

Е. А. Дмитриева, М. А. Кузнецов

Возможности использования микроскопической техники в процессе обучения биологии

Статья посвящена практическому опыту применения разнообразной микроскопической техники на уроках биологии. Авторы делятся результатами своих исследований по формированию у обучающихся 6-х классов умений работать с микроскопом, приготавливать временные микропрепараты, производить фотографирование микрообъектов с помощью цифровых микроскопа и фотоаппарата.

Ключевые слова: микроскоп, микроскопическая техника, лабораторная работа, правила работы с микроскопической техникой, алгоритм действий.

Е. А. Dmitrieva, M. A. Kuznetsov

Possibilities of Using Microscopic Equipments in the Process of Biology Training

The article is devoted to the practical experience of using various microscopic equipments at Biology lessons. The authors share results of the researches on formation in 6-form schoolchildren abilities to work with a microscope, to prepare temporary microslides, to take photos of microobjects by means of the digital microscope and the camera.

Keywords: a microscope, a microscopic equipment, laboratory work, rules of work with microscopic equipments, an algorithm of actions.

Актуальность. Высокие темпы развития биологии в последнем десятилетии сопровождаются быстро растущим значением ее в жизни каждого человека. Социальный заказ предусматривает повышение биологической грамотности подрастающего поколения с учетом новейших достижений биологической науки. Это требует совершенствования биологического образования на всех уровнях. При этом особо важное значение приобретает использование микроскопической техники на уроках биологии в школе.

Анализ педагогической литературы и опыта учителей-предметников показывает, что на сегодняшний день разработаны методики, предполагающие использование цифровой техники с целью проекции изображений, полученных с микропрепаратов, на мониторы компьютеров и экраны.

Вместе с тем до сих пор в методике нет единых требований к использованию разнообразных приемов микроскопирования на уроках биологии; опыт использования микроскопической техники описан фрагментарно. Данная проблема позволила сформулировать тему и цель исследования.

Цель исследования: показать возможности дополнительного использования микроскопической техники в процессе обучения биологии в 6 классе.

В ходе исследования были использованы следующие *методы:* анализ литературы по педагогике и методике обучения, нормативных документов и опыта школьной практики в рамках исследуемой проблемы (*теоретические*); беседы с учащимися, учителями-предметниками, методистами, анкетирование учащихся, педагогический эксперимент (*практические*).

Обсуждение результатов исследования. Анализ различных источников в рамках проблемы исследования, проводимый на первом этапе работы, показал, что микроскопическая техника прошла длительный этап в своем развитии; невозможно с точностью определить, кто был первым изобретателем микроскопа. По всей вероятности, время появления микроскопа можно ограничить периодом 1590–1609 гг., а заслуга этого принадлежит изготовителям очков в Голландии: Г. З. Липперсею и Х. Янсенам, Г. Галилею [1].

Изучая литературные и интернет-ресурсы, мы выяснили, что термин «микроскоп» предложен членом Римской академии Джованни Фабером (1625), а первым нашел наилучшее применение прибору англичанин Роберт Гук. В 1665 г., наблюдая в микроскоп увеличение в 140 крат срез пробки бузины, Р. Гук заметил множество мелких образований, которые он назвал клетками [10].

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

Самая важная характеристика микроскопа, над которой работали оптики, – это не увеличение, а разрешающая способность: наименьшее расстояние между двумя точками, когда они хорошо видны как две отдельные [8].

Отметим, что с помощью светового микроскопа можно видеть частицы меньшей величины, чем 0,2 мкм. Этому служит метод «темного поля», предложенный в 1903 г. австрийскими физиками Р. Зидентопфом и Р. Зигмонди для наблюдения частиц, размеры которых находятся за пределами разрешающей способности оптических микроскопов.

Ученые и сейчас пытаются повысить разрешающую способность микроскопа. Так, в 2007 г. ученые из США представили первые прототипы «суперлинз»: такая линза касается объекта исследования и преобразует исчезающие волны в световые. Современный оптический наномикроскоп имеет разрешение до 0,3 мкм [11]. Позднее ученые из Манчестерского университета создали еще более мощный – микросферический наноскоп. Он позволяет рассмотреть объект размером до 50 нм и практически напрямую рассматривать объекты наномира [12].

С развитием лазерной техники в практику исследований (при изучении динамических процессов движущейся крови и т. п.) вошли микроскопы голографические, обеспечивающие получение объемного изображения микроструктур [13], и люминесцентные, позволяющие исследовать прозрачные и непрозрачные живые объекты, динамику различных жизненных процессов.

