствии оптика микроскопов совершенствовалась и на смену ахроматам пришли более совершенные микроскопы – планапохроматы, которые позволяли изучать препараты без цветовых и геометрических искажений [13; 16].

Самая важная характеристика микроскопа, над которой работали оптики, – это не его увеличение, а разрешающая способность: наименьшее расстояние между двумя точками, когда они хорошо видны как две отдельные. Предел разрешения светового микроскопа обусловлен волновыми свойствами световых волн и лежит в пределах 0,2 мкм при увеличении в 1500 крат ($2/1000$ мм) [17].

Обычно в световых микроскопах используются источники освещения в видимой области спектра (400–700 нм), поэтому максимальное разрешение микроскопа в этом случае может быть не выше 200–350 нм (0,2–0,35 мкм) ($1\text{мкм} = 0,000001$ м или 0,001 мм). Если использовать ультрафиолетовый свет (260–280 нм), то можно повысить разрешение до 130–140 нм (0,13–0,14 мкм). Это и будет

пределом теоретического разрешения оптического микроскопа, определяемого волновой природой света. Полезное увеличение должно быть не более 1000 числовых апертур объектива и не менее 500 [41].

С помощью светового микроскопа можно видеть частицы меньшей величины, чем 0,2 мкм. Этому служит метод “тёмного поля”, который был предложен в 1903 г. австрийскими физиками Р. Зидентопфом и Р. Зигмонди для наблюдения частиц, размеры которых находятся за пределами разрешающей способности оптических микроскопов. Суть его в том, что подобно пылинкам (эффект Тиндаля), при боковом освещении светятся мельчайшие частицы (меньше 0,2 мкм). При этом происходит сильное боковое освещение объекта таким образом, чтобы ни один луч, идущий от осветительного устройства, не попал в глаз наблюдателя. Освещённое тело, рассеивающее свет, наблюдатель видит в виде ярких точек на тёмном фоне. Микроскоп, в котором был реализован указанный принцип, получил название ультрамикроскопа, поэтому данный метод носит также название “метод ультрамикроскопии”.

Учёные и сейчас пытаются повысить разрешающую способность оптического микроскопа. Так, в 2007 г. учёные из США представили первые прототипы “суперлинз”, значительно расширяющих возможности оптических микроскопов. Суперлинза касается объекта исследования и преобразует исчезающие волны в световые. Современный оптический наномикроскоп имеет разрешение до 0,3 мкм (вместо 0,2) [42].

Для повышения разрешающей способности микроскопа учёные стали использовать вместо световых лучей поток электронов, у которых длина волны наполовину меньше. В 1928 г. Эрнст Руска и Макс Кнолл, используя магнитные поля для фокусировки электронов в катодном луче, сделали грубый прибор (по аналогии электроннолучевой трубки) с увеличением в 17 крат, а к 1932 г. они сконструировали первый электронный (просвечивающий) микроскоп с 400-кратным увеличением. К 1937 г. Джейм Хиллер довёл полезное увеличение такого микроскопа до 7000 раз.

Разработанный в 1939 г. американским физиком и инженером русского происхождения Владимиром Зворыкиным (Пристон, США) прибор давал увеличение в 2 миллиона раз и разрешение в 50 нанометров. В 1953 г. Фрицу Цернике за изобретение фазово-контрастного микроскопа была присуждена Нобелевская премия по физике [43].

Учёные из Манчестерского университета объявили о создании самого мощного в мире оптического микроскопа. Этот микроскоп, названный "микросферический наноскоп", для получения изображения использует крошечные сферы из оптически прозрачного кварцевого стекла. Затем изображения с этих микролинз увеличиваются обычным оптическим микроскопом. Новая установка позволяет рассмотреть объект размером до 50 нанометров и практически напрямую рассматривать объекты наномира. До этого с помощью обычного оптического микроскопа можно было чётко увидеть объекты диаметром около одного микрометра (0,001 мм), а

самый "точный" электронный микроскоп позволял разглядеть только поверхность клетки, но не её структуру [45].

С развитием лазерной техники в практику исследований, например при изучении динамических процессов движущейся крови, вошли голографические микроскопы, обеспечивающие получение объёмного изображения её микроструктур. В этих микроскопах источником освещения объекта служит излучение, генерируемое лазером [49].

Современные микроскопы комплектуются цифровыми окулярами, позволяющими отображать изучаемые объекты на экранах мониторов. Оказалось, что микроскопы, снабжённые цифровыми окулярами, используются в телемедицине, когда требуется консультация специалистов, находящихся на большом расстоянии от пациента для постановки диагноза, например по изображениям препаратов крови или других тканей [19].

С помощью современной микроскопической техники и радиоактивных изотопов учёные расшифровали нуклеотидную последовательность генома человека. В конечном итоге исследования человеческого генома помогут определить основы самой жизни человека, определить гены, ответственные за развитие раковых опухолей и наметить пути лечения различных генетических недугов, аллергических реакций [2].

Всё большее применение получают исследования биологических объектов в свете люминесценции. Люминесцентная микроскопия по сравнению с обычной обладает рядом преимуществ:

позволяет исследовать прозрачные и непрозрачные живые объекты, различные жизненные процессы в их динамике.

Развитие микроскопической техники в течение последних десятилетий оказало большое влияние на становление медицины, биологии и других областей человеческой деятельности. К числу блестящих успехов в области изучения вопросов физиологии с помощью микроскопической техники можно отнести, например, современные представления о жизни клеток, открытие и исследование процессов фагоцитоза, а также изучение выделительных органов путем введения в тело животного различных веществ, в том числе, радиоизотопов и прослеживание их дальнейшей судьбы [11].

Параллельно с развитием микроскопической техники шло изучение уровней организации живых организмов [50]. В настоящее время без современных микроскопов с качественной оптикой не обойтись в микрохирургии глаза, изучении процессов роста и перерождения тканей, в электронной промышленности для контроля качества микрочипов, в геологии для изучения минералов. В промышленности используют специальные микроскопы, позволяющие исследовать качество и структуру металлов. Стереоскопические микроскопы используются в криминалистике, ювелирном деле и на семеноводческих станциях, так как они дают объёмное изображение объекта, на котором видны все неровности его поверхности.

Таким образом, за свою почти 300-летнюю историю микроскоп стал одним из самых массовых и известных приборов, развитие которого будет продолжаться.

Анализ школьной практики по использованию микроскопической техники при обучении биологии

В соответствии с ФГОС обозначена направленность содержания образования на формирование универсальных учебных действий (УУД), практической, творческой деятельности, на получение учащимися опыта этой деятельности [33, с. 54–57].

Обязательным минимумом содержания основных образовательных программ предусмотрено проведение простых биологических исследований, в том числе, приготовление микропрепаратов растительных клеток и рассматривание их под микроскопом [27, с. 5].

Примерной программой по биологии среднего (полного) общего образования (базовый уровень) предлагается проведение лабораторных работ с использованием микроскопической техники при наблюдении клеток растений и животных и их описании, а также приготовление микропрепаратов клеток растений [24; 25]. Учебная программа для 6 класса подразумевает, что примерно 1/3 уроков будет либо целиком посвящена лабораторным работам, либо будет строиться на их основе.

Анализ содержания учебного материала тем “Строение клетки”, «Ткани живых организмов» показывает, что в различных УМК по биологии предлагаются в целом однотипные работы, которые подразумевают изучение устройства увеличительных приборов,

приготовления и изучения микропрепаратов с последующим выполнением рисунков в тетради или тетради-практикуме [29].

На наш взгляд, такой вид работы в целом плодотворен, так как ученики приобретают весьма важные умения. Происходит эффективное усвоение материала, понятие “клетка” перестаёт быть чем-то абстрактным, неосязаемым. Кроме того, что весьма важно, развивается аккуратность, самостоятельность, ответственность за результаты своей практической деятельности.

Анализируя материалы научно-методического журнала “Биология в школе”, авторские сайты учителей биологии, можно сделать вывод, что результат учебно-воспитательной работы зависит во многом от того, насколько он обогащён разнообразными средствами обучения, а также от мастерства учителя, который эти средства использует.

Изучение опыта учителей биологии показывает, что большинство педагогов используют микроскопическую технику на уроках биологии и проводят инструктаж по технике безопасности при проведении лабораторных работ. Интересным нам показался подробный инструктаж по технике безопасности для ученика во время работы в школьном кабинете биологии, разработанный учителями биологии Копейского городского округа Челябинской области [44]. Анализируемый инструктаж содержит материал по технике безопасности учащихся при работе с микроскопической техникой.

