



OPEN AND COLLABORATIVE
SCIENCE IN DEVELOPMENT
NETWORK



УНИВЕРСИТЕТ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Институт исследований горных сообществ

ПРОЕКТ
«Экологическое Образование и Гражданская Наука
в Горных Сообществах Кыргызстана»

РУКОВОДСТВО

ИЗУЧЕНИЕ ВОДЫ
ЧЕРЕЗ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

БИШКЕК 2017

Разработчики руководства:

Алин Россет

Университет Центральной Азии

Алия Ибраимова, Билимбек Ажибеков

CAMP Алатоо

Айкена Оролбаева, Альбина Музафарова

Консультанты:

Мария Чернявская

Национальная Академия Наук Кыргызской Республики

Гульнара Курманова

Кандидат биологических наук

Рецензенты:

- ▶ **Т. М. Чодураев**, доктор географических наук, профессор;
- ▶ **Э. Т. Токторалиев**, кандидат географических наук, доцент;
- ▶ **Д. Т. Солпуева**, кандидат географических наук, доцент.

Одобрено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим объединением МОН КР по направлению «Педагогическое образование» при КГУ им. И. Арабаева 28 марта 2017 г.

Разработчики руководства выражают благодарность за оказанную поддержку:

- ▶ Региональной программе Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Германского общества по международному сотрудничеству) по устойчивому землепользованию, с учетом изменения климата для экономического развития в Центральной Азии, реализуемой по поручению Правительства Германии;
- ▶ Алтын Капаловой, Университет Центральной Азии;
- ▶ Азамату Исакову, ОФ CAMP Алатоо;
- ▶ Жаныл Кожомуратовой, ОФ CAMP Алатоо;
- ▶ Соне Димтер, ОФ CAMP Алатоо;
- ▶ Стефани Джентл, ОФ CAMP Алатоо;
- ▶ Малгорзате Бичик, ОФ CAMP Алатоо.

Дизайнеры: Аида Тостокова, Алыбек Исмаилов

И 39 Изучение воды через эксперименты: Руководство. – Б.: 2017. – 125 с.

ISBN 978-9967-11-615-3

Настоящее руководство является результатом совместной работы рабочей группы проекта и учителей пилотных школ. Руководство носит рекомендательный характер и предназначено для использования в пилотных школах, а также для всех заинтересованных сторон.

И 1805040700-17

ISBN 978-9967-11-615-3

УДК 556

ББК 26.222



Руководство носит рекомендательный характер и находится в открытом доступе на сайте ОФ CAMP Алатоо: www.camp.kg и Университета Центральной Азии: www.ucentralasia.org



Эта работа лицензирована в соответствии с Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

ПРОЕКТ
«Экологическое Образование и Гражданская Наука
в Горных Сообществах Кыргызстана»

РУКОВОДСТВО

**ИЗУЧЕНИЕ ВОДЫ
ЧЕРЕЗ ЭКСПЕРИМЕНТЫ**



БИШКЕК 2017

О ПРОЕКТЕ

Данное руководство разработано в рамках проекта «Экологическое Образование и Гражданская Наука в Горных Сообществах Кыргызстана» (КМЕЕCS) при сотрудничестве ОФ САМР Алатоо и Университета Центральной Азии и поддержке Сети по Развитию Открытой и Совместной Науки. Настоящий проект реализуется в 10 пилотных школах Акталинского, Атбашинского и Нарынского районов Нарынской области с 2014 по 2017 года.

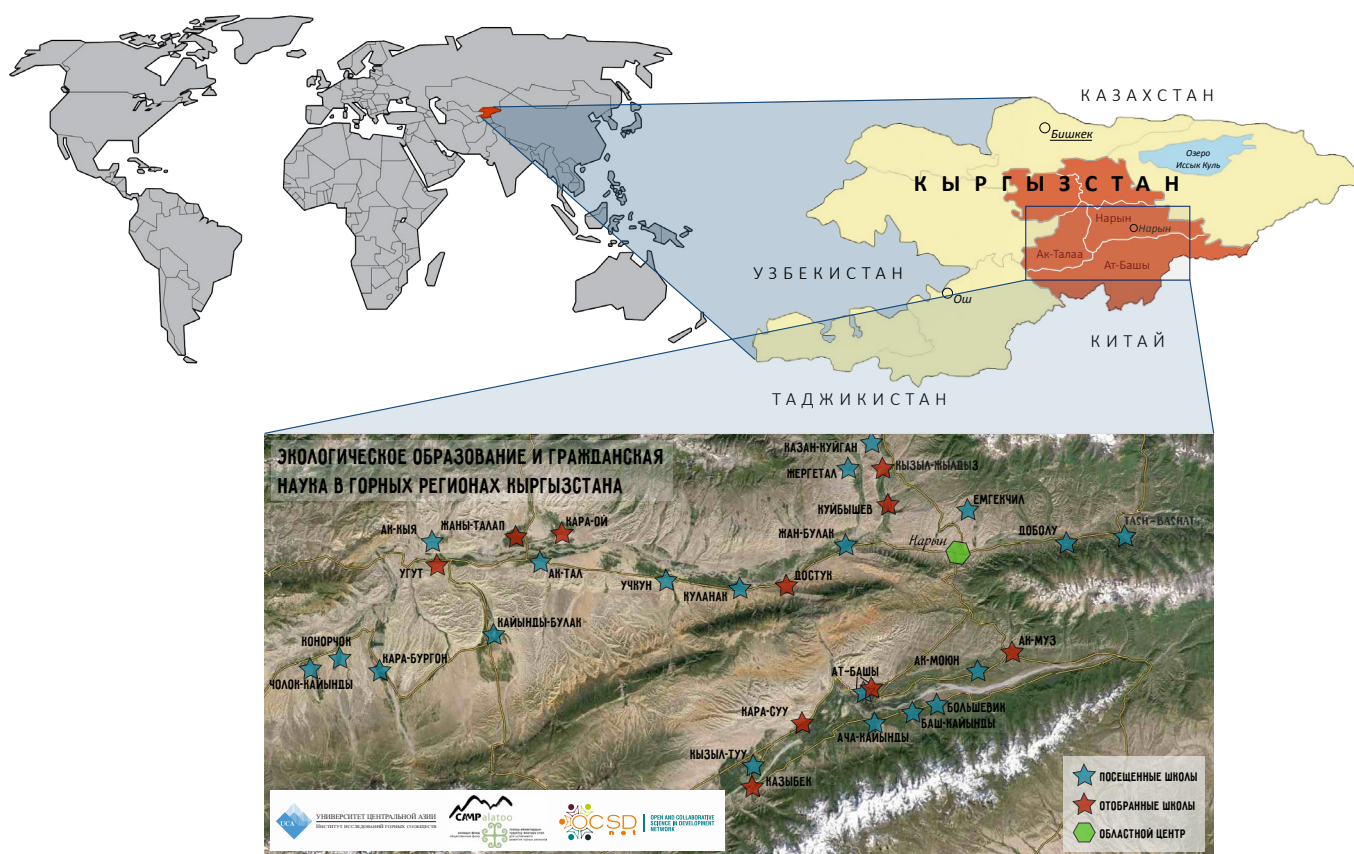


Рис. 1. Пилотная территория проекта

Целью проекта является содействие применению подходов Открытой Гражданской Науки и освоению навыков использования собранной информации.

Основные задачи:

1. Получить данные, отражающие ситуацию в социально-экологических системах в высокогорных регионах, через использование гражданской науки путем вовлечения учеников и учителей Нарынской области Кыргызстана.
2. Внести вклад в улучшение экологического образования и осведомленности учеников и педагогов сельских школ о местной окружающей среде.
3. Улучшить доступ к знаниям и экологической информации в отдаленных горных регионах Кыргызстана.
4. Продвигать инновационные, совместные и открытые принципы исследования в Кыргызстане.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
I. Факты о воде и эксперименты для изучения ее свойств	8
Эксперимент 1: Капля в ведро – сколько воды нам доступно?	11
Эксперимент 2: Как океан становится соленым?.....	13
Эксперимент 3: Как растения пьют?	15
Эксперимент 4: Есть ли у воды пленка? Можете ли Вы увидеть ее?	17
Эксперимент 5: Как много места занимает вода в разных состояниях?.....	20
Эксперимент 6: Сделай собственное облако	24
Эксперимент 7: Сделай собственную гидростанцию	27
II. Картирование, водные бассейны и круговорот воды	30
Эксперимент 1: Водосборный бассейн на скомканном листе бумаги	32
Эксперимент 2: Составление карты водных ресурсов своего села	38
Эксперимент 3: Испарение и конденсация: как очистить грязную или соленую воду?	43
Эксперимент 4: Может ли почва очистить воду? Почва и растения как фильтр для воды.....	46
Эксперимент 5: Создание дождя: круговорот воды в пластиковом пакете или в банке	49
Эксперимент 6: Транспирация (выведение воды через поры растениями) – что это такое?	52
III. Биологическая оценка качества воды	54
Эксперимент 1: Методы исследования планктона	60
Эксперимент 2: Методы исследования бентоса	62
Обработка материала и анализ результатов	64
Индекс Майера	72
Немного о прибрежных/приводных экосистемах	75
Водные организмы, обитающие в водоемах Нарынской области	77
Приложения	85
IV. Физические и химические свойства воды	90
Определение уровня pH воды.....	93
Эксперимент 1: Этапы: индикация pH при помощи лакмусовых бумажек	95
Эксперимент 2: Этапы: тест pH с раствором красной капусты	96
Эксперимент 3: Изменение температуры	98
Эксперимент 4: Мутность и ее измерение	100
Эксперимент 5: Определение цветности воды.....	103
Эксперимент 6: Определение запаха воды.....	105
Приложения	106
V. Количество воды: уровень и поток	108
Эксперимент 1: Как выполнять измерения уровня воды?.....	112
Эксперимент 2: Измерение скоростей течения поверхностными поплавками.....	114
Эксперимент 3: Как измерить расход воды в реке?	116
Подведение итогов экспериментов	117
Материалы, необходимые для проведения экспериментов	119
Использованные источники	123

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдение за качеством воды, экологическое образование и гражданская наука

Вода – это самое мягкое и самое слабое существо в мире, но в преодолении твердого и крепкого она непобедима, и на свете нет ей равного.

Дао Дэ Дзин

Дорогой читатель!

Это руководство разработано для учеников 5-11 классов общеобразовательных школ Кыргызской Республики. Оно посвящено воде, практической, доступной ученикам оценке и мониторингу качества воды в вашей местности, что позволит обрести более ясное представление о воде в целом, и её качествах. Руководство состоит из пяти тематических глав, а также содержит информацию о свойствах воды, ее составе и включает факты, которые могут быть интересны любому человеку.

Первая часть включает простые эксперименты, объясняющие свойства воды.

Вторая часть описывает упражнения по картированию водного бассейна и объясняет цикл круговорота воды в природе, включающий ее конденсацию, испарение, фильтрацию, другие процессы и явления.

Третья часть описывает методы оценки и мониторинга качества воды посредством изучения обитателей водоемов.

Четвертая и пятая части сфокусированы на физико-химических методах оценки качества воды. Физико-химическая оценка включает в себя измерение таких свойств, как скорость течения, глубина, расход воды, её плотность, запах, вкус, температура, измерение уровней кислотности, щелочности и т. п.

Следует отметить, что при оценке качества воды важно проводить и физико-химическую, и биологическую оценки, поскольку только комбинация этих методов даст вам полную картину состояния водных источников. Существует глубокая взаимосвязь между физико-химическими и биологическими свойствами воды, так как первое всегда влияет на второе (на возможность и условия существования живых организмов и их состав). Однако результаты описанных экспериментов не могут считаться совершенно достоверными, поскольку для точного анализа необходимо профессиональное оборудование и специальные условия. Таким образом, эксперименты могут дать примерную градацию качества воды: чистая, не очень чистая, слабозагрязнённая, грязная и сильнозагрязнённая.

Особенность нашего руководства состоит в том, что оно разработано с использованием подходов гражданской науки, то есть с привлечением обычных людей – учеников, фермеров, учителей и чиновников органов местного управления – к сбору научных данных, их анализу и интерпретации. Учитывая ограниченность экологических данных на местном уровне, особенно в отдаленных регионах, эта возможность

очень ценна для вовлеченных граждан, поскольку они смогут расширить свои знания об окружающей их среде и получить научную основу для обсуждения и реагирования на экологические изменения на местном уровне. Адаптация к изменениям важна для улучшения ответа местных сообществ на действие внешних факторов, влияющих на сельское хозяйство, животноводство, здоровье и доходы населения, которые, в свою очередь, определяют уровень жизни домохозяйств. Как показывают результаты проекта, пилотные школы делятся полученной информацией о качестве воды с сообществом. Это позволяет людям принимать обоснованные решения об использовании того или иного источника воды. Поэтому настоящее руководство рекомендуется к использованию не только в школах, но и дома – вместе с родителями, друзьями и соседями. Доступные инструкции и простые материалы способствуют широкому распространению описанных экспериментов среди всех заинтересованных сторон.

Помимо получения информации о состоянии окружающей среды, объединение гражданской науки с образованием предлагает множество выгод, включая расширенные познания подрастающего поколения об окружающей среде. Данный факт является особенно важным, поскольку,

именно молодое поколение будет нести ответственность за управление природными ресурсами в изменяющихся экологических условиях.

Поэтому команда проекта «Экологическое Образование и Гражданская Наука в Горных Сообществах Кыргызстана» при разработке руководства следовала следующему подходу к обучению:

Опыт – восприятие – осознание

Ученики своими руками проводят эксперименты, приобретают знания и опыт, которые формируют определенное восприятие к изучаемому предмету, в нашем случае, к качеству воды. В итоге ученики приходят к осознанию проблемы и вырабатывают собственное мнение, которое в дальнейшем определяет их действие и отношение к изучаемому предмету.

Мы верим, что данный подход позволит повысить экологическую осведомленность на более глубоком уровне, достаточном для принятия устойчивых решений и мер по сохранению окружающей среды, в том числе и водного биоразнообразия. Вода – один из главных факторов существования жизни на Земле, и наш Кыргызстан, который славится своими реками и множеством источников родниковых вод, богат по-своему. В наших силах ценить и сохранять это богатство.

1 ФАКТЫ О ВОДЕ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЕЕ СВОЙСТВ



ЧТО ТАКОЕ ВОДА?

Вода – это самый важный ресурс в мире! Поэтому, прежде чем мы приступим к изучению воды, начнем с самых интересных фактов о воде и ее качествах.

Что такое вода? Молекула воды (ее мельчайший элемент) состоит из двух атомов водорода (H) и одного атома кислорода (O). Они связаны между собой. Химическая формула воды – H_2O .

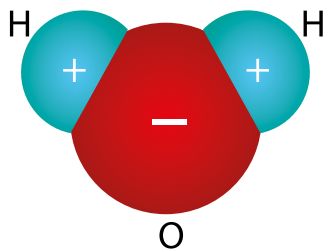


Рис. 1.1. Молекула воды

Наиболее часто встречаемый на Земле элемент – это кислород (его распространенность составляет около 50%), который преимущественно может быть найден в океанах, где он присутствует в форме воды. Земля – голубая планета, она имеет синий цвет, если смотреть из космоса. Это цвет воды, который покрывает более 78 % поверхности Земли.

Рис. 1.2. Снимок Земли из космоса

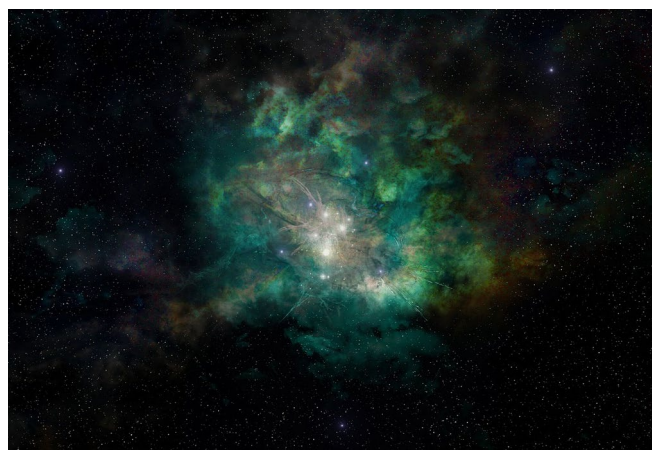


Откуда берется наша вода? Нашей воде уже около 4,5 миллиарда лет, столько же, сколько и Земле. Она всегда была на нашей планете и останется на ней. Динозавры, мамонты и наши предки пили ту же воду, которую мы пьем сейчас. Вода лишь перемещается из одного места в другое и переходит из одного состояния в другое. Это называется круговоротом воды. Мы не можем добавить больше воды в эту систему, поэтому мы должны быть осторожнее и не загрязнять эту воду, которая есть у нас.

Вода может быть ключом для поиска жизни: существует ряд условий, при которых жизнь может существовать на Земле и потребность в воде является одной из них. Вода содержится во всех существах, и неважно, живет ли этот организм на дне океана или в самой сухой пустыне. Вода сделала возможной жизнь на Земле. И поэтому астробиологи (ученые, ведущие поиски жизни на других планетах) считают, что лучший способ найти жизнь – это искать воду.

Где находится вода на Земле: вода существует в разных формах: в форме жидкости, льда и пара. Вода находится в океанах, озерах, реках, ледниках, ледяных покровах, подземных водоносных слоях, в виде пара в воздухе, в облаках, а также в живых организмах.

Рис. 1.3. Снимок галактики



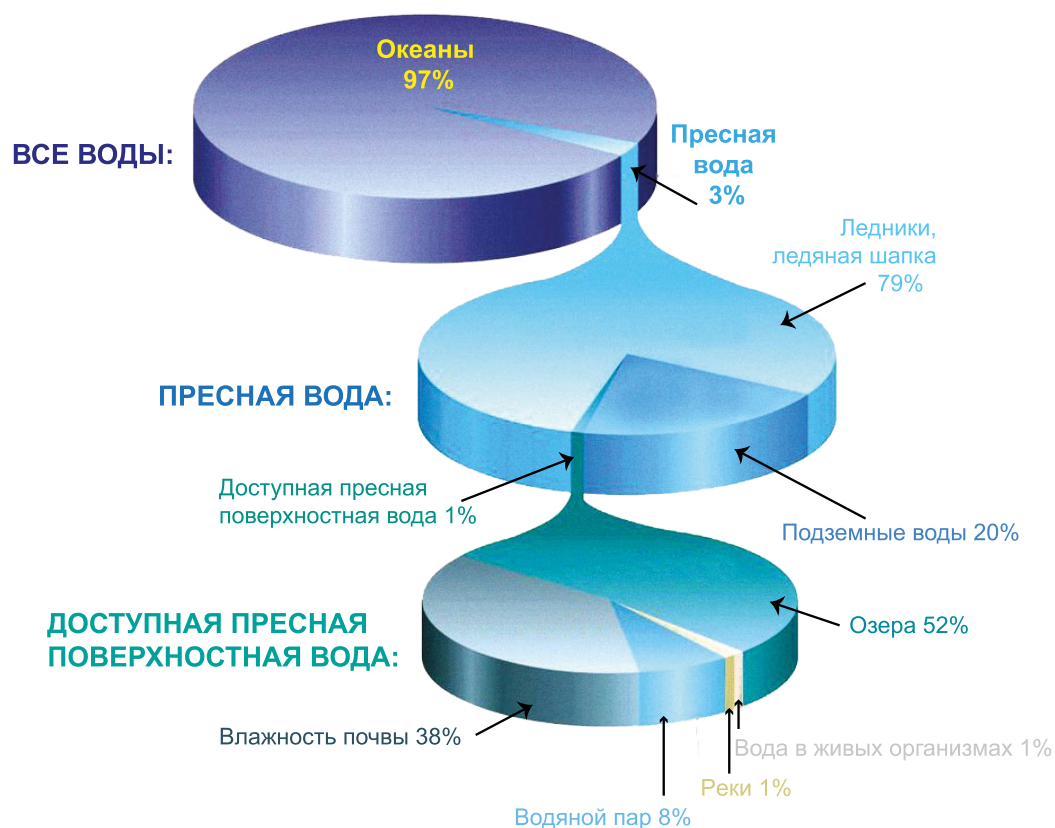


Рис. 1.4. Распределение водных ресурсов на земле

Почти вся вода нашей планеты находится в океанах: 97 % воды на нашей Земле находится в океанах, которые покрывают 71 % поверхности Земли, и в любое время около 0,001 % всей воды на Земле движется над нами в атмосфере. Если вся эта вода в виде дождей выпадет на землю одновременно и равномерно, то вся планета будет покрыта на 2,5 см слоем дождевой воды.

Всего 3 % воды на Земле – это пресная вода с небольшим содержанием солей. Конечно, вы можете найти пресную воду в наших озерах, реках и ручейках, но не забывайте и о подземных водах и ледниках. Почти 79 % пресной воды существует в виде льда и ледников, а остальные 29 % – это подземные воды. Меньше 1 % пресной воды находится на поверхности Земли – это озера, реки, вода в почве, пар и вода в организмах.

Рис. 1.5. Национальный парк Ала-Арча



Рис. 1.6. Тянь-Шаньские горы





ЭКСПЕРИМЕНТ №1

Капля в ведро – сколько воды нам доступно?

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ Глобус или карта мира;
- ▶ 100 мл мерный стакан;
- ▶ Емкость 1000 мл воды (1 л);
- ▶ Маленькая чашка или стакан;
- ▶ Пипетка;
- ▶ Синие чернила или водорастворимая краска;
- ▶ Соль;
- ▶ И небольшое металлическое ведро.

Рассмотрите внимательно глобус или карту. Какая площадь поверхности Земли покрыта водой? Поверхность Земли составляет 78 % воды и 22 % земли.

Налейте 1000 мл воды в емкость. Подкрасьте воду несколькими каплями чернил или краски. Это вода представляет всю воду на Земле.

Где находится большая часть этой воды? Оцените количество морской воды на Земле.

Налейте 30 мл из 1000 мл емкости в мерный стакан – это составляет 3 % земной пресной воды. Подсолите оставшиеся 97 % для имитации морской воды, непригодной для питья.

Рассмотрим оставшиеся 30 мл. В каком состоянии находятся эти оставшиеся 3 %?

Что находится на полюсах Земли? Оцените количество воды, замороженной на полюсах и ледниках.

Налейте 6 мл свежей воды в небольшую чашку или стакан. Оставшиеся 24 мл налейте в лоток для кубиков льда или в пустой контейнер из-под мороженого и положите в морозильник.

80 % пресной воды Земли заморожено в ледяных шапках и ледниках! Количество воды в маленьком контейнере (около 0,6 % от первоначального количества) представляет собой

не замороженную пресную воду. Только около 1/20 всей воды на Земле – это поверхностные воды (0,3 мл), остальная вода находится под землей.

Используйте пипетку, чтобы капнуть одну каплю воды (из небольшого контейнера с не замороженной водой) в небольшое металлическое ведро, чтобы ученики могли услышать звук «капли». Эта капля представляет собой чистую, пресную воду, которая не загрязнена и доступна для использования (то есть не залегают слишком глубоко в земле) – она составляет около 0,003 % от общего количества. Управлять этой драгоценной каплей нужно с осторожностью!

Количество солей в соленой воде различается: в одном литре средней океанской воды примерно 35 грамм соли. Но, это соотношение различно для разных океанов. Например, Атлантический океан более соленый, чем Тихий. Почти вся соль в океанах такая же, какую мы добавляем в свою пищу – это хлорид натрия. Самая соленая вода была найдена в Антарктике, в маленьком озере под названием «Пруд Дон Жуана».

Морская вода содержит много различных солей: кроме поваренной соли, о которой мы уже писали (хлорида натрия) – это соли магния,

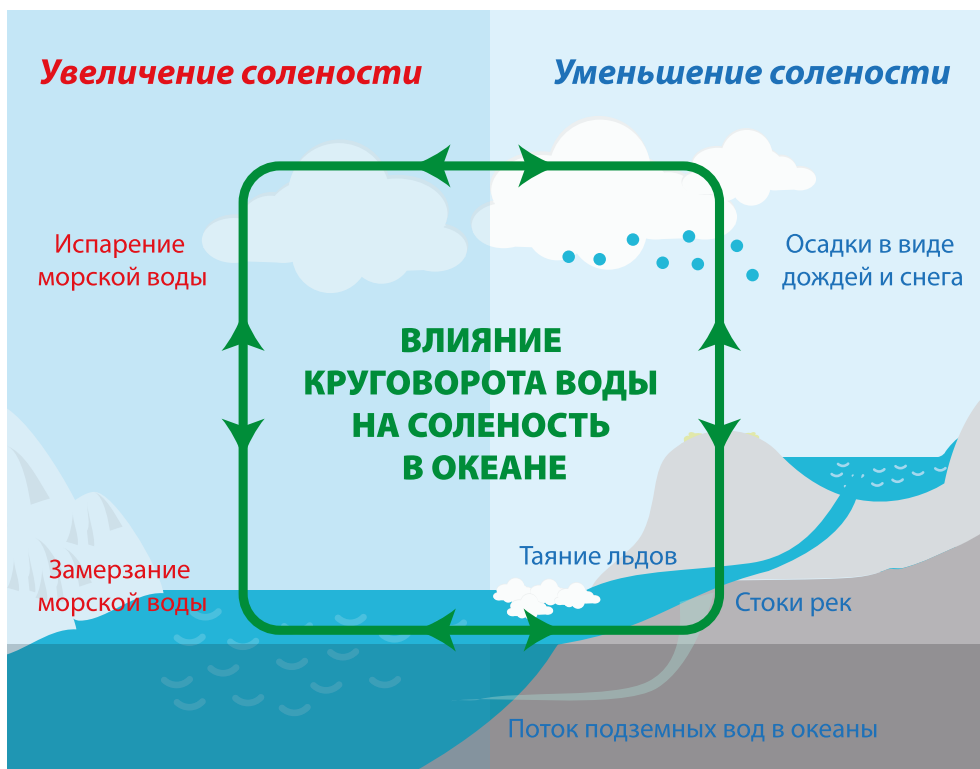


Рис. 1.7. Эффект круговорота воды на соленость океанов

кальция, калия и других металлов, их сульфаты, бикарбонаты, бромиды и другие виды солей. Эти соли поступают в океан вместе с водой рек, которые протекают сквозь камни и почву, вбирая из них соль в себя. Эта соль накапливается в океане, потому что единственный способ для воды покинуть океан – это испарение. При испарении воды соль, которая в ней содержалась, остается в океане (см. эксперимент №3 «Испарение и конденсация: как очистить загрязненную или соленую воду?»).

Таким образом, в конечном итоге у вас будет меньше воды и такое же количество соли, что приведет к повышению концентрации солей в океане. То же самое происходит и с меньшим водным объектом, не имеющим выхода к морю, таким, например, как озеро Иссык-Куль, из которого вода быстро испаряется из-за сухого климата. Озеро Иссык-Куль содержит почти 6 г соли на литр, что в пять с половиной раз меньше, чем в океане.

Одним из примеров содержания повышенного уровня солей в воде служит Аральское море, которое находится на границе Узбекистана и Казахстана. Пресная вода попадает в озера и океаны через реки, что препятствует их чрезмерной солености и высыханию. Но, к сожалению, это не касается случая Аральского моря: из-за интенсивного использования воды рек Сырдарьи и Амударьи (они питают Аральское море), которое началось в 1960-х годах, в Аральское море почти не попадает вода. Это привело к резкому сокращению его объема и поверхности (осталось меньше 10 %) и к увеличению солености воды (из 10 г/л до более 100 г/л). Но так как происходит круговорот воды и вода попадает в океаны и моря в виде осадков и рек уровень соли в среднем содержится в своей норме (среднее значение содержания солей).



ЭКСПЕРИМЕНТ №2

Как океан становится соленым?

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ стакан теплой воды;
- ▶ столовая соль;
- ▶ чашка;
- ▶ лупа.

Налейте теплую воду в стакан. Добавьте одну чайную ложку соли и постепенно перемешивайте, пока она полностью не растворится. Добавьте еще одну столовую ложку соли и продолжайте добавлять, пока она не перестанет растворяться при перемешивании. Затем налейте соленую воду в чашку (желательно не в белую), поставьте чашку в теплое место на солнце (например, на подоконник, чтобы на чашку падали лучи солнца). Понаблюдайте, что происходит, когда вода испаряется. Через несколько дней в чашке появятся кристаллы. Внимательно изучите то, что останется в чашке с помощью лупы или микроскопа (смотрите часть «Биологическая оценка качества воды», приложение «Конструкция микроскопа»). Какая форма у ваших кристаллов? Как этот эксперимент связан с соленостью морей и океанов?

Дополнительные эксперименты: перед экспериментом вы можете добавить немного краски в воду. Какого цвета будут кристаллы? Вы также можете попробовать тот же самый экс-

перимент с сахаром. Будут ли кристаллы иметь одинаковую форму?

В одной капле воды может жить очень много организмов. В одной капле воды может происходить множество жизненных процессов. В ней, скорее всего, будут миллионы (да, миллионы!) бактерий и вирусов. В ней также могут находиться икринки, мальки крабов, планктон и даже маленькие черви.

Существует притяжение между молекулами воды. Это притяжение известно под названием водородная связь. Водород (H) одной молекулы воды связан с кислородом (O) другой молекулы. Водородные связи отвечают за ряд других важных свойств воды (когезия, адгезия и поверхностное натяжение). Молекулы воды ведут себя как маленькие магнитики.

Если они сталкиваются одинаково заряженными сторонами, то они отталкиваются друг от друга («+» от «+» или «-» от «-»). В то время, когда они сталкиваются сторонами, с разны-



Рис. 1.8. Кристаллы соли

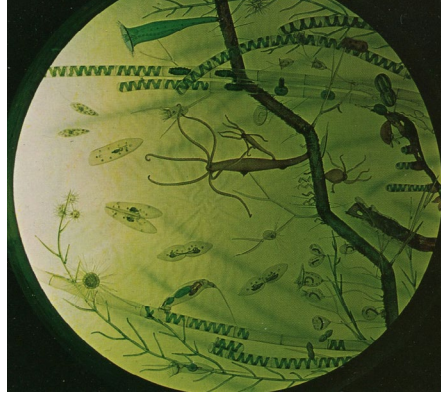


Рис. 1.9. Живой мир под микроскопом

ми зарядами («+» и «-») они притягиваются и прикрепляются друг к другу. Молекулы воды постоянно движутся, и водородные связи непрерывно нарушаются и образуются снова.

Свойства воды, основанные на водородных связях:

1. **Когезия:** молекулы воды держатся за другие молекулы воды. Это называется когезия молекул. Когезия отвечает за образование капель, в которых молекулы воды слипаются друг с другом.



Рис. 1.10. Когезия

2. **Адгезия:** молекулы воды могут удерживаться на других материалах. Это называется адгезией. Другие вещества также имеют это свойство. Вот почему, например, мел держится на доске, а краска держится на стене.

Благодаря взаимозависимости адгезии и когезии вода поднимается по узкой трубке, преодолевая силу притяжения. Вот почему

вода может подняться от корней растения до его листьев. Вода имеет интересную особенность, своего рода «клейкость». Ей нравится прилипать к себе (когезия) и другим вещам (адгезия).

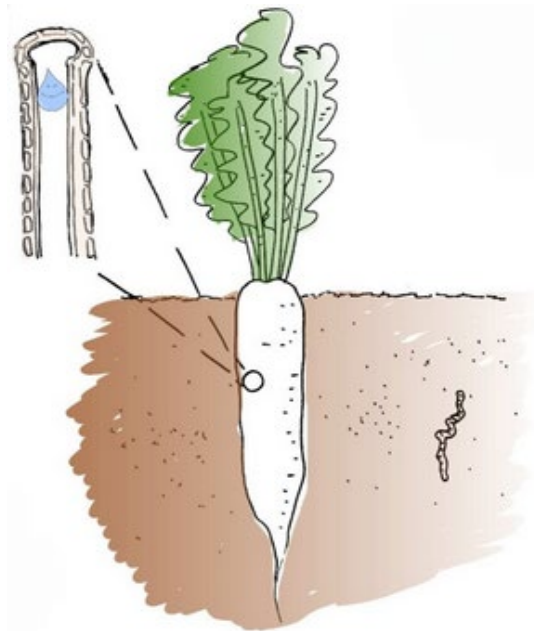


Рис. 1.11. Адгезия

Вот почему вода образует круглые капли. Не все жидкости делают это. «Клейкость» помогает донести воду из корней растений до листьев. Молекулы воды перемещаются вверх по тонким трубкам ксилемы, держась друг друга и стенок трубки. Они выталкиваются вверх по мере того, как вода испаряется из листьев в верхней части.