Современные микроскопы комплектуются цифровыми окулярами, позволяющими отображать изучаемые объекты на экранах мониторов. Таким образом, за свою почти 300-летнюю историю микроскоп стал одним из самых массовых и известных приборов, развитие которого постоянно продолжается.

В ходе анализа нормативной документации и опыта учителей-практиков в рамках проблемы исследования мы выяснили, что в соответствии с ФГОС-II обозначена направленность содержания

образования на формирование универсальных учебных действий (УУД), получение учащимися опыта практической и творческой деятельности [6, с. 54–57].

В настоящее время обязательным минимумом содержания основных образовательных программ предусмотрено проведение простых биологических исследований, в том числе приготовление микропрепаратов растительных клеток и рассматривание их под микроскопом [4, с. 5]. Программа для 6 класса подразумевает, что примерно 1/3 уроков будет либо целиком посвящена лабораторным работам, либо будет строиться на их основе.

Анализируя содержание учебного материала тем «Строение клетки», «Ткани живых организмов», мы убедились, что в большинстве УМК по биологии предлагаются в целом однотипные работы, подразумевающие изучение устройства увеличительных приборов, приготовление и изучение микропрепаратов с последующим выполнением рисунков, фиксирующим результаты практической деятельности.

На наш взгляд, такой вид работы достаточно плодотворен, так как ученики приобретают весьма важные умения. Происходит эффективное усвоение материала, понятие «клетка» перестает быть чем-то абстрактным, неосознаваемым.

При обзоре материалов по микроскопической технике мы обнаружили интересные технические находки по переоборудованию микроскопов, предлагаемые рядом авторов для проведения фото- и видеосъемок. Авторы отмечают, что при замене окуляров микроскопа на стандартные фотообъективы можно получать фотографии, видео отличного качества [6, 7]. На наш взгляд, как цифровой микроскоп, так и другая микроскопическая техника (конденсоры темного поля, устройства для наблюдения методом фазового контраста и т. д.) при грамотном использовании в учебном процессе могут стать незаменимыми помощниками для лучшего усвоения материала учащимися.

Дальнейшее исследование было организовано на базе МОУ СОШ № 48 г. Ярославля (2009–2012 гг.). Для исследования были отобраны обучающиеся 6-х классов. По программе биологии в 6-х классах из 14 лабораторных работ лишь 7 проводятся с использованием микроскопа [3]. Изучению микроскопа и правил работы с ним отводится всего 1 урок (лабораторная работа «Устройство увеличительных приборов»). На

наш взгляд, этого недостаточно для приобретения учащимися умений работать с микроскопической техникой. Поэтому мы проводили ряд дополнительных занятий, используя часы из регионального компонента «Краеведение».

В начале первой лабораторной работы учащиеся знакомились с устройством и принципом работы ручной лупы; затем учащимся предлагалось найти на микроскопе его основные части, проводилась беседа по безопасному их использованию. Например, слишком яркое освещение при изучении микропрепарата может привести к повреждению органа зрения; микроскоп, близко размещенный у края парты, может упасть и повредить нижние конечности; осколки от оптических деталей, разлетевшись, могут быть источником повреждения глаз, кожи и т. д. В заключение урока проводилась сравнительная характеристика микроскопа и лупы. На уроке дети научились настраивать микроскоп при малых увеличениях (объектив 8–10х, окуляр 7–10х).

На втором уроке мы убрали с тюрели микроскопа объективы больших увеличений (40–90х), так как часть учащихся по незнанию или излишнему любопытству начинают работу именно с них, нередко повреждая. Такой первый неудачный опыт работы с микроскопом может впоследствии стать причиной нежелания ученика самостоятельно работать с ним. На парты ученикам выдавалось 2 микроскопа: один с микровинтом, другой без него, чтобы все учащиеся смогли поработать с различными по уровню сложности приборами.

Изучение строения микроскопической техники проводили фронтально с использованием карточек, содержащих основные понятия по теме урока. Затем проверяли правильность нахождения учениками оптических и механических частей микроскопа, повторяли правила настройки микроскопа при малых увеличениях. Особо подчеркнем: на этом этапе некоторые учащиеся все же допускали грубые ошибки при работе с микроскопом. В данной ситуации мы еще раз повторяли алгоритм действий и только после правильного его выполнения всеми учениками продолжали работу.