Некоторые педагоги на лабораторных уроках по биологии применяют игровые методы. Так, учитель биологии Образовательного

13

Центра ОАО «Газпром» (г. Москва) С.В. Ярцева при изучении увеличительных приборов использует для введения в тему «письмо литературного героя» с помощью которого учащиеся должны определить тему урока («Увеличительные приборы и приготовление микропрепаратов»). Весь урок педагог разделяет на отдельные блоки: исторический (ученики знакомятся с фамилиями учёных-исследователей); блок «Ручная лупа» (проводится демонстрация линз, штативной лупы с комментариями по их использованию); блок, посвящённый изучению светового микроскопа и правил работы с ним с помощью инструктивных карточек. При этом материал урока сопровождается показом слайдов; учащиеся по ходу занятия заполняют сопроводительные листы. На каждом блоке урока и в его конце проводится анализ и оценка успешности деятельности учащихся [36].

Интерес представляет также опыт использования микроскопической техники учителем биологии МОУ «Лицей № 102 имени академика М.Ф. Решетнёва» Е.И. Литвиновой. При проведении уроков Екатерина Игоревна проводит фотосъёмку объектов живой природы с последующим созданием фотоколлекции [46]. По мнению учителя, возможности цифрового микроскопа (микроскопа с цифровым окуляром) многократно усиливаются, если в школе есть биологический кружок, факультатив, элективный курс, где каждый учащийся мог бы самостоятельно работать с микроскопической техникой. Педагог отмечает, что уроки и внеклассные занятия проходят значительно эффективнее, если проведение лабораторной работы

предваряется вводным инструктажем, проведённым с помощью цифрового микроскопа. В этом случае реально производимые и одновременно демонстрируемые через мультимедиа-проектор действия с препаратом и получаемое при этом изображение – лучшие помощники. Они наглядно предъявляют ученику правильный образец – алгоритм действий – и ожидаемый результат. Важно и то, что при этом можно указать и подписать части препарата, собрав из этих кадров слайд-шоу как сразу на уроке, так и в процессе подготовки к нему.

На наш взгляд, подобное использование цифрового микроскопа делает урок наглядным, запоминающимся и эффективным, позволяет учителю показать одновременно всем ученикам в классе, что же в действительности они должны увидеть при изучении препаратов под микроскопом. Отпадает надобность подходить к каждому ученику по вопросам правильности настройки микроскопа и уточнения увиденного. Кроме того, создание эталонных изображений экономит время учителя на объяснение материала урока, так как позволяет учащимся быстро найти изучаемый объект, сравнивая его изображение с аналогичным на экране.

Учитель биологии ГОУ СОШ № 110 (г. Москва) Ю.О. Шевяхова при использовании цифрового микроскопа в ходе лабораторных уроков биологии отмечает полезность данного прибора при проведении демонстрационных опытов, отмечая простоту его настройки и возможность вывода изображения на экраны мониторов или экран у классной доски [34]. При этом педагог отмечает как преимущества

цифрового микроскопа, так и его недостатки: необходимость наличия в школе определённой технической базы (компьютеров, медиа-проекторов, копировальной техники); небольшой выбор увеличений и низкое разрешение по сравнению с микроскопами серии «Биолам»; отсутствие чётких методических рекомендаций, что значительно увеличивает время подготовки к уроку. Учителем было отмечено, что первые два недостатка цифрового микроскопа исправить не в наших силах, а решение третьей проблемы под силу любому учителю.

При проведении подобных уроков учащиеся составляли отчёты в 3-х возможных вариантах: приклеивали в тетради фотографии, полученные с помощью цифрового микроскопа и распечатанные на принтере; сохраняли результаты работы на компьютере в своей папке или сдавали учителю выводы в письменной форме, а рисунки сохраняли в компьютере.

На наш взгляд, подобная методика проведения лабораторных работ позволяет более эффективно организовать деятельность учителя и учащихся на уроках биологии, повысить качество обучения. Единственный недостаток заключается в том, что не во всех кабинетах биологии имеются компьютеры на каждом ученическом столе.

При обзоре материалов по использованию микроскопической техники мы обнаружили интересные технические находки по переоборудованию микроскопов, предлагаемые для проведения фотосъёмки. Ряд авторов отмечает, что при замене окуляров микроскопа на стандартные фотообъективы можно получать

фотографии значительно лучшего качества [32; 35; 47].

Интересным для нас оказался опыт И.Г. Кожемякиной, которая также считает полезным применение цифрового микроскопа не только при проведении лабораторных работ, но и на элективных занятиях, где углублённо изучают отдельные разделы основного курса биологии [12].

Большинство педагогов, применяющих цифровые микроскопы, отмечают, что их использование при проведении школьных биологических исследований даёт ощутимый дидактический эффект в плане систематизации и углубления знаний учеников, формирования ряда УУД, развития способностей учащихся к приобретению и развитию целой системы предметных знаний и умений.

На наш взгляд, не только цифровой микроскоп, но и другая микроскопическая техника (например, конденсоры тёмного поля, другие устройства, позволяющие вести наблюдения методом фазового контраста) при грамотном её использовании в учебном процессе может дать положительный результат в усвоении материала учащимися.

При проведении лабораторных работ по биологии в 5-м и 6-м классах важно учитывать возрастные особенности учащихся. Пяти-, шестиклассникам ещё довольно сложно понять логику процесса обучения, им «не перепрыгнуть» через возрастные психологические барьеры, поэтому не следует ожидать от них логически стройных умозаключений и глубоких философских обобщений. Психологами установлено, что абстрактное мышление в этом возрасте только формируется и всё ещё важную роль играет конкретно-образное

мышление, поэтому при подаче материала необходимо, чтобы ученики видели изучаемые объекты не только на картинках учебника, но и непосредственно «в живую», что легко осуществить при изучении темы «Клеточное строение организмов» [5, с. 275].

Изучая опыт работы учителей, применяющих микроскопическую технику на уроках биологии, мы пришли к однозначному выводу: главная сложность проведения лабораторных работ – это отсутствие у педагогов опыта приготовления временных микропрепаратов. На наш взгляд, выход из сложившейся ситуации – это ознакомление с соответствующей методической литературой, в которой авторы в доступной форме предлагают алгоритм приготовления микропрепаратов без применения сложных технологий [1; 17; 19].

Беседы с учителями биологии г. Ярославля в ходе семинаров, проведения муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по биологии, мы обменивались опытом работы, в том числе, и по применению микроскопической техники на уроках биологии.

Оказалось, что не все учителя имеют хорошо оснащённые кабинеты биологии и не всегда имеют доступ к компьютерам по ряду причин. Нередки случаи, когда в кабинете биологии отсутствует медиа-проектор или техника вышла из строя и требует ремонта. В подобных ситуациях педагоги используют копировальную технику и выдают учащимся эталонные изображения микропрепаратов на печатной основе, заимствованные из различных источников. На наш взгляд, изображения на печатной основе в некоторых случаях полезно

выдавать ученикам, так как на экранных вариантах не всегда хорошо различимы мелкие детали рисунка. Кроме того, это полезное решение не только в указанных случаях, но и которое целесообразно использовать при проведении нестандартных уроков по теме (например, при проведении КВН, Брейн-ринга и других форм проведения деловых игр), письменной проверке знаний и т. д.

Применяя микроскопическую технику на уроках биологии, учителя-предметники используют приёмы взаимного контроля и оценивания учащимися техники работы с микроскопом и приготовления микропрепарата [1], что, по нашему мнению, является результативным.

Проанализировав отзывы учителей, размещённых на открытом форуме учебников основного общего образования Федеральных перечней [48], а также содержание учебников и других компонентов УМК, предлагаемых для изучения в основной школе, мы отметили, что авторы некоторых УМК предлагают лабораторные работы без чётких инструкций по их проведению. Это, на наш взгляд, затрудняет выполнение работ учащимися. Хорошие отзывы педагогов получили учебники, в которых к лабораторным работам имеются с доступные, подробные инструкции, содержащие алгоритмы действий по выполнению заданий.

Анализ опыта практикующих учителей позволяет заключить, что при проведении лабораторных работ по биологии в 5-х и 6-х классах с использованием микроскопической техники педагоги встречаются с проблемой отсутствия у учащихся необходимых навыков для

19

самостоятельного выполнения заданий.

Поэтому проведение лабораторных работ целесообразно проводить фронтально, под руководством учителя. При этом важно предложить всему классу прочитать первый пункт задания-инструкции и выполнить его. Затем после беседы, в процессе которой выясняется, какие затруднения возникли у школьников, расширяются знания и закрепляются полученные умения, учитель нацеливает учащихся на выполнение следующего задания и т. д. В заключении важно подвести итог всей работы и сделать необходимые выводы и обобщения [5].

Современные уроки биологии сопровождаются показом учебных фильмов, видеороликов и изображений микропрепаратов. Методисты подчёркивают, что перед просмотром следует предупредить учащихся, на что они должны обратить внимание, и о том, что в конце просмотра фильма (или фрагмента) им предстоит ответить на задания и вопросы, которые учителю также необходимо озвучить заранее.