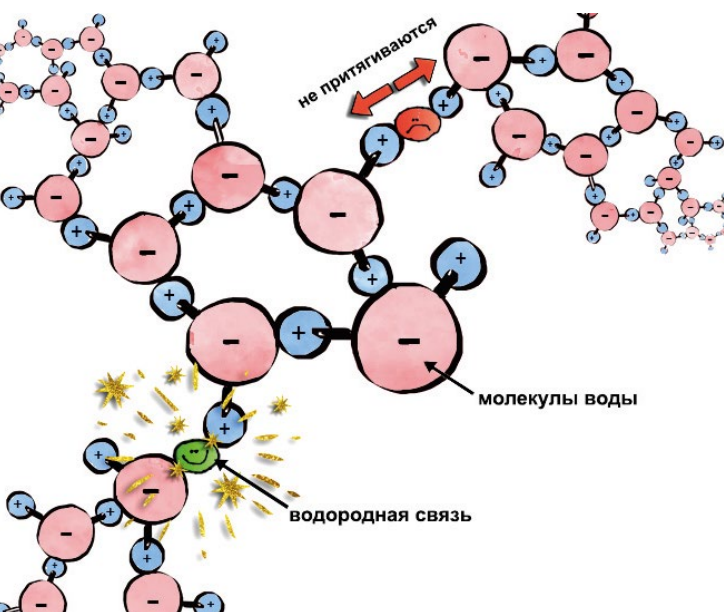


Рис. 1.12. Водородная связь



ЭКСПЕРИМЕНТ №3

Как растения пьют?

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ 2 банки с водой;
- ▶ Пищевой краситель или чернила (предпочтительно синие и красные);
- ▶ Белая капуста (желательно китайская капуста).

В качестве альтернативы, вы можете сделать эксперимент с белым цветком и двумя бутылками с различными жидкостями.

Сначала подготовьте воду в 2-х емкостях и добавьте чернила или пищевой краситель разных цветов в каждую банку (по крайней мере, 10 капель каждого цвета). Возьмите большой лист капусты, разрежьте его пополам от нижней части к верхней, оставляя немного соединенной небольшую часть (около 5-10 см) в самом верху. Обрежьте нижний конец на 1-2 см так, чтобы свежий надрез находился в воде. Затем поместите одну половину в банку с красной водой, а другую половину в банку с синей

водой, сдвинув банки друг к другу так, чтобы верхняя часть капусты могла оставаться соединенной (главное, не порвать лист капусты). Пусть лист насыщается водой приблизительно от 24 до 48 часов. Каждый час проверяйте, есть ли изменения. Как вода перемещается вверх по капиллярам листа?

То же самое вы можете сделать с белым цветком. Постарайтесь осторожно разрезать стебель до половины и поместите каждую половинку в бутылки с водой, окрашенные в разные цвета. Или поместите по белому цветку в каждую бутылку.

Растения транспортируют воду вверх от корней до листьев и цветов. Там вода покидает растения через очень маленькие отверстия, называемые устьицами, расположенные на листьях и лепестках. По мере того, как вода покидает устьице, новая порция воды перемещается вверх по капиллярам в стволе или стебле растения, что помогает растению преодолевать силу притяжения и обеспечивать фотосинтез.



Рис. 1.13. Эксперименты, показывающие, как пьют растения

Поверхностное натяжение



Каждая молекула воды притягивается ко всем соседним молекулам. Сила взаимного притяжения в толще воды распределена равномерно во всех направлениях.



Но, на поверхности воды действуют немного другие правила, потому что отсутствуют верхние соседние молекулы. Здесь сила притяжения не может быть равномерной во всех направлениях. Чем ближе молекулы к поверхности воды, тем сильнее они связаны между собой. Этот эффект называется поверхностное натяжение. Из-за него самый верхний слой воды более плотный, чем слои, лежащие ниже. Верхний слой воды образует эластичную пленку, которая называется пленкой поверхностного натяжения. Именно из-за поверхностного натяжения листья плавают на поверхности воды не утопая, а некоторые насекомые, например, клоп-водомерка, могут ходить по поверхности воды.

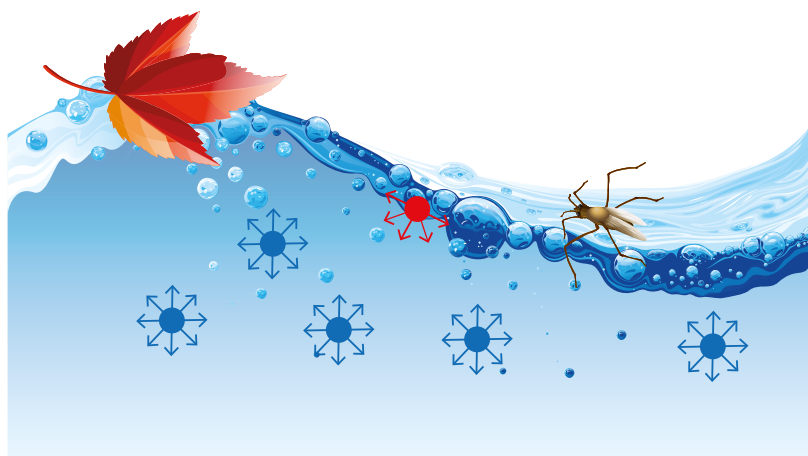


Рис. 1.14. Пример эффекта поверхностного натяжения



ЭКСПЕРИМЕНТ №4

Есть ли у воды пленка? Можно ли ее увидеть?

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ Банка или стакан;
- ▶ Много монет (номиналом 1 или 3 сома);
- ▶ Вода;
- ▶ Пипетка;
- ▶ Скрепка для бумаги;
- ▶ Жидкость для мытья посуды.

Наполните банку или стакан водой до края, но так, чтобы она не переливалась. Затем спросите окружающих, сколько, по их мнению, монет можно положить в банку до того, как вода начнет переливаться. Запишите на доске или бумаге имена всех участников эксперимента и варианты их ответов. Затем, каждый участник по очереди осторожно опускает монеты в банку.

Продолжайте действие и наблюдайте за поверхностью воды. Что произойдет? Сколько монет можно опустить? Были ли правильны ваши варианты?

Затем положите одну монету на стол и осторожно капайте воду на ее поверхность с помощью пипетки. Что произойдет? Насколько

высоко поднимется вода до того, как начнет переливаться за край монеты? Посмотрите на изображения и надписи на монете. Становятся ли они меньше или больше, когда на ней капли воды?

Затем возьмите скрепку и банку (или стакан), полный воды. Положите скрепку на кусочек обычной салфетки и так опустите на поверхность воды. Салфетка утонет, а скрепка останется плавать. Понаблюдайте за тем, как опустилась поверхность воды там, где она соприкасается со скрепкой. Что еще плавает на воде? Что нет? Добавьте каплю жидкости для мытья посуды в воду. Плавает ли скрепка еще на поверхности? (Подсказка: жидкость для мытья посуды или мыло разрушают поверх-

Рис. 1.15. Эксперимент с монетами №1



Рис. 1.16. Эксперимент с монетами №2

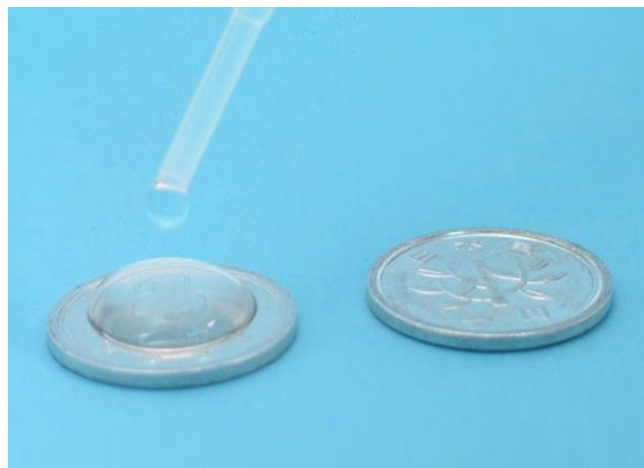




Рис. 1.17. Эксперименты с поверхностью воды

ностное натяжение воды, потому что они отталкивают молекулы воды друг от друга).

Все эти эксперименты помогут вам изучить эластичность водной пленки!

Состояния вещества (фазы). Вода может быть жидкой, газообразной или твердой! Вода при комнатной температуре жидкая. Водяной пар – газообразный, а лед твердый. Переход воды из жидкого состояния в газообразное называется *испарением*. Переход из газообразного состояния в жидкое называется *конденсацией*. Вода при замерзании становится льдом. Мы встречаем в природе воду в трех разных состояниях: твердый лед, жидкая вода и газообразный водяной пар. Это действительно необычно. Все вещества могут быть твердыми, жидкими или газообразными, но большинство из них меняет свое состояние только при экстремальных температурах. Вы, возможно, не видели жидкое серебро и твердый кислород, потому что температура их замерзания и плавления примерно равны температурам, которые могут убить нас.

В жидкой воде происходит много процессов. Молекулы непрерывно движутся. Они прикрепляются друг к другу, а затем опять отделяются друг от друга. Но сила их притяжения достаточно, чтобы удерживать молекулы воды вместе. При нагревании воды ее молекулы движутся все быстрее, они движутся настолько быстро, что могут отделяться от соседних молекул. При достижении температуры 100 °C (градусов по Цельсию) молекулы воды переходят в газообразное состояние (вода испаряется). Вода также может испаряться и при комнатной температуре. В этом случае переход вещества в газообразное состояние протекает намного медленнее. Когда вода становится холоднее, ее молекулы движутся намного медленнее. При достижении температуры 0 °C движение молекул настолько замедляется, что они образуют кристаллическую решетку. После этого молекулы уже не могут двигаться свободно. Температура 0 °C – это точка замерзания воды. Кристаллизованная вода называется льдом.

Рис. 1.18. Молекулярное строение воды в твердом, жидком и газообразном состояниях

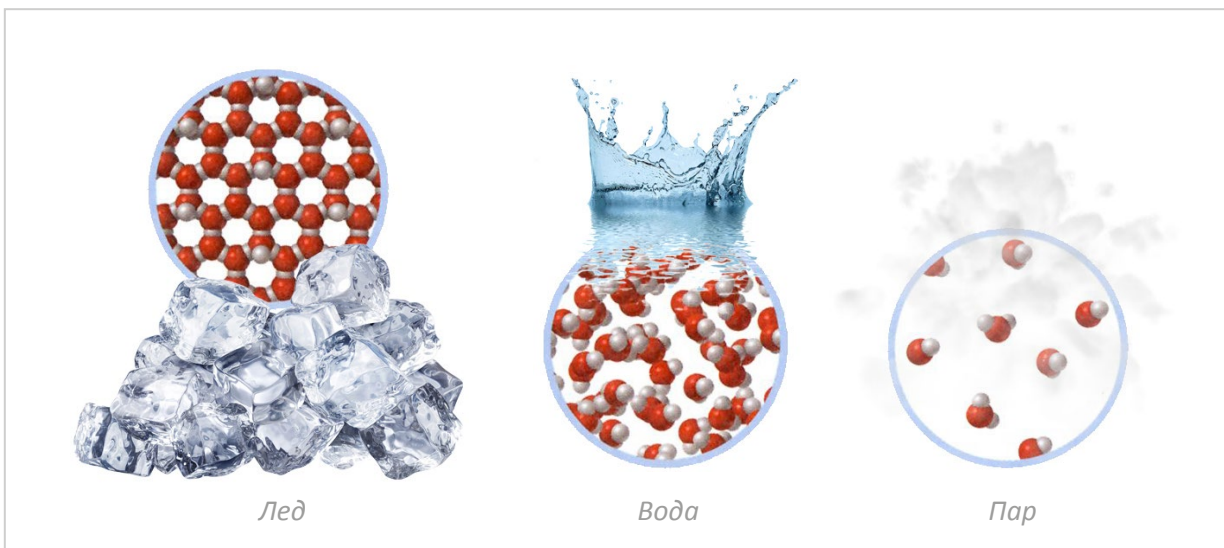




Рис. 1.19. Айсберг

Аномалии воды. Обычно, когда вещество охлаждено, его молекулы прижимаются друг к другу более тесно и частицы помещаются в определенную форму – кристаллическую решетку. В этой форме твердое вещество плотнее и тяжелее жидкости. Но вода отличается от этих веществ, она ведет себя по-другому! Вода в твердом виде, то есть замерзшая, легче, чем жидкая вода. Водородные связи между молекулами воды держат их на некотором расстоянии друг от друга в структуре льда. Молекулы замерзшей воды расположены дальше друг от друга по сравнению с жидкой водой. В про-

межутках между кристаллами воды находится воздух. По этой причине замерзшая вода менее плотная, чем жидкая, и ледяные кубики (или айсберги) могут плыть по поверхности жидкой воды. Это свойство отличает воду от всех других веществ! И вот почему это считается аномалией воды. Это очень важное свойство, потому что оно защищает нижнюю часть воды и предотвращает ее замерзание. Представьте себе, что бы произошло, если бы твердая вода становилась бы более плотной? Лед бы тонул и позволял бы другим слоям воды замерзнуть. Жизнь в воде была бы невозможной!



ЭКСПЕРИМЕНТ №5

Как много места занимает вода в разных состояниях?

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ Три одинаковых стакана или кружки;
- ▶ Снег;
- ▶ Вода;
- ▶ Маркер;
- ▶ И морозный день.

В очень холодный день наполните два стакана водой до одного уровня. Маркером отметьте уровень воды на обоих стаканах. Поставьте один стакан снаружи до следующего дня, чтобы вода могла замерзнуть. Другой стакан оставьте в классе, тоже до следующего дня. Третий стакан наполните снегом до того же уровня, как и предыдущие стаканы. Отметьте уровень маркером и оставьте в классе. На сле-

дующий день сравните три стакана. Который из них полнее? Как изменился уровень наполнения каждого стакана? Сколько стаканов снега вам понадобится, чтобы получить полный стакан воды?

Что содержит больше воды: дождь или снег? (1 кружка воды равна примерно 18 кружкам снега).

ЭКСПЕРИМЕНТ: ПЛОТНОСТЬ И ФОРМА

Что может плавать на воде?

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ Большая чашка воды;
- ▶ 10 или более различных объектов для тестирования (например: камень, ластик, монета, кусок дерева, пластиковая бутылка, сырое яйцо, раковина улитки, яблоко, орех, маленькая пластиковая игрушка);
- ▶ Пластилин;
- ▶ Чашка с растительным маслом;
- ▶ Ледяной кубик;
- ▶ Соль.

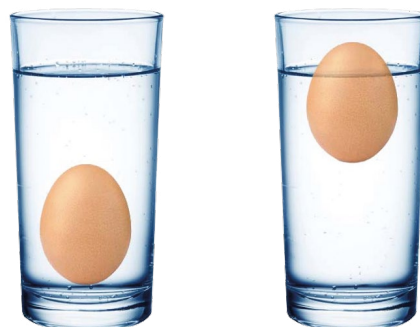


Рис. 1.20. Объекты для эксперимента

Наполните чашу водой. Затем разделите все объекты, которые вы нашли, на две группы: те, которые, по вашему мнению, будут плавать на поверхности воды и те, которые, потонут. Запишите ваши предположения. Затем протестируйте все объекты. Сколько очков вы получили (1 правильный ответ = 1 очко, 1 неправильный = -1)? Каждый объект, плотность которого (соотношение между объемом и весом) выше плотности воды, будет тонуть, а объекты с плотностью ниже плотности воды будут плавать на поверхности.

Добавьте в воду несколько чайных ложек соли. Что произойдет с объектами, которые вы положили в воду? Какие объекты плывут, и какие тонут? Попробуйте поэкспериментировать с сырым яйцом (если нет изменений, добавьте больше соли). Как вы думаете, почему это происходит?

Теперь, если вы нальете в чашу растительное масло, как поведут себя объекты? Кубик льда плавает на поверхности воды. Может ли он также плавать в масле?



Водопроводная вода Соленая вода

Рис. 1.21. Эксперимент с сырым яйцом

Подсказка: плотность масла ниже, чем плотность воды, поэтому некоторые объекты, плавающие в воде, потонут, если поместить их в масло. С другой стороны, соль повышает плотность воды, позволяя плавать некоторым объектам, тонущим в пресной воде.

Форма объекта также важна. Наполните водой другую чашку. Сделайте маленький шарик из пластилина и положите в емкость. Поплыл ли он? Можете ли вы изменить форму пластилина так, чтобы он не тонул в воде? Объект, который вытесняет больше воды, чем весит сам, будет плыть, а тот, который вытесняет меньше воды, чем весит сам, будет тонуть.

ЭКСПЕРИМЕНТ: ПЛОТНОСТЬ ТЕПЛОЙ И ХОЛОДНОЙ ВОДЫ

Вы знали, что температура воды также влияет на ее плотность? Теплая вода легче холодной. Это означает, что теплая вода будет находиться поверх холодной.

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ Две маленькие прозрачные банки с одинаковыми горловинами;
- ▶ Горячая вода;
- ▶ Очень холодная вода;
- ▶ Чернила или водорастворимые краски (красные и синие);
- ▶ Кусок картона.

Наполните одну банку холодной водой доверху и добавьте несколько капель синих чернил. Осторожно налейте горячую воду в другую банку тоже доверху и добавьте несколько капель красных чернил. Положите картон на банку с холодной водой и переверните банку (даже если вы не будете держать картон, вода не вытечет!). Поставьте перевернутую банку с

водой на банку с горячей водой и осторожно вытащите картон, следя за тем, чтобы горловины были прижаты друг к другу и не пропускали воду. Что произойдет с подкрашенной горячей водой в нижней банке? Что произойдет, если вы повторите эксперимент с банкой горячей воды сверху и банкой холодной воды снизу?



Рис. 1.22. Эксперимент с разной плотностью воды

Почему идет дождь?

Причиной осадков (в частности, дождя) является круговорот воды: вода испаряется из океанов, озер, рек, растения передают воду в воздух, испаряя ее через устьица. Пары воды поднимаются вверх, и ветер распределяет их по всей атмосфере Земли. Пар попадает в холодные толщи воздуха, и конденсируется там, образуя маленькие капли воды. Эти маленькие капли создают облака. В холодном воздухе эти капли становятся больше и тяжелее настолько, что они больше не могут находиться в воздухе. Тогда капли падают вниз в виде дождя. Дождевая вода просачивается в почву и собирается в подземные воды, до тех пор, пока ее не остановят непроницаемые для воды горные породы. Оттуда она поднимается на поверхность в виде источника или родника. Затем вода течет вниз по рельефу и собирается в реках, озерах и океанах. И дальше круговорот воды начинается снова. Вода постоянно циркулирует на земле. Круговорот воды, или гидрологический цикл, описывает непрерывный обмен водой между гидросферой, атмосферой и живыми существами.

Гидросфера – это совокупность всей воды на земле, под землей и над ее поверхностью. Атмосфера Земли – это слой газов, окружающий ее, включающий воду в форме водяного пара и облаков. Водяной пар в атмосфере – один из самых важных парниковых газов, которые обеспечивают теплый климат на Земле. Солнце питает круговорот воды. Большая часть испаряющейся воды испаряется с поверхности океанов (около 90%). Также большая часть осадков (снега и дождя) выпадает обратно

в океаны (около 80%). Остальные 10% – это осадки, которые выпадают на сушу и текут в океаны в виде рек и подземных вод. Это главные источники чистой воды, необходимой нам для удовлетворения наших жизненных потребностей.

Круговорот воды влияет на климат и экосистемы Земли: влажность и температура – главные факторы погодных условий, и оба фактора определяются круговоротом воды. Некоторые регионы имеют более высокую влажность, чем другие, поскольку водяной пар распределен в атмосфере неравномерно. Это приводит к формированию разных типов климата. Прибрежные регионы или острова, где водяной пар составляет большую часть атмосферы, обычно более увлажнены, чем регионы, расположенные в центральной части континентов. В Кыргызстане климат резко континентальный, сухой, так как здесь мало водяного пара в атмосфере.

Региональная температура также обуславливается круговоротом воды. Теплообмен и температура меняются в зависимости от водного цикла. По мере того, как вода испаряется, она впитывает энергию и охлаждает местную окружающую среду. По мере того, как вода конденсируется, она выпускает энергию и согревает местную окружающую среду. Круговорот воды влияет на ландшафт: движущиеся ледники создают долины в форме буквы V, вызывают эрозию горных пород, а реки создают различные ландшафты, каньоны и долины. Потоки воды могут создавать каньоны даже в глубине океанов.

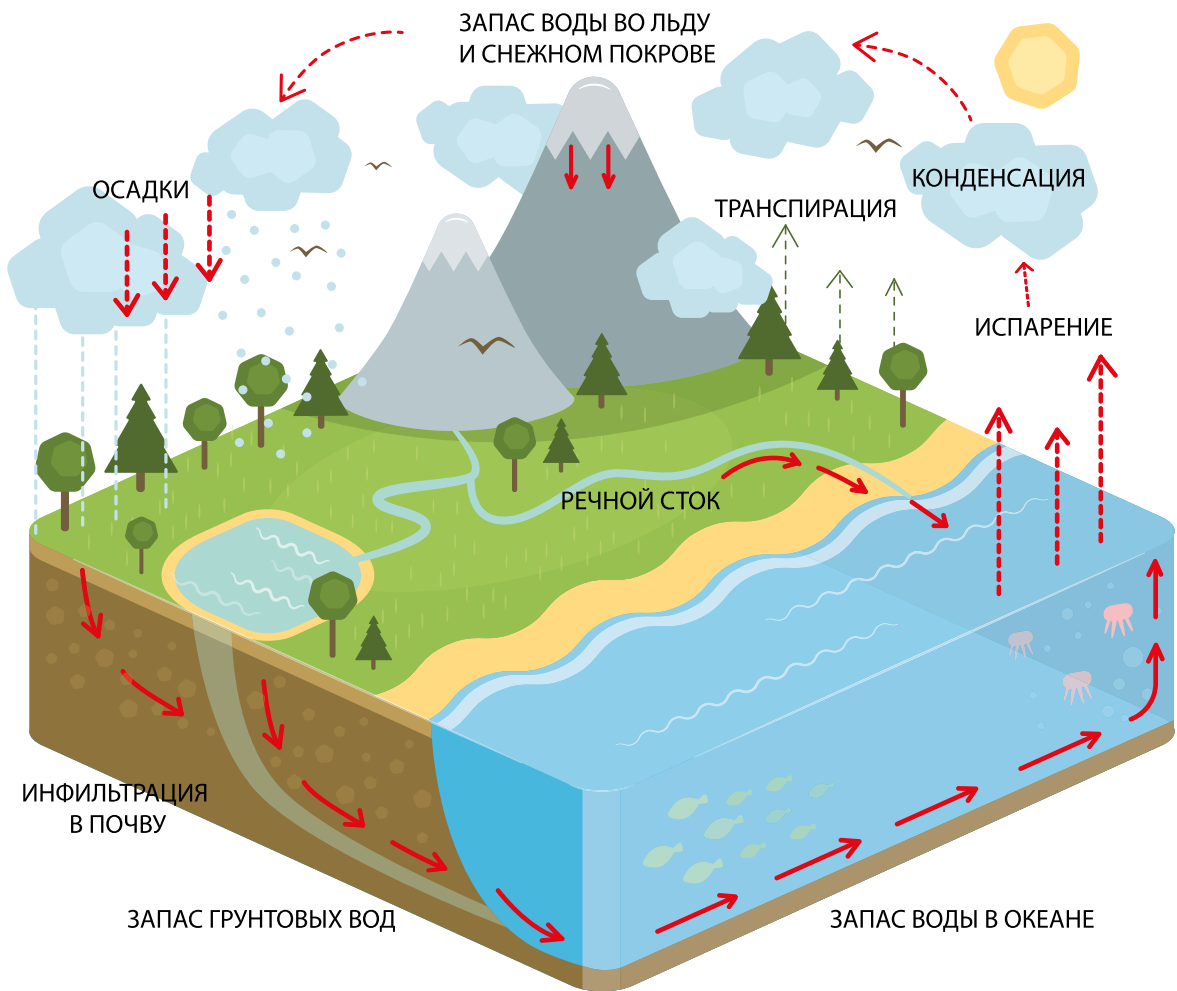


Рис. 1.23. Круговорот воды



ЭКСПЕРИМЕНТ №6

Сделай собственное облако

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

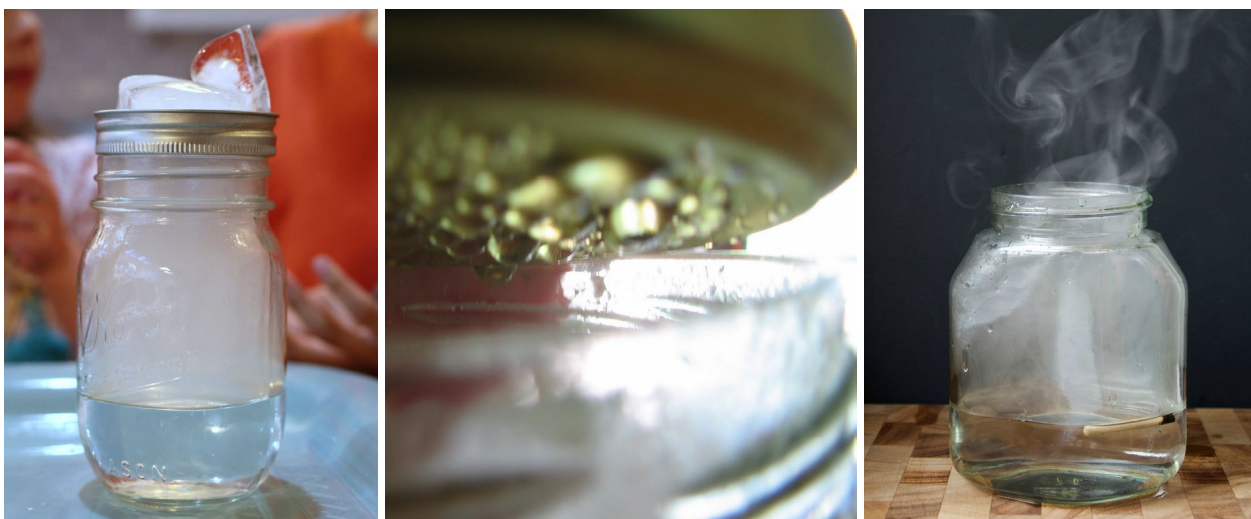
- ▶ Прозрачная стеклянная банка с крышкой;
- ▶ Горячая вода;
- ▶ Кубики льда;
- ▶ Спички.

Налейте в банку горячей воды до уровня примерно 3 см. Переверните крышку (так, чтобы она выглядела как маленькая тарелка) и поставьте ее на горловину банки. Положите в крышку 5 ледяных кубиков. Зажгите спичку, быстро уберите крышку, задуйте спичку, немедленно бросьте ее в банку и быстро закройте крышкой. Подождите несколько минут и наблюдайте, как внутри банки будет формироваться облако. Вы можете даже увидеть, как на крышке будут формироваться капли, готовые упасть вниз в форме дождя, как это происходит в круговороте воды. Когда облако станет хорошо видимым, откройте крышку и дайте ему выйти из банки. Вы можете прикоснуться к облаку или начать эксперимент заново, когда облако исчезнет.

Почему образуются облака? Атмосфере для образования облака необходимо три ингредиента: влажный воздух, охлаждение и ядра конденсации (ЯК). ЯК (также известные как облачные семена) – это маленькие частицы, на которых конденсируется водяной пар. В этом эксперименте нам нужно самим сделать ЯК. Поэтому мы зажгли спичку и бросили ее в банку. Небольшой дым от спички обеспечивает ядра для формирования облака. После того, как вы бросите спичку в банку и закроете крышкой, вы увидите, как облако формируется и движется по кругу. Это происходит в результате поднятия теплого воздуха и перемещения холодного воздуха вниз.

Вы можете ознакомиться с другими экспериментами по круговороту воды в разделе «Картинирование, водные бассейны и круговорот воды».

Рис. 1.24. Эксперимент по созданию облака



Почему вода важна для нас?

Наша часть: большая часть наших тел состоит из воды. Новорожденный ребенок на 78 % состоит из воды, взрослый состоит из воды на 55-60 %. Вода участвует во всех процессах, происходящих в наших телах. Вода составляет большую часть крови, которая разносит питательные вещества всем нашим клеткам. Мы используем воду для того, чтобы избавиться от конечных продуктов обмена веществ. Она помогает нам регулировать температуру нашего тела. Вода действует как поглотитель ударов по нашему головному и спинному мозгу. Мы очень зависим от воды. Вода соединяет все живое. Только наличие воды делает жизнь возможной.

Еда: так как мы не можем запастись водой в наших телах, и она регулярно выводится из организма, мы должны пить много воды, чтобы организм функционировал должным образом. Мы также нуждаемся в воде для приготовления пищи. Варка, приготовление на пару, тушение – это главные методы приготовления еды, которые требуют погружения пищи в воду или пар. Мы поглощаем большую часть воды с нашей едой. Многие продукты, которые мы употребляем в пищу, содержат большое количество воды. Помидоры, например, состоят на 95 % из воды, арбуз на 91 %, а огурец на 96 %. Другие продукты содержат мало воды или не содержат ее вовсе.

Стирка и чистка: мы чистим зубы, принимаем ванну или душ, для всего этого нам нужна вода. Мы также нуждаемся в воде, чтобы убраться в доме, постирать или помыть посуду.

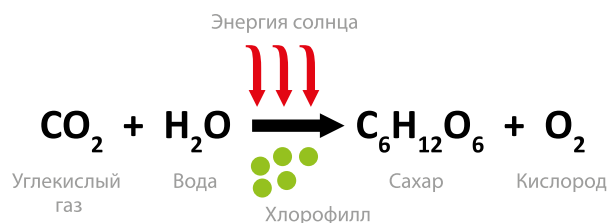
Борьба с пожарами: нам нужна вода, чтобы потушить пожар.

Отдых: мы также можем заниматься физическими упражнениями и спортом на воде, в воде и рядом с ней.

Жизнь: водоемы Земли наполнены жизнью. Самые ранние формы жизни на Земле появились в воде. Почти все рыбы живут исключительно в воде, и существует много видов морских млекопитающих (например, дель-

фины и киты). Некоторые виды животных, такие, как земноводные, проводят свою жизнь в воде, и частично на суше. Растения, растущие в воде (например, водоросли) являются основой питания для некоторых подводных экосистем.

Растениям нужна вода для производства кислорода: люди, животные и растения нуждаются в определенном количестве воды в их клетках для жизни и роста. Растения впитывают воду через корни. Вода поднимается вверх и испаряется через листья и цветы. Растениям необходима вода (H_2O) и углекислый газ (CO_2) для производства сахара ($C_6H_{12}O_6$) и кислорода (O_2). Этот метаболический процесс называется фотосинтезом. Сахар служит пищей для всех живых существ, питающихся растениями. Кислород, выделяемый в воздух, необходим нам, а также животным и самим растениям, чтобы мы могли дышать. Таким образом, без воды наиболее важные процессы жизни, которые позволяют нам дышать и получать энергию из пищи, будут невозможны.



Сельское хозяйство, животные, промышленность: в сельском хозяйстве нам нужна вода в основном для полива, чтобы далее произвести достаточно пищи. Животные и растения равно нуждаются в воде для жизни и роста, поэтому вода, которую мы пьем и используем для мытья – это не вся вода, которая нам необходима! Вода также скрыта в том, что мы потребляем, едим, одеваем. Вы знали, что для производства 1 кг риса нужно 2500 литров воды? Что 1000 литров воды нужно для производства 1 литра молока? 287 литров воды для 1 кг картошки? 6000 литров воды для 1 кг барины? 10000 литров воды для производства рубашки и пары джинсов?

РАСХОД ВОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

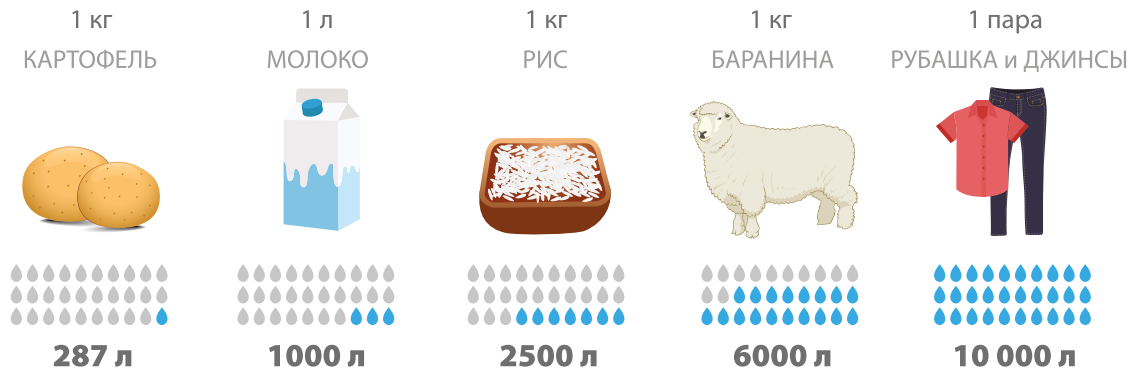


Рис. 1.25. Расход воды для производства и обработки сырья

То же самое касается промышленности – вода необходима для производства и химической обработки сырья. Для производства 1000 кг пластика вам понадобится 500 000 литров воды.

Транспортировка и гидроэнергетика: вода используется для транспортировки. Перевозка материалов по рекам, каналам и морям – важная часть мировой экономики. Мы также используем воду для выработки энергии. Элек-

троэнергия вырабатывается за счет движения воды вниз под действием гравитации. Это движение используется для вращения водяной турбины, соединенной с генератором, который вырабатывает электричество. Вы знали, что 28 % всех энергетических потребностей в Кыргызстане покрываются гидроэнергетикой? Кроме того, гидроэнергетика обеспечивает 85 % производства всей электроэнергии в Кыргызстане.