В начале следующего урока мы проводили контроль знаний и умений школьников. К учительскому столу, на котором стоял цифровой

микроскоп, приглашался один ученик. Ему предлагалось настроить микроскоп для изучения готового микропрепарата. Остальные учащиеся наблюдали за выполнением задания и указывали на неверные действия ученика. Такая форма проверки позволяла учащимся вспомнить правила работы с микроскопом и исправить при этом имеющиеся недочеты.

Лабораторную работу «Устройство увеличительных приборов» начинали с повторения правил техники безопасности при работе с микроскопической техникой, затем предлагали ученикам найти на микроскопах основные части.

Далее изучались правила работы с микроскопом при больших увеличениях; выдавались объективы 40х и предлагалось установить их в пустое гнездо тюрели микроскопа самостоятельно вслед за объективом малого увеличения (против часовой стрелки). Мы напоминали, что при работе с микроскопом следует проверять жесткость фиксации объективов.

После установки объективов больших увеличений демонстрировался видеоролик из школьной коллекции. Школьники убеждались, что при переводе микроскопа на большое увеличение для получения четкого изображения следует пользоваться микровинтом. Учащимся предлагалось настроить микроскоп на готовый микропрепарат кожицы чешуи лука вначале при малом увеличении, а затем при большом. Школьники самостоятельно проверяли друг у друга правильность выполнения данной операции. Помощь оказывалась тем ученикам, которые не смогли настроить микроскоп; указывались возможные причины: неверно настроено освещение, не довели объектив до щелчка и пр.

В конце урока мы вызывали несколько пар учащихся к микроскопам, стоящим на столе учителя, предлагали настроить их для работы при большом увеличении. Ограничивалось время работы каждого учащегося (2 мин). Часть школьников наблюдали за действиями учащихся при работе с микроскопами, анализируя их выполнение по определенному алгоритму:

Алгоритм действий при работе с микроскопом

1. Начинают работать с объективом самого малого увеличения.
2. Объектив 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 четкого изображения. При работе с микроскопом контролируют расстояние от объектива до предметного столика.

5. Устанавливают объектив большого увеличения до щелчка.

6. Вращением микровинта добиваются четкого изображения препарата.

7. При необходимости регулируют освещение.

В ходе контроля мы выяснили, что не всем учащимся удавалось быстро найти на предметном стекле препарат. Опыт работы показал, что в этом случае эффективным оказывается применение светодиодного фонарика. Сначала направляли световой поток от фонарика через линзы окуляра и, вращая макровинт, фокусировали световой пучок через объектив в точку на предметном стекле (она всегда неподвижна). Затем перемещали микропрепарат так, чтобы световая точка оказалась в области изучаемого объекта.

Мы наблюдали за выполнением заданий учащимися. При правильном выполнении всех действий ставилась отметка «5». Если дети допускали небольшие ошибки, но в итоге получали четкое изображение микропрепарата, ставилась отметка «4». Если учащиеся допускали при работе с микроскопом серьезные ошибки, то им предлагалось еще раз изучить правила работы с микроскопом и на следующем уроке повторить попытку снова. Таким образом, мы успевали проверить правильность действий при работе с микроскопом до 30 учеников (15 пар). Пока шла практическая проверка, остальные шестиклассники выполняли задания лабораторной работы.

Следующий урок был посвящен изучению химического состава клеток и выполнению лабораторной работы «Приготовление микропрепарата кожицы чешуи лука». Непосредственно перед выполнением лабораторной работы наминались правила техники безопасности. Далее учащиеся познакомились с правилами приготовления временного микропрепарата кожицы чешуи лука:

Правила приготовления временного микропрепарата

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 нем ядро.

При изучении микропрепарата учащиеся окрашивали его путем удаления воды из-под покровного стекла фильтровальной бумагой и добавления раствора йода. Отметим, что в некоторых учебниках на рисунке растительной клетки, кроме ядра, изображены вакуоли, и учащиеся их перерисовывают в тетради как результат увиденного. Но их нельзя увидеть без специальной оптики (типа фазово-контрастного устройства), так как вакуоли и цитоплазма имеют одинаковую степень преломления световых лучей и при применении обычной оптики не выявляются. В своей практике мы используем устройства КФ–4, МФА–2 (изображение препарата получается на темном фоне).

При проведении данной лабораторной работы для демонстрации заранее приготовленного микропрепарата с помощью медиапроектора на большом экране мы использовали цифровой микроскоп и компьютер. Учащиеся видели преимущество применения подобных приспособлений и впоследствии еще много раз встречались с ними при изучении простейших организмов. Дети убеждались, что КФ–устройства позволяют выявить плохо просматриваемые органоиды типа ресничек, жгутиков, сократительных вакуолей, ядер.

