



СБЕРБАНК



ВКЛАД Благотворительный фонд Сбербанка
В БУДУЩЕЕ



«Сделай мир ближе!»

ФОЛДСКОП



Дорогой друг,

Новый год – время чудес. Каждый из нас в канун этого праздника ждет чего-то волшебного, невозможного, таинственного. Это прекрасное чувство, и несправедливо, что оно посещает нас лишь раз в году. Несправедливо – по отношению к чудесам. Ведь они играют с нами в прятки: прячутся за углом и так и ждут, чтобы их нашли. А мы так редко обращаем на них внимание!

Мы, люди, живем в привычном нам мире: это то, что мы видим, слышим и чувствуем каждый день. Но достаточно посмотреть вглубь вещей – и вот тебе миллиард чудес. Внутри нас самих, внутри окружающих нас предметов есть огромный микромир. Это бактерии и мельчайшие живые организмы. Это удивительное царство молекул, атомов и элементарных частиц. А вокруг нас – бесконечная Вселенная, где миллионы чудес прячутся в надежде, что их поскорее найдут.

Сбербанк подготовил новогодний подарок для тех, кто готов поиграть с чудесами в прятки. Этот складной микроскоп поможет тебе заглянуть в невидимый невооруженным глазом мир и найти те чудеса, которые спрятались внутри привычных нам вещей. Собери его самостоятельно и – иди искать!

Желаю тебе, чтобы вы с чудесами находили друг друга почаще!

С Новым годом!

Герман Греф



Сделай мир ближе!

Твой карманный помощник
в исследованиях с фолдскопом



**Любовь Николаевна
СТРЕЛЬНИКОВА**



Главный редактор научно-популярного журнала «Химия и жизнь», кандидат химических наук, лауреат премии «Просветитель», член Международной ассоциации журналистов и Европейской ассоциации научных журналистов, вице-президент НП «Содействие химическому и экологическому образованию». В 2017–2019 гг. выступила научным руководителем всероссийского образовательного проекта «Сделай мир ближе!», реализованного при поддержке Благотворительного фонда Сбербанка «Вклад в будущее» и направленного на выявление наиболее эффективных методик для исследовательских проектов школьников с применением фолдскопов.



Консультант-методист – А.Е. Васильева,
заведующая лабораторией естественных наук и биотехнологий
Центра проектного творчества «Старт-ПРО» Московского государственного педагогического университета



Москва – 2019



СОДЕРЖАНИЕ

1. Зачем рассматривать мир? **4**
2. История микроскопа **7**
3. Что такое фолдскоп? **12**
4. Готовимся к исследованиям ... **14**
5. Главное правило **17**
6. Сделано человеком
Исследование 1 **19**
-  7. Сделано природой
Исследование 2 **28**
8. Мельчайшая частица жизни
Исследование 3 **37**
9. Микрзоопарк
Исследование 4 **46**
10. Вперед,
в свободное плавание! **55**





1. Зачем рассматривать мир?

Почему люди исследуют мир, в котором живут? Прежде всего потому, что с малых лет человека преследует любопытство и тысячи вопросов: почему? как? зачем? И это понятно. Человек – живое существо, он постоянно приспособливается к окружающему миру, а для этого он должен хорошо его знать.

Во-вторых, исследовать мир потрясающе интересно. Разгадывать тайны Природы – это все равно что проводить собственное расследование в детективной истории. Наконец, исследовать мир чрезвычайно важно. Только зная до деталей, как он устроен, можно создавать свой рукотворный мир – строить дома, дороги, мосты, электростанции, создавать машины, самолеты, космические корабли и компьютеры, умные материалы и лекарства.

И потом не забывай, что Природа за многие миллионы лет придумала столько всяких хитроумных технологий и решений, что было бы грех не воспользоваться ими. Вот и приглядываются исследователи к природе, подсматривают ее секреты, чтобы взять на вооружение.

Людей, которые изо дня в день исследуют мир, естествоиспытателей, натуралистов, уче-





ных и просто увлеченных наблюдателей очень много. А что нужно, чтобы стать профессиональным исследователем? Нужно уметь делать две вещи – наблюдать и задавать вопросы. Именно с этого начинается наука. Почему яблоко падает с дерева вниз, а не вверх? Как ящерице удастся бегать по вертикальной поверхности? Почему вода течет? Почему цветки растений закрываются на ночь? Почему молния бьет в одиноко стоящее дерево? Почему комар пищит, а муха жужжит и как они это делают?..

Миллионы вопросов приходят нам в голову. На некоторые из них ты и сам можешь найти ответ – экспериментальным путем. Но для этого надо научиться придумывать эксперимент и внимательно наблюдать за его результата-

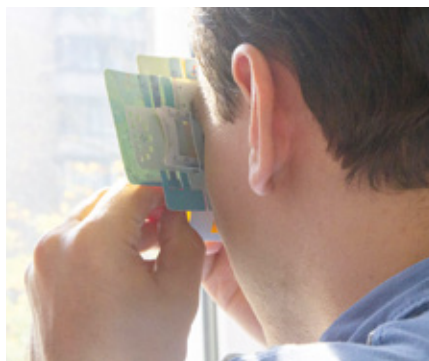




ми. Так что никуда не денешься: хочешь стать исследователем – учись наблюдать.

Обычным глазом, без помощи лупы, можно увидеть и рассмотреть многое. Но лишь особо пытливым умам удастся разглядеть то, что не заметили миллионы смотревших. Они-то и делают открытия.

И все же мир, видимый глазу, мы изучили довольно хорошо, хотя, конечно, осталось еще множество нераскрытых тайн. А можно ли увидеть мир, скрытый от наших глаз? Можно. Правда, для этого понадобятся специальные устройства – микроскопы. Одно из них, фолдскоп, сейчас лежит перед тобой на столе. Но прежде чем мы расскажем тебе о фолдскопах, давай вспомним историю микроскопов, то есть зададимся теми же волшебными вопросами: кто придумал микроскопы? когда? и зачем?



2. История микроскопа

Если в большую стеклянную банку налить воды, затем приставить снаружи к задней стенке какой-нибудь текст или изображение и посмотреть на него сквозь всю толщу воды, то станет ясно – изображение увеличивается. Так что простая банка с водой – это своего рода линза! Но никак не микроскоп.

История же устройства под названием микроскоп началась давно, более 400 лет назад! Говорят, что самый первый микроскоп изобрели изготовители очков голландцы отец и сын Янсены. Напоминал он небольшую подзорную трубку и увеличивал всего лишь в несколько раз...



**Микроскоп
отца и сына Янсенов.**

А затем микроскоп начали совершенствовать, комбинируя разные линзы и их количество. К этому делу приложил руку и знаменитый физик Галилео Галилей, который подарил миру телескоп. С помощью телескопа он, кста-

ти, сделал множество открытий. Он первым еще в 17 веке увидел пятна на Солнце и по их движению догадался, что Солнце вращается. Он разглядел горы на Луне и их тени, по которым рассчитал высоту гор. Да, Галилей был первоклассным наблюдателем!

Затем микроскопом занялся знаменитый английский физик Роберт Гук и сделал важнейшее открытие в биологии – рассмотрел в свой микроскоп клетки растения. И не просто рассмотрел, но и написал об этом книгу «Микрография», где рассказал о результатах своих наблюдений и показал свои зарисовки. Ведь тогда фотоаппаратов и смартфонов не было, исследователям приходилось зарисовывать то, что они увидели. Это был 1664 год. В то время мало кто читал научные книги, но тот, кто прочитал, был чрезвычайно впечатлен. Так Р. Гук невольно разрекламировал микроскопы и сделал их модными. Но микроскоп Гука был уже посильнее – увеличивал в тридцать раз.



**Микроскоп
Р. Гука**



Самый сильный для того времени прибор удалось сделать спустя десять лет голландцу Антони ван Левенгуку. Он не был ни физиком, ни астрономом, ни философом. Он был торговцем текстильными товарами, который любил на досуге шлифовать стекло, делать линзы и микроскопы и разглядывать в них все, что попадется ему под руку.