ЭКСПЕРИМЕНТ №7

Сделай собственную гидростанцию

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

- ▶ Пустая двухлитровая пластиковая бутылка;
- ▶ Линейка;
- ▶ Маркер;
- ▶ Острый нож;
- ▶ Ножницы;
- ▶ 2 пробки от винных бутылок;
- ▶ 1 деревянная шашлычная шпажка (или палочки с заостренными концами);
- ▶ Швейные нитки;
- ▶ Мелкий предмет как груз (ластик, пустой спичечный коробок или что-то подобное);
- ▶ 2 скрепки;
- ▶ Большая воронка (или пластиковая коробка или верхняя часть большой пластиковой бутылки);
- ▶ Скотч (клеякая лента).

Используйте нож, чтобы вырезать из пустой пластиковой бутылки цилиндр высотой в 8 см. Убедитесь, что цилиндр вырезан из прямой части бутылки и срезы ровные. Ножницами вырежьте из 8 см секции 4 полоски в 2 см шириной. Разрежьте эти полоски пополам, так чтобы у вас получилось 8 закругленных полосок 4 см на 2 см.

Нарисуйте вдоль пробки 8 линий, отмеряя равное расстояние между ними, и сделайте ножом надрезы вдоль линий. Убедитесь, что все пластиковые полоски загибаются в одну сторону, вставьте полоски 4 на 2 см в надрезы, сде-

ланные на пробке. Раскройте 2 скрепки и загните конец каждой, чтобы сделать небольшую петлю. Эти скрепки будут выступать в качестве опоры для оси водяного колеса.

Зафиксируйте опоры из скрепок на противоположных сторонах пластиковой воронки при помощи клейкой ленты. Разделите шашлычную шпажку пополам и воткните (острыми концами) каждую половинку в обе стороны пробки. Проведите каждый конец через петлю опорных скрепок. Убедитесь, что петли скрепок достаточно широкие и позволяют колесу свободно вращаться.

Рис. 1.26. Эксперимент по созданию гидростанции

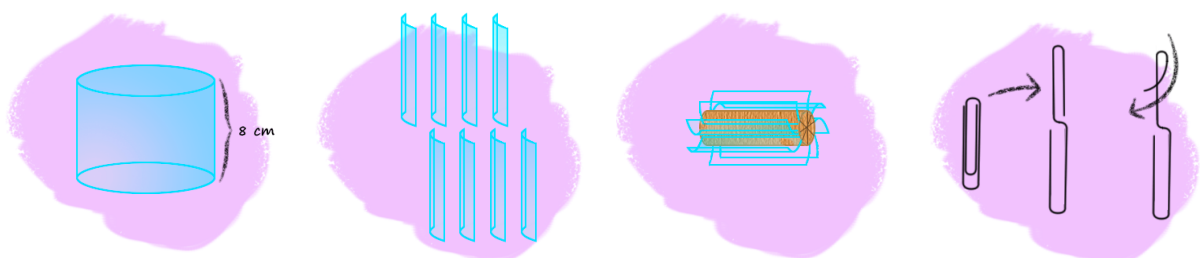




Рис. 1.27. Эксперимент по созданию гидростанции

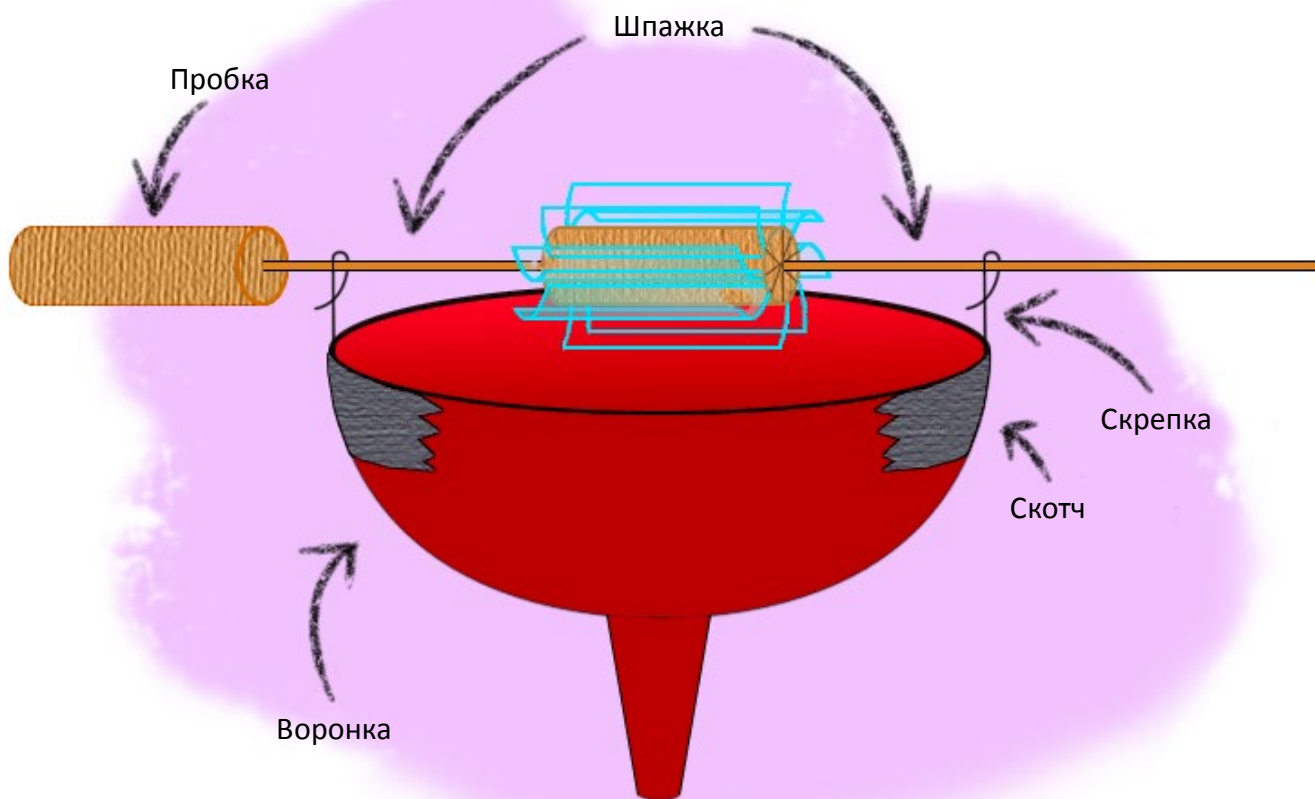
Воткните один конец шпажки в другую пробку и крепко завяжите ниткой. К свободному концу нити подвяжите груз или другой маленький предмет. Установите получившееся водяное колесо под легкую струю воды в вашей раковине или лейте воду из бутылки. Медленно лейте воду поверх колеса так, чтобы вода попадала на пластиковые полоски на пробке и превращала ее в механическую энергию. Колесо крутится и производит достаточно энергии для поднятия маленьких предметов, привязанных ниткой.

Сохранение воды: наш образ жизни имеет большое влияние на воду!

- ▶ Не сорите! Мусор загрязняет окружающую среду, и токсичные материалы проникают в воду, которую вы пьете. В больших масштабах загрязнение воды происходит в следствии слива пестицидов, удобрений, масла, топлива, отходов горной добычи и промышленных процессов, канализационных стоков или неправильной утилизации пластика и другого мусора. Будьте особенно осторожны с утилизацией химикатов, моторного масла, батарей, красок, электронного мусора, пластика и топлива, поскольку они токсичны и не должны оставаться в окружающей среде.

Избегайте использования полиэтиленовых пакетов для упаковок. Знали ли вы, что полиэтиленовые пакеты остаются в окружающей среде на 20 лет, а пластиковой бутылке для разложения нужно 450 лет? Поэтому, подумайте дважды, нужен ли вам полиэтиленовый пакет при покупке в магазине мелких предметов, таких, как чай или мыло. Возьмите с собой сумку из ткани, чтобы избежать использования полиэтиленовых пакетов.

- ▶ Санитарно-техническое оборудование и туалеты не должны размещаться в непосредственной близости от источников воды, колодцев, рек и водяных насосов. Рекомендуется расстояние минимум в 30 м для уменьшения вероятности проникновения патогенных микроорганизмов в питьевую воду.
- ▶ Будьте осторожны с химическими пестицидами и удобрениями, поскольку они ухудшают качество воды и вредят нашему здоровью! Пестициды обычно используются для снижения вреда, который наносят растениям насекомые и другие вредители, но они также негативно влияют на другие полезные компоненты окружающей среды. Для питания ваших растений



вместо химических удобрений используйте компост и органические вещества.

- ▶ Не тратьте воду зря. Когда вы поливаете свой сад или принимаете душ, позаботьтесь о том, чтобы использовать столько воды, сколько вам действительно нужно. Не давайте воде просто течь, если вы ее не используете.

Вода – это наш самый важный ресурс по всему земному шару! Каждый может внести свой вклад в охрану и эффективное использование водных ресурсов!

2 КАРТИРОВАНИЕ, ВОДНЫЕ БАССЕЙНЫ И КРУГОВОРОТ ВОДЫ



ЦЕЛЬ

Построить карту водных ресурсов села. Ученикам нужно вспомнить, какие виды ресурсов и проблемы, связанных с ними, существуют в их селе. Дайте им подумать о расположении своего села внутри водного бассейна, о том, как они подвергаются воздействию, и сами воздействуют на пользователей воды вверх и вниз по течению. Здесь приведены простые визуальные инструменты и эксперименты для понимания круговорота воды и влияния человеческой деятельности на доступность воды и ее качество. Результатом работы этой части руководства будет цифровая карта источников воды в сообществе. Эта карта далее может служить базой для представления другой собранной информации (например, мест, где были отобраны пробы воды или где были проведены измерения течения реки).

В этой части мы изучим следующие вопросы:

1. Картирование: Начертить главные улицы и компоненты – подробности местности на OpenStreetMap¹. Затем составить карту водных объектов села (каналы, водяные колонки, источники и родники воды, водохранилища, дамбы, реки и т. п.).
2. Что такое водосборный бассейн? Как происходит круговорот воды внутри водного бассейна? Как мы влияем на ресурсы воды внутри водного бассейна?
3. Эксперименты для визуализации (иллюстрации) круговорота воды и характеристик водных бассейнов.

1 http://wiki.openstreetmap.org/wiki/RU:О_проекте. OpenStreetMap – это карта всего мира, которую может редактировать каждый, которая создается практически с чистого листа. Этот проект – карта дает возможность всем желающим активным гражданам внести свой вклад в создание и усовершенствование цифровой карты мира (в интернете), путем добавления в нее новых объектов (социальных, экономических, природных и других). Эта карта, в частности, использовалась как база для создания приложения BUS.KG – маршрут транспортных средств в Бишкеке.



ЭКСПЕРИМЕНТ №1

Водосборный бассейн на скотканном листе бумаги

Использование эксперимента для школы/изучаемые явления	Ученики приобретают знания физических аспектов водосборных бассейнов через создание своей собственной модели водосборного бассейна.
Предметы	География, геология.
Приобретаемые навыки	Масштаб, моделирование, топография.
Возраст/класс	5 Класс и выше.
Правила безопасности	Нет.
Необходимое время	1 Час, подготовка 15 минут.
В/вне помещения	Эксперимент проводится в классе (с возможным выходом на прогулку).
Когда проводить	В любое время.
Необходимые материалы и оборудование:	<ul style="list-style-type: none">▶ Один лист А4 для ученика (или для группы учеников) или обычный ватман;▶ Один лист картона размера А4;▶ Несколько маркеров или фломастеров не водостойких, лучше темных цветов – черный, коричневый, фиолетовый, синий и зеленый. Хорошо, если у каждого ученика или у группы будет синий маркер;▶ Чистая бутылка с распылителем (можно взять используемые для полива растений), одной хватит для всего класса;▶ Скотч – 2 штуки для всего класса;▶ Рельефная бумажная карта (если имеется в наличии);▶ Инструкция в фотографиях, объясняющая информацию, глоссарий и/или вопросы для тестирования.

Рис. 2.1. Водосборный бассейн

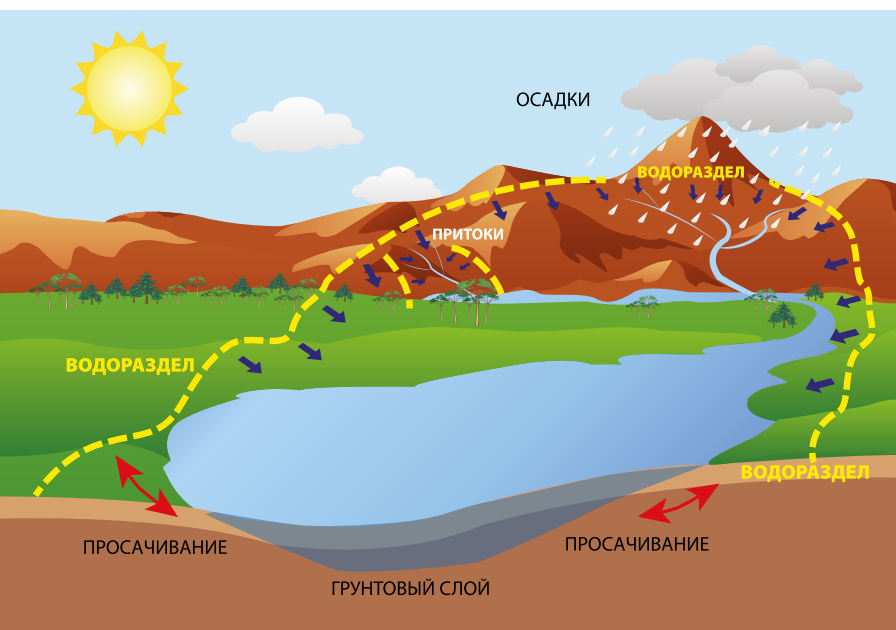


Рис. 2.2. Пример образования водосборных бассейнов



Глоссарий

Термин	Значение
Водораздел	Возвышенная местность, которая разделяет бассейны, расположенные по соседству друг с другом
Высота (возвышение)	Вертикальное расстояние между верхней точкой и нижней поверхностью, как уровень моря
Модель	Макет, позволяющий изучать свойства системы и, в некоторых случаях, прогнозировать будущие события
Природные богатства	Ресурсы (материалы), которые встречаются в природе, являющиеся необходимыми для человечества, такие, как: вода, воздух, земля, леса, растения и животные, почва и минералы
Перевал	Место, используемое для прохождения через хребет, разделяющий два водосборных бассейна
Прибрежные растения	Растущие на берегу реки или ручья
Седловина	Низкая точка хребта, разделяющего истоки рек, текущих в противоположных направлениях
Топография	Графическое изображение форм рельефа на карте с использованием контурных линий
Водосборный бассейн/ водный бассейн	Участок земли, где осадки образуют ручьи, реки, озера и водохранилища

Предисловие и введение

- **ВАЖНО:** Дать ученикам время подумать, прежде чем предложить
- **ответы на любой вопрос. Наводящие вопросы даны для учителей.**

Будет немного сложно объяснить термин «водосборный бассейн» в классе. Вначале нужно дать ученикам возможность найти свое объяснение этому слову. В настоящее время термин «водосборный бассейн» означает участок земли, с которого вся вода стекает в реки, озера или океаны (или в подземный водоносный слой, это можно добавить при обсуждении с учениками постарше). Ключевым здесь является тот факт, что водосборный бассейн – это земля (площадь) вокруг реки или озера, это не река или озеро само по себе. По существу, вся площадь Земли является водосборным бассейном. Водосборный бассейн может быть большим или малым, зависит это от выбранного масштаба (например: река Таш-Рабат образует малый водосборный бассейн, питает реку Кара-Коюн, Кара-Коюн впадает в реку Ат-Баши, Ат-Баши в реку Нарын (водосборный бассейн среднего масштаба). Все эти притоки и реки, включающие малые водосборные бассейны, входят в водосборный бассейн реки Сырдарья, который в конечном итоге входит в водосборный бассейн Аральского моря (большой масштаб).

После того, как учащиеся поняли, что такое водосборный бассейн, можно перейти к изучению водосборных бассейнов на практике, отправившись на прогулку. Водосборный бассейн сам по себе очень большой, намного больше, чем человек предполагает. В отличие от таких больших геологических объектов, как, например, горы, водосборные бассейны тяжело увидеть и отличить от других. Это упражнение позволит ученикам понять концепцию водосборного бассейна, так как ученики делают несложную его модель.



Вопросы для обсуждения:

- ▶ Откуда берется наша вода?
- ▶ Как к нам попадает питьевая вода?
- ▶ Чего можно ожидать, если граница между двумя странами проходит через водосборный бассейн?
- ▶ Какова взаимозависимость между людьми, живущими в верхней части водосборного бассейна, и людьми, живущими в нижней его части?

Демонстрация модели учителем:

Возможно, вы захотите построить работу путем создания вашей собственной модели водосборного бассейна и демонстрации процедуры его изготовления. Заранее подготовленная наглядная модель водосборного бассейна будет полезна как иллюстрация ученикам.

Процедуры для проведения эксперимента:

1. Возьмите лист бумаги и скомкайте его. Чем сильнее Вы сомнете бумагу, тем лучше для нашей модели (чем сильнее смять бумагу, тем более сложной получится наша модель водного бассейна).

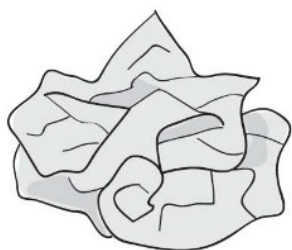


Рис. 2.3. Скомканный лист бумаги

2. Расправьте бумагу и положите ее на лист картона. Приклейте края бумаги на картонную основу, оставляя около 2 см от края по периметру. Пусть ученики представят, что они летят в самолете над ландшафтом? Могут ли они найти самую высокую гору или глубочайшее ущелье? Дайте им изучить ландшафт сверху и затем покажите им пример с затемненной рельефной картой. Пусть представят, как они смотрят на этот ландшафт со стороны, как будто бы они смотрят с ближайшей равнины на горы. Существуют географические и рельефные

термины, которые могут быть введены и рассмотрены в связи с этим упражнением учениками разных классов (см. глоссарий).

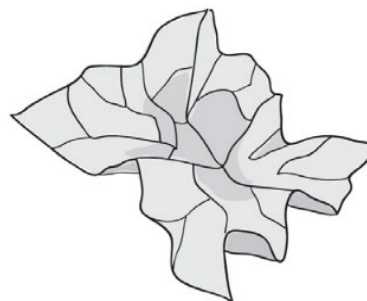


Рис. 2.4. Расправленный лист бумаги

3. Возьмите фломастер темного цвета (кроме синего) и осторожно раскрасьте вершины гор, хребты и водоразделы. Тщательно раскрасьте хребты, при необходимости, до краев бумаги и линии скотча.

Покажите им и объясните на их модели водные бассейны разных размеров, хребты и границы водных бассейнов. Также дайте им посмотреть на ландшафт сверху и напомните, что некоторые водосборные бассейны полностью окружены хребтами называются «закрытыми водосборными бассейнами», а некоторые открыты до самых границ бумаги – это «открытые водосборные бассейны». Тщательное рассмотрение также покажет, что большие водосборные бассейны составлены из малых.

Термины, которые нужно обсудить: горный перевал, водораздел, седловина, бассейн, долина и ущелье.

4. Возьмите синий фломастер и осторожно нарисуйте линии, и закрасьте те области,

где, по вашему мнению, будут протекать реки и места, где будут находиться озера (в долинах). Это легко проделать, если начать со дна долин и далее подняться до вершин холмов или начать со склонов гор и представить себе, как капля воды движется вниз. Это может быть слишком сложно для младших учеников: образовавшиеся на мятой бумаге узоры могут быть слишком сложны или узки для закрашивания фломастером. Скажите им, что для этого потребуется некоторая фантазия и тщательное изучение складок и перепадов высот бумаги. Во многих случаях будут такие равнины, через которые они не смогут спускаться дальше вниз. Это может быть место для озера. Озера могут быть нарисованы в маленьких впадинах на склонах или на самой нижней части долин с хребтами с обеих сторон. Попросите учеников найти, где могут располагаться водопады, и где земля настолько плоская, что вместо рек могут образоваться болота. Скажите им, что, хотя границы водосборных бассейнов определяются хребтами, названия им даются по названиям рек. Проверьте, написали ли они свои имена на краю картона перед тем, как перейти к следующей стадии.

5. Возьмите бутылку-распылитель и симулируйте дождь, распыляя воду на бумагу с нарисованными водными бассейнами. Рассмотрите, как вода стекает вниз по бумаге. Вы можете получить разные эффекты, регулируя количество воды. До того, как вы распылите воду на модели, скажите ученикам, что сейчас самое время проверить, насколько

ко правильно они очертили пути рек. Если вы распылите на бумагу много воды, получившиеся капли потекут вниз по сторонам бумажных «гор» и попадут в «озера». Это может быть весело, особенно для младших классов. Пусть ученики сами распылят воду на их собственные модели водосборных бассейнов или подходят к вам, чтобы вы могли распылить воду на их модели. Было бы хорошо иметь таблицу с очередью для этого.

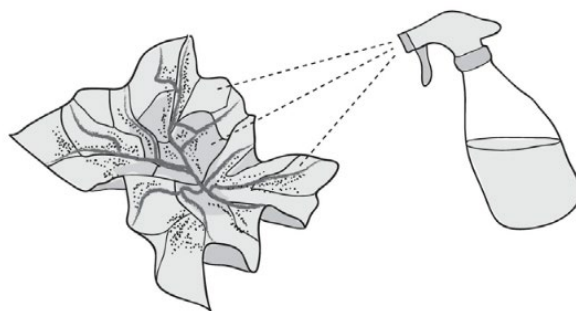


Рис. 2.5. Распыление воды на бумагу

6. Позвольте вашей модели водного бассейна высохнуть, это займет около 30 минут. Пока модели сушатся, вы можете дать ученикам задания по математике, касающиеся картирования (вариант «С» для старших учеников, далее в приложении). Когда модели высохнут, позвольте ученикам забрать свою модель и положить ее на свою парту. Спросите их, смогли ли они правильно предположить, где вода должна была впадать в реки и озера. Закончите занятие, задав вопрос о том, что такое водосборный бассейн, и с помощью фломастера позвольте им очертить водосборный бассейн на их моделях.



Обсуждение в классе:

Спросите про наблюдения учеников. Позвольте им вести дискуссию и объяснить свою точку зрения и гипотезу до того, как дать объяснение.

- ▶ Выглядят ли модели, как настоящие горные хребты?
- ▶ Спросите учеников, чем модели похожи и отличаются (от гор)?
- ▶ Где протекала вода? Складки на листе – это течения и реки, которые граничат с болотистыми местами.

- ▶ Где собралась большая часть воды? Реки впадали в бассейн, большая водная масса была в озерах.
- ▶ Объясните взаимосвязь больших и малых водосборных бассейнов.
- ▶ Что вы можете сделать, чтобы сохранить воду чистой?

Ответы будут разными. Их общий смысл в том, что водосборные бассейны, собирающие воду, должны быть чистыми, чтобы водная масса сама оставалась чистой. Попросите учеников объяснить различные характеристики их водосборных бассейнов. Вы можете использовать такие вопросы как: Где наивысшая точка вашего водного бассейна? Где она находится? Где самая низкая точка? Где она находится?

Дополнения по усмотрению:

Вариант А – Групповая модель водосборного бассейна

Сделайте бумажный ландшафт намного больше, используя, например, ватман или флипчартную бумагу. Это сделает ход урока более командно-ориентированным. Вам понадобятся:

- ▶ Один лист флипчартной бумаги или ватмана любой длины (желательно 1x1,5 м);
- ▶ Один лист картона одинакового размера с флипчартной бумагой;
- ▶ 2 маркера на водной основе, разных цветов (один из них должен быть синим);
- ▶ Бутылка с распылителем и скотч (клеящая лента);
- ▶ Большой стол;
- ▶ Миллиметровая бумага.

Вариант В – Заселение бумажной модели водного бассейна

Как только каждый ученик или группа учеников сделала бумажную модель водосборно-

го бассейна, скажите, что пришло время добавить людей в этот ландшафт.

- ▶ Ученики дают названия горам и рекам;
- ▶ Ученики могут придумать и определить культуру и традиции этих людей (согласно расположению сельскохозяйственных угодий и т. п.), и соответствующим образом расположить на модели деревни, города, дороги, пастбища, фермы. Дороги могут быть нарисованы карандашом, так же и деревни, или они могут быть сделаны из аккуратно наклеенных разноцветных, бумажных кружочков.

Вариант С – Картирование бумажных водных бассейнов

Используя миллиметровую бумагу, создают двухмерную карту, которая показывает их трехмерный водный бассейн. Они должны решить сами, каков будет масштаб, а затем дать им установить следующее:

- ▶ длину каждой реки;
- ▶ высоту каждой горы;
- ▶ площадь каждой долины;
- ▶ объем воды, который мог бы поместиться в водный бассейн, если в данной долине выпадет 10 мм осадков.

Вариант D – Добавить точечный источник загрязнений

Посыпьте немного сока в порошок на водосборные бассейны, чтобы смоделировать места загрязнений. Распылите воду и посмотрите, что произойдет с точкой загрязнения.



Вопросы для учеников или тест в конце:

- ▶ *Дайте определение слову «водосборный бассейн». Каковы основные характеристики водосборных бассейнов?*
- ▶ *Как вы можете определить, где находятся географические границы водосборных бассейнов?*
- ▶ *Каким образом вид водосборного бассейна влияет на наводнения и эрозию? Каков тип территории у нас (на нашей модели)?*
- ▶ *Какой тип почвы способствует наводнениям в водных бассейнах и почему? Какие типы почвы вы видели на нашей территории?*
- ▶ *Каково влияние строительства зданий, дорог, бетонных улиц (водонепроницаемых поверхностей), через которые вода не может проникнуть в почву?*
- ▶ *Как называется водосборный бассейн, в котором находится ваша школа?*



ЭКСПЕРИМЕНТ №2

Составление карты водных ресурсов своего села

Использование эксперимента для школы/изучаемые явления

Ученикам предлагается составить карту села, наглядно представляя всю информацию о водных ресурсах своего населенного пункта и его окрестностей, а также окрестностей школы. Разработанная карта может быть использована для проведения дальнейших исследований, например, на карте можно отметить места взятия пробы воды. С помощью этого упражнения ученики изучают географию, определяют важные сферы и объекты своего сообщества в отношении управления водными ресурсами, а также определяют наиболее важные места, требующие охраны водных ресурсов для удовлетворения потребностей сообщества в воде.

При желании можно добавить общую информацию о селе (улицы, дома, реки, водные колонки и т. д.) на цифровую карту на сайте www.openstreetmap.org. Эта информация будет доступна в Интернете, и ее можно будет обновлять, исправлять, распечатывать и копировать в любое необходимое время.

Предметы

География, картография, водосборные бассейны.

Приобретаемые навыки

Масштаб, моделирование, топография.

Возраст/класс

6 класс и выше.

Правила безопасности

Определить, какие части села следует посетить, а какие нанести на карту извне, избегая потенциально опасных районов и отдаленных мест.

Необходимое время

Один час на улице, один час в помещении. Если вы планируете оцифровать результаты, то необходимо предусмотреть минимум 3 дополнительных часа.

В/вне помещения

Эксперимент проводится в классе, но все-таки хорошо запланировать небольшую экскурсию на улицу, чтобы понять географическое расположение населенного пункта.

Когда проводить

Можно проводить данное упражнение в любое время, но если вы планируете идти на улицу, то лучше проводить урок в хорошую погоду.

Необходимые материалы и оборудование:

- ▶ Карта территории вашего села (если есть);
- ▶ Обеспечить по одному листу бумаги формата А 4 для каждого студента;
- ▶ Флипчарт или большие ватманы;
- ▶ Маркеры разных цветов;
- ▶ Стикеры или кусочки цветной бумаги, чтобы клеить на карту.



Рис. 2.6. Работа в группах

Для распространения (по желанию): если вы хотите оцифровать свои результаты, то вам нужны компьютеры и доступ к интернету (один компьютер для 2-3 учеников).

Процедуры:

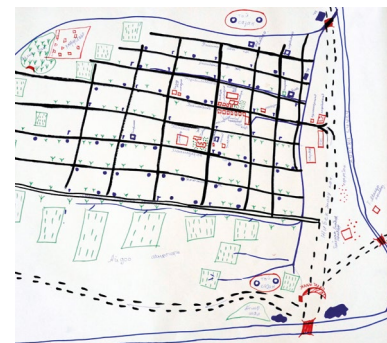
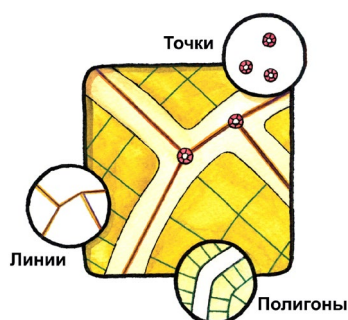
1. Каждый ученик самостоятельно должен нарисовать карту своего села на бумаге формата А4, начиная со школы, затем добавить окрестные улицы, потом село и окрестности села, включая главный источник воды своего села, который используется для полива и для бытовых нужд. Если вы живете в большом городе или селе, то рисуйте только окрестности своей школы до ближайшей реки, канала или ручейка (если такие есть поблизости). Дайте около 10 минут для выполнения этого задания.
2. Попросите учеников разделиться на группы по 4-5 человек. Попросите их сравнить нарисованные ими карты и согласовать способ помещения всей информации на одну общую карту, которую им необходимо нарисовать на большом ватмане. Теперь ученикам необходимо добавить, как можно больше информации о воде. Сюда мо-



гут относиться источники природной воды (реки, ручьи, озера, пруды, болота и т. д.), искусственные объекты (водохранилища, каналы, водяные насосы, колодцы, плотины и т. д.), а также объекты, которые могут быть источниками загрязнения (мусорные свалки, интенсивные (ближние) пастбища, промышленные комплексы, общественные туалеты, кладбища и т. д.), а также леса, парки, общественные здания сферы здравоохранения, образования, здания государственных администраций и религиозных общин, магазины, заправочные станции и т. д. Что еще вы можете найти? (на данное задание потребуется 30 минут).

3. Не обязательно: Разделите между группами сферы деятельности, которые вы отражаете на карте: каждая группа будет наносить на карту только одну сферу деятельности и нести за нее ответственность. Для сбора дополнительной информации группам необходимо выйти на улицу. Правильно ли вы нарисовали карту? Сможете ли вы найти дополнительную информацию по водным ресурсам, которую нужно добавить на карту? (Задание на улице выполняется в тече-

Рис 2.7. Условные обозначения карты



ние 1 часа, затем ученики должны вернуться в класс).

4. После возвращения в классную комнату, необходимо составить общую карту, включая всю информацию, собранную всем классом. Составьте список всех объектов и предметов, и включите их в условные обозначения вашей карты. Договоритесь, какие знаки вы будете использовать для каждого элемента на карте (например, река – толстые синие линии; ручеек – тонкие синие линии; свалка – рисунок мусорного ящика;

кладбище – надгробный памятник; пастбищные участки – животные; лес – территория, отмеченная зеленым цветом; магазин – корзина для покупок и т. д.). Кроме того, в первую очередь, подумайте о качестве объекта: это точка, линия или многоугольник на вашей карте?

Вы можете использовать маркеры, стикеры, а также цветные кусочки бумаги для обозначения элементов. Затем попросите каждую группу добавить обнаруженные ими объекты в свои части карты.



Используйте составленную карту для обсуждения вопросов:

- ▶ Все ли дома на карте имеют равный доступ к воде?
- ▶ Все ли участки села используют один и тот же источник воды для орошения? Для питьевой воды?
- ▶ Откуда ваша школа получает воду? На каком расстоянии находится данный источник воды?
- ▶ Видите ли, вы какие-то места, где водные ресурсы могут оказаться под угрозой в результате загрязнения? На кого это может оказать негативное влияние? Кто за это несет ответственность?
- ▶ Какие места нуждаются в особой защите для сохранения воды чистой?

После завершения упражнения сохраните эту карту для будущей деятельности, так как она будет очень полезна для следующего:

1. **Отбора мест для изучения водных ресурсов** (биологического, химического и физического анализа). Теперь, когда вы знаете, какие части вашего населенного пункта, имеющие очень важное значение для вас, могут оказаться под угрозой, это поможет вам выбрать места для более тщательного изучения.
2. **Представления результатов исследования:** карты – очень полезные инструменты для

проведения исследований водных ресурсов населенного пункта. Карты помогут вам ориентироваться, отметить те места, где вы взяли образцы и отметить другие географические особенности окрестностей. Именно по этой причине важно иметь карту, когда вы идете на улицу проводить анализ.

Распространение: Преобразуйте карту в цифровой формат!

Теперь, когда у вас есть готовая бумажная версия карты вашего села, вы можете составить цифровую версию карты, если у вас есть компьютер и доступ к Интернету.

