

2 Д. 1

Ш 67

1216403

Вологодский областной институт повышения квалификации  
и переподготовки педагогических кадров.

ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# ШКОЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЙ КРУЖОК

Методические разработки  
для преподавателей химии и биологии



Вологда  
1992 год

Вологодский областной институт повышения квалификации  
и переподготовки педагогических кадров.

ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# ШКОЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЙ КРУЖОК

Методические разработки  
для преподавателей химии и биологии

Вологда  
1992 год

Школьный химико-экологический кружок. Методические разработки для преподавателей химии и биологии. Вологда, 1992 г.

Методические разработки содержат рекомендации по организации экологического кружка, его программу, конкретные методики проведения занятий, индивидуальные задания учащимся.

Разработки предназначены учителям химии и биологии в качестве руководства в проведении экологической работы с учащимися, включающей формирование практических умений и навыков исследовательского характера.

Составители: **О. Б. Кузнецова, З. В. Киреева, Л. А. Коробейникова, Ю. Д. Шевкопляс, О. И. Ширикова.**

Научный редактор — **Л. А. Коробейникова**, кандидат педагогических наук, доцент.

Рецензент — **Н. Н. Шевелев**, кандидат географических наук, доцент.

Ответственный за выпуск — **В. Б. Конасов**, кандидат исторических наук.

ISBN 5-87590-009-1

**С** Издательство  
Вологодского областного  
института повышения  
квалификации и переподготовки  
педагогических кадров, 1992 г.

Среда обитания оказывает большое влияние на жизнь человека. Поэтому изучение окружающей природы имеет познавательное и воспитательное значение при формировании норм экологической культуры школьников. Изучение среды должно быть комплексным, включающим почву, воды, воздух, флору, фауну; влияние промышленных и сельскохозяйственных предприятий, автотранспорта и т. д. В этой работе школа может сотрудничать со специальными службами, создаваемыми на предприятиях, а также с добровольными обществами охраны природы. Экологические кружки могут оказать помощь в изучении состояния окружающей среды и активно содействовать ее улучшению.

Содержание программы опирается на межпредметные связи. Задачей кружка является ознакомление учащихся, проявляющих интерес к комплексу предметов естественно научного цикла, с вопросами экологии, активное применение знаний. Занятия в кружке способствуют формированию практических умений и навыков исследовательского характера, развивают интерес к химическому эксперименту, а также воспитывают наблюдательность, точность и аккуратность, необходимые будущему лаборанту-фармацевту, ветеринару, химику-исследователю, биологу-исследователю и др.

Одним из объектов внимания школьников может быть водоем вблизи школы (пруд, озеро, река), воды которого используются для хозяйственных или производственных нужд. Для характеристики состояния воды природного источника в условиях школы можно проделать анализы воды на содержание микрофлоры и микрофауны, сухого остатка, определить мутность, рН, концентрацию углекислого газа, кислорода, общую и временную жесткость, концентрацию сульфат- и хлорид-анионов. В зимний период можно изучать атмосферные загрязнения по состоянию снежного покрова.

Другим направлением в исследовании антропогенного влияния на природу может быть изучение состояния флоры. С этой целью выбираются определенные растительные объекты, произ-

растающие около промышленных и сельскохозяйственных предприятий, автострад и железнодорожных магистралей. Такими растениями могут быть подорожник, мать-и-мачеха, тысячелистник, крапива двудомная и др. Для выявления влияния предприятия закладываются две площадки с разной степенью удаленности от предприятия («чистая» и «грязная» площадки). Одним из условий выбора площадки являются примерно одинаковые природные условия (освещенность, влажность, тип почвы). Составляется календарный график сбора растительного материала, изучается рост и развитие растения. Например, для подорожника: число листьев, в розетке, размеры и цвет листьев, время появления цветоноса, время цветения, размер соцветия, масса плодов. Все это фиксируется в журнале. Помимо наблюдения за развитием растения, осуществляется сбор листьев и других надземных частей растения для биохимического анализа.

В зимний период кружковцы определяют в заготовленном сырье содержание экстрактивных веществ, «связанной» воды, минеральных веществ и др., проводят сравнительный анализ летних наблюдений и данных биохимического анализа по «чистой» и «грязной» площадкам, готовят таблицы для конференции.