Микроскоп Левенгука был очень простым. Просто металлическая пластинка, в центре которой была встроена крошечная линза. Всего одна! Но очень хорошая! Она обеспечивала увеличение в несколько раз более сильное, чем лучшие микроскопы того времени. И работать с ним было очень просто: наблюдателю нужно было смотреть через линзу на образец, закрепленный с другой стороны, через который проходил яркий свет от окна или свечи.

С помощью своего микроскопа Левенгук первым в мире впервые увидел бактерии, эритроциты, дрожжи, инфузории, строение глаз



**Микроскоп
Левенгука**





насекомых и мышечных волокон. Левенгук отшлифовал более пятисот линз и изготовил, по крайней мере, 25 микроскопов различных типов. Девять из его микроскопов сохранились до наших дней и стали ценнейшими экспонатами в крупнейших научных музеях. Эти микроскопы увеличивают в 275 раз, однако история утверждает, что Левенгук обладал микроскопами, которые могли увеличивать в 500 раз. Фантастика!

Однако на этом история микроскопа не закончилась. Однажды поняв, что можно заглянуть в мир, скрытый от невооруженных глаз, конструкторы уже не могли остановиться и продолжили гонку за увеличением. И вот в 1930-х годах появляется электронный микроскоп. Поток света в этом микроскопе заменяет поток электронов, проходящий через образец. Так впервые удалось рассмотреть молекулы – самые маленькие частицы вещества, обладающие его свойствами. А сегодня в распоряжении исследователей и вовсе фантастические микроскопы, в которых нет ни линз, ни потоков света или электронов: все это заменяет иголка, которая движется вдоль поверхности образца и как бы ощупывает ее. Такие микроскопы позволяют различить и увидеть на экране компьютера отдельные атомы.

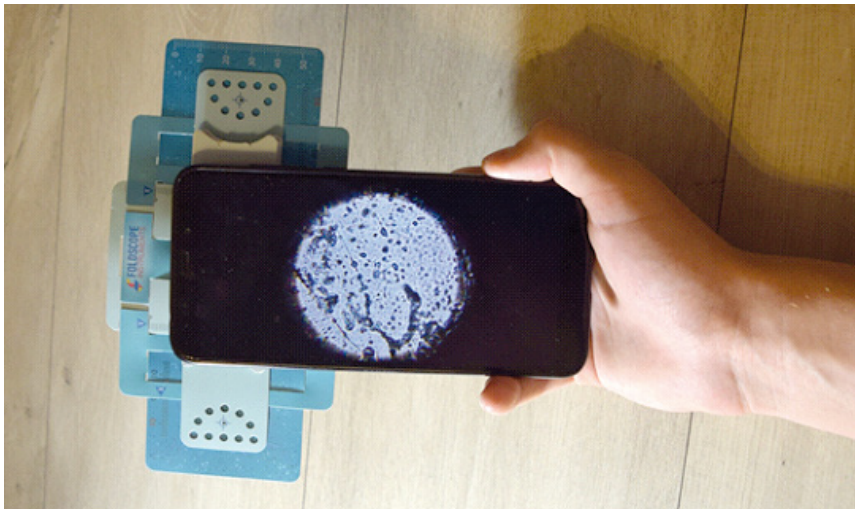




Итак, на счету разных микроскопов – тысячи самых разных открытий. С их помощью открыли живую клетку и ее внутреннее строение, рассмотрели мир бактерий и микробов, тонкую структуру разных веществ и материалов... Это просто потрясающий прибор, который сегодня есть в каждой лаборатории, где занимаются исследованиями мира, в котором мы живем, и нас самих.

Как будет дальше развиваться история микроскопов – увидим со временем. Возможно, ты внесешь здесь свою лепту и придумаешь какой-то невероятный микроскоп, который никто себе и представить не мог.

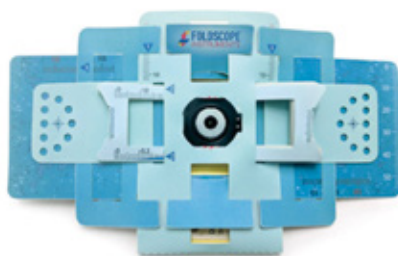
А пока будем тренироваться на фолдскопе. Что это такое и откуда он взялся?



3. Что такое фолдскоп?

Фолдскоп (Foldscope) – это чрезвычайно легкий бумажный микроскоп, который легко умещается в кармане. Он весит всего-то 10 грамм, но позволяет рассмотреть объекты размером от десятых до тысячных долей миллиметра, от ворсинок на крылышке мухи до инфузории-туфельки.

Фолдскоп появился на свет пять лет назад, в 2014 году. Придумал его профессор Ману Пракаш из Стэнфордского университета США, а его сотрудники довели конструкцию микроскопа до ума.



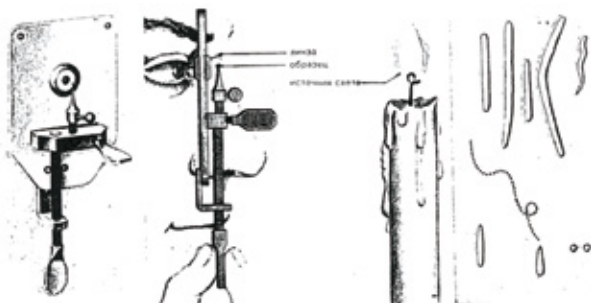
Каждый пользователь собирает устройство сам – из картонной развертки, магнитных держателей и крошечной круглой линзы. Внимательно изучи инструкцию и попробуй собрать устройство. Когда делаешь это сам, то начинаешь понимать, как устройство ра-



Как собрать фолдскоп

ботает. А если не будет получаться, то попроси родителей помочь. Обрати внимание, что фолдскоп можно присоединить к смартфону и снимать видео в процессе наблюдений, делать фотографии. Об этом рассказано в инструкции, так что внимательно прочитай ее.

А теперь посмотри на фолдскоп. Он тебе ничего не напоминает? По форме, по размеру, по типу линзы? Ну конечно! Это же бумажная версия знаменитого микроскопа Антони ван Левенгука!



Сегодня фолдскопом пользуются школьники в 135 странах мира. Они даже создали сообщество в Сети <https://microcosmos.foldscope.com/>, чтобы выкладывать результаты своих наблюдений и исследований.



4. Готовимся к исследованиям

Надеюсь, что со сборкой фолдскопа ты справился. Поздравляю! Но приступать к исследованию еще рано, ведь оно требует тщательной подготовки. Рабочее место исследователя должно быть заранее оборудовано всем необходимым. Придется потратить некоторое время на эту подготовительную работу. Каждый пользователь собирает устройство.

Итак, что тебе может понадобиться для исследований? Вот небольшой перечень. Все эти предметы легко найти с помощью родителей.

- Скотч. В твоем комплекте он, возможно, уже есть, но лучше запастись еще одним рулончиком.
- Ножницы. А иначе как ты будешь отрезать кусочки скотча и готовить пробы?
- Пипетки. Возможно, у тебя в домашнем хозяйстве уже есть пипетки, поинтересуйся у родителей. Но пипетки должны быть небольшими, так называемыми «глазными», чтобы давали небольшие капельки. Пипетки могут быть стеклянными и полимерными. Тебе понадобится несколько штук. Если ты всерьез настроен заниматься исследованиями, то запасись десятком.





- Небольшой тоненький пинцет, пластиковый или металлический, чтобы легче было готовить пробу.
- Несколько стеклянных банок, небольших, с крышками, в которых ты будешь хранить пробы воды из разных источников.
- Стеклянные палочки, чтобы перемешивать разные растворы и жидкости.
- Небольшая жестяная коробка с крышкой. В ней ты будешь хранить свои слайды с пробами. Ведь к рассматриванию пробы можно возвращаться много раз, если, конечно, она хорошо подготовлена и хранится в закрытой коробке.
- Чашечки Петри, стеклянные или пластиковые, несколько штук.
- Ватные палочки, которыми очень удобно протирать линзу фолдскопа.