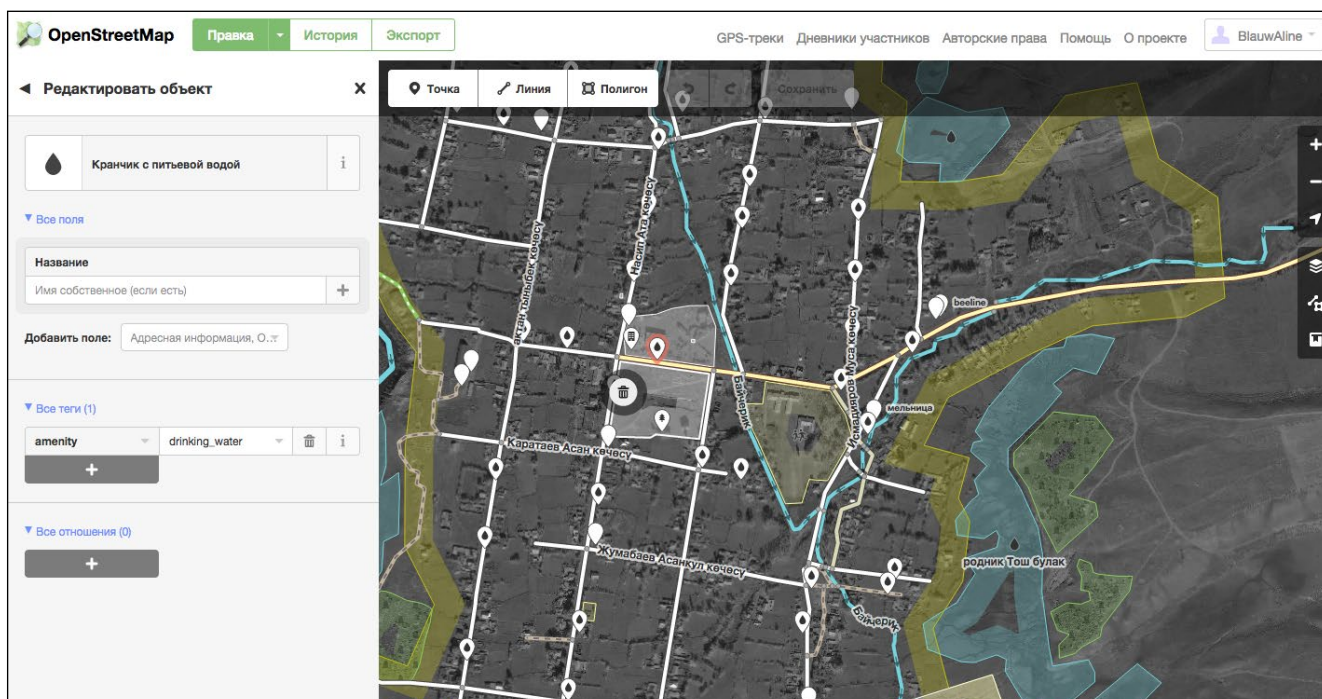


Рис. 2.8. Интерактивная карта Open Street Map

Интерактивная карта Open Street Map

Бумажная версия карты очень полезна для вас, для вашего класса, для вашего проекта. Но что надо делать, если вы захотите поделиться картой с другими? Для этого существует очень полезный онлайн инструмент, называемый Open Street Map (OSM). Open Street Map – это инструмент, который используется для составления карты и обмена информацией по карте. Любой желающий может внести свой вклад в OSM, и к этому проекту могут ежедневно присоединяться тысячи людей. При использовании этого инструмента люди рисуют карту на компьютере, а не на бумаге, но это не сильно отличается от рисования карты на бумаге. При составлении цифровой карты вам также надо будет чертить линии, чтобы показать дороги, поля и другие объекты. Точно так же, как и на бумаге, вы можете показать школы и больницы при помощи символов, но в этом случае все рисуемые вами объекты будут основываться на географической информации, полученной из спутниковых изображений. Таким образом, информация будет привязана к пространству и все объекты будут правильно располагаться по отношению друг другу. Самое важное то, что OSM карты сохраняются в Интернете, и любой желающий может получить доступ к ней в любое время. Вы можете повторно использовать созданную вами информацию, распечатать её столько раз, сколько вы хотите, и исправить площадь, которую вы, возможно, ранее неправильно отметили.



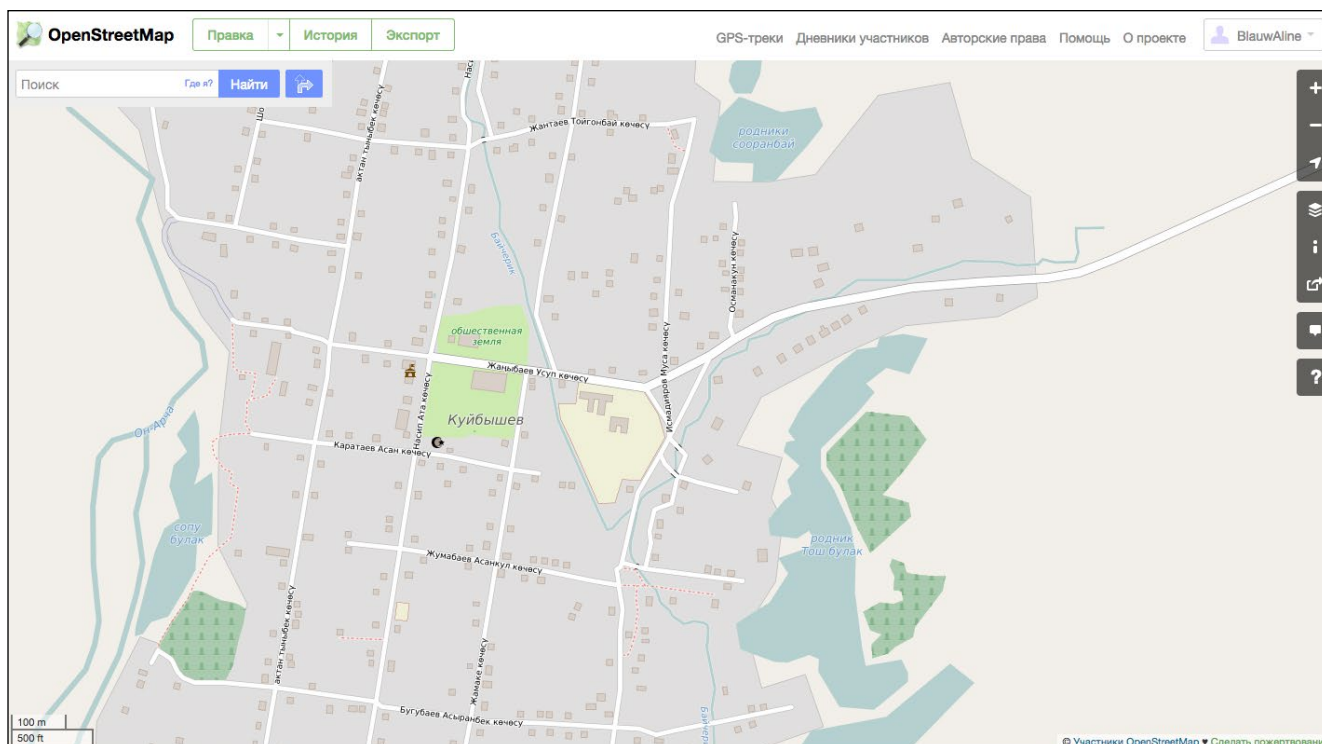


Рис. 2.9. Интерактивная карта села Куйбышев Наринского района

Некоторая информация о вашем селе, возможно, уже имеется в Open Street Map, и вам не нужно добавлять ее заново. Каждый может добавлять новую информацию и улучшать детали карты.

Здесь вы можете узнать об инструменте Open Street Map, открыть аккаунт и начать отображать объекты окрестностей вашего села:

- ▶ www.openstreetmap.org
- ▶ Пошаговое руководство для пользователя на английском языке:
<http://learnosm.org/en/beginner/start-osm/>
- ▶ Пошаговое руководство для пользователя на русском языке:
<http://learnosm.org/ru/beginner/start-osm/>

При помощи такой процедуры преподаватели и учащиеся составили карты 10 сел в Наринской области.



ЭКСПЕРИМЕНТ №3

Испарение и конденсация: как очистить грязную или соленую воду?

Использование эксперимента для школы/изучаемые явления	Ученики приобретают знания о круговороте воды, изучая такие явления, как испарение и конденсация.
Предметы	География, физика.
Приобретаемые навыки	Наблюдение, научное исследование.
Возраст/класс	С 4 класса по 7 класс.
Правила безопасности	Несмотря на то, что дистилляция удаляет много загрязнений из воды, лучше не пить воду, полученную после эксперимента.
Необходимое время	1 Час, подготовка 15 минут.
В/вне помещения	Лучше проводить эксперимент вне помещения в солнечный день.
Когда проводить	В любое время, когда светит солнце.
Необходимые материалы и оборудование:	<ul style="list-style-type: none">▶ 4 кружки или стакана песка и грязи;▶ 10-12 камней средних размеров;▶ Вода;▶ Большая стеклянная чаша;▶ Стакан (не слишком высокий);▶ Чистая пищевая пленка;▶ Солнечная погода.

Предисловие и введение

Этот эксперимент показывает, как круговорот воды помогает очистить воду. Количество воды на Земле ограничено, и ее состояние постоянно меняется в цикле, который называется круговоротом воды в природе. Когда вода нагревается солнцем, она переходит в парообразное состояние и впитывается атмосферой. Водяной пар в воздухе охлаждается и снова меняет состояние, становясь водой и образуя облака. Этот процесс называется конденсацией. Осадки случаются тогда, когда слишком большое количество воды сконденсировано в воздухе, и воздух уже не может удержать воду. Облака становятся тяжелыми, и вода выпадает обратно на землю в виде дождя, града или снега. Эти три процесса могут быть показаны в следующем эксперименте.

Главными механизмами испарения и конденсации являются нагрев и остывание.

Глоссарий

Термин	Значение
Испарение	Процесс, при котором жидкость становится газом (паром)
Конденсация	Процесс, при котором газ (пар) превращается в жидкость
Транспирация (испарение воды растениями)	Процесс, похожий на выведение пота: растения выделяют воду в атмосферу. Комбинация испарения и транспирации известна как эво­транспирация (суммарное испарение).
Осадки	Вода падает с неба в виде дождя, снега или града. Эти явления называются осадками
Накопление воды (водосбор)	Когда вода выпадает в виде осадков, она может попасть в океаны, озера или реки, или она может остаться на земле, после чего она может впитаться в землю и стать частью подземных вод, или стечь по поверхности земли, затем попасть в реки, озера и обратно в океан, где круговорот воды начинается снова
Испарение с поверхности льда или снега	Этот процесс называется сублимацией. Это возможно для твердых веществ, преобразующихся сразу в газ (без превращения в жидкость). Наиболее распространенный пример сублимации – это сухой лед (твердая двуокись углерода), который испаряется при нормальной температуре воздуха. При определенных условиях снег и лед также могут сублимироваться

Последовательность действий:

Смешайте грязь (или песок) с водой в большой чаше. Положите чистый пустой стакан в центр этой чаши. Поставьте чашу на солнце. Покройте чашу пластиковой пищевой пленкой и нагрузите края камешками. Положите один камень на пищевую пленку прямо по центру над стаканом. Оставьте чашу на солнце на несколько часов. Посмотрите содержимое стакана (он должен содержать относительно чистую воду без грязи). Посмотрите в чашу (в ней должна остаться высохшая грязь).



Последующие вопросы для обсуждения с учениками:

- ▶ Какие два процесса отвечают за очищение воды? (испарение и конденсация);
- ▶ Где еще вы видите конденсацию? (например, холодные напитки снаружи запотевают в жаркие дни);
- ▶ Как этот процесс работает на Земле?;
- ▶ Что представляет собой пищевая пленка, какая у нее была роль? (наша атмосфера);
- ▶ Что такое конденсация? (процесс, приводящий к образованию облаков и выпадению дождя);
- ▶ Что случилось бы, если бы пищевая пленка была грязной? (то же, что происходит в случае загрязнения воздуха).

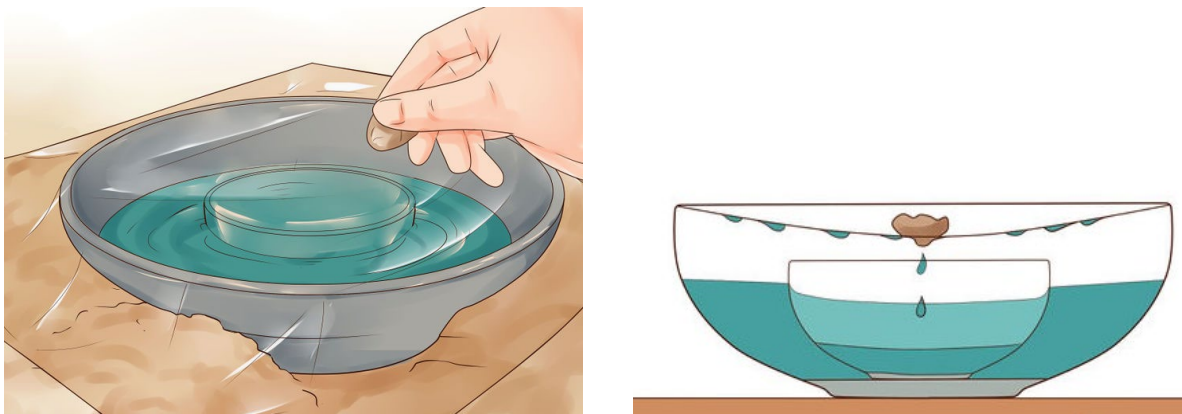


Рис 2.10. Эксперимент по испарению и конденсации

Варианты:

Вы также можете провести этот эксперимент для того, чтобы показать, как можно удалить из воды соль при помощи испарения и конденсации. Спросите учеников: «Представьте, что вы на острове в море и у вас нет пресной воды. Как бы вы удалили соль из морской воды?». Затем повторите эксперимент, но теперь смешайте соль с водой вместо грязи. Проведите те же процедуры и дайте ученикам попробовать воду, которая образовалась в стакане.



ЭКСПЕРИМЕНТ №4

Может ли почва очистить воду?

Почва и растения как фильтр для воды

Использование эксперимента для школы/изучаемые явления	Ученики изучают важность здоровой почвы для очистки воды. Они изучают, как растения и разные слои земли предотвращают эрозию и ограничивают вымывание почвы.
Предметы	География, биология.
Приобретаемые навыки	Наблюдение, научное исследование.
Возраст/класс	С 4 класса по 7 класс.
Правила безопасности	Несмотря на то, что фильтр удаляет много загрязнений из воды, лучше не пить воду, полученную после эксперимента, поскольку в отфильтрованной воде могут содержаться бактерии.
Необходимое время	1 час на подготовка к показу и 15 минут для объяснения результатов (для эксперимента, в котором моделируется растительный покров, нужно дать растению достаточно времени, чтобы оно выросло).
В/вне помещения	Может проводиться как внутри, так и вне помещения.
Когда проводить	В любое время.
Необходимые материалы и оборудование:	<ul style="list-style-type: none">▶ Бутылки для воды;▶ Ножницы или нож;▶ Кофейный фильтр, вата/ватные диски/ткань, песок или древесный уголь;▶ Земля;▶ Вода;▶ Песок или древесный уголь;▶ Гравий;▶ Крупный гравий или мелкие камни;▶ 2 стакана для фильтрованной и нефильтрованной воды.

Предисловие и введение

Почва является необходимым условием для жизни, так как она обеспечивает среду для роста растений, является средой обитания многих насекомых и других организмов, действует как система фильтра воды, содержит углерод и атмосферные газы.

После дождя и таяния снега вода течет по поверхности земли к водным массам (озеру, реке и т. п.), но большая ее часть впитывается в землю. Продолжая свой путь вниз через многие слои в земле, она фильтруется и освобождается от пыли, химикатов и других загрязнений. Вот почему водоносный слой (подземная вода) – один из самых чистых источников воды. Отфильтрованная вода также обеспечивает растения чистой, не загрязненной водой, нужной для роста.



Рис. 2.11. Фильтрация воды в почве

При проведении этого эксперимента ученики могут понять, как разные слои почвы могут очистить от загрязнений нашу воду. Во втором эксперименте также можно показать взаимосвязь между осадками, эрозией почвы, защитой водостока и вегетацией.

Процедуры:

1. Используя ножницы или нож, отрежьте дно бутылки для воды.
2. Используя нож, ножницы или что-то острое (например, отвертку), сделайте маленькое отверстие в центре крышки бутылки. Проверьте, плотно ли закручена крышка.
3. Затем установите кофейный фильтр (вату, или ткань) в крышку, просунув его внутрь бутылки. Возможно, вам нужно будет подрезать кофейный фильтр, чтобы он подошел к бутылке по размеру.
4. Теперь возьмите песок или измельченный древесный уголь и заполните бутылку примерно на 5 см.
5. Затем насыпьте немного земли поверх предыдущего слоя, также примерно на 5 см.
6. Следующий шаг – добавьте гравий в бутылку примерно на 5 см.
7. И, наконец, добавьте гравий покрупнее или маленькие камешки в бутылку (толщина слоя 2-3 см)
8. В стакан с водой добавьте землю, песок, листья, траву до тех пор, пока смесь не будет выглядеть очень грязной.
9. Поставьте фильтр (бутылку со слоями) над вашей чашкой для сбора отфильтрованной воды. Налейте в этот фильтр грязную воду.

Следующие действия:

- ▶ После завершения эксперимента попросите учеников проанализировать – какая часть (слой) фильтра очистила то или иное загрязнение. Что было задержано и каким именно слоем?
- ▶ Обсудите важность почвы в круговороте воды и повторном использовании воды.

МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ/ПОКАЗА (ЭРОЗИИ/РАСТИТЕЛЬНОСТИ):

- ▶ 6 прозрачных, чистых пластиковых бутылок;
- ▶ Устойчивая поверхность для прикрепления бутылок (дерево, парта или картон);
- ▶ 1 метр веревки;
- ▶ Ножницы
- ▶ Клей;
- ▶ Почва;
- ▶ Мертвые растительные отходы (ветки, кора, листья, мертвые корни и т. п.);
- ▶ Семена для посева (или рассада, например, салата, базилика и т. п.)

Методика:

1. Прикрепите 3 прозрачные бутылки к твердой поверхности, затем отрежьте верхнюю часть бутылок. Открытые части бутылок должны немного выступать из-за линии основания (рис. 2.12).
2. Положите одинаковое количество почвы в каждую бутылку и утрамбуйте. Почва должна быть ниже края бутылки.
3. Отрежьте нижнюю часть остальных трех бутылок, которые будут служить для сбора воды на протяжении всего эксперимента. Сделайте 2 маленьких отверстия с каждой стороны на всех трех емкостях (срезанных бутылках) и проденьте сквозь них веревку.
4. Посейте семена в почву первой бутылки, насыпьте сверху земли и немного утрамбуйте, затем закройте крышку и полейте водой. Вы можете покрыть бутылку ее же отрезанной частью, создавая эффект парника. Это позволит семенам прорасти быстрее. Расположите бутылку на солнечной стороне (чтобы на нее падал солнечный свет) и ухаживайте за растениями, пока они не подрастут. Это может занять около двух недель. Когда маленькие растения вырастут, уберите покрытие от бутылки, подвесьте наши емкости для сбора воды под отверстия трех бутылок и налейте в каждую воды («дождь» – осадки). Наливайте одинаковое количество воды во все три бутылки, в одинаковые точки (в конец, удаленный от отверстия, то есть в самую дальнюю от горлышка точку).



Рис. 2.12. Фильтрация воды органическими материалами

Другой вариант: для ускорения процесса вы можете просто пересадить растения в нашу бутылку. Удостоверьтесь, что корни растения не повреждены, и дайте растению 1 день, чтобы приспособиться к новой среде. Затем проведите эксперимент с поливом воды, как указано выше.

5. Во вторую бутылку с землей положите мертвые растительные отходы (ветки, кору, листья, мертвые корни и т. п.). А третью бутылку оставьте в прежнем состоянии.
6. Проследите, что происходит с водой, которая вытекает из всех трех бутылок, и обсудите, почему это происходит.



Последующие вопросы для обсуждения с учениками:

- ▶ Что влияет на чистоту воды в данном эксперименте?
- ▶ Почему вы так думаете?
- ▶ Думаете ли вы, что такие процессы происходят и в нашем окружающем мире?
- ▶ Как можно применить выученный урок?



ЭКСПЕРИМЕНТ №5

Создание дождя: круговорот воды в пластиковом пакете или в банке

ДЛЯ ЭТОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ВАМ ПОНАДОБЯТСЯ:

для показа круговорота воды в банке:

- ▶ Стеклобанная банка с широким горлышком (с крышкой);
- ▶ Крышка от бутылки;
- ▶ Маленькие камни;
- ▶ Песок;
- ▶ Несколько маленьких растений;
- ▶ Почва;

для круговорота воды в пластиковом пакете:

- ▶ Пластиковый пакет с молнией или зажимом;
- ▶ Водостойкий маркер;
- ▶ Стакан воды;
- ▶ Синяя пищевая краска или чернила;
- ▶ Скотч или клейкая лента;
- ▶ Окно на солнечной стороне.

Предисловие и введение

Вся вода на Земле участвует в круговороте воды. Когда солнце нагревает воду на поверхности Земли, часть воды испаряется и превращается в газ или пар. Изменение состояния воды из жидкого в газообразное называется испарением. Испарившаяся вода поднимается в воздух. Образовавшийся теплый пар смешивается с холодной водой атмосферы и конденсируется. Влага, которая, сконденсировалась, падает обратно на землю, и это называется осадками. Когда она достигает земли, она возвращается обратно в океаны, озера, реки и болота или впитывается землей. Этот процесс движения воды из земли в атмосферу и обратно в землю называется круговоротом воды.

Вот еще один способ переработки и использования одного из самых важных природных ресурсов.

Методика с использованием банки:

1. В большую банку с широким отверстием и крышкой (банка для солений) уложите вначале маленькие камни, а затем накройте слоем песка.
2. Наполните банку почвой примерно до середины. Посадите в почву несколько маленьких растений.
3. Наполните маленькую крышку (например, крышку от бутылки) водой и поставьте рядом с растениями.
4. Уплотните крышку на банке (чтобы воздух не проникал внутрь), поставьте банку на солнечное место на несколько дней.

Методика с использованием пластикового пакетика:

1. Нарисуйте маркером круговорот воды на пакетике. Как минимум, рисунок должен включать солнце, реку, океан или озеро, а также облака.
2. Смешайте несколько капель чернил или синюю краску с водой в стакане.
3. Влейте воду в пластиковый пакетик и закройте его так, чтобы воздух не мог выйти.



Рис. 2.13. Методика с использованием банки

4. Приклейте пакетик к окну, в которое попадает очень много солнечных лучей (южное окно).
5. Через 30 минут в пакетике образуются первые капли воды. Если вы постучите по пакету, они могут упасть вниз, словно дождь, прошедший внутри пакетика.

Оценка и последующая дискуссия:

- ▶ Предположите, что может случиться. В следующие несколько недель понаблюдайте, что происходит с экспериментальными экземплярами;
- ▶ Вода в пакетике/банке будет нагреваться солнцем и начнет менять состояние от жидкого к газообразному. Это называется испарением, и это же происходит с водой в океанах и озерах. Водяной пар будет пытаться выйти из банки, но, как только он коснется стенки, он охладится и перейдет в жидкое состояние. Это называется конденсация. Наблюдение за маленькими каплями воды на стенках пакета или банки покажут вам, что этот процесс происходит на самом деле. Конденсация также происходит после испа-

Рис. 2.14. Конденсация в пакетике

рения воды из океанов и озер. Это обычно происходит очень высоко в небе, но мы знаем, что это происходит потому, что облака — это не что иное, как большое количество конденсированных капель в воздухе. Когда капли воды в пакете или банке станут слишком большими, они начнут капать. Это называется осадками, и это происходит, когда капли в облаках становятся слишком большими и падают на землю как дождь;

- ▶ Произошла ли конденсация? Объясните где, почему и как она произошла;

- ▶ Заметили ли вы, что вода, которую вы налили в пакет, была синей, но капли, образующиеся вследствие конденсации, были прозрачными? Это произошло потому, что испарилась и превратилась в газ только вода, а пищевая синяя краска осталась внизу. Это объясняет, почему дождь не соленый, даже если большая часть облаков образовалась за счет испарения морской воды;
- ▶ Объясните круговорот воды и покажите, как он влияет на жизнь на земле.



ЭКСПЕРИМЕНТ №6

Транспирация (выведение воды через поры растениями) – что это такое?

Можем ли мы увидеть, как это происходит?

Использование эксперимента для школы/изучаемые явления	Ученики изучают, как растения испаряют воду и как это способствует круговороту воды.
Предметы	География, биология.
Приобретаемые навыки	Наблюдение, научное исследование.
Возраст/класс	С 4 класса по 8 класс.
Правила безопасности	Не пить собранную воду.
Необходимое время	30 минут для введения в урок и установки, 1 урок для обсуждения и оценки через 1 или 2 дня после установки.
В/вне помещения	Вне помещения.
Когда проводить	Лучше проводить в теплый и солнечный день.
Необходимые материалы и оборудование:	<ul style="list-style-type: none">▶ Дерево с низко опущенными ветвями;▶ Большой прозрачный пластиковый пакет;▶ Маленький камень;▶ Небольшой кусок веревки;▶ Ножницы;▶ Прозрачная бутылка или стакан.

Предисловие и введение

Все растения передвигают воду от корней к маленьким порам на обратной стороне их листьев. Через эти поры растение испаряет влагу в воздух. Это помогает растениям охладиться, но это, также, важно для транспортировки питательных веществ от корней к листьям. Чем больше воды испаряется из листьев, тем больше воды и питательных веществ поднимается вверх от корней. Вода выходит в воздух и это также является частью круговорота воды. Транспирация активнее идет в жаркие и сухие дни. Деревья – это большие растения, поэтому они содержат очень много воды. Они являются самыми большими источниками воды среди растений. Очень большой дуб может испарять до 150 000 литров воды в год!

Исследования показали, что около 10% влаги в атмосфере получено от транспирации растений. Обычно эта вода поглощается воздухом и включается в круговорот воды. Но, в этом эксперименте мы собираем воду в пластиковый пакет. В солнечный день в этом пакете, возможно, будет очень жарко, так что некоторые листья могут повредиться. Следите, чтобы пластиковый пакет не оставался на растении на долгое время, и убирайте его осторожно.

Методика проведения:

1. Вначале попросите учеников предположить, какое количество воды они получат в этом эксперименте.
2. Затем рано утром в жаркий, солнечный день возьмите пластиковый пакет и вложите в него ветвь дерева с листьями, так, чтобы внутри пакета было много листьев.
3. Положите маленький камень в угол пакета, чтобы он свисал вниз.
4. Завяжите пакет веревкой вокруг ветви. Проверяйте каждый час до захода солнца, что происходит в пакете.
5. Через 24 часа (или больше, в зависимости от погоды) вы можете собрать воду, полученную в результате транспирации. Для этого вам нужно просто отрезать часть самого нижнего угла с камнем и просто собрать (вылить) воду в стакан или бутылку. Сколько воды у вас получилось?

Следующие действия и обсуждение:

- ▶ Дети должны объяснить свои наблюдения и рассказать, что они заметили;



Рис. 2.15. Эксперимент с транспирацией на дереве

- ▶ Задайте наводящий вопрос: «Откуда появилась вода?» («откуда мы ее получили?»);
- ▶ Как теперь выглядят листья, которые были помещены в пакет, в сравнении с остальными листьями этого же дерева?;
- ▶ Дополнительный вопрос: как думаете, все ли виды деревьев производят одинаковое количество воды? А что можно сказать о хвойных деревьях? Попробуйте собрать воду с разных видов деревьев одновременно и сравните результаты.

3 БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ



Для чего нужна биологическая оценка качества воды?

В данном разделе, мы поговорим о существующем биоразнообразии в водоемах и изучим, как биоразнообразие определяет качество воды. Что же такое биоразнообразие, или биологическое разнообразие?

Биологическое разнообразие (греч. *bio(s)* – жизнь и *logos* – понятие, учение) означает разнообразие жизни во всех ее проявлениях, включая, в частности, наземные, морские и иные водные экосистемы, и экологические комплексы, частью которых они являются. Это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами, а также разнообразие экосистем.

Разнообразие видового состава беспозвоночных, обитающих в водных экосистемах, может говорить о различных уровнях загрязнения изучаемого источника воды. Некоторые организмы могут преимущественно обитать только в чистой воде, в то время как наличие других видов может означать, что вода загрязнена. Поэтому оценка биологического разнообразия, вместе с другими методами, описанными в данном руководстве, позволит дать приблизительную оценку качества воды, что и является одной из главных целей настоящего руководства.

Не менее важно, чтобы ученики пришли к осознанию важности сохранения и защиты воды от загрязнения, а их навыки и знания по оценке качества воды, осведомленность и осознанность стали более глубокими. Проведение экспериментов позволит ученикам закрепить теоретический материал на практике и изучить свою местность.

Знаете ли вы?

1. Мировое сообщество подчеркивает жизненную важность и необходимость сохранения и защиты существующего биологического разнообразия в Конвенции о биологическом разнообразии, принятой Организацией Объединенных Наций в Рио-де-Жанейро 5 июня 1992 года и ратифицированной ею 29 декабря 1993 года. Ее тремя основными целями являются:

- ▶ Сохранение биологического разнообразия;
- ▶ Устойчивое использование компонентов биологического разнообразия;
- ▶ Совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов.

Кыргызстан ратифицировал Конвенцию законом № 40 о присоединении от 26 июля 1996 года. В настоящее время Конвенция подписана и ратифицирована более чем 175 странами.

2. Право каждого человека на доступ к чистой питьевой воде закреплено Резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН в 2010 году.

Биологическая оценка качества воды

Водная экосистема – это совокупность растений, животных и экологических условий, которые характерны для водных объектов: рек, озер, арыков, водохранилищ и др. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, поддерживает сложные подвижные биологические связи, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов (деятельность человека). Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и, в частности, загрязнения, отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности составляющих их видов.

Глоссарий

Термин	Значение
Перифитон	Совокупность организмов, обрастающих плотные субстраты, возвышающиеся над поверхностью дна водоемов (в том числе макрофиты). Наиболее типичный перифитон – это прикрепленные организмы (водоросли, губки, мшанки, гидроидные полипы).
Биоиндикация	Оценка состояния среды с помощью живых объектов. Живые объекты (или системы) – это клетки, организмы, популяции, сообщества. С их помощью может проводиться оценка как абиотических факторов (температура, влажность, кислотность, соленость, содержание загрязнений и т. д.), так и биотических (благополучие организмов, численность их популяций и разнообразие сообществ).
Пелагиаль	Толща воды.
Бенталь	Дно.
Нектон	Крупные животные, двигательная активность которых достаточна для преодоления водных течений (рыбы, млекопитающие).
Нейстон	Организмы, населяющие поверхностную пленку воды на границе с воздушной средой. Как правило, это организмы в личиночной стадии развития. Взрослея, они покидают поверхностный слой, служащий им убежищем, и перемещаются жить в другие слои.
Плейстон	Растительные или животные организмы, обитающие на поверхности воды, или полупогруженные в воду (то есть обитающие одновременно в водной и воздушной среде).
Планктон	Организмы, населяющие толщу воды континентальных и морских водоёмов, и не способных противостоять переносу течениями.
Фитопланктон	Растительная часть планктона. Одноклеточные водоросли, обитающие в верхнем освещенном слое воды.
Зоопланктон	Мелкие водные животные организмы, населяющие толщу воды, обладающие незначительной способностью к активным движениям и легко переносимые течением, служат кормом для многих рыб.
Бентос	Организмы, обитающие на грунте и в грунте водоемов.
Зообентос	Совокупность животных, обитающих на грунте и в грунте водоемов.
Фитобентос	Совокупность растений, произрастающих на дне водоема.
Макрофиты	Растения сравнительно больших размеров (главным образом высшие водные растения), образующие ряд экологических группировок в водоеме.