При показе фильма в качестве источника знаний на этапе изучения нового материала целесообразно предложить школьникам просмотр фильма вместе с заслушиванием дикторского текста. Если же учитель хочет комментировать видеоряд, то рекомендуется отключать дикторский текст, так как он богаче и красочнее речи учителя, что несомненно, сказывается на восприятии учебного материала учащимися. Как бы хорошо педагог ни знал содержание фильма, он не запомнит все его планы и их последовательность, а значит, его комментарии будут отставать от зрительного ряда. При этом будет происходить переключение внимания учащихся с экрана на учителя,

20

что отрицательно скажется на результатах обучения [15].

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ

Возможности использования микроскопической техники на уроках биологии

Анализ нормативных документов, методической литературы, опыта школьной практики подводит к выводу, что немаловажная роль в успешном изучении основ биологии принадлежит использованию микроскопической техники на уроках биологии. Учащиеся должны владеть не только теоретическими знаниями, но и уметь применять их на практике.

В начале учебного года целесообразно провести анкетирование учащихся с целью получения данных по их заинтересованности в использовании микроскопической техники на уроках биологии.

Школьникам можно предложить ответить на следующие вопросы:

1. Используете ли вы ресурсы Интернет для подготовки к урокам биологии? Каким ресурсам вы отдаёте предпочтение?
2. Хотели бы чаще использовать микроскоп на уроках биологии?
3. У вас возникали трудности при приготовлении микропрепаратов в ходе лабораторных работ?
4. Есть ли у вас дома микроскоп?

Проведённые нами подобные анкетирования учащихся показывают, что около половины от всех респондентов используют разнообразные Интернет-ресурсы для подготовки к урокам биологии.

Наиболее часто ребята прибегают к графическим и анимационным ресурсам (рисунки, фотографии, видеоизображения биологических явлений и процессов). По полученным нами данным, более 70 % учащихся хотели бы чаще использовать микроскоп на уроках биологии. Вместе с тем, высокий процент школьников (более 90%) испытывают затруднения при работе с микроскопом.

По программе обучения биологии в 6 классах из 14 лабораторных работ лишь 7 проводятся с использованием микроскопа [24]. На наш взгляд, этого недостаточно для того, чтобы учащиеся приобрели умения работать с микроскопической техникой. Изучению микроскопа и правил работы с ним отводится всего 1 урок (лабораторная работа «Устройство увеличительных приборов»).

В данной ситуации в классе целесообразно начать изучение строения и правил работы с микроскопом с дополнительной лабораторной работы. В 6 классе (где обучение проводится ещё по ГОСам 2004 г.) это можно сделать, воспользовавшись уроком из регионального компонента. При подготовке к данному уроку особое внимание следует уделить изучению техники безопасности при работе с основным инструментом биолога – микроскопом (см. Приложение 1).

В начале лабораторной работы учащиеся знакомятся с устройством и принципом работы ручной лупы. Затем учащимся необходимо предложить найти на микроскопе его основные части, провести фронтальную беседу по безопасному их использованию. Важно подчеркнуть, что слишком яркое освещение при изучении

микропрепарата может привести к повреждению органа зрения. Микроскоп, близко размещённый у края парты, может упасть и повредить нижние конечности, а осколки от оптических деталей, разлетевшись, могут быть источником повреждения глаз и кожи и т. д. В заключительной части урока ученикам можно предложить провести сравнительную характеристику увеличения микроскопа и лупы.

В результате данного урока ученики знакомятся с техникой безопасности на уроках биологии и одновременно изучают механическую и оптическую части микроскопа, учатся настраивать его при малых увеличениях (объектив 8–10 х, окуляр 7–10 х).

При проведении следующего урока мы убираем с тюрели микроскопа (вращающегося диска с резьбовыми отверстиями для размещения объективов) объективы больших увеличений (40–90 х), так как часть учащихся по незнанию и излишнему любопытству начинают работу при изучении препаратов именно с них, нередко повреждая. Мы учитывали, что первый неудачный опыт работы с микроскопом может в последствии стать причиной нежелания ученика самостоятельно работать с ним.

На столы ученикам выдаются 2 микроскопа: один с микровинтом и другой – без микровинта, чтобы все учащиеся смогли поработать с различными по уровню сложности приборами. Подчеркнём, что на этом уроке мы не сравниваем световые микроскопы с электронными и не касаемся истории последних.

Изучение строения микроскопической техники целесообразно проводить фронтально с использованием карточек, содержащих

основные понятия по теме урока. Эти карточки затем выдаются на дом для дальнейшего изучения (см. Приложение 2). Затем необходимо проверить правильность нахождения учениками оптических и механических частей микроскопа, после чего повторяются правила настройки микроскопа при малых увеличениях по инструктивной карточке (см. Приложение 3). Особо подчеркнём, на этом этапе некоторые учащиеся всё же допускают грубые ошибки при работе с микроскопом.

В данной ситуации мы ещё раз повторяем алгоритм действий и только после правильного его выполнения всеми учениками продолжаем далее работу со всем классом.

За 5–6 мин. до окончания урока целесообразно провести беседу по вопросам, касающимся техники безопасности при проведении лабораторных и практических работ (2 мин.), а затем предложить определить увеличение микроскопа с различными окулярами (1 мин.), выяснить, в чём различия между макро- и микровинтом (1 мин.). Можно предложить одному из учеников подойти к столу учителя и достать из коробки с принадлежностями поочерёдно окуляр, объектив, зеркало микроскопа, предметный столик (2 мин.).

К следующему уроку учащиеся получают задание выучить основные понятия по теме урока (см. Приложение 2). Двум ученикам можно предложить подготовить краткие сообщения (продолжительностью по 2–3 мин.) об электронных микроскопах и микроскопе Левенгука.

В соответствии с рабочей программой по биологии в 6-м классе,

следующий урок посвящён изучению правил поведения в природе. Тем не менее, в начале урока мы проводим контроль знаний и умений школьников. К учительскому столу, на котором стоит цифровой микроскоп, приглашается один из учеников. Ему предлагается настроить микроскоп для изучения готового микропрепарата. При этом все учащиеся в классе наблюдают за правильностью выполнения задания и указывают на неверные действия ученика. Опыт показывает, что такая форма проверки знаний и умений позволяет учащимся вспомнить правила работы с микроскопом и исправить при этом имеющиеся недочёты.

Лабораторную работу «Устройство увеличительных приборов» мы начинаем с повторения правил техники безопасности при работе с микроскопической техникой и предлагаем ученикам найти на микроскопах основные оптические и механические блоки.

Затем заслушиваются краткие сообщения о микроскопе Левенгука и устройстве электронного микроскопа. Целесообразно вывести изображение данного микроскопа на экран и предложить учащимся сравнить оптический и электронный микроскоп по плану:

1) увеличение, 2) принцип работы (в течение 1 мин.).

Далее предлагается изучить правила работы с микроскопом при больших увеличениях. Мы рекомендуем это делать фронтально, используя инструктивную карточку (см. Приложение 4). Затем необходимо выдать объективы 40 х и предложить установить их в пустое гнездо тюрели микроскопа самостоятельно вслед за объективом малого увеличения против часовой стрелки, то есть справа. Мы

напоминаем при этом ребятам, что, работая с микроскопом, следует проверять жёсткость фиксации объективов.

Как только ученики устанавливают объективы больших увеличений, мы предлагаем просмотреть видеоролик из школьной коллекции «5 инфузорий». Ознакомление с видеоматериалом убеждает школьников, что при переводе микроскопа на большое увеличение следует всегда пользоваться микрометрическим винтом (микровинтом) для получения чёткого изображения. При этом можно напомнить ученикам, что впервые живые одноклеточные организмы наблюдал в микроскоп голландец Антони ван Левенгук.

Затем учащимся предлагается настроить микроскоп на готовый микропрепарат кожицы чешуи лука вначале при малом увеличении, а затем – большом, используя инструктивные карточки. Отметим, что учащиеся могут самостоятельно проверять друг у друга правильность выполнения данной операции. При этом важно оказать помощь тем ученикам, которые не смогли настроить микроскоп на большом увеличении. Всему классу указываются возможные причины этого: неверно провели настройку освещения; не довели объектив до щелчка.

При изучении готового микропрепарата кожицы чешуи лука внимание учащихся важно обратить на наличие в каждой клетке оформленного ядра и предложить ответить на вопрос о его роли в клетке.