- В твоём комплекте лежит всего несколько слайдов для проб – такие длинные прямоугольные картонки с вырезанными окошками. Тебе заведомо понадобится больше. Конечно, один слайд из комплекта можно использовать много раз: подготовил пробу, провел исследование, снял со слайда скотч с пробой, и можно делать новую пробу. Но почему бы не сделать себе несколько слайдов про запас? Тогда ты сможешь хранить пробы. Подбери соответствующий картон, гладкий, тонкий и не мокнувший, и вырежи несколько новых слайдов по образцу.
- Фонарик для подсветки образца, если ты выполняешь исследование вечером. Можно использовать фонарик смартфона или просто мощный фонарик. Наверняка он у тебя есть.



Как видишь, список небольшой. Но постепенно ты и сам поймешь, что требуется для экспериментов, и будешь дооснащать свою лабораторию.



5. Главное правило

Теперь-то уж можно начинать исследования? – спросишь ты. Нет, подожди, не торопись. Нам надо еще познакомиться с правилами, без знания которых вряд ли получатся эксперименты.

Мы уже знаем, что фолдскоп ничего не весит, не промокает, довольно прочный и легко умещается в кармане. С ним можно пойти в лес, на пруд или озеро, в поле – да куда угодно! Ведь объекты для рассматривания в фолдскоп можно найти всюду, просто на открытом воздухе ярче свет, а для нас это важно!

Запомни главное правило – в фолдскоп мы можем рассмотреть только те объекты, через которые проходит свет. Поэтому они должны быть тонкими, мелкими, прозрачными и полупрозрачными. Если ты засунешь целую муху в фолдскоп, то не увидишь ничего, кроме черноты – свет через нее не пройдет. Другое дело ее крылышко. Мы можем рассмотреть и непрозрачный объект, если нам интересна его геометрия и тонкие детали, расположенные на его поверхности, скажем, волоски и наросты на лапке мухи или комара. Но в этом случае рассматриваемая деталь должна быть тон-



кой и маленькой – хоботок комара или лапка мухи, и тому подобное. А если внешнего света не хватает, то можно использовать подсветку фонариком, в том числе и смартфона.

Еще очень важно помнить, что от качества подготовки пробы зависит результат твоего исследования. Если плохо подготовишь образец, то ничего не увидишь. Поэтому надо постараться, чтобы на скотче, который будет удерживать объект твоего исследования на специальном слайде (прямоугольник с двумя вырезанными окошками), не осталось отпечатков твоих пальцев или крупинок какой-нибудь грязи – они испортят всю картину. Не забывай хорошенько мыть руки перед началом эксперимента.



И еще один совет. Не забывай, что твой фолдскоп можно прикрепить к камере смартфона и не только рассматривать объект на экране смартфона, но и снимать его на видео. Свои фото и видео, а среди них могут быть фантастически красивые, выкладывай на своих страничках в соцсетях и обсуждай с друзьями.

Вот теперь можно приступать к исследованиям. Мы предлагаем тебе простые объекты, на которых можно потренироваться и отточить свое мастерство. А потом, когда набьешь руку, сможешь сам находить объекты для исследования и работать с ними.



6. Сделано Человеком

◀ Исследование 1 ▶

Итак, с чего начнем? С чего-нибудь простого? Не получится, потому что ничего простого в мире нет. Пусть внешне предмет, материал или объект устроены как будто бы и просто. Но как только начнешь рассматривать их микроструктуру, невидимую обычному глазу, то убедишься, как сложно, порой замысловато они устроены внутри.

И тем не менее относительно просты синтетические материалы, если рассматривать их с тем увеличением, которое позволяет фолдскоп. Возьмем, к примеру, капрон, или нейлон. В сущности, это один и тот же полимерный синтетический материал. Синтетический в том смысле, что его придумал и сделал человек, а в природе такого материала нет. Случилось это 28 февраля 1935 года в американской компании «Дюпон». Тогда главный химик компании Уильям Карозерс впервые в мире синтезировал вещество, получившее название нейлон.

О, это было действительно чудо-вещество! Оно хорошо тянулось и превращалось в почти прозрачные, гладкие и невероятно прочные нити, из которых можно было плести канаты,

сети и ткани... Об этом открытии компания объявила миру лишь три с половиной года спустя. Уильям Карозерс немедленно и навсегда вошел в историю, а в мире начался настоящий нейлоновый/капроновый бум.

Кстати, вершиной этого бума стали не корабельные канаты или парашюты, вовсе нет. Какое обычному человеку дело до этих технических, в сущности, вещей? Всемирное и всенародное признание нейлон/капрон заслужил после того, как появились женские капроновые чулки. За этими прозрачными, тянущимися и не рвущимися чулками выстраивались гигантские очереди в магазинах.

Первые капроновые чулки были действительно уникальными: надо было приложить немалые усилия, чтобы порвать их. Для демонстрации прочности представители компании использовали капроновые чулки как буксировочный трос и тащили на нем автомобиль. Это впечатляло. Не чулки, а просто мечта!

Но вот только чья мечта? Потребителя, конечно, но никак не производителя. Какому бизнесмену будет выгодно производить вечные вещи? Эдак купят все женщины по паре-две чулок и перестанут ходить в магазины. Вот ужас-то! Какая экономика это переживет?



Экономике надо, чтобы не прекращалось движение материалов, товаров и денег. Поэтому чулки давно уже не те: рвутся быстро и заставляют обладательниц снова бежать в магазин. Технологи долго старались так изменить волокна, чтобы чулки из них рвались достаточно быстро.

Что-то мне подсказывает, что очень скоро взгляд на экономику изменится. Станет не то что безответственным и постыдным, а просто не модным все время покупать новые вещи. Ведь для их производства требуются ценнейшие природные ресурсы: та же вода, энергия, труд. Столь же безответственным и постыдным станет производить вещи, запрограммированные на очень короткий срок службы, который

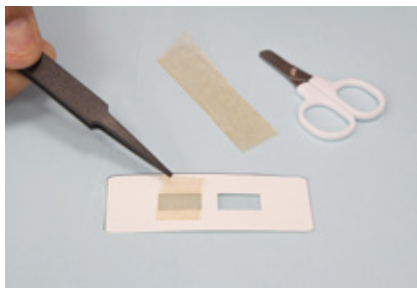
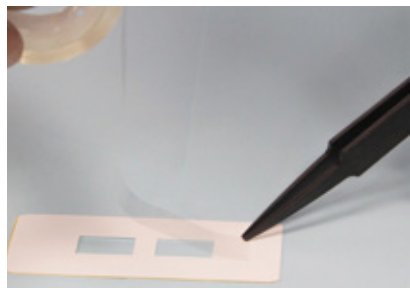
укорачивается, кстати, год от года. Возможно, это произойдет даже быстрее, чем мы думаем. Возможно – когда ты станешь взрослым.

Впрочем, сейчас нас интересует совсем другой взгляд – и не на экономику, а на капрон. Взгляд через фолдскоп. Капрон нам очень даже подходит, потому что это прозрачный материал, сплетенный из тончайших синтетических нитей. А мы уже знаем, что в фолдскоп можно рассматривать лишь материалы и объекты, пропускающие свет.

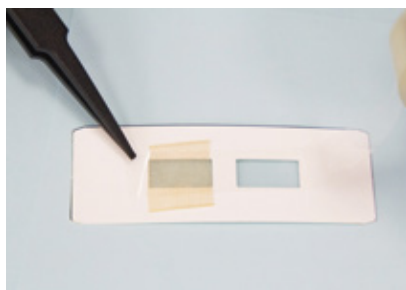
Эксперимент 1

Прежде всего надо добыть образец для исследования. Тут все просто – обратиться к маме или бабушке и попроси капроновые колготки, вышедшие из строя. Вырежь ножницами кусочек размером 2 на 2 сантиметра. Теперь этот образец надо аккуратно разместить и закрепить на слайде для образцов. Действуй в следующем порядке.