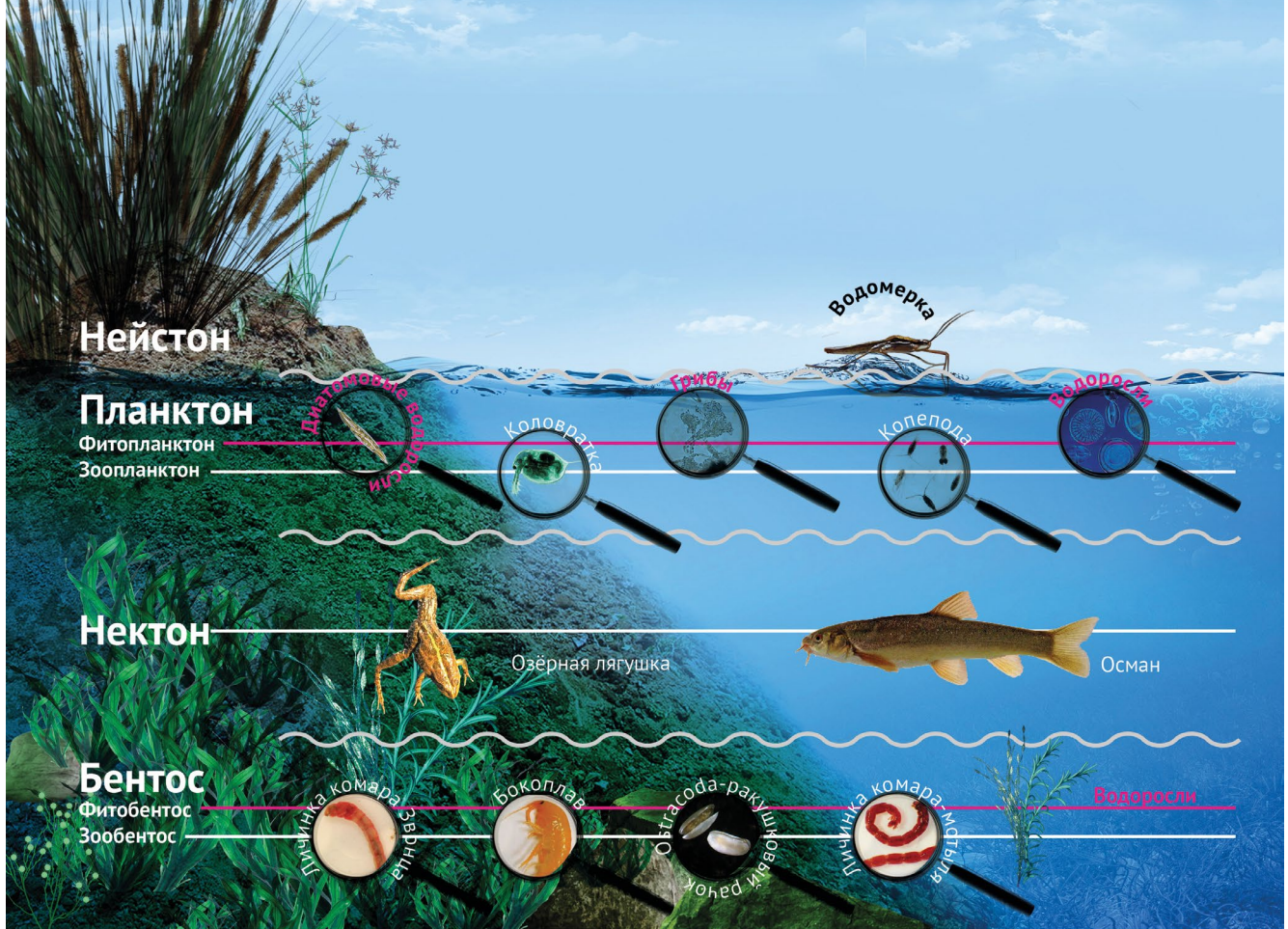


Рис. 3.1. Озерная экосистема Нарынской области

Для биологической индикации качества воды могут быть использованы практически все группы организмов, населяющие водоемы: планктонные и бентосные беспозвоночные, простейшие, водоросли, макрофиты (высшие водные растения), бактерии и рыбы. Каждый из них, выступая в роли биологического индикатора, имеет свои преимущества и недостатки.

К основным, наиболее различающимся между собой биотопам гидросферы, относятся толща воды, или *пелагиаль* («открытое море»), и дно водоемов, или *бенталь* (глубина). Соответственно этому в качестве основных жизненных форм водного населения выделяют обитателей толщи воды (*нектон* и *планктон*) и население дна (*бентос*). Население, обнаруживающееся на различных предметах и живых телах, находящихся в толще воды, получило название *перифитона*. К нектонным формам принадлежат крупные животные, двигательная

активность которых достаточна для преодоления водных течений (рыбы, млекопитающие).

«Большую роль для результатов биоиндикации состояния водоёма играет выбор тех групп живых организмов, которые учитываются при исследовании.

Дело в том, что водные сообщества очень разнообразны и включают в себя несколько крупных экологических группировок, реакции которых на загрязнения могут серьёзно различаться. Так, сообщества планктонных организмов (т. е. пассивно парящих в толще воды) очень быстро реагируют на любые изменения её качества»¹. Они представляют собой как бы «моментальный снимок» состояния водоёма. Но методы биоиндикации, основанные на реакциях планктонных сообществ, применимы, прежде всего, для озёр, и только с большой осторожностью для текущих водоёмов. Организмы бентоса (т. е. обитающие на дне водоёма)

1 http://www.researcher.ru/methodics/method/SNIP/a_1xiure.html

ма, в толще донных осадков или в придонном слое воды) менее динамично реагируют на быстрые изменения уровня загрязнённости. Зато, благодаря продолжительному жизненному циклу многих донных животных, их сообщества надёжно характеризуют изменения водной среды за длительные периоды времени.

Видовой состав организмов может различаться в зависимости от вида водоема. Водоёмы подразделяются на «стоячие» и «текучие». *Стоячий водоем* – постоянное или временное скопление стоячей, или со сниженным стоком воды в естественных или искусственных впадинах (озёра, водохранилища, пруды и т. д.). *Временными* называются те, которые возникают лишь в многоводные периоды года. К таким водоёмам относятся старицы и лужи, образующиеся весной при разливах крупных рек, в то время как текущий водоем или водоток – это водный объект, характеризующийся постоянным или временным движением воды в русле в направлении общего уклона (реки, ручьи, каналы). Таким образом, в реках и ручьях планктон не образуется, поскольку просто не в состоянии удерживаться в быстро текущих потоках. Он может присутствовать в пробах, но это планктон, выносимый из озера или пруда.

Проведение экспериментов в школах

Проведение гидробиологических исследований учениками, в том числе проведение биологической оценки качества воды в различных водоемах, как в стоячих (озера, пруды), так и текучих (реки, речушки, ручьи, арыки), является актуальной темой на сегодняшний день. Большинство сельских школ имеют доступ только к природной воде, качество которой в большинстве случаев не изучено. Поэтому очень важно обучить учеников основам определения качества воды, в том числе и биоиндикации, для более глубокого понимания происходящих явлений и состояния окружающей среды. Тем не менее, оценка воды на базе биологической индикации является достаточно относительной и приблизительной. Делать конкретные выводы о качестве и чистоте воды

на базе описываемых методик не рекомендуется, поскольку для точной оценки необходимо привлечение экспертов и использование соответствующего оборудования, в то время как данное руководство имеет целью образование и повышение осведомленности населения в целом о методах оценки качества воды.

Меры предосторожности

Конечно, при проведении гидробиологических исследований необходимо соблюдать меры предосторожности, а именно:

1. Не заходить в реку с быстрым течением и в глубокие водоемы.
2. Заходить непосредственно в воду разрешается только, если речь идет о мелком ручейке или ручье.
3. Отбор проб производить в специальной одежде (резиновые сапоги, резиновые перчатки), поскольку вода в горных водоемах Кыргызстана достаточно холодная даже в летнее время года.
4. Учитывать погодные условия – проводить сбор проб в дождливую погоду не рекомендуется.
5. В остальных случаях отбор проб производить с берега.

Методы сбора и обработки материала

При сборе и анализе проб ученикам пригодятся следующие формы:

Форма 1. Описание пункта сбора проб

№	Действие	Описание
1	Дата и место сбора проб	
2	Гидрологические характеристики (скорость течения, глубина, ширина)	
3	Погодные характеристики	
4	Визуальные наблюдения качества воды (цвет, прозрачность)	

Форма 2. Описание проб планктона, бентоса (нужное подчеркнуть)

Проба 1				
№	Вид беспозвоночного	Количество видов/подвидов	Количество особей	Замечания/комментарии
1		1		
		2 и более		
2		1		
		2 и более		
3		1		
		2 и более		

В первую очередь отбирается планктон и затем только бентос, поскольку при отборе донных организмов грунт взмучивается, и донные организмы могут оказаться в пробах планктона.



ЭКСПЕРИМЕНТ №1

Методы исследования планктона

Планктон представляет собою группу водных организмов:

1. Растения – фитопланктон (бактерии, водоросли, грибы);
2. Животные – зоопланктон (колдовратки, копеподы (веслоногие рачки), кладоцеры (ветвистоусые рачки)).

Планктонные организмы ведут свободно-плавающий, независимый от твердого субстрата, как опорного элемента, взвешенные в толще воды образ жизни и отличаются или полным отсутствием органов движения (многие представители фитопланктона), или последние у них довольно слабы, поэтому эти организмы не могут противостоять даже слабым течениям, а их активные перемещения происходят в относительно небольших пределах. Единственной опорой для планктонных организмов служит вода, в которой они парят или свободно плавают, будучи приспособленными к такому своеобразному образу жизни не только морфологически, но и физиологически, обладая нередко способностью активно управлять своим перемещением в толще воды.

К планктону относятся, главным образом, мелкие, часто микроскопические организмы, и только лишь некоторые представители пресноводного зоопланктона могут достигать размеров в несколько миллиметров.

«Самым распространенным и простым методом сбора планктона является сетной метод, при котором вода, содержащая планктон, фильтруется через особую сетку из шелкового газа или любого другого подручного материала (с очень мелкими ячейками), пропускающего воду и задерживающего организмы планктона»¹.

При отборе **планктонных проб** можно воспользоваться тем же сачком, что и для отбора бентосных организмов (см. описание ниже).

Время проведения эксперимента:

Отбор проб планктона лучше всего проводить в вегетационный период (с середины весны до начала осени), в этот период планктонные организмы достигают массового развития. В среднем на сбор и анализ образцов требуется 1,5 – 2 часа.

Необходимые материалы для сбора пробы:

- ▶ Сачок – планктонная сеть (см. ниже «Изготовление планктонной сети»);
- ▶ Ведро;
- ▶ Контейнер – посуда для насекомых;
- ▶ Емкость с плотной крышкой (закручивающейся);
- ▶ Резиновые перчатки;
- ▶ Кирзовые сапоги;
- ▶ Медицинский пинцет;
- ▶ Лупа или микроскоп (см. эксперимент «Конструирование самодельного микроскопа»), или также можно использовать микроскоп, сделанный из лазерной указки и планшета или смартфона (см. ниже);
- ▶ Спирт или формидрон (продается в аптеках) для длительного хранения. Необходимо использовать под наблюдением учителя или взрослых!

Сбор планктона:

1. Сачок необходимо аккуратно опустить на дно водоема, затем медленно поднять на поверхность. Можно пропустить

¹ http://studbooks.net/797157/estestvoznaniye/metody_issledovaniya_planktona

- через сачок определенное количество воды с помощью ведра;
2. Полученную пробу сливаем в специальную емкость с крышкой и фиксируем 4 % формалином или спиртом, если хотите сохранить пробу. В ином случае организмы необходимо изучить в течение дня, поскольку при долгом хранении пробы они могут погибнуть и разложиться;
 3. Исследуем и рассматриваем полученные образцы с помощью лупы или микроскопа;
 4. Отмечаем выловленные организмы в форме 2;
 5. После работы в водоёме сачок обязательно надо хорошо просушить.

- **ВАЖНО** отметить, что планктон в основном формируется в стоячих водоемах.
- В горных реках Кыргызстана организмы планктона практически отсутствуют.



ЭКСПЕРИМЕНТ №2

Методы исследования бентоса

Время проведения эксперимента:

Отбор проб бентоса производят в начале весны или в конце осени. В среднем уходит 1.5 – 2 часа на отбор проб и анализ полученных данных. В некоторых случаях, например, если водоем находится слишком далеко и др., отбор проб планктона можно приурочить к отбору проб зообентоса.

Необходимые материалы для сбора пробы:

- ▶ Сачок – бентосная сеть (см. Изготовление бентосной сети);
- ▶ Ведро;
- ▶ Контейнер – посуда для насекомых;
- ▶ Емкость с плотно закрывающейся крышкой;
- ▶ Резиновые перчатки;
- ▶ Кирзовые сапоги;
- ▶ Медицинский пинцет;
- ▶ Лупа или микроскоп (см. «Конструирование самодельного микроскопа») или также можно использовать микроскоп, сделанный из лазерной указки и планшета или смартфона.
- ▶ Спирт или формидрон (продается в аптеках) для длительного хранения. Необходимо использовать под наблюдением учителя или взрослых!

Сбор бентоса в текущих водоемах (реках) при помощи сачка:

1. Первый способ – опускаем сачок в водоем, производим движения, похожие на движения косы при кошени траву против течения реки;
2. Второй способ – опускаем сачок и держим его неподвижно, упирая в дно, и

руками передвигаем и очищаем камни и донные предметы, расположенные перед сачком, чтобы поднять бентосные организмы со дна;

3. После каждого забора бентоса сачок вынимаем, выворачиваем и промываем сачок в тазе, ведре или другой емкости, вымывая, таким образом, пойманные организмы из сачка;
4. Анализируем выловленные организмы и заполняем форму 2;
5. После работы в водоёме сачок обязательно надо хорошо просушить.

Сбор бентоса в стоячих водоемах (озерах) при помощи сачка:

1. Сачком захватываем определенное количество грунта (например, $\frac{1}{4}$ от квадратного метра);
2. Аккуратно другим ведром добавляем немного воды из водоема с помощью другого ведра и отмучиваем (то есть промываем до прозрачности) круговыми движениями. При этом живые организмы всплывают на поверхность, а грунт остается на дне таза (ведра);
3. Процеживаем через сито из такого же материала или через этот же сачок. Данную манипуляцию проводим до тех пор, пока вода не станет прозрачной.

Грунт можно не извлекать из мешка, а осторожно, не допуская попадания воды сверху, промыть содержимое в воде до полного отмучивания. Отмытая таким образом проба переносится в баночку и фиксируется спиртом или формидроном. Выбрать отдельные организмы можно медицинским пинцетом.

Изготовление планктонной сетки

Необходимые материалы:

- ▶ Железное кольцо диаметром 20 – 30 см.;
- ▶ Капроновая ткань или тюль – минимум 0,5 м.;
- ▶ Пластиковый стакан;
- ▶ Нитки прочные (леска);
- ▶ Иголки;
- ▶ Ситцевая ткань (плотная) для воротничка – 2 полоски.

Процедура:

1. Железное кольцо, как основание для крепления сетяного конуса можно сделать из толстой нержавеющей проволоки;
2. Для изготовления планктонной сетки нужно изготовить сетяной конус, длина которого должна составлять около 55-90 см. Рекомендуем его готовить по выкройке, показанной на рисунке 3.2. Материалом может служить мельничный газ, но если нет возможности приобрести его, можно использовать капроновую ткань (гладкий тюль);

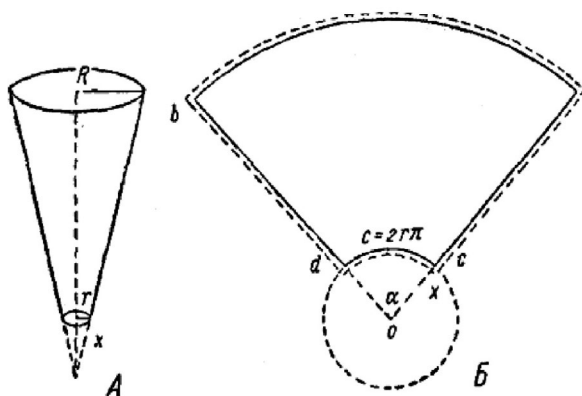


Рис. 3.2. Выкройка сетяного конуса

3. Для того, чтобы сшить сачок нам потребуются тонкие иголки и тонкая и прочная нить;
4. Далее после того как мы сшили сам сетяной конус, мы пришиваем его к металлическому каркасу (кольцу - рамке), но

между ними должна быть одна полоса плотного материала (для прочности нашего сачка). И так далее сшиваем верхнюю часть конуса.

5. К нижней части конуса должен быть прикреплен стакан (преимущественно пластиковый) для сбора планктона. Ободком для него также будет служить толстая полоска ткани, для сшивания берутся тонкие иголки и тонкие, но прочные нитки. Стакан можно заменить любой пластиковой емкостью, подходящей по размеру и довольно прочной. Стакан можно просто пришить к полоске плотной ткани, а ее, в свою очередь, уже к нашему конусу из тюля или мельничного газа.



Рис.3.3. Планктонная сеть (сетяной конус)

6. На рис. 3.3. показан рисунок идеального на вид сачка, но если у вас не получилось точь-в-точь, это неважно, мы ведь собираемся изучать водных насекомых, это намного важнее и интереснее!
7. Для того, чтобы стакан не всплывал на поверхность, к нашему сачку можно приделать грузило (камень или железный предмет).

Изготовление бентосной сети

Необходимые материалы:

- ▶ Железная рама, преимущественно квадратная или прямоугольная;
- ▶ Капроновая ткань или тюль – минимум 1 м;
- ▶ Нитки прочные (леска);
- ▶ Иголки;
- ▶ Ткань плотная 1 полоска – для воротничка.

Процедура:

Изготовление бентосной сети имеет схожие процедуры, за исключением наличия стакана на дне и формы рамы, см. инструкцию выше (Изготовление планктонной сетки). Ниже приведено изображение образца бентосной сети.



Рис. 3.4. Бентосная сеть

Диаметр входного отверстия сачка должен быть не менее 25-30 см, а длина матерчатого конуса в 2,5 раза больше, то есть 70-90 см. Сачок надежно насаживается на рукоятку длиной 1,5-2 метра.

Обработка материала и анализ результатов

Что нам нужно для этого:

- ▶ Хорошее освещение;
- ▶ Контейнеры (посуда) желательно белого цвета, минимум 3-5 шт.;
- ▶ Медицинский пинцет;

- ▶ Пипетка;
- ▶ Лупа и/или самодельный микроскоп;
- ▶ Покровные и предметные стекла;
- ▶ Ложка.



Рис. 3.5. Инструментарий для обработки и анализа результатов

Обработку отобранного материала, подсчет и определение организмов производим в классе с помощью специальных инструментов (увеличительных приборов, пинцетов, таблиц, приведенных выше), предварительно поместив наши образцы в герметичную упаковку.

Процедура:

1. Полученные образцы переложим в плоский контейнер белого цвета (в нем лучше видно);
2. В случае наличия большого количества примесей (песка, камешков) в пробе посредством ложки, пинцета или пипетки мы можем переложить всех беспозвоночных в чистый контейнер. Полученных беспозвоночных можно разделить по видам (по внешнему сходству);
3. Беспозвоночные помещаются на предметное стекло и, при необходимости, закрываются покровным стеклом, чтобы они не двигались. При помощи лупы или микроскопа исследуем полученные образцы, производим подсчет и классификацию по форме 2;

4. На основе полученных результатов, мы можем классифицировать нашу воду по качеству (таблицы с методами приведены ниже);
5. Следующим шагом является сам анализ, то есть оценка качества воды и состояний водоемов, в соответствии с данными приведенных ниже таблиц и описаний.

Исследование при помощи микроскопа:

1. На компьютере включаем камеру, к которой заранее был подключен самодельный микроскоп (см. ниже «Конструирование самодельного микроскопа»). Можно также использовать микроскоп, сделанный из лазерной указки и планшета или смартфона (см. ниже);
2. Выбираем организм, который бы мы хотели изучить;
3. При помощи пинцета или пипетки переносим его на предметное стекло;
4. Покрываем покровным стеклом;
5. Направляем освещение на организм и изучаем изображение;
6. Следующим шагом является сам анализ, то есть оценка качества воды и состояний водоемов, в соответствии с данными приведенных ниже таблиц и описаний.

Конструирование самодельного микроскопа

Что нам нужно:

Микроскоп и его основание

- ▶ Web-камера;
- ▶ Основание для крепления – картон, доска и т. п.;
- ▶ Изолента;
- ▶ Жидкий клей (жидкие гвозди) или офисный пластилин;
- ▶ Регулируемый винт М4, около 15 см длиной, с крепежной гайкой;
- ▶ 12 болтов;
- ▶ 8 гаек.



Рис. 3.6. Web-камера

Освещение светоизлучающим диодом

- ▶ Белый светодиод (LED лампочка);
- ▶ Батарея типа «Крона» 3 вольта;
- ▶ Крона клеммы;
- ▶ Изолированные медные провода, диаметр 2 мм, 30 см резистор (1 кΩ);
- ▶ Термоусадка под провода (диаметр 6 мм), 30 см тумблер;
- ▶ Предметные и покровные стекла.

В качестве альтернативного источника освещения можно использовать зажигалку, имеющую фонарик, или фонарик от сотового телефона. Однако, если ученики сделают свое освещение из LED лампочки, будет намного лучше, поскольку это тоже своего рода эксперимент по физике, с помощью которого учитель может объяснить физические законы.

Конечное наше устройство состоит из 3 частей:

1. Преобразованная Web-камера;
2. Освещение со светоизлучающим диодом (лампочкой);
3. Стабильная платформа для микроскопа.

Фаза 1. Небольшое расширение

Выбрать можно стандартную Web-камеру, предпочтительней взять ту, у которой есть ручная регулировка фокуса (вращающееся кольцо вокруг объектива).

До начала модификации камеры следует ее подключить к компьютеру и проверить, работает ли она и установить необходимое программное обеспечение.

Фаза 2. Расширение

На этом этапе нужно удалить все винты и гвоздики, в том числе и скрытые.

Следующим шагом является снятие крышки при помощи плоского инструмента (отвертка, нож и т. п.).

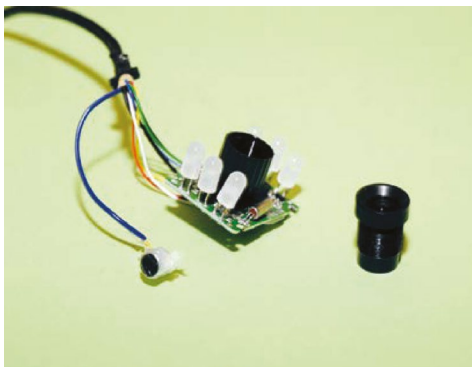


Рис. 3.7. Разобранная Web-камера

Внутри могут находиться светодиоды, они нам не нужны, так как мы будем делать свое освещение. Оптика (линза) может быть приклеена к электронике (плате), можно ее отсоединить путем скручивания. Кольцо вокруг линзы служит лишь украшением, и оно нам больше не понадобится. В веб-камере, также может находиться микрофон, который тоже нам больше не нужен. Далее, мы переворачиваем линзу и прикрепляем ее с обратной стороны. Заклеиваем изолентой с внешней стороны.

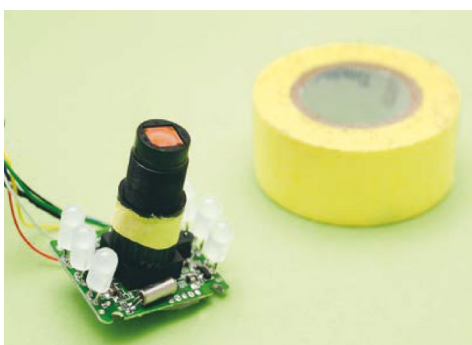


Рис. 3.8. Web-камера с перевернутой линзой

Для тестирования результата мы подсоединяем веб-камеру к компьютеру и направляем ее на экран. Мы можем увидеть пиксели экрана (красно-зелено-синие ячейки).

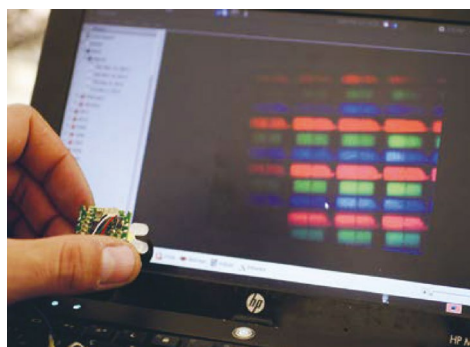


Рис. 3.9. Соединение Web-камеры к компьютеру

С помощью Blu-Tack или жидкого клея прикрепляем камеру к подготовленной основе размером 15x15 см.

Вырезаем квадрат (прямоугольник) с выходом для объектива камеры в покрывающем картоне (верхнее основание), клеим его к боковой стенке платформы жидким клеем.

Освещение:

1. У нашего микроскопа также будет свое освещение из LED лампочки, которое мы можем сделать сами;
2. В этом случае мы можем сплести провода вместе, но было бы лучше их спаять;

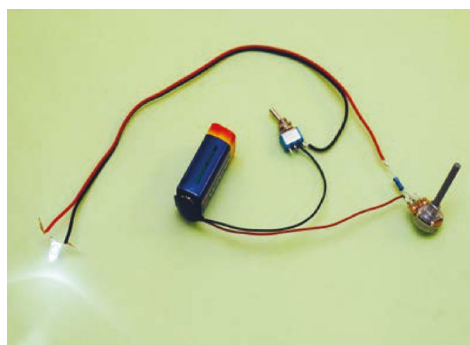


Рис. 3.10. Освещение из LED лампочки и батареи

3. Более жесткой проволокой обматываем закрепленные провода для того, чтобы мы могли легко менять положение лампочки при использовании микроскопа;
4. Прикрепляем источник света, переключатель и батарею к платформе при помощи жидкого клея;
5. Необходимо подключить микроскоп через USB соединение к телефону, план-

шету или компьютеру и запустить программу для работы с вебкамерой¹. Наш микроскоп готов к использованию;

6. Для изучения беспозвоночных также понадобятся предметные и покровные стекла.

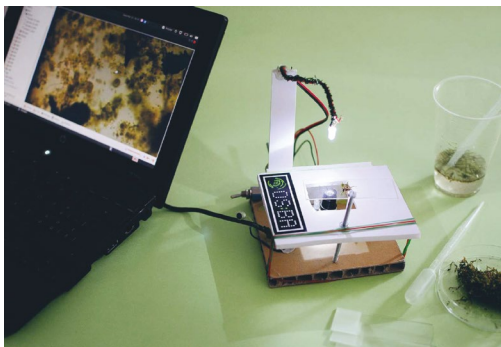


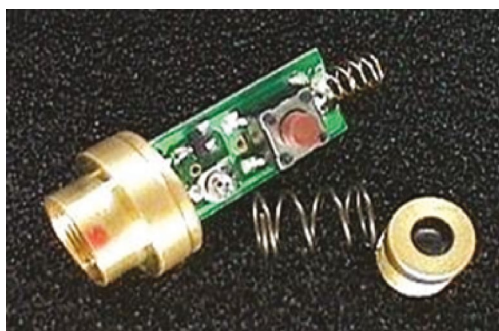
Рис. 3.11. Готовая модель микроскопа

Подробную информацию о месте приобретения материалов для изготовления микроскопа вы можете найти в части «Материалы, необходимые для проведения экспериментов» в конце руководства.

Микроскоп из лазерной указки и планшета или смартфона

Выше мы рассказали, как можно сделать микроскоп из веб-камеры для компьютера, сейчас же мы хотим показать вам способ сделать микроскоп, более простой в сборке и использовании.

Рис. 3.12. Лазерная указка



Необходимые материалы:

- ▶ Лазерная указка;
- ▶ Отвертка;
- ▶ Шпилька – невидимка или гибкая (гнувшаяся) скрепка для бумаги;
- ▶ Телефон с хорошей камерой или планшет (разрешение выше среднего)

Процедура:

1. Берем указку, откручиваем колпачок (строения лазерных указок могут быть разными);
2. Отсоединяем схему, к которой прикреплена линза;
3. Нам понадобится линза с закрепителем (иногда линзу можно просто выкрутить вместе с черной рамой, которая показана на рисунке 3.13.



Рис. 3.13. Линза

4. Далее линзу можно просто вытащить (осторожно, не поцарапайте ее!);
5. Следующим шагом будет крепление линзы при помощи скрепки или шпильки – невидимки, как указано на рисунках 3.14;

1 Программы для работы с вебкамерой можно скачать в Интернете бесплатно. Подойдет любая программа, подходящая вашему устройству.



Рис. 3.14. Скрепление линзы невидимкой

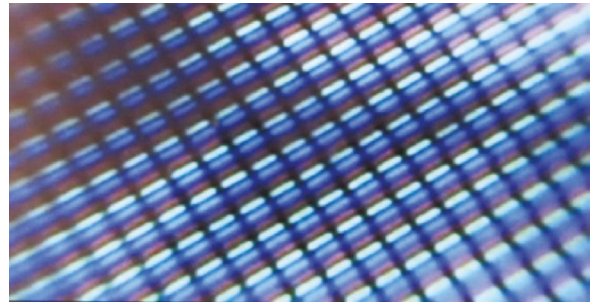


Рис. 3.15. Пиксели мобильного телефона

6. Прикрепите линзу к камере телефона или планшета. Для получения более четкого изображения вам необходимо расположить ее как можно ближе к объективу. Нужно, чтобы линза располагалась строго по центру объектива;
7. Протестируйте увеличительные свойства своей модифицированной камеры (пример на рисунке 3.15).

Проектирующий луч из капли воды: наблюдение микроорганизмов в одной капле воды

Для этого эксперимента вам понадобятся:

- ▶ Лазерная указка (красного или светло-зеленого цвета, с сильным светом);
- ▶ Пластиковый шприц;
- ▶ Вода из реки, пруда или колодца;
- ▶ Два предмета одинаковой высоты для поддержания шприца;
- ▶ Темная комната (или большая коробка) с белой стеной;
- ▶ Стол.

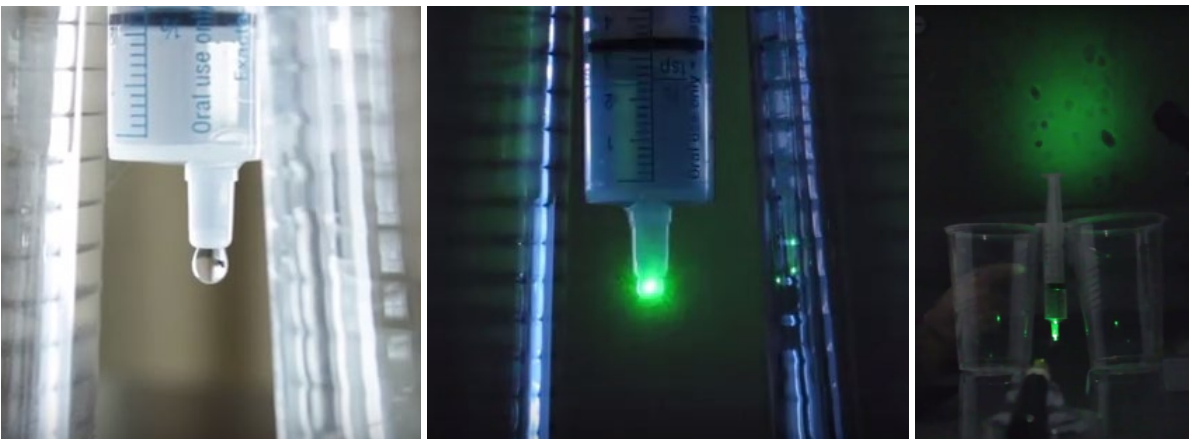
Этот эксперимент продемонстрирует вам очень простой метод, как можно увидеть микроскопическую жизнь через каплю воды.

Как первый шаг, постройте конструкцию высотой, достаточной для поддержания шприца в воздухе и оставьте примерно 5-10 см между столом и каплей. Вы можете использовать любые два предмета одинаковой высоты (такие как, например, два столовых стакана или две идентичные башни из конструкторов Lego).

Затем с помощью шприца возьмите немного воды из вашей пробы. Надавите на шприц так, чтобы капля почти упала вниз, но сила поверхностного натяжения удерживала ее. Теперь включите указку, и, удерживая ее рукой, позвольте лазерному лучу пройти сквозь каплю на стену. Вы можете видеть движущиеся маленькие частицы? Вы видите плавающие микроорганизмы?

Как это возможно? Круглая форма капли уже сама по себе служит линзой и увеличивает проектируемый луч на стене, в то же время, отражая тень маленьких организмов, увеличенных каплей воды. Чем меньше и круглее форма капли, тем сильнее увеличение.

Рис. 3.16. Конструкция для поддержания шприца



Как обеспечить микроскопическую жизнь в капле воды?

В первую очередь, постарайтесь получить пробу воды из места, где процветает жизнь организмов. Они могут находиться, например, на водорослях, растениях, погруженных в воду или на мху, произрастающем во влажных местах, в аквариумной воде или также в емкостях для воды горшочных растений в вашем доме. Если через несколько попыток вы все еще не видите никаких движущихся организмов, вы можете попробовать вырастить микроорганизмы, улучшив условия их размножения в пробе вашей воды. Положите немного сена в пробу в банке и дайте ей постоять в течение одной недели в теплой комнате (проверьте пробу снова через 4-5 недель. Отличаются ли теперь микроорганизмы от тех, которые были в начале?). Также, вы можете собрать немного мха и поместить его в воду на несколько дней.

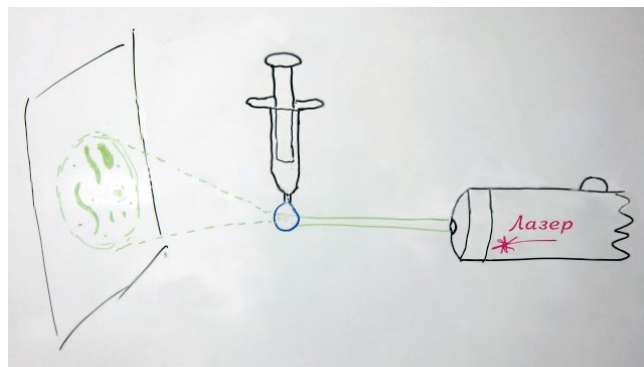


Рис. 3.17. Проектирующий луч из капли воды

Оценка состояния водоема при помощи биоиндикаторов

Далее определяем степень загрязнения водоема по пойманным живым организмам. Для этого пользуемся определительной таблицей (таблица 3.1). Приведенная ниже таблица является наиболее общим и грубым способом определения степени загрязнения стоячих и текущих водоемов.