На этом уроке мы используем следующий методический приём: за 10 мин. до конца урока вызываем по 6 пар учащихся к микроскопам

серии «Биолам» (они находятся на столе учителя) и предлагаем настроить их для изучения готовых микропрепаратов при большом увеличении. При этом ограничивается время работы каждого учащегося (2 мин). 6 учеников из класса наблюдают за действиями учащихся при работе с микроскопами, анализируя их выполнение по определённом алгоритму:

1. Начинают работать с объективом самого малого увеличения.
2. Объектив малого увеличения располагают от предметного столика на расстоянии около 1 см.
3. Настраивают освещение в микроскопе поворотом зеркала к источнику света.
4. Помещают препарат на столик микроскопа и вращением макрометрического винта добиваются чёткого изображения. При работе с микроскопом контролируют расстояние от объектива до предметного столика.
5. Устанавливают объектив большого увеличения до щелчка.
6. Вращением микрометрического винта добиваются чёткого изображения препарата.
7. При необходимости регулируют освещение.

Не секрет, что ряду учащихся не всегда удаётся быстро найти на предметном стекле препарат. Опыт работы показал, что в этом случае эффективным оказывается применение светодиодного фонарика. используя это нехитрое устройство, сначала нужно направить световой поток от фонарика через линзы окуляра и, вращая макровинт, сфокусировать световой пучок через объектив в точку на предметном

стекле (она всегда неподвижна). Затем переместить микропрепарат так, чтобы световая точка оказалась в области изучаемого объекта.

При этом важно наблюдать за выполнением заданий учащимися, используя поэлементную оценку правильности работы с микроскопом (см. Приложение 5).

При правильном выполнении всех действий работа школьников оценивается на «5». Если дети допускают небольшие ошибки, но в итоге получают чёткое изображение микропрепарата, ставится оценка «4». Если учащиеся допускают при работе с микроскопом серьёзные ошибки, то им предлагается ещё раз изучить правила работы с ним и на следующем уроке повторить попытку снова. Используя подобный приём, мы успеваем проверить правильность действий при работе с микроскопом 30 учеников (15 пар).

Отметим, что некоторым учащимся удаётся выполнить задание за 1 мин., что компенсирует затраты времени на отстающих учеников, не уложившихся в отведённое им время.

Пока одни школьники выполняют данную работу, остальные выполняют задания лабораторной работы в тетради-практикуме [Сухорукова Л.Н. Биология. Живой организм. 6 класс Тетрадь-тренажёр. – М.: Просвещение, 2009. – 64 с.], которые в конце урока сдаются учителю. В качестве домашнего задания предлагается изучить параграф «Клеточное строение организмов. Работа с лупой и микроскопом».

На следующем уроке при изучении химического состава клеток

выполняется лабораторная работа «Приготовление микропрепарата кожицы чешуи лука».

Непосредственно перед выполнением лабораторной работы важно напомнить ученикам правила техники безопасности при работе с микроскопом, режуще-колющими предметами и раствором йода. Учащиеся знакомятся с правилами приготовления временного микропрепарата кожицы чешуи лука по инструктивной карточке (см. Приложение 6).

Отметим, что данная работа хорошо изложена в различных УМК по биологии. Мы остановимся на самых важных её моментах. При снятии кожицы лука в целях безопасности мы не рекомендуем пользоваться лезвием бритвы. Лучше воспользоваться следующим приёмом: ножом разрезать луковицу пополам и затем нарезать дольками 5 мм шириной, так как с тонкого слоя кожицу снять легче. В нашей практике учащимися этот приём выполнялся безукоризненно: пинцетом или краем ногтя прихватывается край кожицы и медленно снимается, а затем помещается на предметное стекло в каплю воды. При этом пинцетом удаляется один из свободных концов препарата, на котором оставался участок с толстым слоем клеток; затем препарат расправляется иглой.

Если учащиеся самостоятельно не могут удалить лишние ткани, то советуется следующий приём: после того, как кожица помещена на предметное стекло в каплю воды и расправлена, следует накрыть препарат покровным стеклом так, чтобы толстый край кожицы с остатками тканей чешуи лука остался вне покровного стекла. Но тогда

необходимо обратить внимание детей, что при настройке микроскопа на большое увеличение следует производить смену объективов в **противоположную сторону** от толстого слоя тканей. Это делается во избежание касания микропрепарата корпусом объектива.

При изучении полученного временного микропрепарата покровной ткани лука учащиеся окрашивают его с помощью йода путём удаления фильтровальной бумагой воды из-под покровного стекла и добавления капельки йода.

Хочется особо подчеркнуть, что в некоторых учебниках на рисунке растительной клетки, кроме ядра, изображены вакуоли и учащиеся машинально их перерисовывают себе в тетради. Но на микропрепарате никогда вакуолей они не смогут увидеть без применения специальной микроскопической техники типа фазово-контрастного устройства КФ–4 (см. Приложение 7).

Дело в том, что вакуоли и цитоплазма имеют одинаковую степень преломления световых лучей и при применении обычной оптики не выявляются. Устройство КФ–4 имеет кольцевые диафрагмы в конденсоре и подобные на линзах объективов. При совмещении соответствующей диафрагмы в конденсоре с диафрагмой в объективе с помощью специальных регулировочных винтов свет проходит через вакуоли с небольшим запозданием, так как плотность их среды выше, чем в цитоплазме клетки, и вакуоли становятся видимыми. В школьной практике нами используются устройства КФ–4 и МФА–2 (устройство, подобное КФ–4, но изображение препарата получается на тёмном фоне).

В ходе лабораторной работы по изучению клеток кожицы лука при демонстрации заранее приготовленного микропрепарата с помощью медиапроектора на большом экране мы используем цифровой микроскоп и компьютер. Благодаря этому учащиеся видят преимущество применения подобных приспособлений и впоследствии ещё много раз встречаются с ними при изучении простейших организмов (КФ-устройства позволяют выявить плохо просматриваемые органоиды типа ресничек, жгутиков, сократительных вакуолей, ядер) (см. Приложение 8).

После просмотра препаратов, полученных с помощью цифрового микроскопа, на большом экране учащиеся восторженно отзываются об увиденном, высказывают желание и впредь как можно чаще изучать подобным способом новый материал на уроке.

Лабораторную работу «Строение животной клетки (на примере инфузории-туфельки)» мы проводим фронтально. Перед началом работы повторяются правила соблюдения техники безопасности при работе с микроскопом, затем просматриваются видеоролики из школьной коллекции о строении и жизнедеятельности различных инфузорий. Ресничный аппарат инфузорий изучается в ходе просмотра отснятого заранее видеоролика «Сувойка»; работа сократительной вакуоли – с помощью видеоролика «Стилонихия и инфузория-туфелька».

После просмотра видеороликов мы предлагаем ученикам приготовить временные микропрепараты различных инфузорий из заранее приготовленной учителем культуры. Для изучения ядерного

аппарата инфузорий мы предлагаем просмотреть готовые микропрепараты инфузории-туфельки. Учащиеся выполняют работу в тетрадях-практикумах. В конце урока с целью закрепления материала ученикам на большом экране демонстрируются различные фото простейших из школьной коллекции. Среди них школьники отмечают инфузорий.

На следующем уроке проводится практическая работа № 1 «Изучение строения плесневых грибов», в ходе которой учащиеся готовят и изучают временные микропрепараты плесневого гриба мукора (см. Приложение 9). Культуру мукора, растущего в чашке Петри на хлебном субстрате, ученики изучают с помощью стереомикроскопа типа МБС, дающего объёмное изображение препарата, и отмечают преимущества его использования.

При выполнении лабораторной работы «Строение покровной и фотосинтезирующей тканей листа» учащиеся отрабатывают технику приготовления временного микропрепарата кожицы чешуи лука и повторяют технику безопасности при работе с микроскопом. Затем ученики просматривают с помощью цифрового микроскопа на большом увеличении заранее приготовленный учителем микропрепарат кожицы с нижней стороны листа хлорофитума (см. Приложение 10).

При этом учащимся предлагается найти черты сходства и отличия между покровной тканью кожицы лука и хлорофитума. Ученики отмечают наличие устьичного аппарата в кожице хлорофитума, зарисовывают его в тетради-практикуме. Сравнивая

микропрепараты, учащиеся отмечают общее в строении клеток кожицы хлорофитума и лука: клетки не имеют хлоропластов (кроме замыкающих клеток устьичного аппарата) и плотно сомкнуты.

Изучение фотосинтезирующей ткани мы предлагаем на готовых микропрепаратах листа камелии. Учащиеся отмечают отличительный признак фотосинтезирующих тканей – наличие хлоропластов.

Отметим, что некоторые дети в ходе урока быстрее других выполняют данную лабораторную работу. Таким ученикам предлагается самостоятельно приготовить микропрепарат покровной ткани хлорофитума.