Лабораторную работу «Строение животной клетки (на примере инфузории-туфельки)» проводили фронтально: повторялись правила соблюдения техники безопасности при работе с микроскопом, затем демонстрировались видеоролики из школьной коллекции о строении и жизнедеятельности инфузорий. Ресничный аппарат инфузорий изучали в ходе просмотра отснятого заранее видеоролика «Сувойка»; работу сократительной вакуоли – с помощью видеоролика «Стилонихия и инфузория-туфелька» [2].

Далее ученики готовили временные микропрепараты различных инфузорий из заранее приготовленной учителем культуры. Для изучения ядерного аппарата инфузорий предлагали готовые микропрепараты инфузории-туфельки. В конце урока на экране демонстрировались различные фото простейших из школьной коллекции, и ученики узнавали среди них инфузорию.

На следующем уроке проводилась практическая работа «Изучение строения плесневых грибов», в ходе которой учащиеся изготавливали и изучали временные микропрепараты плесневого гриба мукора с помощью стереомикроскопа типа МБС. Дети отмечали преимущества использования стереомикроскопа, дающего объемное изображение препарата.

При выполнении лабораторной работы «Строение покровной и фотосинтезирующей ткани листа» учащиеся отрабатывали приемы приготовления временного микропрепарата, повторяли правила техники безопасности при работе с микроскопом. Просматривали с помощью цифрового микроскопа на большом увеличении приготовленный учителем микропрепарат кожицы нижней стороны листа хлорофитума. При этом учащимся предлагалось найти сходства и отличия между покровной тканью кожицы лука и хлорофитума. Ученики отмечали наличие устьичного аппарата в кожице хлорофитума, зарисовывали его; выявляли общее в строении клеток кожицы хлорофитума и лука: клетки не имеют хлоропластов (кроме замыкающих клеток устьичного аппарата) и плотно сомкнуты.

Фотосинтезирующую ткань ученикам предлагалось изучить на готовых микропрепаратах листа камелии. Учащиеся отмечали отличительный признак фотосинтезирующих тканей – наличие

хлоропластов. В ходе урока ребятам, быстрее других выполнившим лабораторную работу, предлагалось по желанию самостоятельно приготовить микропрепарат покровной ткани хлорофитума.

Далее выполнялись лабораторные работы «Строение соединительной ткани животных» и «Строение мышечной и нервной ткани животных». Опыт учителей биологии, применяющих цифровые микроскопы, показал, что многие из них получают, к сожалению, низкое качество изображений. Мы выяснили причину этого: относительно дешевые цифровые микроскопы снабжаются посредственной оптикой и некачественными цифровыми окулярами с маленьким разрешением. Хорошие аналоги стоят тысячи рублей, что, естественно, недоступно для школы.

Учитывая это, с целью улучшения качества изображения мы пошли другим путем, воспользовавшись цифровым фотоаппаратом. Хорошие результаты получались с использованием микроскопов серии «Биолам». Съемка осуществлялась через окуляр микроскопа. Отличные снимки мы получили, используя окуляры малого увеличения (4х; 5х). При испытании оптических элементов различных приборов (бинокли, фотоаппараты, фотоувеличители) мы пришли к выводу, что неплохие результаты получаются при использовании вместо окуляров объективов малоформатных фотоаппаратов типа «Индустар», а также объективов от фотоувеличителей.

Нами был разработан способ действий для получения фотоизображений:

Алгоритм действий при фотографировании микрообъектов

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 пленкой.
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 определенный момент на дисплее фотоаппарата появится изображение участка изучаемого препарата.

8. Включите функцию «Фото» или «Съемка».

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.

В конце учебного года в 6-х классах мы провели зачетные уроки по правилам работы с микроскопом. При оценивании умений мы проводили их поэтапный анализ. Он свидетельствует о том, что большинство учащихся на «хорошо» и «отлично» знают строение микроскопической техники, демонстрируют вполне сформированные умения ее использования.

В результате анализа успеваемости школьников по биологии стало очевидно, что в 6-х классах успеваемость 100%, но качество знаний (хорошие и отличные оценки) стало выше по сравнению с началом учебного года. У учащихся повысилась познавательная активность, многие записались в кружок, стали больше интересоваться биологией, принимать активное участие в школьных конференциях, биологических конкурсах. С ними легче и комфортнее работать, так как они проявляют высокий интерес к получению знаний. Это позволяет нам судить об эффективности разработанной методики применения микроскопической техники.