Таблица 3.1. Шкала загрязнений по организм-индикаторам

Цветовой индикатор сапробности	Индикаторы	Эко-биополноценность, класс качества воды	Использование
	Личинки веснянок, плоские личинки поденок, ручейник риактофилла.	Очень чистая, полноценный.	Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное.
	Крупные двусторчатые моллюски (перловица), плавающие и ползающий ручейник-нейреклипсис, вилхвостки, водяной клоп.	Чистая, полноценный.	Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное, орошение, техническое.
	Моллюски-затворки, горошинки, роющие личинки поденок, ручейники при отсутствии реактофиллы и нейреклипсис, личинки стрекоз, плосконожки и красотки, водяной ослик.	Удовлетворительно чистая, полноценный.	Питьевое с очисткой, рекреационное рыболовство, орошение, техническое.
	Шаровки, дрейсена, плоские пиявки, личинки стрекоз при отсутствии плосконожки и красотки, водяной ослик.	Загрязненные, неблагоприятный.	Ограниченное рыболовство, ограниченное орошение.
	Масса трубочника, мотыля, червеобразные пиявки при отсутствии плоских, крыски, масса мокрецов.	Грязные, неблагоприятный.	Техническое.
	Макробеспозвоночных нет.	Очень грязные, неблагоприятный.	Техническое с очисткой.

Индекс Вудивисса

Один из наиболее надёжных и широко используемых в мире методов биологической оценки качества воды – это **Биотический индекс Вудивисса**.

Индекс Вудивисса учитывает сразу два параметра водного сообщества: общее разнообразие беспозвоночных и наличие в водоёме организмов, принадлежащих к «индикаторным» группам. При повышении степени загрязнённости водоёма представители этих групп исчезают из него примерно в том порядке, в каком они приведены в нижеуказанной таблице (табл. 3.2.).

Таблица 3.2. Биотический индекс Вудивисса

Наличие видов-индикаторов	Кол-во видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	более 20
Нимфы веснянок (Plecoptera)	более 1	–	7	8	9	10	11-...
	1 вид	–	6	7	8	9	10-...
Нимфы поденок (Ephemeroptera)	более 1	–	6	7	8	9	10-...
	1 вид	–	5	6	7	8	9-...
Личинки ручейников (Trichoptera)	более 1	–	5	6	7	8	9-...
	1 вид	4	4	5	6	7	8-...
Бокоплавы		3	4	5	6	7	8-...
Водяной ослик		2	3	4	5	6	7-...
Олигохеты ¹ или личинки звонцов		1	2	3	4	5	6-...
Отсутствуют все названные группы		0	1	2	–	–	–

Индекс используется только для исследования рек и даёт оценку их состояния по двадцатибалльной шкале. Методика непригодна для оценки состояния озёр и прудов. Для оценки состояния водоёма по методу Вудивисса нужно:

1. Выяснить, какие индикаторные группы имеются в исследуемом водоёме.

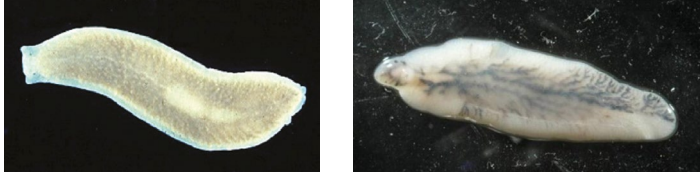





Поиск начинают с наиболее чувствительных к загрязнению индикаторных групп: веснянок, затем поденок, ручейников и т. д. Именно в таком порядке индикаторные группы расположены в таблице. Если в исследуемом водоёме имеются нимфы веснянок - самые «чувствительные» организмы, то дальнейшая работа ведётся по первой или второй строке таблицы. По первой – если найдено несколько видов веснянок, и по второй - если найден только один.

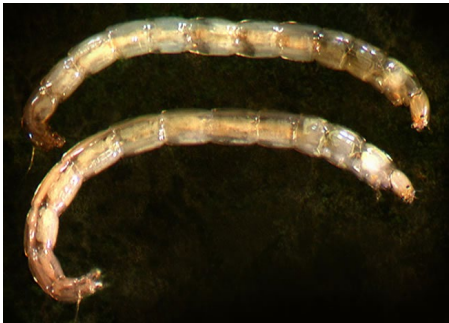

2. Оценить общее разнообразие бентосных организмов.

Методика Вудивисса не требует определить всех пойманных животных с точностью до вида (это бывает трудно сделать даже профессионалу). Достаточно определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов. За «группу» принимается:

¹ Олигохеты – кольчатые, малощетинковые черви. Дождевые черви относятся к олигохетам, однако не являются водными биоиндикаторами, их наличие может говорить о рыхлении грунта (например, при строительстве моста через реку).





Таблица 3.3. Разновидности групп бентосных организмов

№	Группа	Фото
1	Любой вид плоских червей. Класс ресничные (Turbellaria), класс сосальщики (Trematoda), класс ленточные черви (Cestoda)	
2	Класс малощетинковые черви (Oligochaeta)	
3	Любой вид моллюсков (Mollusca), пиявок (Hirudinea), ракообразных (Crustacea), водяных клещей (Hydrachnidae)	
4	Любой вид веснянок (Plecoptera), сетчатокрылых (Neuroptera), жуков (Coleoptera)	
5	Любой род поденок (Ephemeroptera), кроме поденки большой оливковой (Baetis rhodani)	
6	Любое семейство ручейников (Trichoptera)	

№	Группа	Фото
7	Семейство комаров-звонцов (личинки – <i>Chironomidae</i>) кроме <i>Chironomus</i> sp.	
8	Личинки мошки (семейство Simuliidae)	

Определив количество обнаруженных в пробе групп, находим соответствующий столбец в таблице 3.4. На перекрестке, найденных нами столбца и строки в таблице, находим значение индекса Вудвисса, характеризующее исследуемый водоём.


Таблица 3.4. Степень загрязнения воды и ее сапробность

Цветовой индикатор сапробности	Качество	Баллы	Сапробность (см. таблицу 3.7)
	Сильно загрязненная вода	0 – 2	Полисапробная зона
	Средняя степень загрязненности	3 – 5	Альфа-мезосапробность
	Незначительная степень загрязнения	6 – 6	Бета-мезосапробный
	Чистая вода	8 – 10	Олигосапробные

Индекс Майера





Это более простая методика, основные преимущества которой: беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида; методика годится для **любых типов водоёмов, в то время как методика Вудвисса пригодна только для рек**. Метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоёмам с определённым уровнем загрязнённости. Организмы-индикаторы отнесены к одному из трёх разделов.

Таблица 3.5. Организмы – индикаторы загрязненности воды

Обитатели чистых водоемов		Организмы средней степени чувствительности		Обитатели загрязненных водоемов	
Нимфы веснянок (plecoptera)		Бокоплав (Gammarus sp)		Личинки комаров-звонцов (Chironomus sp)	
Нимфы поденок (Ephemeroptera)		Речной рак (Astacus leptodactylus, Astacus astacus)		Пиявки (Trachobdella)	
Личинки ручейников (Trichoptera with caddies)		Личинки стрекоз (Odonata larva)		Водяной ослик (Asellus aquaticus)	
Личинки вислокрылок (Megaloptera)		Личинки комаров-долгоножек (Tipulidae larva)		Прудовики (Asellus aquaticus)	
Двустворчатые моллюски (Placopecten gandis)		Моллюски-катушки (Planorbis sp)		Личинки мошки (Simuliidae larva)	
		Моллюски-живородки (Viviparidae)		Малощетинковые черви (Oligochaeta)	

Нужно отметить, какие из приведённых в таблице индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на три, количество групп из второго раздела – на два, а из третьего - на один. Получившиеся цифры складывают. Значение суммы характеризует степень загрязнённости водоёма.

Таблица 3.6. Степень загрязненности водоемов

Цветовой индикатор сапробности	Сумма	Качество воды	Сапробность (см. таблицу 3.7.)
	более 22	первый класс качества	олигосапробный
	от 17 до 21	второй класс качества	олигосапробный
	11 до 16	третий класс качества	бета-мезосапробная
	меньше 11	четвертый класс – грязный	альфа-мезосапробный (полисапробный)

Полное отсутствие организмов говорит об очень сильном загрязнении водоема!

Исключение: если это исток родника, подземный источник, перемерзшая маленькая речушка, или же это исток реки, берущей свое начало из ледника.

Определение сапробности воды

В таблицах 3.4 и 3.6 выше указывалась сапробность воды, которая также является индикатором качества воды. Сапробность – комплекс физиолого-биохимических свойств организма, обуславливающий его способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ, то есть с той или иной степенью загрязнения.

Ниже вы можете ознакомиться со значениями сапробности воды.

Таблица 3.7. Основные феноменологические признаки зон сапробности

Зона	Значение
Ксеносапробная зона	Это воды чистых горных ручьев, небольших ледниковых рек, выходы ключей, обедненные биотой и содержащие минимальные количества минеральных соединений, и следы органических веществ.
Олигосапробная зона	Практически чистые воды больших озер. Если такие воды произошли путем минерализации из загрязненных вод, то для них характерна почти полная минерализация органических соединений до неорганических компонентов. Содержание органических соединений, как правило, не превышает 1 мг/л.
б -мезо-сапробная зона	Процессы самоочищения протекают менее интенсивно, чем в а-мезосапробных. В них доминируют окислительные процессы, нередко наблюдается перенасыщенные кислородом, преобладают такие продукты минерализации белков, как аммонийные соединения, нитраты и нитриты. В этих водах разнообразно представлены животные и растительные организмы, среди последних - диатомовые, сине-зеленые и зеленые.
а -мезо-сапробная зона	Характеризуются энергичным самоочищением. В процессах очищения вод от органических загрязнений, принимают активное участие зеленые растения, выделяющие кислород в процессе фотосинтеза. Среди последних встречаются некоторые сине-зеленые, диатомовые и зеленые водоросли. Тут уже могут обитать рыбы, не требовательные к кислородному режиму.

Зона	Значение
Полисапробная зона	С химической позиции характеризуются очень низким содержанием кислорода и большими концентрациями растворенной углекислоты и высокомолекулярных, легко разлагающихся бактериями органических веществ – белков, углеводов. В этих водах интенсивно протекают процессы разложения органического вещества с образованием сернистого железа в донных осадках и сероводорода. Население полисапробных зон обладает незначительным видовым богатством, но отдельные виды могут достигать огромной плотности. Аэрофильные организмы полностью отсутствуют. Здесь особенно распространены бесцветные жгутиконосцы и бактерии

Немного о прибрежных/приводных экосистемах

Прибрежные зоны. Прибрежная экосистема имеет много функций и приносит много пользы. Прибрежная зона – это земля, расположенная непосредственно рядом с течением и рекой (как, например, река Ат-Баши).

В этой зоне (части) живут особенные растения. Лишайники, мох, печеночные мхи являются очень простыми растениями, которые растут рядом с водой. Эти растения предпочитают влажную среду и помогают стабилизировать берега реки, скрепляя почву и делая ее более подходящей для других растений. Другие прибрежные растения – трава, папоротники, осока, камыш, ирисы могут расти близко к воде. Некоторые влаголюбивые деревья могут расти у кромки воды, например, ива или береза, равно как и другие виды растений, такие, как облепиха или камыш.

Также в прибрежных местах живет много животных. Земноводные (лягушки) и некоторые пресмыкающиеся живут неподалеку от воды. Многим из них вода (влажность) необходима и для того, чтобы они могли жить, и для того, чтобы откладывать яйца. Их пища также находится в воде или неподалеку. Вы наверняка встречали некоторых наших местных земноводных, например, озерную лягушку. Лягушки, в принципе, не являются биоиндикаторами. Можно лишь сказать, что они обитают в незагрязненной среде. Но их отсутствие не говорит о загрязнении.

Прибрежная зона выступает в некотором роде фильтром для речной воды. Деревья и растения поглощают из нее пищу (питательные вещества) – то, что было вымыто из почвы дождями. Деревья обеспечивают тень для животных и растений, которые там обитают. Они помогают сохранять низкую температуру воды, что очень важно для многих организмов, живущих там. Вырубка лесов очень сильно вредит прибрежным экосистемам. В некоторых местах можно встретить полностью вырубленные участки вдоль русла рек.

Такие виды рыб, как голый осман и голец, характерные для Нарынской области, прячутся в растущих корнях в воде и откладывают икру под камнями. Без деревьев и других растений, которые скрепляют почву, рыхлый грунт будет вымываться водой – этот процесс называется эрозией. Грунт заполняет отверстия и ямы в каменистом дне, в которых нуждаются рыбы и другие мелкие водные животные (это их жилье и убежище). Это уменьшает их способность к выживанию и вредит тем животным, которые их едят (нарушение пищевой цепи). Нектон (например, рыба) также является биоиндикатором степени загрязнения воды. Так, форель предпочитает чистую проточную воду, а карповые любят воду с небольшим количеством органики. Но биоиндикация по нектону крайне относительна и не дает точной оценки степени загрязнения воды.



Рис. 3.18. *Anabaena spiroides* – род нитчатых цианобактерий

Многие животные и растения нуждаются в прибрежных буферах или, другими словами, территориях вдоль ручейка или реки, которые не вырублены и могут поддерживать водную экосистему. Все растения, животные и вода, которые составляют прибрежную экосистему, нуждаются друг в друге для здорового существования.

Растения колонизировали много разных мест обитания, включая системы, где преобладает вода – реки, озера, болота. Растениям, растущим на болотах, необходимо выживать в двух условиях: при наводнениях и засухах, так как уровень воды может сильно меняться в зависимости от сезона. Другие растения адаптированы жить преимущественно под поверхностью воды, некоторые плавают по поверхности воды, а некоторые возвышаются над ней жесткими стеблями, несущими листья.

Рис. 3.19. Водоросли и высшие растения



Среди всех экологических групп, развивающихся в водоемах, особое место принадлежит сообществу микроскопических водных растений, развивающихся в толще воды – фитопланктону. Являясь продуцентами органического вещества, водоросли выделяют кислород при фотосинтезе, а при избыточном развитии вызывают «цветение» воды и ухудшение ее качества. Многие виды водорослей являются биологическими индикаторами, например, показателями содержания органических веществ в воде (сапробности). Виды с максимальной встречаемостью (*Melosira granulata*, *Anabaena* sp., *A. spiroides*), часто вызывают «цветение» в водоемах, богатых биогенными веществами, т. е. в эвтрофных водоемах.

Закрепление материала «ПРИБРЕЖНАЯ ЭКОСИСТЕМА»

Задание 1: Нарисовать картину, включающую все растения и животные, обитающих вдоль реки (в разрезе), чтобы понять, как разнообразна прибрежная экосистема.

Задание 2: Игра в слова для запоминания названий водных беспозвоночных водоемов Нарына и мест их обитания, а также их роли в определении качества воды.

Участники становятся в круг, ведущий берет мяч и называет себя видом беспозвоночного, после чего передает мяч другому, который, в свою очередь, называет себя и передает мяч дальше. Когда все участники назовут себя, игра

продолжается в ускоренном темпе, пока все не запомнят имена друг друга. Затем участник, кидающий мяч, должен назвать имя (название беспозвоночного) принимающего.





Вариации игры:

1. Принимающий и подающий меняются местами при подаче мяча, но порядок называния имен сохраняется;
2. Участник, принимающий мяч, должен назвать качество воды, характерное для обитания беспозвоночного, которым назвался подающий участник.

Водные организмы, обитающие в водоемах Нарынской области

Таблица 3.8. Видовой состав некоторых донных гидробионтов, которые обитают в горных реках Нарынской области

Название	Изображение	Среда обитания	Информация
Зообентос горных рек Нарынской области			
<i>Личинки поденок (Ephemeroptera)</i>			
Epeorus (Iron) montanus		Чистая	Формы быстро текущих вод, так называемые «реофильные» формы, которые живут на камнях и обладают соответствующими приспособлениями, чтобы не быть сорванными течением. Они обладают плоским расширенным телом, такой же головой и плоскими, чрезвычайно цепкими конечностями, которыми удерживаются за неровности камней. Хвостовые нити этих личинок почти лишены опушения волосками, так как им не приходится плавать в открытой воде. Для лова этих личинок бесполезно пользоваться сачком, а следует вынимать из потока камни и осматривать их с нижней стороны. (Epeorus (Iron) montanus, Rhithrogena sp.).
Rhithrogena sp.		Чистая	

Название	Изображение	Среда обитания	Информация
Baetis (Baetiella) buceratus		Чистая, слабо загрязненная	Плавающие формы, имеющие стройное подвижное тело, обладающее, как правило, сильными плавательными приспособлениями. Хвостовые нити несут мощный покров волосков. Плавают, либо, изгибая все тело, подобно рыбам, либо за счет движения сильно развитых жаберных листков (Baetis (Baetiella) buceratus).
<i>Личинки веснянок (Plecoptera)</i>			
Nemoura sp		Чистая, слабо загрязненная	От подёнок веснянки отличаются, во-первых, тем, что несут только две хвостовые нити и имеют длинные усики, во-вторых, не имеют по бокам тела характерных жаберных пластинок и, в-третьих, наконец, тем, что лапки их несут по два коготка, а не по одному, как у подёнок.
Filchneria mongolica		Чистая	
Отряд: Двукрылые (Diptera)			
<i>Семейство: Хирономиды (Chironomidae) или комары звонцы</i>			
Diamesa pseudostylata		Чистая, слабо загрязненная	Морфология личинок хирономид с возрастом несколько меняется, поэтому определение следует вести по взрослой стадии 4-го возраста. Длина взрослых личинок составляет от 2 до 30 мм. Тело червеобразное, ясно расчленено, обычно на 13 сегментов: 3 грудных и 10 брюшных. Голова хорошо оформлена. Обитатели ила окрашены в красный цвет, благодаря присутствию гемоглобина в гемолимфе. Обитатели не заиленных грунтов или зарослей имеют зеленоватую окраску. Личинки, живущие на камнях мелководья, часто имеют яркую окраску с рисунком.

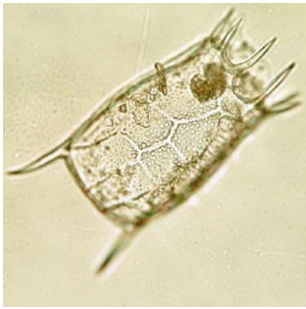



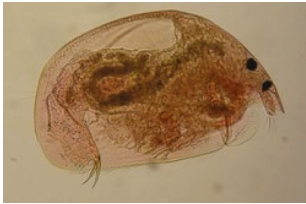
Название	Изображение	Среда обитания	Информация
<i>Семейство: Симулииды (Simuliidae)</i>			
Nevermannia sp.		Слабо загрязненная	Личинки обладают червеобразной формой, на заднем конце вздуты. Голова резко отделена от груди, сверху на лобном склерите темные пигментные пятна, форма и расположение которых характерны для личинок различных видов. По бокам головы расположены глазки и зачатки сложных глаз. Антенны четырех – шестичленистые. От передней части головы ниже антенн отходят большие веерообразные придатки, состоящие из короткого двучленистого стержня, несущего по дистальному краю 40 – 80 сильно изогнутых щетинок. Веерообразные придатки встречаются только у личинок.
Отряд: Ручейники			
<i>Trichoptera – Личинки ручейников</i>			
Brachycentrus subnubilus		Чистая, слабо загрязненная	Стройная, с длинными, вытянутыми вперед ногами личинка ручейника, высунув из домика грудной отдел и ноги, тащит домик за собой и разыскивает пищу. Крепко цепляться за домик личинке помогает пара крючков на конце брюшка.
Oligoplectrum sp.		Чистая, слабо загрязненная	Каждый вид ручейников строит свой особый домик. В основе – это трубка из секретируемого личинкой шелка; она «инкрустируется» строительным материалом, свойственным данному виду: палочками, листьями, камешками, ракушками или песчинками. Одни виды режут листья на четырехугольные кусочки и укрепляют их на трубке; другие располагают листья узкими полосками, которые опоясывают трубку по спирали; третьи строят трубку,

Название	Изображение	Среда обитания	Информация
			рожком, расширяющимся спереди, из мелкого песка; четвертые используют палочки, располагая их рядами. Есть ручейники, которые не строят домика. Они живут обычно в быстрых ручьях и используют свои крючки, чтобы, сопротивляясь течению, заякориться. Некоторые из них используют врожденное умение делать шелк: плетут подводные сети.



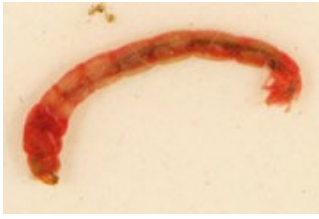

Зоопланктон горных озер Нарынской области

Класс: Коловратки (*Rotatoria*)

Род: <i>Synchaeta</i>		Чистая, слабо загрязненная	По размеру коловратки не превышают 2 мм (в среднем гораздо меньше). На переднем конце тела расположен коловращательный аппарат. Он в простейшем варианте состоит из двух венчиков - ресничек и ресничного поля между ними. Головной отдел может втягиваться с помощью специальных мышц – ретракторов.
Род <i>Testudinella</i>		Чистая, слабо загрязненная	Туловище содержит большую часть внутренних органов. На его конце, над основанием ноги расположено отверстие клоаки. Нога – это мускулистый вырост тела, позволяющий коловраткам ползать. На конце ноги располагается пара «пальцев», в основании которых открываются цементные железы, таким образом, с их помощью животное может прикрепляться к субстрату.
Род <i>Brachionus</i>		Чистая, слабо загрязненная	

Название	Изображение	Среда обитания	Информация
Род Keratella		Чистая, слабо загрязненная	
Род Notholca		Чистая, слабо загрязненная	
Род Ceratium		Чистая, слабо загрязненная	
Тип: Членистоногие (Arthropoda)			
<i>Класс: Кладоцеры (Crustacea)</i>			
Род Daphnia		Чистая, слабо загрязненная	Мелкие, планктонные ракообразные, один из наиболее многочисленных и разнообразных надотрядов класса жаброногих. У большинства ветвистоусых тело заключено в карапакс в виде двустворчатой раковины. Створка карапакса приоткрыта с брюшной стороны. Карапакс полностью прикрывает всё тело, голова выдаётся вперёд, нередко образуя, например, у дафнии, направленный на брюшную сторону клювообразный вырост. На голове находится один большой фасеточный глаз, образо-
Род Alona		Чистая, слабо загрязненная	

Название	Изображение	Среда обитания	Информация
Род Chydorus		Чистая, слабо загрязненная	вавшийся слиянием пары сложных глаз, и один слабо развитый науплисов глазок. Антеннуаты небольшие, но антенны сильно развиты, двуветвистые и служат для плавания.
<i>Подкласс: Копеподы (Copepoda)</i>			
Род Hemidiaptomus			Веслоногие (лат. Copepoda) – отряд ракообразных, объединяющий мелкие виды рачков. Большинство копепод – это эктопаразитические формы позвоночных и беспозвоночных животных, остальные являются свободноживущими организмами в пресных и соленых водоемах, составляя основу зоопланктона. В настоящее время известно более 5 тысяч видов веслоногих рачков.
Род Diaptomus		Чистая, слабо загрязненная	Свободноживущие веслоногие рачки имеют определенные признаки адаптации к жизни в воде. Так, приспособления для «парения» в толще воды – небольшие размеры тела (0,1 – 3 мм), благодаря чему увеличивается относительная площадь поверхности тела, наличие различных выростов для увеличения трения о воду (усики, фурки, выросты антеннул), тонкие покровы тела, откладывание жира про запас в клетках, что приводит к уменьшению плотности тела. Это позволяет веслоногим длительно удерживаться в толще воде с небольшими затратами энергии. Для этих организмов характерна биолюминесценция, причем светятся в темноте представители многих семейств копепод, благодаря выделению светящегося секрета.
Род Cyclops		Чистая, слабо загрязненная	

Название	Изображение	Среда обитания	Информация
Зообентос горных озер Нарынской области			
Тип: Членистоногие (Arthropoda)			
Класс: Ракообразные (Crustacea)			
Gammarus sp		Чистая, слабо загрязненная	Эти желтовато-зеленоватые рачки имеют изогнутое дугой и сплющенное с боков тело. Из семи пар грудных ножек две передние пары образуют как бы маленькие клешни и служат для схватывания пищи. Три последние пары значительно длиннее остальных и обращены назад и вверх. Ударяя ими, бокоплав делает резкие скачки (отсюда название <i>G. pulex</i> — бокоплав-блоха). Плавает он быстро, перебирая ножками.
Отряд: Двукрылые (Diptera)			
Семейство: Хирономиды (Chironomidae) или комары-звонцы			
Cricotopus sp.		Слабо загрязненная	Личинки комаров-звонцов («мотыль») – живут в придонном иле и способны жить на глубине до 300 метров. Личинки питаются детритом (органическими остатками). Комары-звонцы безвредны для человека. Личинки используются в качестве корма для рыбы.
Chironomus sp.		Слабо загрязненная	
Tanytarsus sp.		Слабо загрязненная	

Название	Изображение	Среда обитания	Информация
Paratanytarsus sp.		Слабо загрязненная	
Другие двукрылые			
Tipula sp.		Слабо загрязненная, загрязненная	Личинки червеобразные с недоразвитой головой, которая втянута в переднотулье; вершина брюшка косо усечена, образует особую площадку, которая несет единственную пару крупных дыхалец, а по краям звездообразно окружена тремя парами мясистых выростов.
Atherix sp.		Слабо загрязненная, загрязненная	
Отряд: Coleoptera-жесткокрылые (жуки)			
Семейство Dytiscidae		Слабо загрязненная, загрязненная	Плавунцы – самые многочисленные и широко распространенные водные жуки. Встретить их можно повсюду – от полярных областей до тропиков. В мировой фауне описано их около 4 тыс. видов. Личинки и сами жуки постоянно охотятся на всякую водную живность, уничтожая разнообразных обитателей рек, озер, прудов, крупных луж. Среди их жертв - личинки стрекоз, поденок и комаров, икра рыб и лягушек, мелкие моллюски, головастики и даже мальки рыб.
<i>Тип: Mollusca – Моллюски</i>			
Cyclocalyx obtusalis		Слабо загрязненная, загрязненная	

* Организмы, обитающие в слабозагрязненной или загрязненной воде, могут встречаться и в чистой. Но те организмы, которые обитают в чистой, никогда не будут водиться в воде даже с незначительным загрязнением.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 3.1. Формы для сбора данных по водным организмам

Форма 1. Описание пункта сбора проб

№	Действие	Описание
1	Дата и место сбора проб	
2	Гидрологические характеристики (скорость течения, глубина, ширина)	
3	Погодные характеристики	
4	Визуальные наблюдения качества воды (цвет, прозрачность)	

Форма 2. Описание проб планктона, бентоса (нужное подчеркнуть)

Проба 1				
№	Вид беспозвоночного	Количество видов/подвидов	Количество особей	Замечания/комментарии
1		1		
		2 и более		
2		1		
		2 и более		
3		1		
		2 и более		

Проба 2				
№	Вид беспозвоночного	Количество видов/подвидов	Количество особей	Замечания/комментарии
1		1		
		2 и более		

Проба 2				
№	Вид беспозвоночного	Количество видов/подвидов	Количество особей	Замечания/комментарии
2		1		
		2 и более		
3		1		
		2 и более		

Приложение 3.2. Методика Вудивисса

Методика Вудивисса для биоиндикации рек

ШАГ 1. Выяснить, какие индикаторные группы имеются в исследуемом водоёме;

ШАГ 2. Определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов (табл. 3.9.) и найти соответствующий столбец в таблице (табл. 3.1.);

ШАГ 3. Подсчитываем баллы и определяем качество воды (табл. 3.4.).

Таблица 3.9. Биотический индекс Вудивисса

Наличие видов-индикаторов	Кол-во видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	более 20
Нимфы веснянок (Plecoptera)	более 1	–	7	8	9	10	11-...
	1 вид	–	6	7	8	9	10-...
Нимфы поденок (Ephemeroptera)*	более 1	–	6	7	8	9	10-...
	1 вид	–	5	6	7	8	9-...
Личинки ручейников (Trichoptera)	более 1	–	5	6	7	8	9-...
	1 вид	4	4	5	6	7	8-...
Бокоплавы		3	4	5	6	7	8-...
Водяной ослик		2	3	4	5	6	7-...
Олигохеты ¹ или личинки звонцов		1	2	3	4	5	6-...
Отсутствуют все названные группы		0	1	2	–	–	–

* Олигохеты – кольчатые, малоцетинковые черви.

Таблица 3.10. Подсчет групп по методике Вудивисса

Проба №				
№	Вид беспозвоночного	Количество видов/подвидов	Количество групп	Количество баллов по Вудивиссу
1	Нимфы веснянок	1	1	0
		2 и более		
2	Нимфы поденок	1	1	0
		2 и более		
3	Личинки ручейников	1	1	0
		2 и более		
4	Бокоплавы			
5	Олигохеты или личинки звонцов			
Итого баллов по Вудивиссу				0

Приложение 3.3. Индекс Майера

Нужно отметить, какие из приведённых в таблице индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на три, количество групп из второго раздела – на два, а из третьего – на один. Получившиеся цифры складывают. Значение суммы и характеризует степень загрязнённости водоёма.

Таблица 3.12. Подсчёт групп по индексу Майера

Проба №				
№	Вид	Количество групп	Индекс умножения по Майеру	Всего баллов
<i>Обитатели чистых вод</i>				
1	Нимфы веснянок			
2	Нимфы поденок			
3	Личинки ручейников			
4	Личинки вислокрылок			
5	Двустворчатые моллюски			
	Всего		3	
<i>Организмы средней степени чувствительности</i>				
6	Бокоплав			
7	Речной рак			
8	Личинки стрекоз			
9	Личинки комаров-долгоножек			
10	Моллюски-катушки			
11	Моллюски-живородки			
	Всего		2	
<i>Обитатели загрязнённых водоёмов</i>				
12	Личинки (хирономиды) комаров-звонцов			
13	Пиявки			
14	Водяной ослик			
15	Прудовики			
16	Личинки мошки			
17	Малощетинковые черви			
	Всего		1	
		Всего баллов по индексу Майера		

Таблица 3.13. Степень загрязненности воды

Ваш балл	Качество воды	
	Больше 22	первый класс качества
	От 17 до 21	второй класс качества
	От 11 до 16	третий класс качества
	Меньше 11	четвертый класс – грязный

4 ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ



ВВЕДЕНИЕ

В этой главе руководства мы объясним эксперименты, которые вы можете выполнить, как часть ваших упражнений на уроках химии и физики. Эксперименты направлены на то, чтобы выяснить состояние воды в вашей местности. Безопасная питьевая вода должна обладать следующими параметрами:

- ▶ Отсутствие патогенов;
- ▶ Отсутствие или невысокая концентрация химикатов;
- ▶ Чистота;
- ▶ Отсутствие какого-либо вкуса, запаха и цвета.

Мы предлагаем попробовать вам следующие эксперименты:

- ▶ Измерение уровня pH вашей воды для определения ее нейтральности, кислотности или щелочности;
- ▶ Измерение уровня мутности;
- ▶ Сравнение и сопоставление изменений температуры;
- ▶ Определение цветности воды;
- ▶ Запах воды.

Для каждого эксперимента необходимо наличие базовых знаний о законах физики. Некоторые физические параметры могут быть изучены на вкус, запах и цвет. Мутность воды, в общем, является наиболее важным физическим параметром для измерения, поскольку высокая мутность воды обычно говорит о высоком уровне ее загрязнения различными веществами.

Невозможно проверить воду на наличие всех химикатов, которые могут быть причиной проблем со здоровьем людей. Очень редко встречается такое, чтобы вода сама по себе содержала химикаты (химические вещества). Чаще причиной их появления в воде является деятельность человека, загрязняющая участки земли, что в свою очередь, влияет на загрязненность не одного, а нескольких источников воды. Некоторые химикаты могут быть причиной серьезных проблем со здоровьем, что часто происходит во многих местах.

Что можно использовать вместо стакана для образца при проведении экспериментов с pH

Вы можете использовать многоразовые герметичные пластиковые или стеклянные бутылки, в том числе детские пластиковые бутылочки. Можно также использовать одноразовые пластиковые пакеты, но так как они не многоразовые, это обходится дороже.

Глоссарий

Термин и значение	Источник	Эффекты и угрозы
pH отражает кислотность раствора. Это показатель концентрации ионов водорода в веществе, который влияет на многие химические и биологические процессы	Водоотводы в шахтах, промышленные выбросы и кислотные дожди	Вода, уровень pH которой меньше 5.0 или выше 8.5, должна вызывать подозрение, так как норма кислотности воды для питья составляет от 7 до 7,5 баллов
Мутность – это показатель качества воды, характеризующий наличие в ней примесей. Чистая вода имеет низкую мутность, тогда как грязная вода имеет высокую мутность	Эрозия почвы, сброс отходов, стоки из городских поселений, размывающиеся берега рек, большое количество бентофагов (питающихся придонными организмами – бентосом – сазан или карп), которые взмучивают седименты со дна, излишний рост водорослей	Мутность может мешать процессу дезинфекции воды. Частицы могут поглощать или соединяться с токсичными веществами и предотвращать их удаление во время очищения воды
Термин	Определение	
Температура	Физическая величина, характеризующая уровень тепла, которая, в свою очередь, влияет на многие элементы воды – биологические и химические процессы, и количество растворенного кислорода. Температура также влияет на уровень фотосинтеза и скорость разложения растений. Высокая температура воды может быть знаком теплового загрязнения от промышленных объектов	
Патогены	Болезнетворные микроорганизмы. Они обычно находятся в питьевой воде, включают бактерии, вирусы, простейшие (одноклеточные) и гельминты (глисты)	
Значение Q – (качественное значение)	График, определяющий качество воды после проведенного эксперимента (например, уровень pH, нитраты, бактерии, токсические элементы). Для определенного вида эксперимента (кислотность, температура, мутность) есть свой график, он является расшифровкой, т. е. ключом к определению качества воды. Чем выше полученное значение на графике Q (число, которое на графике имеет вид точки в определенном диапазоне), тем лучше качество воды	
Основание	Любое вещество, которое при растворении в воде, увеличивает концентрацию гидроксид-ионов (OH ⁻). Молекула воды (H ₂ O) может рассматриваться как один ион водорода (H ⁺) и один ион гидроксида (OH ⁻)	
Кислота	Любое вещество, которое при растворении в воде, увеличивает концентрацию ионов водорода (H ⁺). Молекула воды (H ₂ O) рассматривается как один ион водорода (H ⁺) и один ион гидроксида (OH ⁻)	

Методология сбора проб: где отбирать пробы воды?