На следующем уроке выполняются лабораторные работы «Строение соединительной ткани животных» (см. Приложение 11) и «Строение мышечной и нервной ткани животных» (см. Приложение 12). **ЗДЕСЬ Я НЕ ПОМНЮ, ЧТО БЫЛО? ФОТО ТКАНЕЙ ИЛИ АЛГОРИТМ САМИХ РАБОТ?**

Изучая опыт учителей биологии, применяющих микроскопическую технику на уроках, мы пришли к выводу, что многие из них заранее фотографируют микропрепараты с помощью цифровых микроскопов, но при этом в качестве существенного недостатка получают довольно посредственное качество изображений. Мы выяснили причину этого – относительно дешёвые цифровые микроскопы снабжаются посредственной оптикой и некачественными цифровыми окулярами с низким разрешением. Хорошие цифровые аналоги стоят многие тысячи рублей, что, естественно, недоступно для школы.

С целью улучшения качества изображения мы пошли другим путём и воспользовались цифровым фотоаппаратом для создания школьной коллекции фотоизображений. Хорошие результаты получаются при использовании микроскопов серии «Биолам». Фотографирование осуществлялось через окуляр микроскопа. Отличные снимки мы получили, используя окуляры небольшого увеличения (4 х; 5 х). Отметим, что они отсутствуют в стандартных комплектах оптики подобных микроскопов и нам пришлось дополнительно приобрести эти окуляры, воспользовавшись услугами магазинов, торгующих медицинскими товарами.

В результате испытаний оптических элементов различных наблюдательных приборов (бинокли, фотоаппараты, фотоувеличители) мы пришли к выводу, что неплохие результаты получаются при использовании, вместо окуляров, объективов малоформатных фотоаппаратов типа «Индустар» и объективов от фотоувеличителей.

В ходе работы нами был разработан **алгоритм** (порядок действий) для получения фотоизображений при помощи микроскопа:

1. Настройте микроскоп на необходимый участок изучаемого препарата.
2. Источник света не должен быть очень ярким. Следует воспользоваться специальным матовым фильтром из комплекта прилагаемого к микроскопу или матовой полиэтиленовой плёнкой.
3. Приведите фотоаппарат в рабочее положение, включив кнопку «Пуск».
4. Аккуратно поднесите объектив фотоаппарата к окуляру микроскопа.

5. На дисплее фотоаппарата должно появиться светлое круглое окно.
6. Используя функцию «ZOOM», увеличьте изображение светового окна на дисплее.
7. В определённый момент на дисплее фотоаппарата появится изображение участка изучаемого препарата.
8. Включите функцию «Фото» или «Съёмка».
9. Перенесите полученные изображения в память компьютера (в инструкции к фотоаппарату имеется подробный алгоритм данной опции и специальные переходники).
10. При формировании коллекции фото- и видеоматериалов их желательно поместить в различные тематические папки.
11. Составьте список папок и имейте их при себе, чтобы быстро находить необходимые материалы для коллективного просмотра через мониторы компьютеров или для демонстрации на большом экране при помощи медиапроектора.

Подчеркнём, что все полученные фото- и видеоизображения мы распределяли по тематическим папкам. Постепенно был создан целый банк электронных образовательных ресурсов в виде фотографий и видеофрагментов, который теперь учитывается при составлении тематического и поурочного планирования разделов биологии, и, естественно, используется на уроках или в ходе занятий с одарёнными детьми.

По окончании учебного года за счёт часов из резервного времени мы проводим зачётные уроки на выявление уровня сформированности умений работать с микроскопом и

микрообъектами. При оценивании умений работы с микроскопом мы проводим их поэлементный анализ (см. Приложение 5).

Подчеркнём, что школьники, приобретая навык работы с микроскопической техникой, показывают всё более высокую познавательную активность на уроках биологии; они принимают активное участие в школьных конференциях, биологических конкурсах. С этими учениками легче и комфортнее работать на уроках, так как у них складываются устойчивые мотивы к получению знаний. Кроме того, ежегодно находятся желающие дополнительно заниматься с микроскопической техникой во внеурочное время.

2.2. Использование микроскопической техники во внеурочное время

В дальнейшем на основе имеющегося опыта работы с микроскопической техникой нами была разработана программа и содержание элективного курса для старшеклассников «Основы использования микроскопической техники».

Программа курса адресована учащимся 10–11-х классов. На наш взгляд, предлагаемый элективный курс позволит углубить знания и развить умения обучающихся в области микроскопирования.

Курс предназначен для учащихся, интересующихся биологией. Программа актуальна в условиях подготовки школьников к осознанному выбору профессии и дальнейшему обучению в вузах биологического профиля, где большая часть практических работ

проводится с использованием микроскопа. Рассматривая и изучая строение биологических объектов с помощью микроскопа, учащиеся повторяют и закрепляют знания, полученные на уроках биологии. Материал элективного курса помогает учащимся лучше подготовиться к экзамену по биологии.

Кроме того, практический опыт показал, что данный элективный курс можно успешно адаптировать для индивидуальной работы с детьми, одарёнными в области биологии и занимающимися учебно-исследовательской деятельностью.

Программа элективного курса рассчитана на 35 учебных часов (см. Приложение 15 – так было в работе, здесь тогда будет 13). Предусмотрено изучение теоретических вопросов, а так же проведение лабораторных работ.

Цель курса:

- сформировать и совершенствовать теоретические знания и практические умения, связанные с использованием микроскопической техники.

Задачи курса:

- расширить знания о световых микроскопах, их строении, классификации, назначении, сферах использования, методах исследования и контрастирования;
- познакомить учащихся с основными приёмами использования микроскопа для наблюдения микрообъектов и процессов жизнедеятельности живых организмов.

Основные требования к знаниям и умениям учащихся

Учащиеся должны знать: устройство микроскопа (механическая и оптическая части, дополнительные принадлежности к микроскопам); классификацию световых микроскопов, методы контрастирования (фазовый контраст, косое освещение, тёмное поле, светофильтры, использование реактивов); основные формулы микроскопии.

Учащиеся должны уметь: работать с микроскопом и препаратами; называть составные части микроскопа и дополнительные принадлежности к нему; проводить видео- и фотосъёмку объектов исследования, формировать и пополнять тематические папки полученных фото- и видеоизображений в электронном виде; принимать участие в конкурсах, конференциях, семинарах.

Форма обучения: внеурочная.

Основные виды занятий: теоретические занятия, лабораторный практикум.

Программой элективного курса «Основы микроскопической техники» предусмотрено изучение теоретических вопросов (21 ч.), проведение лабораторных (9 ч.), контрольных работ (2 ч.), а также 3 ч. в качестве резерва времени.

Предусмотрено, что при выполнении лабораторных работ учащиеся отрабатывают методы работы с микроскопом, используя различные методы контрастирования препаратов. В ходе прохождения элективного курса ученики должны освоить приёмы подготовки микроскопа к наблюдению микрообъектов и их документирования – формирование тематических папок, фото- и видеоизображений,

которые учащиеся будут представлять на школьной конференции и других мероприятиях районного и муниципального уровней.

Изучение элективного курса поможет проверить целесообразность выбора профиля дальнейшего обучения и профессиональной деятельности выпускника.

При освещении теоретических вопросов программы элективного курса основной акцент мы сделали на изучение истории создания и совершенствования микроскопической техники.

Особое место в курсе посвящено изучению различных методов контрастирования микропрепаратов. В ходе апробации элективного курса мы увидели, что наибольший интерес у старшеклассников вызвали лабораторные работы, связанные с использованием устройств фазового контраста (КФ-4; МФА-2), применение которых позволяет выявить структуры, не видимые в обычные школьные микроскопы.

Мы объясняем ученикам, что метод фазового контраста связан с изменением условий освещения при наблюдении слабоконтрастных биологических объектов (микроорганизмов, органоидов движения простейших) в неокрашенном состоянии с целью их визуализации (контрастирования). Фазово-контрастные устройства дают возможность преобразовывать фазовые изменения световых волн, проходящих через объект, в амплитудные. В результате этого прозрачные микроорганизмы становятся видимыми. При настройке данных устройств в ходе исследования вместо окуляра микроскопа мы помещали визирную трубку МИР-1, в поле зрения которой становятся

видны фазовые кольца объектива (тёмное) и конденсора (светлое). Специальными винтами фазового конденсора эти кольца совмещались (см. Приложение 9).

Наблюдения учебного процесса во время элективных занятий показали, что при изучении бактерий особый интерес старшеклассников представляет устройство «тёмного поля», с помощью которого мельчайшие (не видимые в обычные школьные микроскопы) структуры светятся, по образному выражению одного из учеников, как «звёзды на небе». При изучении микропрепаратов методом «тёмного поля» мы используем темнопольный конденсор ОИ-13, который отклоняет световые лучи таким образом, что они освещают объект только сбоку и тот светится на тёмном фоне (см. Приложение).