Заключение. В мире растет значение биологии как науки. Интерес ребенка исследовать, изучать микромир невозможно сформировать без умений владеть микроскопической техникой. Школьная практика, собственный опыт убеждают: в силах каждого учителя биологии помочь детям раскрывать тайны микромира, прививать познавательный интерес, лежащий в основе творчества.

Библиографический список

1. Как устроен мир. 1600 фактов: пер. с англ. [Текст] / гл. ред. Б. Джеймс. – М.: Мир энциклопедий Аванта+, Астрель, 2009. – С. 590.
2. Мир простейших: видеоальбом [Электронный ресурс] / авт.-сост. – М.А. Кузнецов. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/channel/UCYIWUeyfIRIdEel5oLn0TDw>
3. Примерные программы по учебным предметам. Биология. 6–9 классы. Естествознание. 5 класс [Текст]. – М.: Просвещение, 2010. – (Стандарты второго поколения). – 80 с.
4. Сборник нормативных документов. Биология [Текст] / сост. Э.Д. Днепров. – М.: Дрофа, 2008. – С. 5.
5. Федин, Л.А. и др. Микрофотография [Текст]. – М.: Наука, 1971. – 220 с.
6. Фундаментальное ядро содержания общего образования [Текст] / под ред. В.В. Козлова и др. – М.: Просвещение, 2010. – (Стандарты второго поколения). – С. 54–57.
7. Энциклопедия. Фотокинетика [Текст] / гл. ред. Е.А. Иофис. – М.: Советская энциклопедия, 1981. – 447 с.
8. Компьюлента [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://science.compulenta.ru/420837/>
9. Новости технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techvesti.ru/node/3804> – о современном оптическом микроскопе.
10. Об истории микроскопической техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microscope.kz/library/stories>.
11. О голографическом микроскопе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mikromir.ru/equip02.shtml>
12. О разрешении микроскопа на сайте кафедры Прикладной и компьютерной оптики СПб НИО ИТМО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://aco.ifmo.ru/el_books/introduction_into_specialization/glava-6/glava-6-2.html
13. О микроскопической технике на электронной онлайн-энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/micrographia>.

Bibliograficheskij spisok

1. Kak ustroen mir. 1600 faktov: per. s angl. [Tekst] / gl. red. B. Dzhejms. – M.: Mir ehntsiklopedij Avanta+, Astrel', 2009. – S. 590.
2. Mir prostejshikh: videoal'bom [EHlektronnyj resurs] / avt.-sost. – M.A. Kuznetsov. – Rezhim dostupa: <http://www.youtube.com/channel/UCYIWUeyfIRIdEel5oLn0TDw>
3. Primernye programmy po uchebnym predmetam. Biologiya. 6–9 klassy. Estestvoznanie. 5 klass [Tekst]. – M.: Prosveshhenie, 2010. – (Standarty vtorogo

pokoleniya). – 80 s.

4. Сbornik normativnykh dokumentov. Biologiya [Tekst] / sost. E.H.D. Dneprov. – М.: Drofa, 2008. – S. 5.

5. Fedin, L.A. i dr. Mikrofotografiya [Tekst]. – М.: Nauka, 1971. – 220 s.

6. Fundamental'noe yadro sodержaniya obshhego obrazovaniya [Tekst] / pod red. V.V. Kozlova i dr. – М.: Prosveshhenie, 2010. – (Standarty vtorogo pokoleniya). – S. 54–57.

7. EHntsiklopediya. Fotokinotekhnika [Tekst] / gl. red. E.A. Iofis. – М.: Sovetskaya ehntsiklopediya, 1981. – 447 s.

8. Komp'yulenta [EHlektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://science.compulenta.ru/420837/>

9. Novosti tekhnologij [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://techvesti.ru/node/3804> – o sovremennom opticheskom mikroskope.

10. Ob istorii mikroskopicheskoy tekhniki [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.microscope.kz/library/stories>.

11. O golograficheskom mikroskope [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.mikromir.ru/equip02.shtml>

12. O razreshenii mikroskopa na sajte kafedry Prikladnoj i komp'yuternoj optiki SPb NIO ITMO [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://aco.ifmo.ru/el_books/introduction_into_specializati on/glava-6/glava-6-2.html

13. O mikroskopicheskoy tekhnike na ehlektronnoj onlajn-ehntsiklopedii [EHlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org/wiki/micrographia>.