Для каждого эксперимента ученикам нужно будет отобрать пробу. Сначала надо определить разные источники воды для тестирования. Существует много способов отбора проб. Мы рекомендуем использовать приведенный способ отбора проб в части Приложение для экономии времени и энергии.

Этот метод предусматривает выбор учениками вместе с учителями и/или родителями наиболее интересных источников для тестирования.

Мы рекомендуем собирать разные пробы воды из водоемов и рек, расположенных близко к домашним хозяйствам: колодцев; болот; водоемов с высоким содержанием осадков, содержащих личинки и другие объекты; источники, загрязнения которых видны невооруженным глазом. Если рядом с местностью ведутся горнодобывающие работы, мы рекомендуем вам взять пробы из рек неподалеку от них.

Эксперименты

В этой части мы предоставим инструкции для некоторых экспериментов, проведение которых недорого, и которые можно легко повторить.

Время: Длительность большинства экспериментов составляет 45-60 минут. Если вы собираетесь провести их вне помещения, пожалуйста, планируйте более продолжительное время (около 2 часов).

Подготовка: необходимые материалы перечислены для каждого эксперимента по отдельности в соответствующих разделах.

Пожалуйста, помните, чтобы предотвратить путаницу, ваши пробы должны быть отмечены и должны содержать информацию, включающую:

- ▶ Местность отбора пробы (пример: хозяйство, источник);
- ▶ Описание пробы (вода из цистерны и т. п.);
- ▶ Идентификационный номер;
- ▶ Дата и время взятия пробы;
- ▶ Инициалы человека, отбирающего пробу (имя и класс);
- ▶ Другая важная информация (например, какой именно тест нужно сделать).

Для получения более качественных данных, пожалуйста, ведите учет ваших проб и результатов экспериментов. Также рассмотрите возможность тестирования более чем одного образца из каждого источника.

Определение уровня pH воды

Необходимые материалы:

- ▶ Индикатор pH (раствор или бумажный индикатор) или раствор из красной капусты (см. ниже);
- ▶ Схема индикации pH (см. рис. 4.1.);
- ▶ Стаканы с пробами воды.

Дополнительные эксперименты с pH вы можете найти ниже. Эксперимент с pH используется для определения кислотности, щелочно-

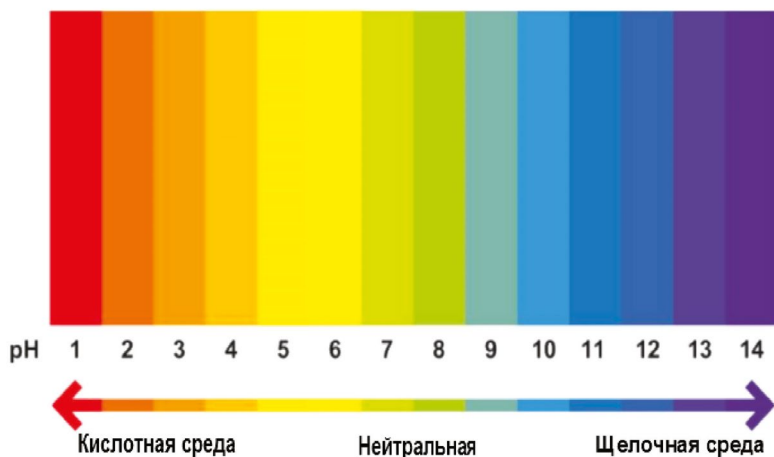


Рис. 4.1. Шкала уровня pH

сти или нейтральности среды воды. Пригодная и здоровая вода всегда нейтральна. Использование индикатора для определения состояния воды недостаточно. Цвет в пробе воды после добавления индикаторов может быть:

1. Светло-зеленым, что означает – вода нейтральная и готова к использованию;
2. Красным, оранжевым или желтым, что означает – вода является кислотной и ее нельзя пить;
3. Темно-зеленым, синим и фиолетовым, это говорит о том, что вода щелочная и не годится для питья.

Для удобства, при проведении этого теста обычно используются схемы с цветами и их значениями, как на рисунке 4.1. Эти схемы можно раздать ученикам до проведения эксперимента, или можно распечатать их и повесить эту схему на стене в классе, чтобы все могли ее видеть.

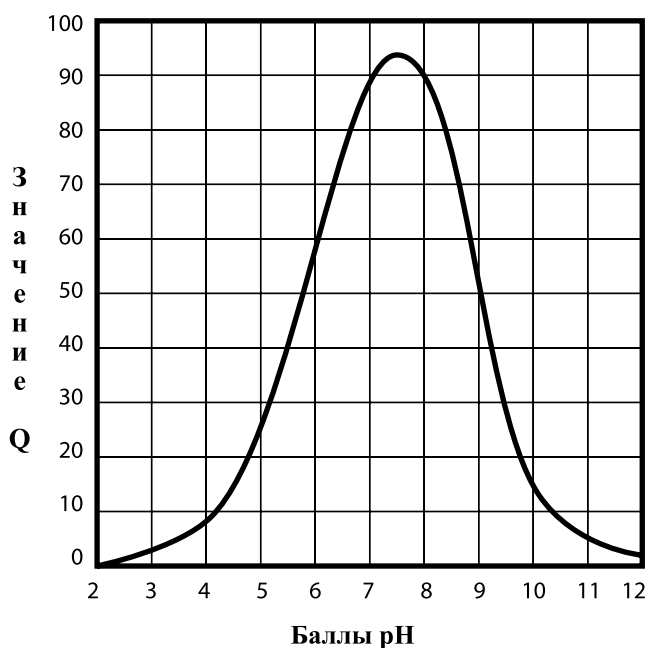
! *Факт: В нейтральной воде количество ионов H (водород) и OH (гидроксид) равны. В кислой среде количество ионов водорода H превышает количество OH . В щелочной среде количество OH превышает H .*

В дополнение к цветным картам (таблицам) рекомендуется использовать график «Значение Q» (см. рис. 4.2.). Учитывая то, что цветная схема (рис. 4.1.) дает нам только цифры (шкала уровня pH) для расшифровки полученных результатов, необходимо дополнительно использовать вышеуказанный график, который приводит степени качества воды для полученных данных из цветной схемы с числами. Чем выше полученное значение на графике «Значение Q» (число, на кривой на графике), тем лучше качество воды.

Например, если цвет pH индикатора совпадает с номером 7 из таблицы цветов, найдем значение 7 (по горизонтали) в графике значений Q. Мы видим, что это одна из высших точек на кривой в графике, принимающая значение 90. Это говорит о том, что вода нейтральна. Самой лучшей по качеству будет вода, pH которой принимает значения от 7 до 8. Чем ниже значение Q, тем хуже состояние воды.

Если значение pH меньше 7, это значит, что вода кислая. И наоборот, если значение pH больше 7, то проба щелочная.

Измерение уровня pH, Значение Q



Баллы pH	Значение Q
<2	0
2	2
3	4
4	8
5	24
6	55
7	90
7.2	92
7.5	93 (макс)
7.7	90
8	82
8.5	67
9	47
10	19
11	7
12	2
>12	0

Рис. 4.2. Значение Q для уровня pH



ЭКСПЕРИМЕНТ №1

Этапы: Индикация pH при помощи лакмусовых бумажек

1. Ополосните емкость для пробы три раза чистой кипяченой водой, затем налейте в нее тестируемую воду.
2. Погрузите одну полоску (лакмусовую бумажку) в пробу с водой на 10 секунд.
3. Вытащите полоску и встряхните ее, чтобы убрать капли воды.
4. Подождите 20 секунд, как только цвет будет определен, найдите его в карточке с цветами pH (шкала уровня pH). Запишите полученный результат (уровень pH). Для получения более точного результата нужно сравнить полученный цвет с цветовой схемой в течении 10 секунд.
5. Сравните его с рис. 4.2. «Значение Q для уровня pH» для определения качества воды (помните, чем выше показатель на кривой, тем качество воды лучше). Запишите значение Q вашего образца.

Лакмус – это красящее вещество, добываемое из некоторых видов лишайника. Лакмус – слабая кислота, которой пропитывают бумагу.

Необходимо отметить, что при определении уровня pH питьевой воды возникают сложности по отслеживанию разницы в цветах. Существует лакмусовая бумага с меньшим диапазоном, которую можно использовать и для питьевой воды (от 4.5 до 9.0 с шагом 0,2 pH и более).



ЭКСПЕРИМЕНТ №2

Этапы: Тест pH с раствором красной капусты

Как приготовить индикатор pH из краснокочанной капусты?

Материалы:

- ▶ Краснокочанная капуста;
- ▶ Вода.

Оборудование:

- ▶ Кастрюля;
- ▶ Печь для нагрева (электрическая, газовая).

Время: 30-60 минут, включая время, отведенное для охлаждения раствора.

Потенциальная опасность: возможность обжечься печкой при неосторожном ее использовании.

Инструкции:

1. Вскипятите воду;
2. Разрежьте капусту на 4 части. Нам понадобится лишь 1 четверть кочана капусты. Нарежьте ее на маленькие куски;
3. Положите капусту в кастрюлю и залейте ее кипяченой водой (кипятком). Если вы положили капусту в холодную воду, то вскипятите ее;
4. Подождите, пока раствор остынет;
5. Отфильтруйте раствор, отделяя капусту от жидкости. В итоге у вас получится раствор красно-фиолетового цвета;
6. Используйте этот раствор в эксперименте №2.

Почему краснокочанная капуста?

В состав краснокочанной капусты входит пигмент антоциан (пигментное вещество из группы гликозидов, которое придает красную, фиолетовую и синюю окраску цветкам, плодам и листьям растений). Антоциан окрашивается в красные оттенки в кислой среде и в зеленова-

то-синие оттенки в щелочной, как показано на рисунке 4.3. Шкала для измерения кислотности при помощи раствора из краснокочанной капусты будет отличаться от предыдущей. Воспользуйтесь шкалой, приведенной на рисунке 4.3.

1. Пробы воды должны быть приготовлены (помечены) для эксперимента. Пожалуйста, убедитесь, что ваш стакан заполнен пробой только наполовину;
2. Подготовьте индикатор pH, используя краснокочанную капусту;
3. В большинстве случаев, в качестве индикаторов используются слабые растворы кислот или щелочей, потому что они могут с легкостью отдавать свои ионы H^+ и менять цвета;
4. Добавьте 2-3 столовые ложки индикаторного раствора в вашу пробу воды. Изменение цвета воды может занять некоторое время. Рекомендуется добавить еще ложку или две для ускорения процесса;
5. Как только поменяется цвет раствора, найдите его на цветной шкале pH (рисунок 4.3.). Запишите уровень pH (полученное значение);
6. Сравните данные с рис. 4.2. «Значение Q для уровня pH», чтобы узнать степень качества воды. Запишите полученный результат – Значение Q.

Необходимо отметить, что питьевая вода обычно сильно не меняет цвет (при применении раствора из красной капусты), и возможно будет тяжело определить точный уровень pH пробы воды. Проследить за изменением цвета раствора можно, используя вещества из части «Дополнительные действия для индикации pH» (см. ниже).

Дополнительные действия для индикации pH

В предыдущей части были описаны эксперименты по определению уровня pH. Здесь мы предлагаем дополнительные эксперименты, которые могут быть проведены в классе до или после тестирования воды. Мы рекомендуем вам использовать вещества с разными уровнями кислотности и щелочности (см. таблица 4.1.). В таблице показаны уровни pH обычных веществ, чтобы ученики могли сравнить и сопоставить их результаты.

Таблица 4.1. Дополнительные вещества для тестирования pH

Вещество	pH
Желудочная кислота	1.0 – 3.0
Лимонный сок	2.2 – 2.4
Уксус	2.4 – 3.4
Кока-Кола	2.6
Дождь	5.6 – 6.2
Молоко	6.3 – 6.7
Пищевая сода	8.4
Каустическая сода	13.0 – 14.0

Материалы:

- ▶ Емкости (стеклянные или пластиковые) для тестирования;
- ▶ Пипетка;
- ▶ Ложки;
- ▶ Форма для записи данных.



Рис. 4.3. Шкала pH для краснокочанной капусты

Процедура:

1. Разделите класс на группы по 3 или 4 человека.
2. Дайте каждой группе по 4 чистых емкости (каждая должна содержать 25 миллилитров раствора капусты), пипетку, ложку и лист бумаги для записей.
3. Обеспечьте каждую группу необходимыми предметами и веществами (которые указаны выше + доступные вещества из табл. 4.1. «Дополнительные вещества для тестирования pH»).
4. Попросите группы добавить немного (1-2 ложки) вещества в баночки с раствором капусты и размешать.
5. Пометьте банки так, чтобы было ясно, использованием какого предмета или вещества они были протестированы.
6. Запишите изменения цветов в листе записей для учеников.
7. Расположите образцы в порядке от самых кислотных к щелочным (от светло-красного до зеленого, рис. 4.3.).
8. Дайте каждой группе рассказать о своих результатах и обсудить их с классом.

Рис. 4.4. Пример натуральной шкалы pH для краснокочанной капусты





ЭКСПЕРИМЕНТ №3

Изменение температуры

Этот эксперимент предполагает измерение изменений температуры в источниках воды, откуда были взяты ваши образцы для предыдущих экспериментов. Это будет следующий шаг для создания общей картины того, насколько чиста вода у вас в селе. Слишком высокая и слишком низкая температура являются не благоприятными условиями для подводных экосистем.

Три типа данных важны для мониторинга температуры:¹

1. экстремальные температурные значения.
2. средненедельные температурные значения.
3. изменения температуры.

Мы рекомендуем измерять температуру вашей экспериментальной площадки чаще одного раза в неделю. Для получения последнего типа данных достаточно измерения температуры раз в неделю.

Фиксируя разницу температур тестируемой площади с шагом минимум 1.5 км на графике Значений Q (см. рис. 4.5. «Значение Q для измерения температуры воды»), ученики смогут классифицировать качество воды, используя график Значение Q. Разница между верхним и нижним течением в 2 °C считается нормой (не важно, теплее вода или холоднее). В лучшем случае, температура в разных частях течения не меняется.

Классификация производится по следующему алгоритму:

- ▶ берем результат измерения температуры по приведенным ниже этапам (допустим он равен 0);

- ▶ В графике Значение Q (качественная характеристика) на нижней горизонтальной линии, где указана температура, находим значение, равное нашему результату, то есть 0 °C;
- ▶ Поднимемся от значения 0 °C вверх и найдем точку пересечения линии с кривой температуры, здесь она равна 93 – это максимальное значение Q (то есть вода имеет самый лучший показатель по температуре).

Справа от графика расположена таблица, с примерными значениями, в случае если вам тяжело ориентироваться по графику. Чем выше значение Q, тем лучше вода, соответственно, чем ниже, тем хуже.

Этапы:

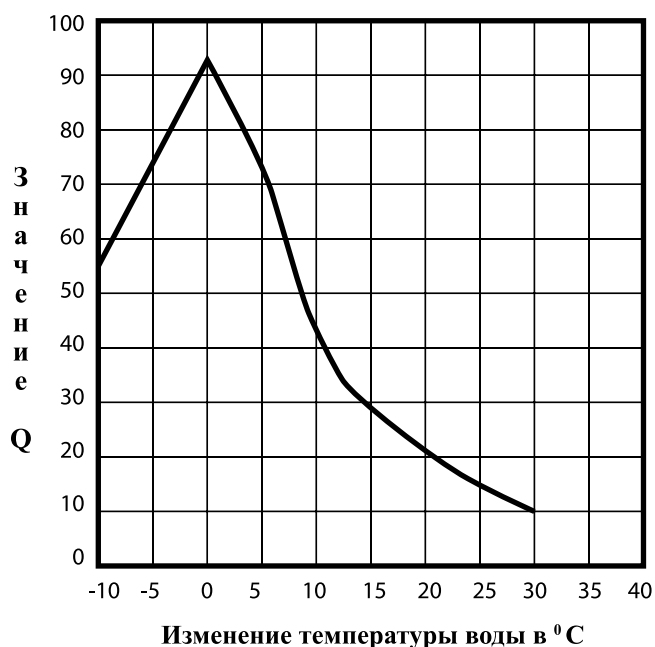
1. Опустите термометр в вертикальном положении под воду (на одинаковую глубину во всех проводимых экспериментах). Если это возможно, измеряйте температуру главного течения русла.
2. Мягко перемещая, держите термометр в воде около 2 минут или до стабилизации столбика (отсчета).
3. Запишите полученное значение температуры в градусах по Цельсию.
4. Выберите часть течения с такими же условиями (с тенью или открытое пространство с попаданием солнечных лучей) и такой же скоростью, как в предыдущий раз, и проведите такое же тестирование примерно на 1,5 км выше по течению. Постарайтесь не отклады-

1 Значение Q – http://s3.amazonaws.com/chicagoriver/rich/rich_files/rich_files/557/original/hoosier-20riverwatch-20volunteer-20monitoring-20manual-20chemical-20monitoring.pdf

вать второе измерение температуры. Для получения более точных результатов используйте тот же термометр.

- Посчитайте разницу температур между верхним и нижним течением реки. Запишите данные об изменении температуры в градусах по Цельсию и отметьте, положительна или отрицательна разница (форма находится в Приложении № 4.2).

Пример: температура нижней площадки забора образца минус температура верхнего течения (выше на 1.5 км) = изменение температуры (+/-).



Изменение температуры (°C)	Значение Q
-10	56
-7,5	63
-5	73
-2,5	83
-1	90
0	93 (макс)
1	89
2,5	83
5	72
7,5	57
10	44
12,5	36
15	28
17,5	23
20	21
22,5	18
25	15
27,5	12
30	10

Рис. 4.5. Значение Q для изменения температуры воды



ЭКСПЕРИМЕНТ №4

Мутность и ее измерение

Мутность – это один из показателей чистоты воды. Мутность показывает, сколько веществ (частиц) взвешено в воде и насколько снижается проходимость света через воду. Взвешенные частицы включают частицы земли (глина или песок), водоросли, планктон, микробов и другие мелкие частицы. Размеры этих частиц обычно варьируются от 0.004 мм (глина) до 1.0 мм (песок). Мутность может влиять на цвет воды.

Высокий уровень мутности повышает температуру воды, так как взвешенные в воде частицы поглощают больше тепла. Это, в свою очередь, снижает концентрацию растворенного в воде кислорода, так как теплая вода содержит меньше растворенного кислорода, нежели холодная. Повышенная мутность также снижает количество света, пропускаемого водой, что снижает уровень фотосинтеза и выделение растворенного кислорода фитопланктоном. Взвешенные частицы могут засорять жабры рыб, тем самым затрудняя их дыхание, что приводит к снижению устойчивости рыб к болезням, а также снижать темпы роста рыбы и влиять на икру, и развитие личинок.

Постоянное (регулярное) слежение за мутностью воды поможет узнать, насколько интенсивна эрозия почвы в водных бассейнах. Мутность тесно связана со скоростью течения. Поэтому сравнение мутности воды должно проводиться в одно и то же время года, и в одном и том же месте.

Мутность обычно измеряется при помощи мутномера. Чистота/прозрачность воды может быть измерена при помощи диска Сечи или трубки мутности. Диск Сечи может быть использован лишь в глубоких реках с медленным течением; трубка мутности - сравнительно новое изобретение по сравнению с диском Сечи.

Трубка мутности

Трубка мутности – это чистая, узкая пластиковая трубка, отградуированная и с темным рисунком на дне (см. рис. 4.7. и 4.8.). В трубку заливают воду, пока этого рисунка станет не видно. Затем записывается уровень воды, при котором не видно рисунка на дне. Качество воды будет определено после сравнения полученных данных с графиком Значение Q (см. рис. 4.6.).

Если оценивать мутность воды при помощи трубки мутности по графику в сантиметрах, можно понять, что, чем выше значение, тем выше прозрачность и чистота воды. К примеру: если рисунок исчезает в отметке 70 см и выше, находим значение 70 см в графике Значение Q (по горизонтальной оси), параллельно вертикальной оси находим точку пересечения значения по горизонтали (в нашем случае 70 см) на кривой, и смотрим на значение по вертикальной оси, она у нас будет равна значению 75, то есть качество воды достаточно высокое. Следует помнить, что чем больше значение (ближе к 100), тем вода лучше (чище).

Этапы:

1. Опустите емкость (ведро) в воду. Будьте осторожны, не заденьте дно, чтобы лишние частицы не попали в наш образец.
2. Сполосните трубку водой, которая должна быть протестирована.
3. Перемешайте или взболтайте воду в емкости до тех пор, пока она не станет однородной, и пока содержание воздуха в ней не станет минимальным.
4. Смотрите на трубку в высоты 10 или 20 см, чтобы вы могли видеть наш контрольный диск (рисунок), пока вы заливаете воду в трубку (см. рис. 4.7.)

5. Медленно лейте воду в трубку. Попытайтесь это сделать аккуратно, чтобы не образовывались пузырьки, которые будут мешать видимости. Если они все же образуются, остановитесь, позвольте пузырькам подняться и ждите, пока поверхность воды не будет спокойной.
6. Продолжайте медленно наливать воду до тех пор, пока рисунок на дне не станет тяжело рассмотреть.
7. Смотрите на рисунок более тщательно и лейте воду медленнее. Остановитесь, как только рисунок на дне уже невозможно будет рассмотреть. Если вы все еще можете видеть рисунок в случае заполнения трубки водой, запишите, что результат равен или меньше наивысшему оценочному баллу (например, если ваша трубка наполнена и наивысшим баллом является 5 НТУ (единица измерения мутности), то запишите это как «<5 НТУ».
8. Посмотрите значение уровня мутности в шкале на боку трубки. Если ваша трубка мутности не имеет шкалы, просто измерьте уровень при помощи линейки или измерительного метра и найдите соответствующую оценку мутности в таблице перевода мер (см. таблицу 4.2. «Таблица конвертации прозрачности»).

Рисунок для трубки мутности

Рисунок для трубки мутности изготовить своими руками совсем просто.

Необходимые материалы:

- ▶ Лист бумаги (как можно плотнее);
- ▶ Водостойкий маркер черного цвета;
- ▶ Скотч;
- ▶ Ножницы;
- ▶ Трубка мутности;
- ▶ Клей (силикатный).

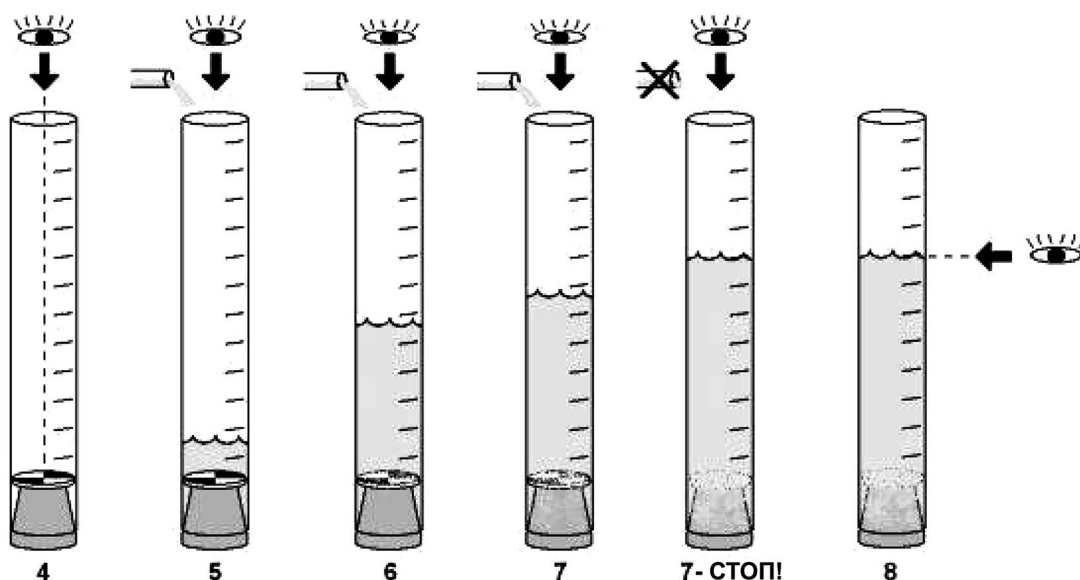


Рис. 4.7. Процесс слежения за диаграммой Сечи

Таблица 4.2. Таблица конвертации прозрачности

Сантиметры	Примерное значение НТУ
<6.4	>240
от 6.4 до 7.0	240
от 7.2 до 8.2	185
от 8.3 до 9.5	150
от 9.6 до 10.8	120
от 10.9 до 12.0	100
от 12.1 до 14.0	90
от 14.1 до 16.5	65
от 16.6 до 19.1	50
от 19.2 до 21.6	40
от 21.7 до 24.1	35
от 24.2 до 26.7	30
от 26.8 до 29.2	27
от 29.3 до 31.8	24
от 31.9 до 34.3	21
от 34.4 до 36.8	19
от 36.9 до 39.4	17
от 39.5 до 41.9	15
от 42.0 до 44.5	14
от 44.6 до 47.0	13
от 47.1 до 49.5	12
от 49.6 до 52.1	11
от 52.2 до 54.6	10
>54.7	<10

Процедура:

1. Измеряем дно трубки мутности (можно циркулем).
2. Рисуем круг такого же размера на белом листе бумаги.
3. Закрашиваем круг, как показано выше, на рисунке 4.8. водостойким маркером.
4. Вырезаем фигуру.
5. Тщательно заклеиваем ее поверхность с двух сторон скотчем.

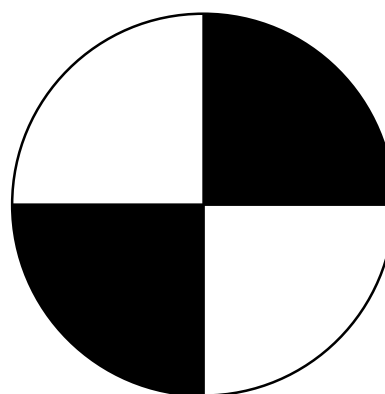


Рис. 4.8. Диаграмма Сечи

Далее клеим рисунок ко дну трубки мутности.



ЭКСПЕРИМЕНТ №5

Определение цветности воды

Цветность воды в полевых условиях определяем следующим образом.

Необходимые материалы:

- ▶ 2 пробирки из бесцветного стекла (диаметром 1,5, высотой 12 см);
- ▶ Образец воды;
- ▶ Таблица «Приближенное определение цветности воды».

Проведение эксперимента:

1. Налить образцы воды в пробирки: в первую – исследуемую воду, во вторую – дистиллированную воду.
2. Сравнить воду в пробирках сбоку и сверху, используя таблицу, чтобы получить значение цветности воды в градусах.

Вода хорошего качества (допустимая для питья) должна иметь цветность ниже 20 градусов, допустимая цветность – 40 градусов.

Цвет воды зависит от наличия в ней примесей, а также от количества и состава растворенных в ней веществ. Как правило, воды подземных источников (в том числе из артезианских скважин) бесцветны.

Если вода неожиданно поменяла цвет (неважно, какого цвета она стала) – это может говорить о возможной опасности для здоровья людей, употребляющих эту воду. Данную воду лучше не использовать.

Прозрачная (бесцветная) вода, как правило, в горных и высокогорных реках, питающихся талыми водами снежников и ледников, текущими в граните и базальте.

Зеленая или синяя вода обычно вызвана окислением (коррозией) медных трубопроводов в городах. Некоторые металлы, которые могут попасть в питьевую воду вследствие коррозии такие, как медь или свинец, могут стать причинами отравлений.

Черная или коричневая вода особенно характерна для рек, протекающих в местности с густой древесной растительностью (например, в джунглях). Ярким примером является река Риу-Негру в Бразилии. Почему она черного цвета? Река протекает через множество болот сквозь джунгли. В болотах же сохраняются остатки сгнивших листьев, корней растений, которые и окрашивают воду в черный цвет.

Таблица 4.3. Приближенное определение цветности воды

Окрашивание сбоку	Окрашивание сверху	Цветность в градусах
Нет	Нет	0
Нет	Едва заметное бледно-желтоватое	10
Едва уловимое бледно-желтоватое	Очень слабое желтоватое	20
Едва уловимое бледно-желтоватое	Желтоватое	40
Едва заметное бледно-желтоватое	Слабо желтое	50
Очень бледно - желтое	Желтое	150
Бледно-зеленоватое	Интенсивно желтое	300



Рис. 4.9. Река Риу-Негру

Коричневая, красная, оранжевая или желтая вода встречается у равнинных и особенно пустынных рек, несущих большое количество песка, глины и прочих взвесей органического происхождения (например, нижнее течение реки Тарим в Китае или Кубани в России).

Вода бело-молочного или молочного цвета. Обычно причиной являются маленькие воздушные пузырьки или взвешенные частицы.



ЭКСПЕРИМЕНТ №6

Определение запаха воды

Запахи воды могут быть связаны с жизнедеятельностью водных организмов или появляться при их отмирании – это естественные запахи. Запах воды в водоеме может обуславливаться также попадающими в него стоками канализации или промышленными стоками – это искусственные запахи.

Необходимые материалы:

- ▶ Колба с очень плотно закрывающейся пробкой;
- ▶ Образец тестируемой воды;
- ▶ Таблица «Интенсивность запаха воды».

Проведение эксперимента:

1. Берем колбу, заполняем ее на 2/3 водой.
2. Закрываем колбу.
3. Открываем и вдыхаем запах, и анализируем его характер и интенсивность.
4. Используя таблицу «Интенсивность запаха воды» отмечаем галочкой подходящую степень резкости запаха.

Сначала дают качественную оценку запаха по соответствующим признакам: болотный, землистый, рыбный, гнилостный, цветочный, нефтяной и т. д. Интенсивность оценивают по пятибалльной шкале.

Очистка и стерилизация емкостей для проб

Вы можете повторно использовать стеклянные или жаропрочные пластиковые емкости для проб. Подготовка емкостей: вначале вымыть мылом и сполоснуть чистой водой без содержания хлора (к примеру, отфильтрованная и кипяченая вода).

После промывки емкость для микробиологических проб должна быть простерилизована. Емкости для физических и химических проб должны быть чистыми, но не стерилизованными. В любом случае, часто один и тот же образец воды используется для физических, химических и биологических экспериментов, так что емкость должна быть стерилизована при помощи следующих методов:

- ▶ Духовка: поставить на 180 °С на 30 минут;
- ▶ Кипячение: кипятить 10 минут;
- ▶ Кастрюля-скороварка: греть минимум 30 минут.

Никогда не используйте отбеливатель, хлор или дезинфицирующие вещества, которые могут остаться на поверхности емкостей для экспериментов. Остатки могут повлиять на их результаты.

Таблица 4.4. Интенсивность запаха воды

№	Характер запаха	Интенсивность запаха (баллы)				
		Едва уловимый	Слабый	Заметный	Сильный	Резкий

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 4.1. Методика отбора проб

Мы рекомендуем вам при проведении экспериментов из этой главы иметь карту с реками, болотами, колодцами и домами, чтобы было представление об их местонахождении для лучшего планирования экспериментов.

Простой случайный отбор образцов

Данный метод предполагает, что каждое домохозяйство или река имеет равные шансы быть отобранными для сбора проб. Ученики должны будут дать номер каждому источнику и написать номера на отдельных листочках бумаги. Для каждого типа источника воды подготовьте емкость и положите листочки с номерами внутрь. Вытяните столько, сколько нужно бумажек из каждой емкости. Выбранные вами источники и будут вашими исследуемыми площадями.

Например, у вас 5 разных емкостей с листочками. Из первой, которая называется «домашние хозяйства», ученики вытягивают бумажку с номером 5. На бумажке с номером указан адрес дома, который им надо найти. Из второй емкости, называемой «колодцы», они вытягивают 1 номер. И опять на бумажке должно быть написано место, где находится данный колодец. Эта процедура проводится и с другими оставшимися емкостями.

Систематический случайный отбор образцов

В этом методе водные источники выбираются с определенным интервалом. Интервал может быть установлен учениками и/или (с) преподавателями. В самом начале ученики должны знать суммарное количество разных видов потенциальных точек отбора образцов. Затем нужно отобрать каждое домашнее хозяйство, реку, ручеек, колодцы и болота, согласно выбранному интервалу.

К примеру, в деревне 100 домохозяйств. Класс выбрал интервал, равный 5. Это значит, что каждое пятое домохозяйство будет протестировано на качество воды. Эта же процедура проводится и с другими типами источников воды. Рекомендуется отмечать на карте, какие типы источников были выбраны.

Групповое случайное тестирование

Данный метод предполагает, что ученики выберут для сбора образцов место, где близко расположены все типы водных источников. Результатами такого отбора проб могут быть 15 домохозяйств, 2 маленьких реки, 1 колодец, но может не быть болота. Для применения данного метода необходимо наличие карты местности.