Отрицательный фазовый контраст (аноптральный или темнопольный фазовый контраст), когда фазовое кольцо в объективе технологически получается путем нанесения на поверхность стекла тонкой пленки, что вносит «запаздывание» в прямо прошедший свет, при этом изображение объекта с показателем преломления большим, чем у среды, выглядит светлее окружающего темного фона (такой способ реализуется в отечественном устройстве МФА-2).

При изучении микропрепаратов в школьном курсе биологии не отведено времени на проведение измерений микрообъектов, а эти вопросы всегда интересны учащимся. Поэтому мы включили в элективный курс практически работы, в ходе которых школьники

измеряют микрообъекты при помощи специальных измерительных окуляров.

В фокальной плоскости микрометра МОВ-1-16х расположены две плоскопараллельные пластинки. Принцип работы микрометра следующий. Неподвижная пластинка имеет миллиметровую шкалу с ценой деления 1 мм. Подвижная шкала снабжена перекрестием и индексом в виде двух рисок. Шкала и перекрестие с индексом нанесены на обращенных друг к другу поверхностях пластинок и видны в поле зрения одновременно. Неподвижная пластинка находится в оправе, закрепленной в кожухе, подвижная пластинка установлена на ползуне. Перемещение ползуна осуществляется с помощью микрометрического винта, снабженного барабаном, шкала которого имеет цену деления 0.01 мм. Шаг микрометрического винта равен 1мм. Таким образом поворот барабана на одно деление соответствует перемещению перекрестия на 0.01 мм. Окуляр в оправе перемещается вдоль оси на ± 5 дптр. Микрометр МОВ-1-16х устанавливается на корпусе микроскопа и закрепляется с помощью хомутика винтом.

Большая часть элективного курса посвящена созданию и пополнению электронных папок фото- и видеоизображений микропрепаратов, которые снимаются на цифровые фотоаппараты с микроскопа. При проведении фото- и видеосъемок учащиеся осваивают тонкости освещения в микроскопе по методу Келлера, а также повышают свою компьютерную грамотность. Метод Келлера – это получение четкого изображения нити

накаливания лампы в осветителе и равномерное распределение света в фокальной плоскости объектива. Это достигается с помощью линз коллектора, установленного между осветителем и объективом.

Отметим, что при подготовке к занятиям учащиеся охотно пользуются дополнительной литературой, сайтами сети Интернет, создают презентации и планируют с ними выступать на школьных конференциях, конкурсах различного уровня.

Заключение

Микроскопическая техника – неотъемлемая часть современного общества. Она прошла долгий путь становления, оказав большое влияние на развитие медицины, биологии и других сфер человеческой деятельности, найдя широкое применение в промышленности, ювелирном деле, криминалистике, при расшифровке генома человека.

Современные дети с интересом относятся ко всем техническим новинкам, поэтому целесообразно использовать данный интерес, привлекая детей к работе с современными оптическими приборами и устройствами. С этой целью необходимо формировать умения работать с микроскопической техникой, готовыми микропрепаратами, готовить временные микропрепараты; развивать умения наблюдать, фиксировать результаты наблюдений, аккуратно выполнять свою работу, воспитывать терпение и усидчивость.

В процессе обучения важно добиться, чтобы каждый ученик умел проводить аналогии между увиденным в микроскопе и нарисованным в учебнике и школьных пособиях, плакатах, поэтому необходимо иметь эталонные изображения изучаемых микропрепаратов.

Нами были разработаны приёмы, направленные на формирование умений по использованию микроскопической техники на уроках биологии в 6-м классе, а так же создания тематических коллекций видеороликов и фотографий объектов живой природы для дальнейшего их использования в урочной и внеурочной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК И ДРУГИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Батуев, А.С. и др. Биология. Большой справочник для школьников и поступающих в вузы. – М.: Дрофа, 1999. – С. 169.
2. Беверли, Мак-Миллан. Человек. – М.: Махаон, 2007. – С. 252–278.
3. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М.С. Гиляров. – М.: Сов. Энциклопедия, 1989. – С. 263.
4. Биология. Программы общеобразовательных учреждений. 6–9 классы: пособие для учителей общеобразоват. учреждений / сост. Л.Н. Сухорукова. – М.: Просвещение, 2010. – 32 с.
5. Биология. 6 класс : учебно-методич. пособие к учебнику Н.И. Сонина «Биология. Живой организм», 6 класс / сост. И.Б. Борзунова. – М. : Дрофа, 2010. – 275 с..
6. Борн, М. и др.: Основы оптики. – М.: Наука, 1970. – 845 с.
7. Вавилов, С.И. Собр. соч. – М: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. III. – С. 26–263.
8. Егорова, О.В. «С микроскопом на “ты”». Шаг в XXI век. – М.: Репро Центр, 2006. – С. 25.
9. Захарьевский, А.Н. Вопросы микроскопии: Сборник статей. – М; Л.: Машиностроительная литература, 1956. – С. 163.
10. Как устроен мир. 1600 фактов: пер. с англ. / гл. ред. Б. Джеймс. – М.: Мир энциклопедий Аванта+, Астрель, 2009. – 590 с.
11. Кларк, Э.Р. и др. Микроскопические методы исследования материалов: пер. с англ. / под ред. С.Л. Баженова. – М.: Техносфера,

2007. – 376 с.

12. Кожемякина, И.Г. Биологические исследования с использованием цифрового микроскопа // 1 сентября: Биология. – 2011. – № 18. – С. 3–4.

13. Кулагин, С.В. и др. Справочник конструктора оптико-механических приборов: учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1984. – 46 с.

14. Луцкая, Л.А. и др. Самостоятельные работы учащихся по зоологии: пособие для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – С. 5–6.

15. Максимова, В.Н. и др. Межпредметные связи в обучении биологии. – М.: Просвещение, 1987. – С. 45.

16. Микроскопическая техника / под ред. Д.С. Саркисова и др. – М.: Медицина, 1996. – 542 с.

17. Мир простейших: видеоальбом [Электронный ресурс] / авт.-сост. – М.А. Кузнецов – Режим доступа: www.youtube.com/watch?v=guaMAZFVD-Q

18. Мир простейших: фотоальбом [Электронный ресурс] / авт.-сост. М.А. Кузнецов. – Режим доступа: <http://www.openclass.ru/node/233502#2>

19. Михалевич, Э.Б. и др. Лабораторный практикум по зоологии беспозвоночных: методич. рекомендации. Часть 2. Самостоятельная работа студентов. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 1996. – С. 26.

20. Михель, К. Основы теории микроскопа. – М.: ГИТТЛ, 1995. – 274 с.

21. Полонская, Н.Ю. и др. Основы цитологической диагностики и

47

микроскопическая техника: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2005. – 99 с.

22. Пономарёва, И.Н. и др. Биология: учеб. для 6 кл. общеобразоват. учреждений. – М.: Просвещение, 2005. – 268 с.

23. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / сост. Е.С. Савинов. – М.: Просвещение, 2011. – (Стандарты второго поколения). – 342 с.

24. Примерные программы по учебным предметам. Биология. 6–9 классы. Естествознание. 5 класс. – М.: Просвещение, 2010. – (Стандарты второго поколения). – 80 с.

25. Примерные программы по учебным предметам. Биология. 10–11 классы: проект. – М.: Просвещение, 2010. – (Стандарты второго поколения). – 59 с.

26. Рохлов, В.С. Биология. 9 класс. Пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: Национальное образование, 2011. – 42 с.

27. Сборник нормативных документов. Биология / сост. Э.Д. Днепров. – М.: Дрофа, 2008. – С. 5.

28. Сухорукова, Л.Н. и др. Биология. Живой организм: учеб. для 6 кл. общеобразоват. учреждений. – М.: Просвещение, 2009. – 128 с.

29. Сухорукова Л.Н. Биология. Живой организм. 6 класс Тетрадь-тренажёр. – М.: Просвещение, 2009. – 64 с.

30. Сухорукова Л.Н. Биология. Живой организм. 6 класс. Тетрадь-практикум. – М.: Просвещение, 2009. – 64 с.

31. Сухорукова Л.Н. Биология. Живой организм. 6 класс. Тетрадь-

обращения 08.10.11).

43.

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA> – о получении нобелевской премии за изобретение фазово-контрастного микроскопа. – (Дата обращения 10.10.11).

44. <http://74213biology.edusite.ru/r3aa1.html> – инструктаж для обучающихся по технике безопасности во время работы в школьном кабинете биологии. – (Дата обращения 10.10.11).

45. <http://techvesti.ru/node/3804> – о самом мощном в мире оптическом микроскопе. – (Дата обращения 10.12.11).

46. <http://kudin@licey102.k26.ru> – об опыте использования микроскопической техники. – (Дата обращения 12.08.11).