1. Приклей кусочек скотча на слайд для образцов, чтобы он закрыл окошко в слайде. Действуйте очень осторожно – старайся не прикасаться пальцами к поверхности липкой ленты. Следи, чтобы на ленту не попали посторонние частицы.



2. Теперь положи слайд на стол так, чтобы липкая сторона скотча в окошке смотрела вверх, на тебя.
3. С помощью пинцета аккуратно уложи свой образец капрона так, чтобы он накрыл окошко в слайде, в котором проглядывает липкая сторона скотча. Кусочек капрона должен быть гладким, чтобы на нем не было морщин. Используй маленький пинцет, чтобы разгладить ткань. Она, несомненно, прилипнет к клейкому слою скотча в окошке. Но так и должно быть!
4. Теперь, когда твой объект исследования на месте и прилип к скотчу, надо его зафиксировать еще одной полоской скотча, которую ты наклеиваешь поверх образца. У тебя должен получиться тройной бутерброд, или триплекс: скотч – слайд с окошком, в котором зафиксирован объект исследования – скотч.



Теперь такой слайд можно вертеть в руках и даже случайно уронить – ничто не повредит объект исследования, поскольку он надежно зафиксирован между двумя лентами скотча.

5. Вставь подготовленный слайд с образцом в специально отведенную для этого часть фолдскопа, чтобы окошко слайда оказалось напротив линзы, сфокусируй изображение и рассматривай объект в проходящем свете. Надо постараться приблизить линзу максимально близко к глазу и смотреть в нее на солнышко или лампу со светом. Подробности, как вставляя образец и фокусировать изображение, ты уж прочитал в инструкции.

Конечно, с первого раза может не получиться. Надо приноровиться к новому инструменту исследования, научиться хорошо подготавливать образцы для исследования, а это требует



терпения и упорства. В каком-то смысле это хороший тест на твою способность работать в науке. Вот заодно и проверишь себя.

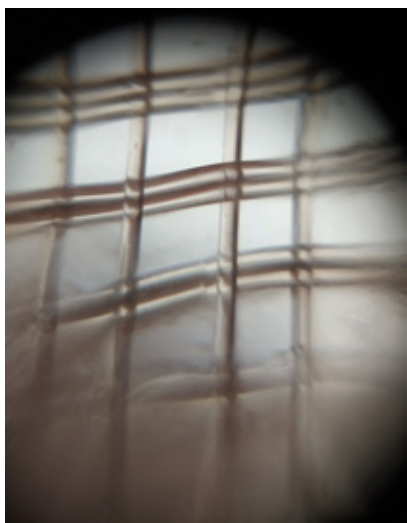
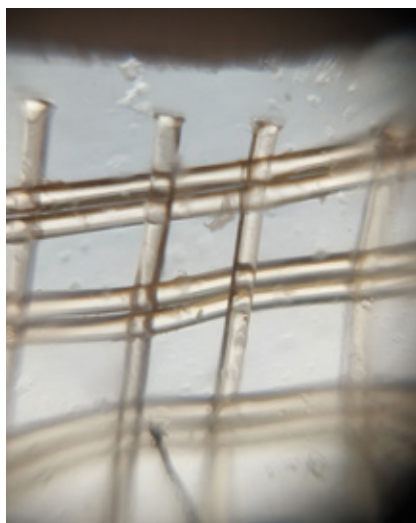
Но в конце концов, пусть и не с первого раза и пусть с помощью папы или мамы, все получилось. И ты увидел то, что вокруг больше никто не видит – структуру капроновой ткани. Ура! Поздравляю! Теперь надо немедленно сделать фотографию с помощью смартфона и поместить ее в свою коллекцию, пока еще только будущую.

Хорошо бы потренироваться на капроновом образце несколько раз, чтобы запомнить последовательность действий и довести процесс до совершенства, ну почти совершенства. И научиться рассматривать то, что видишь, описывать это словами. Тогда можно двигаться дальше.

Эксперимент 2

А теперь давай проведем маленькое исследование. Суть в том, что теперь мы не ограничиваемся просто наблюдением. Теперь мы будем воздействовать на образец и смотреть, как он откликнется на это воздействие.

Мы знаем, что полимеры, как правило, плавятся при не очень высокой температуре. Нейлон/капрон нельзя нагревать выше 65 градусов.



Почему? Что с ним произойдет? Вот и найди ответ с помощью своего исследования. Возьми новый кусочек капрона, поддержи его в горячей воде несколько минут, затем высуши, рассмотри в фолдскоп и сделай фотографию. Что изменилось в структуре материала? И как изменились свойства самого материала? Расскажи о своем исследовании маме и бабушке, чтобы они понимали, почему нельзя стирать тюлевые занавески из капрона/нейлона в горячей воде.

Эксперимент 3

Полимерные материалы, тот же полиэтилен, очень трудно окрашивать. Уж больно гладкие и плотные у них волокна, краситель



никак не может ни проникнуть внутрь волокна, ни прилипнуть крепко к его поверхности. Капрон – тоже не подарок, но все же поддается окрашиванию. Придумай, как окрасить кусочек капрона с помощью крепкой чайной заварки или зеленки. Затем высуши образцы и рассмотри в фолдскоп. Как краситель расположился внутри микроструктуры? Удалось ли ему проникнуть внутрь в волокна? Подобные исследования обязательно проводят химики, когда подбирают правильный краситель для тех или иных синтетических волокон.

Эксперимент 4

Ну что ж, ты уже научился наблюдать и рассматривать объект исследования, воздействовать на него и смотреть за результатом. А теперь еще одна интересная задачка – найди ответ на вопрос, почему капроновая ткань очень прочная, а ткань из натурального шелка – нет. Чтобы найти ответ, надо рассмотреть в фолдскоп два образца – из капрона и натурального шелка. Найти второй образец, да к тому же прозрачный или полупрозрачный, потребует некоторых усилий. Но здесь мама и бабушка будут на твоей стороне и, несомненно, помогут. Думаю, им тоже будет интересно узнать ответ, который будет виден, если сравнить два изображения.



7. Сделано природой

◀ Исследование 2 ▶

Теперь давай займемся объектом посложнее, то есть тем, который создала природа. А уж она горазда на удивительные изобретения в области материалов и конструкций. Будем рассматривать крылышки насекомых.

Тут недостатка в объектах исследования у нас быть не должно. Знаете, как говорят биологи? «Бог любит жуков!» Это значит, что насекомых на нашей Земле больше всего, по сравнению с другими живыми существами, если, конечно, не считать микробов.

Сколько их – никто точно не знает. По мнению ученых – около 4 миллионов различных видов насекомых, но это приблизительно. Одних только мух около 40 тысяч видов. Пока биологам удалось описать лишь седьмую часть этого гигантского сообщества. Так что про Землю правильнее было бы сказать, что это планета насекомых, а вовсе не людей. Думаю, самое простое для нас – рассматривать прозрачные крылышки мух или комаров, которых вокруг много. Но что интересного в таком рассматривании? Разве можно сделать открытие там, где не одну сотню лет работают биологи? Они



же непрерывно смотрят в микроскопы! Действительно, пожалуй, нет сегодня на свете ни одного биолога, который не рассматривал бы крылышки мух, стрекоз, ос и комаров в лабораторный микроскоп. Но, оказалось, что даже на таком классическом объекте, исследованном вдоль и поперек, можно сделать настоящее открытие.

Такое открытие сделала Екатерина Швецова в 2011 году. Тогда она училась в аспирантуре Лундского университета в Швеции и рассматривала в научных целях крылышки мух и ос. Обычно их укладывали на белый фон и помещали в микроскоп. А Катя положила крылышки на черную подложку, стала подсвечивать их белым светом и рассматривать. Тут-то она и увидела невероятно красивые радужные узоры на крыльях.