Приложение 4.2. Формы данных для учеников

1. Форма данных для тестирования pH

Имя:
Класс:
Школа:

Дата	Образец #	Данные об образце (местоположение)	Карточка pH	Нейтральная/щелочная/кислая	Значение Q

2. Форма заполнения результатов измерения температуры и его изменений

Имя:

Класс:

Школа:

Дата	Проба #	Информация о пробе (место отбора)	Температура 1 (ваш участок)	Температура 2 (выше и ниже на 1,5 км)	Изменение температуры	Значение Q

3. Форма заполнения для мониторинга температуры

Имя:

Класс:

Школа:

Описание источника:

Дата	Температура (*C)	Средняя температура (недельная)	Экстремальные (крайние) (недельная)

4. Форма заполнения для мониторинга мутности

Имя:

Класс:

Школа:

Дата	Детали течения	Уровень мутности (см) Оценка	Оценка мутности (НТУ, опционно)	Значение Q

5 КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ: УРОВЕНЬ И ПОТОК



Почему мы хотим измерять количество воды?

Реки являются важным элементом круговорота воды в природе. Чтобы понимать характер поведения горных рек, надо знать такую важнейшую характеристику, как тип их питания – откуда берется вода в реках: за счет выпадения дождей, таяния сезонного снега, таяния горных ледников, грунтовых вод или за счет сочетания этих процессов. Тип питания влияет на поведение реки, как в течение года, так и в течение суток.

В изучении водных ресурсов важная роль принадлежит наблюдениям на реках и озерах.

Одним из методов определения того, какие природные явления преобладают в формировании рек, служат наблюдения за уровнем воды в реках и их анализ. Конечно же, их результаты сравниваются с результатами наблюдений за погодными явлениями (температура воздуха, атмосферные осадки – выпадение дождя или снега и т. п.).

Целью наших работ будет проведение наблюдений за уровнем воды в малых горных реках и анализ этих данных для выявления особенностей типа питания этих рек.

Глоссарий

Термин	Значение
Расход воды (в водотоке)	Объем воды (жидкости), протекающий через поперечное сечение водотока за единицу времени. Измеряется в расходных единицах ($\text{м}^3/\text{с}$).
Интенсивность потока	Расход потока воды через единицу площади поверхности мембраны.
Уровень воды	Высота поверхности воды, отсчитываемая относительно некоторой постоянной плоскости сравнения
Водомерный пост	Место, где проводятся измерения в разное время
Гидрометрический створ	Обозначенная линия на поверхности воды, при помощи установленных деревянных колышек (кол) на противоположенных берегах (возможно соединение колышек веревкой), служит для разметки начала или конца измерений.
Поплавок	Предмет из любого натурального материала, не тонущий в воде и плывущий по течению воды.
Площадь живого сечения воды	площадь поперечного сечения потока, ограниченная внизу руслом, а сверху поверхностью воды и расположенная перпендикулярно к направлению течения.

Использование эксперимента в школах

Цель экспериментов заключается в том, чтобы ученики узнали, как вычислить уровень воды и расхода воды в реке. Они выбирают реку, расположенную вблизи деревни (или если нет реки, то доступный канал) и наблюдают ее уровень и расход воды в разное время года. Кроме того, было бы очень интересно следить за осадками, так как наличие воды сильно зависит от осадков (и ледника / таяния снега), что связано с изменением климата.

Время и период эксперимента

При установлении времени и периода эксперимента, важно понимать, что сложно выбрать частоту мониторинга, так как погода ежедневно влияет на поступление воды в реку.

Важным моментом является согласие преподавателей разных дисциплин о цели и задачах, времени и периоде проведения того или иного эксперимента для лучшего усвоения предмета учениками.

Необходимые инструменты и оборудование:

- ▶ Измеритель сантиметровый, можно использовать деревянную рейку с обозначениями;
- ▶ Веревка, 30 метров;
- ▶ Поплавок или любой плавающий объект, обязательно органический (разлагаемый), 10 шт.;
- ▶ Секундомер (в телефоне, часах или планшете);
- ▶ Рулетка для измерения расстояний, оптимальная длина 10 метров;
- ▶ Емкость или дождемер;
- ▶ Маркер;
- ▶ Формуляр в бумажном виде (журнал измерений).

Техника безопасности

Первое, о чем надо говорить ученикам перед проведением гидрологических наблю-

дений – это о соблюдении правил техники безопасности. Преподаватель, который будет рассказывать и показывать ученикам, как надо проводить наблюдения за уровнем воды в малых горных реках, должен выбрать безопасное место:

- ▶ Подход к реке должен быть безопасным и хорошо просматриваемым, даже при плохом освещении. Он, также, должен быть не скользким во время дождя или сразу после таяния снега;
- ▶ Берега реки в месте проведения измерений должны быть пологими, чтобы исключить возможность падения учеников в реку.

Не проводить измерения в одиночку. Также не проводить измерения при резком ухудшении погоды.

Колебания уровня воды в реках

Уровнем воды в реках называется высотное положение водной поверхности по отношению к какой-либо постоянной, неизменной поверхности или точке (например, в наших условиях это может быть какой-то плоский камень, который лежит под водой).

Уровень воды в реках непрерывно меняется. Отчего происходят эти колебания? Главным образом, от неодинакового количества воды, протекающей в русле реки (в гидрологии количество воды, протекающее в реке, называется **расходом воды**). Расход воды в реках сильно меняется в разные периоды года, в зависимости от типа питания реки. Соответственно, происходят изменения или колебания уровня воды в реках.



Рис 5.1. Один из примеров использования измерителя-рейки

В жизни горной реки можно выделить следующие основные периоды, резко различающиеся по уровням и расходам воды: период межени (осень-зима), период половодья (весна-лето).

В период осенне-зимней межени уровни воды в реке день за днем меняются не сильно, обычно происходит медленное уменьшение уровня воды к весне. В этот период почти не происходят колебания уровня воды в течение суток.

В первые месяцы периода половодья происходит резкое увеличение уровня воды. В зависимости от типа питания реки, максимальные значения уровня воды достигает или в конце весны, или летом. Затем происходит такой же резкий спад уровня воды. В период половодья происходят колебания уровня воды в реке и в течение суток.

Вот эти изменения (колебания) уровня воды в реках и предстоит измерять, и анализировать.



Вопросы для обсуждения:

1. Почему происходят колебания уровня воды в реках?
2. В какой период происходят изменения уровня воды в реках?



ЭКСПЕРИМЕНТ №1

Как выполнять измерения уровня воды?

Измерения уровня воды на реке производятся всегда в одном и том же месте. Поэтому, прежде всего, надо найти такое место на реке. Главное, чтобы подход к нему и само место были безопасными (смотрите раздел по технике безопасности).

В гидрологии уровень воды в реках измеряют в сантиметрах (см).

На водомерном посту надо выбрать плоский камень (или что-то похожее на него) так, чтобы он был под водой. Осенью на горных реках начался период межени (самый низкий уровень воды) и, значит, уровни воды до весны не будут увеличиваться. Вот поэтому этот камень должен быть под водой на несколько сантиметров (лучше всего на 30-50 см). Поверхность этого камня будет называться нулем наблюдений.

Измерение уровня воды производится с помощью обычной деревянной рейки. Для этого, надо предварительно приготовить деревянную рейку длиной 1-1,5 метра и с помощью рулетки-измерителя обозначить маркером на рейке значения в сантиметрах (рис. 5.2.).

В какое время надо выполнять измерение уровня воды? Строго говоря, в гидрологии уровень воды на горных реках измеряют каждый

сезон (4 раза в год, сезонное колебание) и два раза в сутки: в 8 часов и в 20 часов (суточное колебание).

Для выполнения нашей школьной работы достаточно одного измерения в сутки. Надо выбрать удобное для учеников время дня (в светлое время суток), например, 14 часов и всегда проводить измерения в это время. Но, можно выполнять измерения уровня воды и чаще, чем один раз в сутки.

После того, как наблюдатель-ученик, после проведения измерения уровня воды, вернется к себе домой или в школьный класс, он должен записать результат измерения в журнал измерений.

Ведение журнала наблюдений с помощью компьютерной программы будет развивать навыки использования современных компьютерных и информационных технологий для выполнения реальных дел и решения задач (школьные уроки по информатике). По мере накопления данных, ученик с помощью компьютерной программы сможет проводить численный анализ полученных данных (рассчитывать средние значения за месяц, максимальные и минимальные значения за месяц и т. п.).



Рис. 5.2. Измерение глубины воды с помощью измерителя-рейки

Журнал наблюдений, как в бумажном виде, так и в компьютерной программе должен иметь следующие основные колонки:

1. Дата измерения.
2. Время измерения.
3. Уровень воды, в сантиметрах.

Лучше всего вести такой журнал измерений с помощью программы Microsoft Excel.

Таблица 5.1. Пример журнала измерений уровня воды

№	Название эксперимента	Местность, координаты	Дата измерения	Время измерения	Показание, см	Примечание



ЭКСПЕРИМЕНТ №2

Измерение скоростей течения поверхностными поплавками

Для измерения скорости течения, выше и ниже основного гидрометрического створа, на равных расстояниях разбивают дополнительно два створа с таким расчетом, чтобы продолжительность хода поплавков между верхним и нижним створами была не менее 20 с. В 5-10 м выше верхнего створа разбивают пусковой створ, обозначая его колышками на берегах – он служит для запуска поплавков. Остальные створы также закрепляются вехами (рис. 5.3.).

Процедуру измерения скоростей течения поплавками производят в такой последовательности:

1. Ученики вместе с учителем определяют место измерения. Пусковой створ (стартовый) устанавливается путем прикрепления двух колышек на противоположных берегах и соединением их веревкой. Через 10 метров устанавливается второй (основной) створ. Далее через 10 метров устанавливают еще створ.
2. На пусковом створе с берега в реку последовательно забрасывают 10 поплавков так,

чтобы они прошли через основной створ приблизительно равномерно по всей ширине реки.

3. При прохождении каждого поплавок через створы наблюдатели дают сигналы, продолжительность хода каждого поплавок от верхнего до нижнего створа определяется по секундомеру.
4. На основном створе в момент пересечения его с поплавком, отмечают расстояние от постоянного начала до поплавок в створе, делается это путем наблюдения с берега, при наличии перетянутой через реку размеченной веревки.
5. Ход поплавок отражает время прохода расстояния между створами 10 метров. Чтобы определить скорость течения, делим эту величину на 10.
6. Результаты измерений записываются в журнал измерения скорости воды поверхностными поплавками.

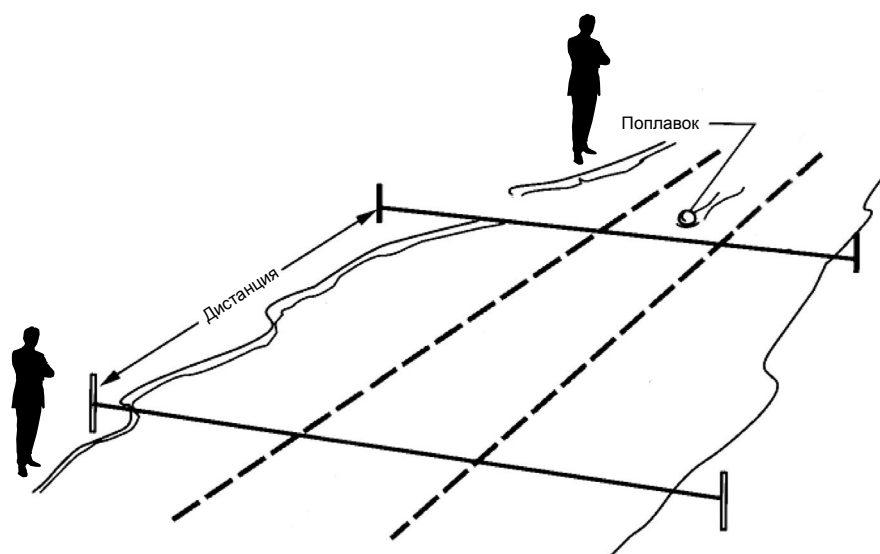


Рис. 5.3. Измерение скорости течения

Таблица 5.2. Пример журнала измерений скорости течения поверхностными поплавками

№	Название эксперимента	Местность, координаты	Дата измерения	Время измерения	Среднее время прохождения поплавок каждого створа	Показание, V, м\сек	Примечание



ЭКСПЕРИМЕНТ №3

Как измерить расход воды в реке?

Расход воды и его измерение – количество воды, протекающей в реке в определенный промежуток времени (в секунду, час, сутки). Колебания расхода зависят от режима атмосферных осадков, а также от количества подземных вод, выклинивающихся на поверхность. Расход воды измеряют разными способами, в частности, поплавковым и объемным методами, которые мы рассмотрим ниже.

Способы измерения расхода воды

1. **Поплавковый способ.** На прямолинейном участке водотока выбирают два створа на расстоянии 10 метров и замеряют глубины воды в каждом створе. При помощи поплавков измеряют поверхностные скорости течения в секундах на длине выбранного участка. По промерам глубин и ширины створа находят площадь живого сечения каждого створа и вычисляют среднее значение из двух $F_{ср}$.

$$F_{ср} = h * b$$

где: h – глубина створа;
 b – ширина створа.

Расход водотока вычисляется по формуле:

$$m^3/сек Q = 0,85F_{ср} * V_{ср}$$

где: $F_{ср}$ – площадь живого сечения створа;
 $V_{ср}$ – поверхностная скорость течения.

2. **Объемный способ.** Такой способ применяется на малых водотоках, где площадь живого сечения воды имеет возможность полностью втекать в какую-либо емкость (мерный сосуд) без потери воды. Обычно этого можно достигнуть при помощи сооружения, наподобие иллюстрации на рисунке 5.4. Для этого русло реки экранируется булыжниками с заполнением цементно-песчаным раствором и установкой металлической или асбестно-цементной трубы подходящего диаметра.

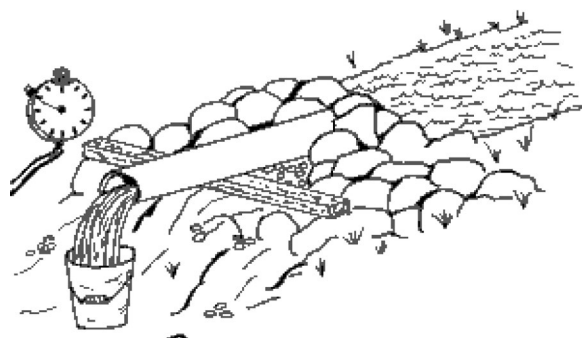


Рис. 5.4. Объемный способ измерения расхода вода в малой реке

Расход воды определяют путем наполнения мерного сосуда за единицу времени.

$$Q = V/t$$

где: Q – расход водотока в $m^3/сек$;
 V – объем сосуда в m^3 ($1 m^3 = 1000$ литров);
 t – время наполнения сосуда в секунду.

Таблица 5.3. Пример журнала измерений расхода воды

№	Название эксперимента	Местность, координаты	Дата измерения	Время измерения	Скорость течения, $V, m^3/сек$	Глубина створа, m	Ширина створа, m	Расход водотока, $Q, m^3/сек$	Примечание

ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В настоящем руководстве описаны эксперименты, которые можно проводить отдельно на уроках физики, химии, биологии и географии. Однако, если все полученные результаты объединить, вы сможете определить примерное качество воды. Конечно, как уже было замечено вначале, эти результаты не могут считаться точными, поскольку сложный состав воды определить с помощью наших экспериментов нельзя, тем не менее, полученная информация может быть ценной для местных жителей.

Эксперименты, описанные в частях «Эксперименты для изучения свойств воды» и «Картинирование, водные бассейны и круговорот воды» являются более общими и направлены больше на изучение свойств воды, нежели на мониторинг ее качества. Кроме того, благодаря простоте и легкости их выполнения, эти эксперименты могут быть выполнены с учениками младших классов, в зависимости от учебной программы. Части «Биологическая оценка качества воды» и «Физические и химические свойства воды» сфокусированы на изучении биотических и абиотических факторов, кото-

рые определяют качество воды, согласно выбранным показателям. Данные, полученные в результате этих экспериментов, вы можете объединить в таблице 5.4.

Таблица может дополняться другими показателями при наличии у школ соответствующих инструментов и материалов. Возможно, будет сложно определить уровень воды по нескольким результатам. В таких случаях рекомендуется брать усредненные показатели.

И, наконец, последняя часть «Количество воды: уровень и поток» посвящена экспериментам только по гидрологическим свойствам воды. Данная тематика очень актуальна для горных сообществ, поскольку они потребляют воду из горных рек, которыми изобилует наша страна. Эти эксперименты позволят ученикам получить практический опыт и знания по типам питания рек и круговороту воды, подробно описанным в первых частях руководства. Кроме того, ученики смогут осознать важность изменений климата в связи с таянием ледников и увеличением или снижением стока воды в разные периоды года.

Таблица 5.4. Определение качества воды по результатам всех экспериментов

№	Метод	Результат (баллы/уровни)	Комментарии /объяснения
<i>Биологическая оценка качества воды</i>			
1	Индекс Вудивисса		
2	Индекс Майера		
3	Сапробность		
<i>Физические и химические свойства воды</i>			
1	Уровень Ph		
2	Температура		
3	Мутность		
4	Цветность		
5	Запах		
Подведение итогов ¹			

¹ Пилотным школам проекта «Экологическое образование и гражданская наука в горных сообществах Кыргызстана» необходимо дополнить таблицу результатами данных по химическим экспериментам, проведенных с использованием химических реагентов.

Заключение

В целом, данное руководство разработано в качестве дополнительного пособия к основной учебной программе. Преимуществами описанных экспериментов являются их доступность и легкость выполнения, так как материал рассчитан специально для средних школ, и необходимые для экспериментов материалы являются недорогими и распространенными. Для удобства пользователей ниже приложен список необходимых материалов с информацией о том, где они могут быть приобретены.

Поскольку при проведении базового исследования в Нарынской области команда проекта столкнулась с большим дефицитом приспособлений и инструментов для проведения практических заданий, мы надеемся, что настоящий документ поможет учебным заведениям справиться с этой задачей. Руковод-

ство разработано специально для Нарынской области, но оно может успешно применяться и в других частях Кыргызстана, поскольку небольшие различия могут касаться только видов беспозвоночных в главе «Биологическая оценка качества воды». Важно отметить, что эксперименты также можно проводить и в домашних условиях с родителями.

Разработчики руководства надеются, что руководство «Изучение воды через эксперименты» позволит всем желающим повысить осведомленность и уровень знаний о водных источниках, а также поможет принимать информированные решения относительно окружающей среды на местном уровне и, таким образом, внесет свой вклад в развитие горных сообществ Кыргызстана.

МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В приведенном списке указаны материалы, которые, возможно, потребуется купить. Другие простые материалы, такие как посуда, бумага и т. д., в таблице не приведены. Полный список приведен в части «Необходимые материалы» в соответствующей главе.

Количество материалов зависит от количества участников эксперимента. В настоящем списке приведены материалы в количестве, необходимом для групп, состоящих не более, чем из 30 человек.

Списки необходимых материалов разделены по темам руководства.

Картирование, водные бассейны и круговорот воды

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
1	Водорастворимые маркеры (фломастеры) с фетровым наконечником	2 упаковки	Точки продажи канцтоваров
2	Бутылки – распылители	2 штуки	Рынки/магазины/супермаркеты, отдел хозяйственных товаров
3	Скотч (липкая лента)	1 штука	Точки продажи канцтоваров
4	Пищевая пленка	1 штука	Рынки /магазины/супермаркеты
5	Синяя пищевая краска или чернила	1 штука	Рынки /магазины/супермаркеты
6	Пластиковый пакет с молнией или зажимом	1 пачка (60-100 штук)	Рынки /магазины/супермаркеты

Биологическая оценка качества воды

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
1	Сачок: сетчатая материя/тюль/газ/капрон	1м/1м	Рынки/точки продажи тканей
2	Сачок: металлическая проволока диаметром 2 мм (для каркаса)	3-4 м	Рынки/точки продажи строительных материалов
3	Пищевые контейнеры (глубокие и плоские), желательно белые	10 штук	Рынки /магазины/супермаркеты
4	Емкость с плотной крышкой (пластиковая или стеклянная), либо баночки от спирта и других аптечных жидкостей	10 штук	Научно-Исследовательский Центр «Илим» при Институте Химии НАН КР, пр. Чуй, 267, Бишкек
5	Резиновые перчатки до локтя	4 штуки	Рынки /магазины/супермаркеты, отдел хозяйственных товаров
6	Медицинский пинцет, пипетка	10 штук	Аптеки
7	Лупа	2 штуки	Точки продажи канцтоваров/магазины компьютерной техники
8	Спирт или формидрон	5 баночек	Аптеки
9	Пластиковая ложка	10 штук	Рынки /магазины/супермаркеты

Конструирование самодельного микроскопа

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
<i>Инструменты</i>			
1	Пистолет	1	Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
2	Отвертка	1	Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
3	Канцелярский нож	1	Точки продажи канцтоваров
4	Линейка	1	Точки продажи канцтоваров
<i>Микроскоп с основанием</i>			
1	Основание для крепления – картон/ доска/флекс ¹	30см/30 см	Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
2	Клей для пистолета	1 запаска	Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
3	Изолента	1 штука	Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
4	Web-камера	1 штука	Магазины компьютерной техники
5	Регулируемый винт М4, около 15 см длиной, с крепежной гайкой	4 комплекта	Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
6	Болты	12 штук	Магазины компьютерной техники / магазин «Контакт», г. Бишкек, пр. Молодой Гвардии (пер. Токтогула) / Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
7	Гайки	8 штук	Магазины компьютерной техники / магазин «Контакт», г. Бишкек, пр. Молодой Гвардии (пер. Токтогула) / Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
<i>Освещение со светоизлучающим диодом (лампочкой)²</i>			
1	Белый светодиод (LED-лампочка)	1 штука	Магазины компьютерной техники / магазин «Контакт», г. Бишкек, пр. Молодой Гвардии (пер. Токтогула) / Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
2	Батарея типа «Крона» (3 вольта)	1 штука	Магазины компьютерной техники / магазин «Контакт», г. Бишкек, пр. Молодой Гвардии (пер. Токтогула) / Рынки, точки продажи строительных принадлежностей

- 1 В зависимости от выбранного материала могут понадобиться разные инструменты для того, чтобы вырезать основание микроскопа.
- 2 В качестве альтернативного источника освещения можно использовать зажигалку, имеющую фонарик или фонарик от сотового телефона.

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
3	Резистор (1 kΩ)	1 штука	Магазины компьютерной техники / магазин «Контакт», г. Бишкек, пр. Молодой Гвардии (пер. Токтогула) / Рынки, точки продажи строительных принадлежностей
4	Изолированные медные провода, диаметр 2 мм	30 см	Магазины компьютерной техники
5	Термоусадка под провода (диаметр 6 мм)	30 см	Магазины компьютерной техники
6	Крона клеммы	1 штука	Магазины компьютерной техники
7	Тумблер	1 штука	Магазины компьютерной техники магазин «Контакт» – Молодая Гвардия (пер. Токтогула)
<i>Материалы, необходимые для изучения беспозвоночных</i>			
1	Покровное стекло	1 упаковка	ОсОО «Unihelp», ул. Жибек-Жолу, д. 94, Бишкек
2	Предметное стекло	1 упаковка	ОсОО «Unihelp», ул. Жибек-Жолу, д. 94, Бишкек
3	Медицинский пинцет	2 штуки	Аптеки

Упрощенная версия микроскопа

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
1	Лазерная указка	1 штука	Подземные переходы, точки продажи канцтоваров
2	Шпилька для волос или скрепка	1 штука	Рынки/магазины
3	Скотч	1 штука	Точки продажи канцтоваров

Физические и химические свойства воды

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
1	Индикатор pH (бумажный индикатор)	1 упаковка (100 полосок)	ОсОО «Unihelp», ул. Жибек-Жолу, д. 94, Бишкек Научно-Исследовательский Центр «Илим» при Институте Химии НАН КР, пр. Чуй, 267, Бишкек
2	Термометр	1 штука	ОсОО «Unihelp», ул. Жибек-Жолу, д. 94, Бишкек
3	Трубка мутности	1 штука	ОсОО «Unihelp», ул. Жибек-Жолу, д. 94, Бишкек

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
4	Емкости/колбы /пробирки	5 штук	Научно-Исследовательский Центр «Илим» при Институте Химии НАН КР, пр. Чуй, 267, Бишкек ОсОО «Unlhelp», ул. Жибек-Жолу, д. 94, Бишкек
5	Устройство для измерения жесткости воды «Хаоті»	1 штука	Магазины компьютерной техники/ магазин «Gadget.kg», ул. Горького 154 (ориентир между улицами Абая и Панфилова)

Количество воды: уровень и поток

№	Необходимые материалы	Количество	Где купить
1	Измеритель в см, может быть деревянная рейка с обозначениями	2 штуки	Рынки
2	Веревка, 30 метров	2 штуки	Рынки
3	Рулетка для измерения расстояний	1 штука	Рынки

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

Факты о воде и эксперименты для изучения ее свойств

1. Круговорот воды в Кыргызстане: <http://water.usgs.gov/edu/watercyclekyrgyzhi.html>
2. Водный цикл, Основы Науки о Воде: <http://water.usgs.gov/edu/watercyclerrussian.html>
3. 10 фактов о воде: <http://climatekids.nasa.gov/10-things-water/>
4. Факты о воде: <http://www.uni-potsdam.de/u/grundschule/delfin/data/la25.htm>
5. Трофи – Каждая капля имеет значение: Книга Изабель Катрина Блум: <http://www.blurb.com/books/6093465-tropfi>
6. Горячее/Холодное: Как разделить воду: Инструкции Киви Крейт: <http://www.kiwicrate.com/projects/HotorCold:-Keeping-Water-Separate/555>
7. Сделай собственное облако: Инструкции «Мы сделали это»: <http://we-made-that.com/make-a-cloud/>
8. Моделирование водного цикла: Инструкции – Наука Имеет Значение: <http://science-mattersblog.blogspot.com/2010/10/modeling-water-cycle.html>
9. Эксперимент с гидростанцией: <http://www.education.com/science-fair/article/water-produce-energy/>

Картирование, водные бассейны и круговорот воды:

1. Водный бассейн на листе бумаги, Инструкции – Орегонский Музей Науки и Промышленности: <http://www.oms.edu/sites/all/FTP/files/expeditionnw/4.E.1.Crumple.pdf>
2. Водный бассейн на листе бумаги, Инструкции – Фонд Алишии Фергюсон: http://fergusonfoundation.org/teacher_resources/crumpled_paper.pdf

Испарение и конденсация

1. Очищение воды: Инструкции - Агентство по защите окружающей среды: https://www3.epa.gov/safewater/kids/pdfs/activity_grades_4-8_waterpurification.pdf#instructions
2. Сделайте питьевую воду из соленой: Инструкции – Простая Наука: <http://www.simplyscience.ch/kids-experimente-luft-wasser/page/3/articles/trinkwasser-aus-salzwasser.html>
3. Получите воду в пустыне: Инструкции – Эксперименты Ханкина: <http://www.hunkinsexperiments.com/pages/waterpartone.htm>

Фильтрация

1. Простой водный фильтр из бутылки из под воды: Инструктеблс: <http://www.instructables.com/id/Simple-Water-Filter-out-of-a-Waterbottle/step7/null/>
2. Научный эксперимент – эрозия почвы: Инструкции Лапаппадолс: <http://www.lapappadolce.net/en/science-experiment-on-soil-erosion-2/?lang=en>
3. Роль растений в фильтрации воды: Агентство по защите окружающей среды: https://www3.epa.gov/safewater/kids/pdfs/activity_grades_4-8_plantsinwaterfiltration.pdf
4. Модель болота в бутылке: <http://www.randwater.co.za/CorporateResponsibility/WWE/Pages/WetlandModel.aspx>
5. Чудеса воды: разные эксперименты с водой: http://scoutshonor.wikia.com/wiki/WOW_Wonders_of_Water_%28Brownie_Journey%29
6. Инструкции для водного фильтра и план занятий: День Земли: http://www.earthday.org/sites/default/files/Filtering%20Water%205-8_Lesson%20Plan.pdf

Создание дождя

1. Водный цикл в банке: Учебный Модуль по Водным Ресурсам, стр. 4:
[http://www.stormwater.ucf.edu/toolkit/vol3/Contents/pdfs/Student %20Activities/student_activities.pdf](http://www.stormwater.ucf.edu/toolkit/vol3/Contents/pdfs/Student%20Activities/student_activities.pdf)
2. Водный цикл в пакете: Инструкции – Научный Центр Глазго:
<http://www.glasgowsciencecentre.org/teacher-resources/water-cycle-in-a-bag.html>

Транспирация

1. Сбор воды с деревьев: Инструкции из книги «Научная лаборатория на кухне для детей», стр. 108:
[https://books.google.kg/books?id=soo_BAAAQBAJ&pg=PP1&dq=kitchen %20science %20lab %20for %20kids&hl=de&pg=PP1#v=onepage&q&f=false](https://books.google.kg/books?id=soo_BAAAQBAJ&pg=PP1&dq=kitchen%20science%20lab%20for%20kids&hl=de&pg=PP1#v=onepage&q&f=false)
2. Эксперимент по транспирации водного цикла: Инструкции Необычная Наука для Детей:
<http://weirdsciencekids.com/Watercycletranspiration.html>

Биологическая оценка качества воды

1. Конвенция ООН о биологическом биоразнообразии:
http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml
2. Изучаем и сохраняем водоем. Методы оценки экологического состояния водоемов:
<http://edu.greensail.ru/monitoring/methods/saprobns.shtml>
3. Внешкольная экология. Методология Вудивисса:
<http://www.eco.nw.ru/lib/data/04/5/040504.htm>
4. GTZ, программа Устойчивое Управление Биоразнообразием на южном Кавказе, руководство для Тренинга Тренеров «Изучение биоразнообразия в реках и ручейках Армении», Ута Сплетштобер, 2010 год.
5. Личинки поденок: <http://www.ecosystema.ru/07referats/podenki/podenki.htm>
6. Комары-звонцы <http://www.zooclub.ru/chlen/chironomidae.shtml>
7. Личинки и куколки мошек Simuliidae:
<http://www.zoofirma.ru/knigi/gidrobiologija/9552-lichinki-i-kukolki-moshek-simuliidae.html>
8. Личинки ручейников: <http://nasekomoe.ru/insect/obitateli-vodoemov/lichinki-rucheynikov/>
9. Коловратки: <http://masterok.livejournal.com/2686714.html>
10. Веслоногие: <http://ogivotnich.ru/chlenistonogie/rakoobraznye/veslonogie.html>
11. Микроскоп из web-камеры: <http://www.hackteria.org/projects/diy-microscopy/>;
http://www.hackteria.org/wiki/DIY_microscopy

Проектирующий луч из капли воды: наблюдение микроорганизмов в одной капле воды

1. 3 DIY микроскоп из лазерной указки:
https://www.youtube.com/watch?v=_fHsys_pIEA&t=339s
2. Hackteria: DIY Лазерные микроскопы:
<http://wlu18www30.webland.ch/wordpress/projects/diy-laser-microscopes/>
3. Осуществи проекты: Микроскоп с лазерной проекцией:
<http://makezine.com/projects/make-36-boards/laser-projection-microscope/>

Физические и химические свойства воды

1. Химический мониторинг – химический тест: http://s3.amazonaws.com/chicagoriver/rich/rich_files/rich_files/557/original/hoosier-20riverwatch-20volunteer-20monitoring-20manual-20chemical-20monitoring.pdf
2. Изучая течения: учебный план по мониторингу течений: <http://watermonitoring.uwex.edu/pdf/level1/curriculum/WisStreamCurriculum-IndexAndPreface.pdf>
3. Диск Сечи: <http://lakes.chebucto.org/DATA/PARAMETERS/SD/sd.html>
4. Сделай свой инструмент для мониторинга: https://extension.usu.edu/waterquality/files/uploads/EducatorResources/EquipmentAndSupplies/list/Making_equipment.pdf
5. Индикаторы качества воды: биологические, химические и физические параметры: https://riverxchange.files.wordpress.com/2015/09/water_quality_indicators_final.pdf
6. Введение в тестирование качества питьевой воды: http://www.cwscambodia.org/wp-content/uploads/2014/09/DWQT-Manual_2013-10_en.pdf
7. pH и изменение цвета: <http://www.middleschoolchemistry.com/lessonplans/chapter6/lesson8>
8. Мониторинг воды: мутность: <http://hoopmanscience.pbworks.com/w/page/47827772/Water%20Monitoring%3A%20%20Turbidity>
9. Добровольный мониторинг воды: руководство с методами: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/stream.pdf>
10. Нитраты и нитриты в питьевой воде и в поверхностных водах: <http://www.water-research.net/index.php/nitrate>
11. Мониторинг за питательными веществами и солью: http://www.fullstop.com.au/HTMLfilesv2/060_SoilSolution/020_MonitoringEC/MonitoringEC.html

Количество воды: уровень и поток

1. Инструкция по использованию смарт рейки ВАТ, ИМОМО: http://imomohub.kg/eng/shop/products/smart-stick/product_name
2. Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний. Энциклопедия, словари, справочники. Методика расчета расхода воды: <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0015/base/RR/000436.shtm>