47.

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%CC%E8%EA%F0%EE%F4%EE%F2%EE%E3%F0%E0%F4%E8%FF> о получении микрофотографии с помощью микроскопа и цифрового фотоаппарата. – (Дата обращения 12.10.11).

48. http://fp.edu.ru/forum/forum_lin.asp?IDB=694 – открытый форум учебников основного общего образования федеральных перечней. – (Дата обращения 22.10.11).

49. <http://www.mikromir.ru/equip02.shtml> – о голографическом микроскопе. – (Дата обращения 07.06.2011).

50. http://www.medbiol.ru/medbiologi_sk/00001019.html//00001728/htm – об уровнях организации живого – (Дата обращения 26.07.2011).

51. <http://iro.yar.ru> – методическое письмо «О преподавании учебного предмета «Биология» в общеобразовательных учреждениях

50

Ярославской области в 2011 / 2012 уч. г.». – (Дата обращения
26.08.2011).

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение 1

Инструкция для учащихся по охране труда при выполнении лабораторных работ с использованием микроскопа

Общие положения:

Данная инструкция предназначена для учащихся при выполнении в кабинете биологии лабораторных работ, связанных с использованием микроскопа.

Опасности в работе:

- Уколы частей тела при небрежном обращении с препаративными иглами.
- Порезы рук при небрежном обращении с предметными и покровными стёклами.

Требования безопасности перед началом работы:

- Ученик внимательно изучает содержание и порядок выполнения лабораторной работы, и безопасные приёмы её выполнения.
- Перед началом каждой лабораторной работы, учитель биологии проводит инструктаж учащихся, обучает безопасным правилам поведения при проведении лабораторной работы, экспериментов. Не оставляет учащихся без присмотра на перемене и во время учебно-воспитательного процесса.

- Ученик освобождает место от посторонних предметов.
- Ученик убеждается в исправности микроскопа. Знакомится с правилами работы с микроскопической техникой.
- Ученик должен точно выполнять все указания учителя биологии.
- Ученик не загромождает проходы портфелями и сумками, а оставляет их в отведённом для этого месте в классе.

Требования безопасности во время работы:

- Ученик точно выполняет указания учителя биологии при работе с микроскопом в отношении соблюдения порядка действий.
- Ученик соблюдает осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стёклами.
- Ученик приступает к работе только тогда, когда убедится в исправности микроскопа.
- Ученик перед работой с микроскопом знакомится с правилами.
- Учащийся не берёт без разрешения учителя биологии микроскоп, препараты и другое оборудование с других рабочих мест, не встаёт с рабочего места и не ходит по кабинету во время эксперимента.
- Учащийся не выносит из кабинета микроскоп, предметные и покровные стёкла, препаровальные иглы и пинцеты.

Требования безопасности после окончания работы:

- По окончании работы ученик собирает предметные и покровные стёкла, препаровальные иглы, пинцеты, протирает их салфеткой и укладывает в предназначенные для этого футляры. Затем сдаёт всё учителю биологии на хранение.
- Выводит микроскоп из рабочего состояния, зачехляет его и сдаёт учителю биологии на хранение.
- По окончании работы ученик приводит своё рабочее место в порядок.
- После окончания работы обязательно тщательно моет руки с мылом.
- Не выходит из кабинета (класса) без разрешения учителя.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- В случае выявления неисправностей в приборах, установках важно немедленно остановить работу и оповестить учителя.
- В случае травмы или ожога необходимо сразу же обратиться к учителю.
- При возникновении аварийной ситуации учитель:
 - сообщает администрации, директору УРЦ;
 - сообщает пожарной охране;
 - принимает меры по эвакуации учащихся из помещения;

— отключает электросеть.

Требования по оказанию первой помощи:

- При ранении стеклом надо удалить осколки из ранки (если они в ней остались) и, убедившись, что их больше нет, промыть ранку перекисью водорода, смазать края раны йодом и наложить стерильную повязку.
- При ранениях препаровальной иглой, необходимо приложить к месту ранения дезинфицирующую повязку и в случае, если препаровальная игла имела ржавчину на поверхности или соприкасалась во время работы с лабораторным материалом, обратиться в медпункт (во избежание столбнячной инфекции).
- При более серьёзных травмах после оказания первой медицинской помощи необходимо доложить администрации о случившемся.

Устройство микроскопа (основные понятия)

Механическая часть микроскопа:

- Штатив – подставка, состоящая из массивного подковообразного основания, придаёт микроскопу необходимую устойчивость.
- Предметный столик – плоское металлическое образование с круглым отверстием посередине, на его поверхность помещается исследуемый объект.
- Тубус – полая трубка, соединяющая окуляр с револьвером.
- Револьвер – вращающийся диск с гнездами для съёмных объективов, каждый из которых даёт различное увеличение.
- Макровинт – винт, контролирующий грубую настройку микроскопа при малых увеличениях.
- Микровинт – винт, контролирующий точную настройку микроскопа при больших увеличениях.

Оптическая часть микроскопа:

- Окуляр – система линз, заключённых в металлическую гильзу цилиндрической формы. Располагается в верхней

части тубуса ближе к глазу. Окуляры имеют разную кратность увеличения от 4 до 20 крат.

- **Объектив** – система линз, заключённых в общую металлическую оправу. Располагается в гнезде револьвера в нижней части тубуса. Объективы имеют различное увеличение от 4 до 100 крат (x). Увеличение микроскопа равно произведению кратности используемого окуляра совместно с объективом определённого увеличения.
- **Бинокулярная насадка** – приспособление для изучения микропрепарата одновременно двумя глазами (насадка может иметь собственное увеличение, например, x 1,5).

Осветительная часть микроскопа:

- **Зеркало** – приспособление, отражающее дневной свет или свет от лампы на объект через отверстие в предметном столике.

**Настройка микроскопа при работе с естественным светом
при малом увеличении**

1. Поставьте микроскоп в удобное для вас положение на 15–20 см от краёв стола.
2. Проверьте фиксацию объективов. При нечёткой фиксации верните их до упора.
3. Установите объектив самого малого увеличения.
4. Вращением винта грубой настройки приблизьте объектив к предметному столику примерно на 1 см.
5. Вращением встроенного зеркала микроскопа в сторону источника света, добейтесь равномерного освещения в окуляре.
6. Поместите микропрепарат покровным стеклом вверх на предметный столик так, чтобы изучаемый объект располагался в центре его круглого отверстия.
7. Смотрите в окуляр и вращайте макровинт таким образом, чтобы объектив микроскопа удалялся от препарата и до тех пор, пока в поле зрения окуляра не появится чёткое изображение изучаемого объекта.
8. Если при этом вам не удалось настроить микроскоп на препарат, следует вращением макровинта микроскопа приближать объектив к изучаемому объекту до тех пор, пока он не будет чётко просматриваться.

9. Следует учесть, что не всегда препарат «на глазок» удаётся поместить ровно в центр отверстия на предметном столике. Выполните следующие действия: вращением макровинта добейтесь появления чёткого изображения частичек пыли и т. п. на поверхности покровного или предметного стекла. Затем вручную или с помощью регулировочных винтов предметного столика (если они есть) перемещайте аккуратно предметное стекло с препаратом в различные стороны от центра и к центру отверстия на предметном столике. Как только в поле зрения попадётся некий объект, настройте чёткость изображения и так до тех пор, пока не будет найден на препарате необходимый участок.

10. По окончании работы снимите микропрепарат с предметного столика. Поставьте микроскоп на постоянное место его хранения. ВАЖНО: при переносе микроскопа придерживайте его снизу за основание.

Настройка микроскопа при работе с естественным светом при большом увеличении

1. Поставьте микроскоп в удобное для вас положение на 15–20 см от краёв стола.
2. Проверьте фиксацию объективов. При нечёткой фиксации верните их до упора.
3. Установите объектив самого малого увеличения.
4. Вращением винта грубой настройки (макрвинт) приблизьте объектив к предметному столику примерно на 1 см.
5. Вращением встроенного зеркала микроскопа в сторону источника света добейтесь равномерного освещения в окуляре. Если в окуляре видны окружающие предметы, тогда следует поместить матовый фильтр в специальное круглое гнездо снизу конденсора.
6. Поместите микропрепарат покровным стеклом вверх на предметный столик так, чтобы изучаемый объект располагался в центре его круглого отверстия.
7. Смотрите в окуляр и вращайте макровинт таким образом, чтобы объектив микроскопа удалялся от препарата и до тех пор, пока в поле зрения окуляра не появится чёткое изображение изучаемого объекта.
8. Если при этом вам не удалось настроить микроскоп на 60

препарат, следует вращением макровинта микроскопа приближать объектив к изучаемому объекту до тех пор, пока он не будет чётко просматриваться.