Крыло мухи,
пропускающее
свет





Ну и что, скажешь ты, эка невидаль! Кто не видел радужные узоры на крыльях стрекозы! Это так. Но никто не увидел, что у мух одного вида радужные узоры одинаковые! Вот что по этому поводу сказал раздосадованный американский генетик Джерри Койн, профессор Чикагского университета: «Какой невероятной глупостью было не подумать об этом! Я 42 года смотрел на мух, я видел, наверное, миллион их под микроскопом...» Смотреть-то смотрел, но не увидел эту закономерность.

Сегодня крылышки насекомых хорошо изучены, и мы много чего про них знаем. Мы знаем, что они пронизаны жилками. Но это не просто жилки. Это трубочки, по которым по всему крылу проходят комариные нервы. А еще крылышко комара - двухслойное, оно покрыто множеством чешуек и волосков, которые служат своего рода сигнальными антеннами – сообщают комару, что там с ветром, например. Это органы чувств комара.

Эксперимент 1

Ну, хватит разговоров, давай, наконец, рассмотрим эту чудо-конструкцию. Найди между оконными рамами или еще в каком потайном уголке дохлую муху или комара. Осторожно отдели крылышки от тельца и присмотришься к





крылышку. Что напоминает тебе его продолговатая форма? На что она похожа? Правда, очень напоминает форму паруса в виндсерфинге? Кажется, что конструкторы этого паруса просто взяли комариное или мушиное крыло и увеличили его в тысячи раз. Получился отличный парус, который умеет разговаривать и договариваться с ветром, как и крылышки комара.

Но вернемся к нашему эксперименту. Крылышко комара или мухи надо поместить на слайд, закрепить и вставить в фолдскоп. Действовать надо точно так же, как и в эксперименте с капроном. Но на всякий случай я еще раз повторю последовательность действий. Повторение – мать учения.

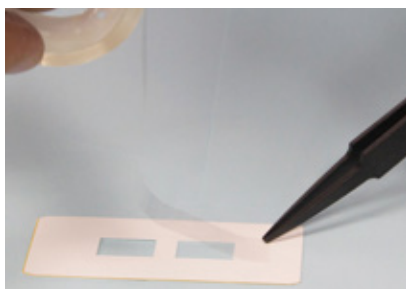


Крыло Комара



Крыло мухи

1. Приклей кусочек скотча на слайд для образцов, чтобы он закрыл окошко в слайде. Действуйте очень осторожно – старайся не прикасаться пальцами к поверхности липкой ленты. Следи, чтобы на ленту не попали посторонние частицы.
2. Теперь положи слайд на стол так, чтобы липкая сторона скотча в окошках смотрела вверх, на тебя.
3. С помощью пинцета аккуратно положи крылышко комара в окошко слайда – на



липкую сторону скотча. Крылышко прилипнет к скотчу, и это то, что нам нужно.

4. Теперь крылышко надо зафиксировать еще одной полоской скотча, которую ты осторожно наклеиваешь поверх образца. У тебя должен получиться тройной бутерброд, или триплекс: скотч – слайд с окошком, в котором лежит крылышко комара – скотч. Теперь такой слайд можно вертеть в руках и даже случайно уронить – ничто не повредит объекту исследования, поскольку он надежно зафиксирован между двумя лентами скотча.
5. Вставь подготовленный слайд с образцом в фолдскоп, чтобы окошко слайда оказалось напротив линзы, и рассматривай объект в проходящем свете. Постарайся приблизить линзу максимально близко к глазу и смотри в нее на солнышко или светящуюся лампу. Если ты уже умеешь прикреплять фолдскоп к



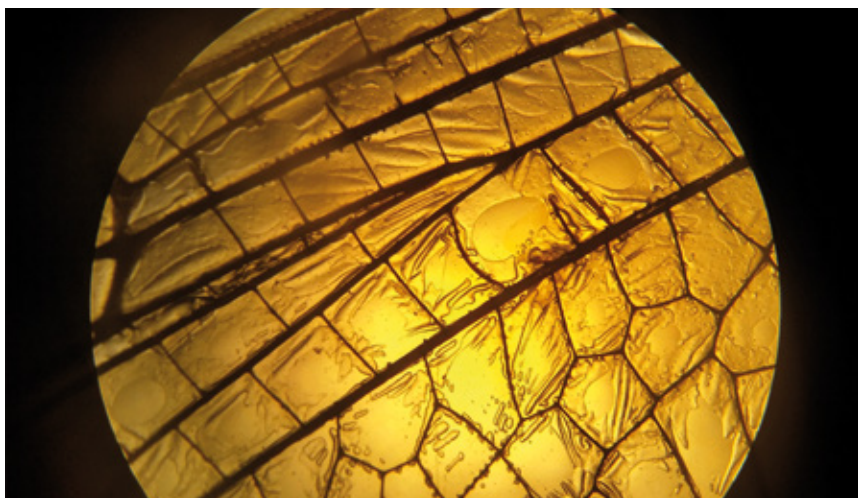


камере своего смартфона, то рассматривай изображение на экране смартфона. Но следди за тем, чтобы через образец проходил свет. Иначе ничего не увидишь.

Подробности, как вставлять образец и фокусировать изображение, ты уже прочитал в инструкции.

Теперь можно спокойно рассмотреть эту красоту. Очень хорошо видно, что прозрачная ткань крыла, тонкая и эластичная, сделанная из белка хитина, как будто натянута на крепкий каркас.

И знаешь, что поражает? Поражает, как такая хрупкая и тоненькая конструкция выдерживает столь фантастические нагрузки.





Скажи слово «крокодил», и за это время, длиной в секунду, муха сделает 300 взмахов крылышками, а комар, в зависимости от его вида – от 300 до 1000! Уму не постижимо! Считаешь, что 1000 взмахов в секунду это не так много? Помаши руками, как на уроке физкультуры, вверх-вниз. Сколько таких взмахов удалось сделать за одну секунду? То-то же. Далекое до комара.

Кстати, именно колебания воздуха, вызванные биением крылышек, производят звук. Чем чаще и быстрее бьется крыло насекомого, тем тоньше получается писк. Именно по этому высокому звуку мы распознаем комара. А шмель, например, делает 240 взмахов в секунду, потому «голос» у него низкий.

Эксперимент 2

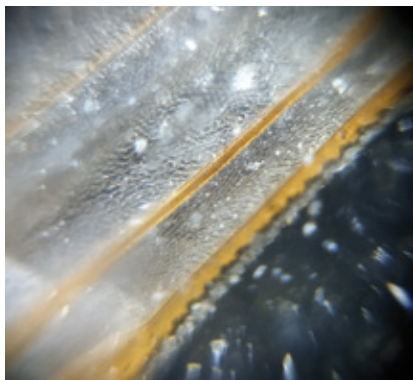
Кстати, вот хорошая идея для настоящего исследования. А что если рассмотреть крылышки разных насекомых с разными «голосами», то есть разной частотой биения крыла, и посмотреть, есть ли отличия в структуре их крылышек? Как проводить такой эксперимент – понятно. Надо взять крылышки комара, у которого самый тонкий голос (300—1000 биений в секунду), крылышки мухи со средним жужжанием (330) и крылышки осы, шмеля и пчелы (110–250), у которых голос низкий.





Спланировать и провести такой эксперимент ты сможешь сам. Главное – найти дохлых насекомых, чтобы заполучить материал для исследования. Рассмотрю в фолдскоп каждое крылышко, сфотографируй на смартфон и сопоставь изображения. Чем они отличаются? Может быть, ты заметишь что-то, что отличает комариное крыло от крыла осы, например, и позволяет ему переносить гораздо большие нагрузки.

Вообще, насекомые – богатейший материал для самых разных исследований. В фолдскоп можно рассматривать их крошечные части – лапки и хоботки. Они, конечно, не прозрачные, но зато маленькие, поместятся в окошко слайда. Тогда ты сможешь рассмотреть не внутреннюю структуру этих частей тела, а их форму, порой весьма затейливую и неожиданную.



8. Мельчайшая Частица жизни

◀ Исследование 3 ▶

Теперь, когда ты натренировался на капро-не и крылышках, что называется – набил руку, можно замахнуться на наше все – на живую клетку. Клетка – действительно наше все, ведь это самая маленькая частичка жизни на Земле. Вообще, все живое на нашей планете началось с клетки. Было это больше миллиарда лет назад. С тех пор жизнь приобрела самые разные, красивые и причудливые, формы – водоросли и растения, бабочки и жуки, птицы и рыбы, крокодилы и люди... Но наименьшая живая часть любого из этих живых организмов – это по-прежнему клетка, только в теле растения и животного их очень много и они все разные. Вот, например, в теле человека содержится 230 типов клеток, а всего клеток – 30-40 триллионов. Припиши к этим цифрам 12 нулей, и тогда увидишь, какое это огромное число.

Первым увидел клетку известный английский ученый Роберт Гук в 1665 году, чуть больше 350 лет назад. Мы уже упоминали об этом, когда рассказывали про историю микроскопов. Он задался вопросом: почему пробковое дерево не тонет, а всегда остается на плаву?



Чтобы найти ответ, он рассматривал срезы пробкового дерева в микроскоп, который сам же и усовершенствовал. Тут-то он и увидел, что пробка разделена на множество крошечных ячеек, напомнивших ему монастырские кельи. Роберт Гук назвал эти ячейки клетками (по-английски cell означает «келья, ячейка, клетка»). Это название прижилось в науке, и по сей день все им пользуются.

Вообще, на счету Роберта Гука множество открытий и изобретений. Например, он открыл живую клетку, первым обратил внимание, что лед тает и вода кипит при постоянной температуре, открыл, что высота звука определяется частотой колебания воздуха (помнишь крылышко комара?), первым обратил внимание на пятна на Юпитере и Марсе – увидел в усовершенствованный им телескоп – и по их движению определил скорости вращения этих планет вокруг своей оси. Тоже был наблюдатель высочайшего класса!



Помимо научных открытий Роберт Гук изобрел множество разных полезных устройств и вещей. Например – спиральную пружину для регулирования хода часов, первую в мире систему оптического телеграфа, простейшие тепловые машины, дождемер... И между прочим

самостоятельно построил в качестве архитектора Гринвичскую обсерваторию. Вот такие были ученые в давние времена – интересовались всем! И потому делали открытия в самых разных областях.

Но вернемся к клеткам. Двести с небольшим лет назад французский исследователь Шарль-Франсуа Мирбель установил, что все растения состоят из тканей, образованных клетками. А вскоре стало ясно, что это касается и животных.

Сегодня мы знаем о клетках очень много. Мы знаем, что в ней есть центр управления (ядро с генетическим кодом), есть фабрики по производству белков и энергетические станции... Сегодня в мире настоящий бум вокруг клетки – тысячи лабораторий, десятки тысяч исследователей занимаются ее изучением, потому что именно в клетке скрыты все тайны жизни, здоровья и долголетия. Так что, исследуя и рассматривая клетки в фолдскоп, ты находишься в мировом тренде. И кто знает – вдруг сделаешь какое-то открытие? Увидишь или заметишь то, что проглядели другие?

Какое же растение выбрать нам для исследования? Ведь только одних видов растений на Земле произрастает около 400 тысяч!



И каждый год приносит все новые и новые открытия. Вот, например, в 2015 году ботаники всего мира добавили в общий список еще 2 034 новых вида растений. А сколько еще предстоит открыть!

Как видишь – выбор громадный. Но мы точно знаем, клетки какого растения надо рассматривать в фолдскоп. Лука! Он как будто специально создан для рассматривания в микроскоп. И сегодня в биологии это – классический объект, на котором школьникам и студентам демонстрируют клеточное строение растений.

Чем же он так хорош? Во-первых, никакого препарата готовить не надо. Его уже приготовила для нас природа. Это – тоненькая кожица лука, такая прозрачная и немного белесая пленочка, которая отделяет в луковице слои (биологи называют их чешуями). Во-вторых, клетки в кожице лука крупные и расположены в один слой, поэтому ничто не мешает их рассматривать. И, конечно, не будем сбрасывать со счетов, что луковицу в нашей стране можно легко найти где угодно.



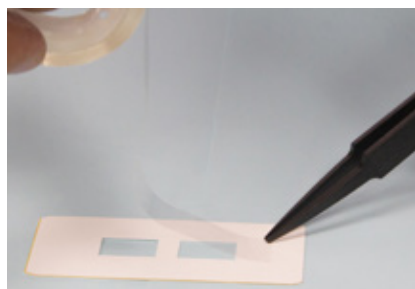
Тогда скорее разживись головкой лука, и приступим.

Эксперимент 1

Итак, берем луковицу, удаляем сверху сухую чешую, разрезаем, разделяем половину луковицы на мясистые слои-чешуи, из которых она состоит. Теперь с помощью пинцета, а кому-то это удастся и без пинцета, отделяем кожицу. Ее можно взять и с вогнутой, и с выпуклой стороны чешуи. На самом деле кожица легче отделяется с вогнутой стороны, однако клетки там длинные и тонкие, поэтому лучше взять кожицу с выпуклой стороны, здесь клетки покороче и потолще, их лучше видно.

Как приготовить препарат – ты уже знаешь. И тем не менее повторим еще раз. Действовать надо так.

1. Приклей кусочек скотча на слайд для образцов, чтобы он закрыл окошко в слайде. Действуй очень осторожно – старайся не прикасаться пальцами к поверхности



липкой ленты. Следи, чтобы на ленту не попали посторонние частицы.

2. Теперь положи слайд на стол так, чтобы липкая сторона скотча в окошках смотрела вверх, на тебя.
3. С помощью пинцета аккуратно положи кусочек кожицы лука так, чтобы он накрыл окошко слайда и прилип к липкой стороне скотча. Здесь очень важно, чтобы кожица легла на слайд ровно, без морщинок, как хорошо отглаженная скатерть на стол.
4. Теперь кожицу надо зафиксировать еще одной полоской скотча, которую ты осторожно наклеиваешь поверх образца. У тебя должен получиться тройной бутерброд, или триплекс: скотч – слайд с окошком, на котором лежит кожица лука – скотч. Теперь такой слайд можно вертеть в руках и даже



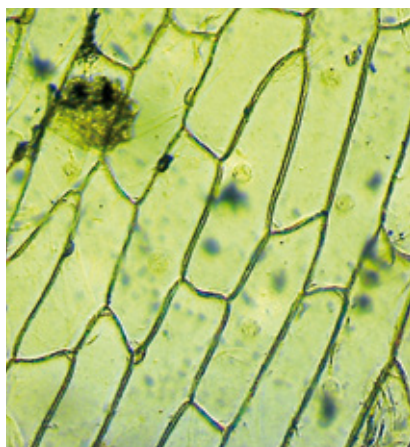
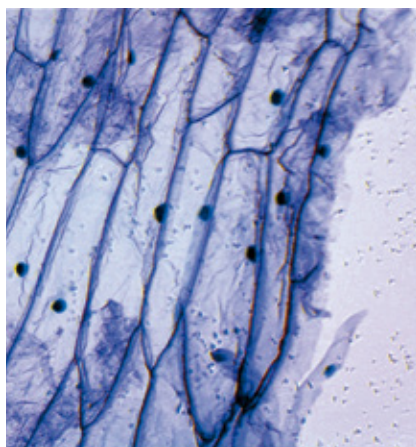
случайно уронить – ничто не повредит объекту исследования, поскольку он надежно зафиксирован между двумя лентами скотча.

5. Вставь подготовленный слайд с образцом в фолдскоп, чтобы окошко слайда оказалось напротив линзы, и рассматривай объект в проходящем свете. Постарайся приблизить линзу максимально близко к глазу и смотри в нее на солнышко или светящуюся лампу. Если ты уже умеешь прикреплять фолдскоп к камере своего смартфона, то рассматривай изображение на экране смартфона. Но следи за тем, чтобы через образец проходил свет. Иначе ничего не увидишь.

Подробности, как вставлять образец и фокусировать изображение, прочитай в инструкции.