9. Следует учесть, что не всегда препарат на глазок удаётся поместить ровно в центр отверстия на предметном столике. Сделайте следующие действия: вращением макрометрического винта добейтесь появления чёткого изображения частичек пыли и т. п. на поверхности покровного или предметного стекла. Затем вручную или с помощью регулировочных винтов предметного столика (при наличии последних) перемещайте аккуратно предметное стекло с препаратом в различные стороны от центра и к центру отверстия на предметном столике. Как только в поле зрения попадётся некий объект, настройте чёткость изображения и так до тех пор, пока не будет найден на препарате необходимый участок.

10. Установите объектив большего увеличения до щелчка.

11. Вращением микровинта добейтесь чёткости изображения препарата. Отрегулируйте освещение в микроскопе поворотом зеркала.

12. Замените окуляры микроскопа с большим увеличением на окуляры с малым увеличением (так легче найти участок на препарате).

13. Как только будет найден необходимый участок на препарате,

можно поставить окуляры с большим увеличением.

14. По окончании работы установите объектив малого увеличения, приподнимите тубус вращением макровинта.

15. Протрите микроскоп чистой тряпочкой и поставьте его на постоянное место хранения.

**Примерная поэлементная оценка правильности работы
с микроскопом**

№ п/п	Параметры оценивания	Начисляемые баллы
1	Знают части микроскопа	0,5 б.
2	Знают расположение частей микроскопа	0,25 б.
3	Называют функции частей микроскопа	0,25 б.
4	Умеют определять степень увеличения микроскопа	0,5 б.
5	Правильно настраивают освещение в микроскопе	0,5 б.
6	Начинают работать с объектива малого увеличения (4–10 крат)	0,5 б.
7	Доводят револьвер объектива до щелчка	0,5 б.
8	Помещают препарат на предметный столик покровным стеклом вверх	0,5 б.
9	Находят изучаемый объект на микропрепарате	0,5 б.
10	Правильно переходят на большое увеличение	0,5 б.
11	Корректируют изображение на больших увеличениях микровинтом	0,5 б.
12	По окончании работы переводят микроскоп на малое увеличение	0,5 б.

**Приготовление и рассматривание препарата кожицы чешуи
лука под микроскопом**

1. Подготовьте предметное стекло, тщательно протерев его марлей.
2. Пипеткой нанесите 1–2 капли воды на предметное стекло.
3. При помощи препаровальной иглы осторожно снимите маленький кусочек прозрачной кожицы с внутренней поверхности чешуи лука. Положите кусочек кожицы в каплю воды и расправьте кончиком иглы.
4. Накройте кожицу покровным стеклом, как показано на рисунке.
5. Рассмотрите приготовленный препарат при малом увеличении. Отметьте, какие части клетки вы видите.
6. Окрасьте препарат раствором йода. Для этого нанесите на предметное стекло каплю раствора йода. Фильтровальной бумагой с другой стороны оттяните лишний раствор.
7. Рассмотрите окрашенный препарат кожицы лука. Какой клеточный органоид окрасился в бурый цвет?
8. Рассмотрите препарат при большом увеличении. Найдите на нём ядро.

1. Фазово-контрастное устройство КФ-4



2. Фазово-контрастное устройство МФА-2

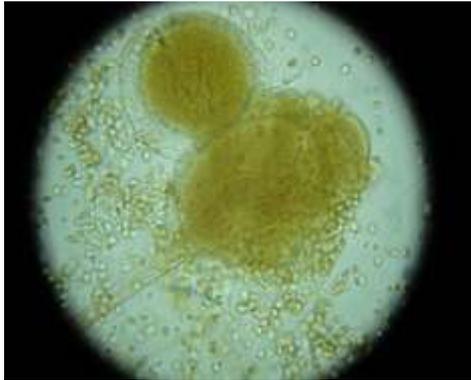


Инфузория с расправленными ресничками (фото, выполненное с помощью конденсора темного поля фирмы «Gamma»)

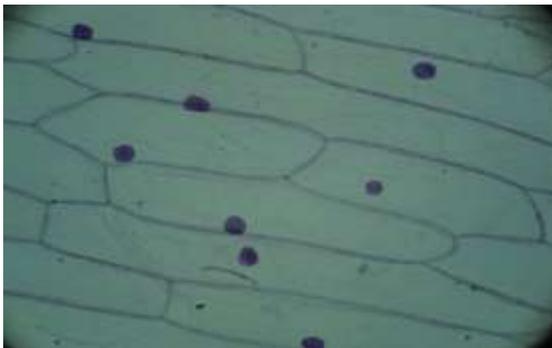


Приложение 9

**Фотография временных микропрепаратов плесневого гриба
муко́ра**



**Фотография микропрепарата кожицы листа с нижней стороны
листа хлорофитума**



Приложение 11

Программа элективного курса «Основы микроскопирования»

№ урок а	Тема занятия	Лабораторные рабо- ты №	Матери алы	Оборудование
1. Общие сведения о световых микроскопах (6 ч.)				
1.1	История создания			
1.2	микроскопической техники			
1.3	Классификация	Л.р.№ 1 “Микроскоп и		Различные

1.4	световых микроскопов	его составные части”		микроскопы
1.5	Методы	Л.р.№ 2		КФ – 4
1.6	контрастирования микропрепаратов	“Микроскопирование в темном поле” Л.р.№ 3 “Метод фазового контраста и косого освещения”		МФА – 2 ОИ – 13
2. Оптика микроскопов (10 ч.)				
2.1	Основные	Л. р № 3 “Изучение	Культуры	Микроскоп МБИ–
2.2	оптические системы микроскопа (конденсор, объективы, окуляры)	культуры простейших с помощью микроскопов. укомплектованных различными по сложности объективами и окулярами”	простейши х.	11 Устройства контрастирования : КФ–4, МФА–2,
2.3	Дополнительные	Л.р. № 4		Микроскоп МБИ–
2.4	принадлежности к микроскопу	“Использование различных накладных осветителей в		11 Устройства контрастирования

		микроскопе”		: КФ–4, МФА–2,
2.5 2.6	Наблюдение явления фагоцитоза.	Л.р. №5	Культура инфузорий Одноклеточные водоросли	Микроскоп МБИ–11 Устройства контрастирования: КФ–4, МФА–2,
2.7 2.8	Строение и передвижение инфузорий.	Л.р. №6	Культуры инфузорий	Микроскопы
2.9	Повторение пройденного			Микроскопы
2.10	Зачет			Микроскопы
Принадлежности для измерения счёта (4 ч.)				
3.1 3.2	Строение и правила пользования окулярного винтового микрометра			Микроскоп МБИ–11 Устройства контрастирования: КФ–4, МФА–2,
3.3 3.4	Строение и правила пользования	Л.р. № 7 “Измерение микроскопических объектов”	Пыльца растений	Микроскопы, окулярный винтовой микрометр

	окулярного винтового микрометра			
4.Фотографирование микропрепаратов (10 ч.)				
4.1 4.2	Создание и пополнение фото и видеокolleкции изображений микропрепаратов	Л. р. № 8 “Фотографирование микрообъектов цифровым фотоаппаратом”	Соско- бы налёта со сте- нок ак- вари- ума.	Микроскопы, фо- тоаппараты
4.3 4.4	Создание и пополнение фото и видеокolleкции изображений микропрепаратов			Микроскоп МБИ- 11 Устройства кон- трастирования: КФ-4, МФА-2, фотоаппараты, компьютер
4.5 4.6	Создание и пополнение фото и видеокolleкции изображений	Л. р. № 9 “Создание и пополнение фото- и видеокolleкции изображений		Микроскопы, фо- тоаппараты, ком- пьютер

	микропрепаратов	микропрепаратов		
4.7 4.8	Основные формулы микроскопии и простейшие расчёты по ним			Микроскопы
4.9 4.10	“Основные приёмы подготовки микроскопа к наблюдению микрообъектов и их документирование . Формирование тематических папок фото и видеоизображений ”			Микроскоп МБИ–11 Устройства контрастирования: КФ–4, МФА–2, фотоаппараты, компьютер
4.11 4.12	Итоговый зачёт (2ч.)			Микроскоп МБИ–11 Устройства контрастирования:

				КФ-4, МФА-2, фотоаппараты, компьютер
Ито- го	32	9		

Условные обозначения:

МБИ – 11– микроскоп биологический исследовательский

КФ-4– конденсор фазового контраста

МФА-2 – механизм фазового аноптрального контраста

ОИ – 13– темнопольный конденсор

Приложение 12

**Совмещение фазовых колец объектива (тёмное) и конденсора
(светлое)**





**Фото колонии сувоек, выполненное методом «тёмного поля» с
помощью конденсора ОИ-13**