Теперь можно спокойно рассмотреть луковые клетки. Недавно мы с одной девочкой приготовили образец кожицы, она вставила препарат в фолдскоп и стала смотреть. Спрашиваем – ну что, видишь клетки? – Нет. – А что видишь? – Да кирпичную стену какую-то и все. – Так это и есть клетки!

Наверное, если бы клетки первой в мире открыла бы эта девочка, то назвала бы их



не клетками и не монастырскими кельями, а кирпичами. Действительно, ряды продолговатых прямоугольных клеток похожи на кирпичную кладку.

А можно ли увидеть, что в клетках внутри? Всех деталей, конечно, не увидеть, фолдскоп для этого слабоват. Совсем мелкие детали клетки можно рассмотреть только в электронный микроскоп. Но вот ядро, которое есть в каждой клетке, увидеть можно. Для этого придется усложнить эксперимент

Эксперимент 2

Чтобы разглядеть ядра в клетках лука, их надо подкрасить. Это можно сделать с помощью аптечного йода или зеленки. Капни три капли раствора йода на блюдечко, чашку

Петри или стеклышко, добавь столько же воды, перемешай стеклянной палочкой и положи в этот раствор образец кожицы лука. С зеленкой надо действовать так же, только разбавить ее следует в 5 раз. Если ты возьмешь три капли зеленки, то сколько капель воды надо добавить? Правильно, 15.

Через несколько минут образцы кожицы лука можно вытащить из раствора и приготовить из него препарат для рассматривания в фолдскоп – все как в эксперименте 1. Картинки, которые ты увидишь в фолдскоп, будут очень красивыми. В каждом «кирпичике» будет отчетливо видно ядро – маленькая черная точка, а сами подкрашенные клетки будут выглядеть более объемно и более эффектно. Обязательно сфотографируй на смартфон эти виды для своей коллекции, покажи родителям и друзьям.

Эксперимент 3

А вообще было бы здорово сравнить клетки самых разных растений. Для этого надо наловчиться отделять и снимать тончайшую кожицу с листьев и лепестков растений и рассматривать ее в микроскоп. Ты убедишься, что растительные клетки разных растений похожи друг на друга. Но все же есть и различия. Какие же?

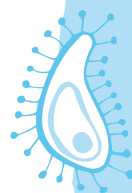
9. Микрзоопарк

◀ Исследование 4 ▶

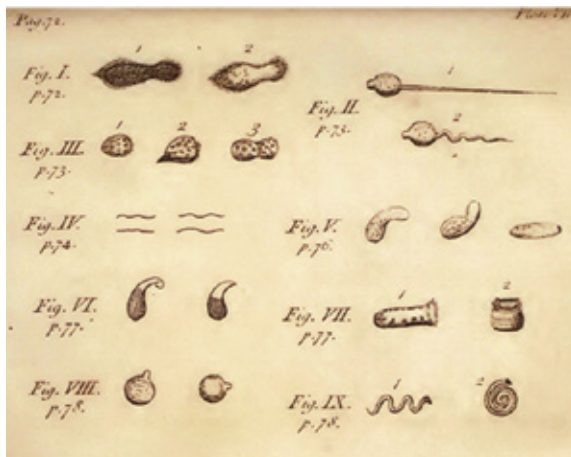
В природе жизнь есть всюду. Даже в капле воды, взятой из лужи или пруда. Эта микроскопическая жизнь скрыта от наших глаз. Но ведь у нас есть фолдскоп! С его помощью мы точно разглядим, кто плавает в капле воды. И не просто разглядим, но постараемся определить, кто есть кто.

Но кто там может плавать? О, в капле воды можно обнаружить целый зоопарк из крошечных одноклеточных «зверушек», которых биологи называют простейшими. Впервые их увидел в свой микроскоп Антони ван Левенгук, о котором мы уже упоминали, когда рассказывали про историю микроскопа.

В свой микроскоп он разглядывал все подряд, поражаясь красоте и сложности того, что увидел. И вот однажды он навел свою пластинку с линзой на каплю дождевой воды. Но что это? Не может быть! Кто эти крошечные живые существа, которые носятся, плавают, играют? Они в тысячу раз меньше любого живого существа, но их здесь сотни! Говорят, что именно так воспринял Левенгук увиденное.



АНТОНИ ВАН
ЛЕВЕНГУК



Но кто знает, как это было на самом деле. Однако все точно знают, что тогда Левенгук совершил одно из самых потрясающих открытий в биологии – невидимый глазу, но громадный и вездесущий мир микроорганизмов.

Левенгук зарисовывал все, что видел в микроскоп. Эти рисунки сохранились. Поэтому биологи сегодня точно могут сказать, кого же он увидел в дождевой воде. А увидел он одноклеточные микроорганизмы. Хотя их тело состоит из одной единственной клетки, они живут полноценной жизнью простейших – питаются (в основном бактериями), дышат, двигаются, размножаются и даже погружаются в глубочайший долгий сон, чтобы пережить трудные времена.



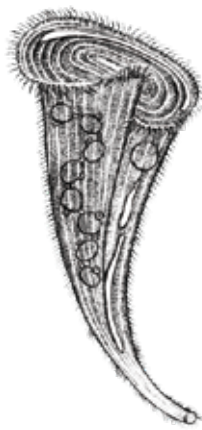
Размер такого одноклеточного существа составляет от пяти сотых до одной десятой миллиметра, ни за что глазом не разглядеть. Сегодня известно около 30 000 видов простейших. И в капле воды, взятой из пруда, из аквариума, из лужи, можно найти десятки представителей этой многочисленной армии.

Самая симпатичная из них, на наш взгляд, – инфузория-туфелька. Ее так называли, потому что форма ее тела напоминает подошву туфли. Причем инфузория-туфелька движется тупым концом вперед, перебирая огромным количеством ресничек, которыми усеяна вся ее поверхность. Все эти 15 тысяч малюсеньких весел позволяют инфузории вращаться вокруг

инфузории



Туфелька



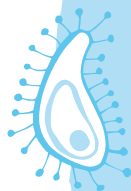
Трубоч



Сувойка



Эвглена



своей продольной оси, и буквально ввинчиваться в воду, чтобы двигаться в любом направлении.

А еще можно встретить инфузорию трубоч – она действительно похожа на трубу. Или – сувойку, похожую на колокольчик. Она ленивая, не любит двигаться, поэтому прикрепляется к кому-нибудь или чему-нибудь. Наверняка вам подвернется и эвглена зеленая, особенно, если вы взяли для исследования пробу воды из цветшего водоема. Ее легко отличить по красному глазку, зеленой окраске и единственному жгутику.

А еще есть амебы и множество других персонажей. В общем – скучно тебе не будет.

Эксперимент 1

Ну что, приступим? Для начала давай просто полюбуемся на зоопарк в капле воды и постараемся рассмотреть и распознать его обитателей. Здесь нужно тщательно подготовиться к эксперименту, а именно – собрать разные пробы воды, где могут жить наши «зверушки». Это должна быть не чистая хлорированная вода из-под крана, там никто не живет, можешь проверить. А это должна быть вода, в которой найдется еда для простейших существ, ведь именно за ними мы охотимся.



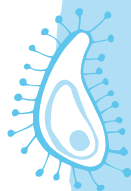
Поэтому набери воду из аквариума, из пруда, из лужи, из моря, если оно рядом. В общем – из природных водоемов.

На самом деле можно и самому создать искусственный водоем и вырастить зверушек. Например, если тебе нравятся инфузории-туфельки, то возьми немного сена, залей его водой и дай постоять несколько дней. В настоявшейся воде будет полно инфузорий-туфелек.

Воду из разных водоемов помести в разные банки и обязательно наклей этикетки, чтобы не перепутать. А возле каждой банки положи свои пипетки и постарайся не перепутать их во время работы. Теперь давай готовить пробы для рассматривания в фолдскоп.

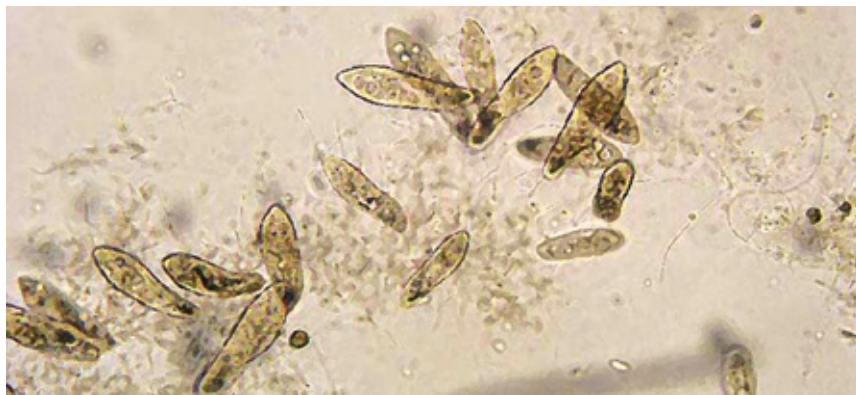
1. Приклей скотч на слайд для образцов, стараясь не прикасаться пальцами к поверхности липкой ленты. Следи, чтобы на ленту не попали посторонние частицы.





2. Теперь положи слайд на стол так, чтобы липкая сторона скотча в окошках смотрела вверх, на тебя.
3. Набери в пипетку немного воды из банки, скажем, с аквариумной водой.
4. Теперь аккуратно капни одну капельку этой воды из пипетки на липкий слой скотча в окошке слайда, а сверху наклей вторую полосу скотча. Теперь твой образец – капелька воды – заключен в тончайшем слое между двумя полосками скотча.
5. Вставь подготовленный слайд с образцом в специально отведенную для этого часть фолдскопа, чтобы окошко оказалось напротив линзы, и рассматривай объект в проходящем свете. Постарайся приблизить линзу максимально близко к глазу и смотри в нее на солнышко или лампу со светом. Подробности, как вставлять образец и фокусировать изображение, прочитайте в инструкции.
6. Если ты сделал все аккуратно и правильно, то несомненно увидишь микроскопических живых существ, обитающих в аквариумной воде. Они разные, но все они движутся. Поэтому можно снять отличное видео

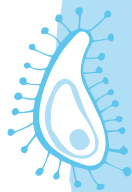




с помощью смартфона (как присоединить фолдскоп к смартфону рассказано в инструкции).

7. Хорошо бы определить, кто есть кто. Здесь тоже поможет смартфон. Зайди в интернет и узнай, как выглядят инфузория-туфелька, эвглена, трубочка, сувойка и другие одноклеточные существа. А можешь посмотреть вот на эту картинку и понять, кто живет в твоём водяном зоопарке.

Теперь, когда ты знаешь их в лицо, не составит труда сравнить обитателей в разной воде. Можно даже заполнить таблицу, чтобы эксперимент и вовсе был серьезным. Когда заполнишь таблицу, то все сразу станет ясно, где жизнь богатая и бурная, а где ее нет. Как ты думаешь – почему?



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБ ВОДЫ

Откуда проба	Простейшие микроорганизмы				
	Инфузория-туфелька	Трубоч	Сувойка	Эвглена	Иное
№ 1. Пруд					
№ 2. Лужа					
№ 3. Морская вода					
№ 4. Дождевая вода					
№ 5. Аквариум					
№ 6. Водопровод					

Эксперимент 2

Итак, в Эксперименте 1 мы рассмотрели образцы воды из разных источников и сравнили их – где больше жизни. А теперь давай усложним эксперимент – будем воздействовать на образцы разными способами и наблюдать, как поведут себя наши зверушки. Для этого надо выбрать ту банку с водой, в которой жизни больше всего. Теперь-то ты это знаешь точно, потому что выполнил эксперимент 1 и заполнил таблицу. Так что выбрать будет просто.



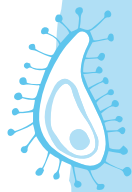


Возьми чашечку Петри (или маленькое блюдечко), капни несколько капель из банки с нужной водой, а затем добавь к этой пробе каплю-две лимонного сока. Аккуратно перемешай, отбери каплю и приготовь пробу, как ты уже делал в Эксперименте 1. Теперь можешь вставить пробу в фолдскоп и наблюдать за тем, что будет происходить

Этот опыт можно повторить в нескольких вариантах – добавлять не лимонный сок, а каплю концентрированного раствора соли или каплю жидкости для снятия лака. Можно уже готовую для рассматривания пробу на слайде положить на ночь в морозильник, а утром вытащить, дать оттаять, а затем рассматривать. Понятно, что в каждом случае надо брать новую пробу воды из экспериментальной банки.

Внимательно рассмотри, что будет происходить при каждом воздействии на зоопарк. Зарисуй и сфотографируй увиденное, сравни все картинки и попробуй сам ответить на вопрос, почему при разных воздействиях происходит то, что происходит. Теперь ты понимаешь, сколь бережно мы должны относиться к окружающему нас миру – ему легко навредить. А чтобы невольно не причинять зла, мы должны этот мир исследовать. Собственно, этим ты сейчас и занимаешься.

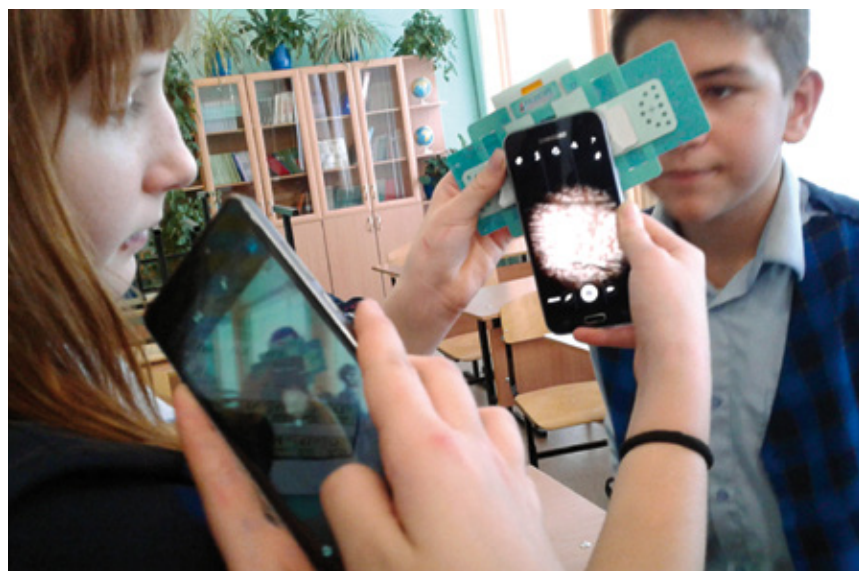




10. Вперед, в свободное плавание!

Если ты справился со всеми экспериментами, то мы смело можем поставить тебе пятерку и отпустить тебя в свободное плавание. Вперед! Теперь ты сам будешь искать объекты исследования, задаваться вопросами и пытаться на них ответить в эксперименте. Объектов вокруг – море! Вопросов – тоже!

Наверняка в поле твоего зрения попадут рыбная чешуя, отпечатки пальцев на стекле, разные тонкие прозрачные ткани и бумага для чайных пакетиков, волосы и шерстинки, пыльца растений и перья птиц.





Мы надеемся, что ты не ограничишься просто наблюдением, а будешь проводить сравнительные исследования, сопоставляя, например, твой волос с волосом папы, мамы и бабушки. Или сравнивая шерсть собак, кошек или собак разных пород. Или сравнивая волоски из перьев разных птиц и пыльцу разных растений, кристаллики сахара и соли...

И не забывай, что одно из самых информативных исследований – это когда ты воздействуешь разными способами на объект своего исследования и наблюдаешь за результатом.

Мы рассчитываем на твою любознательность и изобретательность. Теперь они – главные помощники в твоих исследованиях.

Уга-чи!





ВИДЕОИНСТРУКЦИЯ
КАК СОБРАТЬ
ФОЛДСКОП