Лабораторно-практическим занятиям в программе кружка уделяется значительное время. Экспериментальные работы учащихся могут выполнять звеньями или индивидуально.

На занятиях кружка следует шире практиковать работу со справочной и научно-популярной литературой, написание рефератов, обсуждение докладов учащихся по различным темам, оформленные отчеты и альбомы.

Завершается работа кружка конференцией, где подводятся итоги выполнения учащимися исследовательских заданий и заслушиваются теоретические доклады, намечаются общественно-полезные мероприятия.

Выбор направлений или их сочетания в исследовании антропогенного влияния на природу зависит от степени подготовленности школьников. Наиболее целесообразной в осуществлении программы кружка является начальная аналитическая подготовка школьников, обучение методам анализа в течение, например, первого года работы кружка. Затем проходит изучение экологического состояния местности по предлагаемой программе.

### **Организация кружка.**

При организации работы кружка следует предусмотреть выделение двух бригад. Одна бригада занимается изучением влияния человеческой деятельности на флору. Местом наблюдения должны быть два участка с выбранным растительным объектом, в качестве объекта лучше использовать растения, применяемые

как лекарственное сырье. Один участок должен быть расположен в удаленном месте от автострады, промышленных, сельскохозяйственных или бытовых объектов, второй — вблизи от конкретного объекта.

В бригаде выделяется несколько человек для периодического сбора, описания внешнего вида растений: цвет, размеры, фаза развития и т. д. Зеленая масса срезается ножницами в сухую погоду, например, в утренние часы. Собранный материал высушивается в тени и хранится в бумажных пакетах или матерчатых мешочках с соответствующей этикеткой. Масса каждого образца в высушенном состоянии должна быть в пределах 15—20 г. Анализ растительной пробы проводится в период школьных занятий по расписанию кружка.

Вторая бригада занимается изучением антропогенного влияния на состояние местных водоемов. На водоеме, имеющем рыбохозяйственное значение, выбираются точки отбора проб: на расстоянии 500 м от места сброса сточных вод. Расстояние измеряется, при необходимости указывается направление течения и ветра (для стоячего водоема). Отбор проб воды в объеме 1 литра производится непосредственно в день проведения анализа, перед занятием кружка. В летний период бригада может также собирать данные о местных предприятиях. Содержание опросных листов разрабатывается с помощью СЭС и согласуется с ними.

В работе кружка предусматриваются индивидуальные задания: например, проведение одного вида анализа со всеми пробами воды или растения (учащиеся старших классов), летние наблюдения за одним видом растения на сравниваемых площадках (учащиеся младших и средних классов), летние наблюдения за состоянием воды в сравниваемых участках водоема и др.

### Тематический план и программа занятий экологического кружка

Содержание занятий	Общее число часов	Теоретические занятия	Практические работы
1. Вводное занятие	2	1	1
2. Изучение экологического состояния своей местности.	12	2	10
3. Знакомство с методами очистки вод на каждом предприятии.	4	—	4
4. Знакомство с лабораториями, осуществляющими контроль за состоянием сточных вод (экскурсия)	2	—	2
5. Сбор и подготовка растительного материала для анализа (индивидуальные занятия)	6	2	4
		В течение сезона с интервалом примерно в 2—4 недели	

Содержание занятий	Общее число часов	Теоретические занятия	Практические работы
6. Освоение методик анализа воды и снега.	10	2	8
7. Освоение методик анализа растительных объектов.	12	2	10
8. Анализ воды (индивидуальные задания). Анализ снега (индивидуальные задания).	(по сезонам) 10	—	10
9. Анализ растительных объектов	10	—	10
10. Подведение итогов работы кружка:	2	2	
— проведение конференции,			
— передача материала и рекомендаций местным предприятиям.			

Примечание: распределение часов по темам может быть изменено в приближении к условиям местности.

### Программа эколого-химического кружка

1. Вводное занятие. Задачи кружка. Выделение звеньев по изучению состояния воды, флоры. Распределение обязанностей между членами звена: сбор материала, подготовка материала к анализу, проведение анализов.

2. Изучение экологического состояния своей местности: знакомство с промышленными и сельскохозяйственными объектами конкретной местности (индивидуальные задания по группам, например: описание ферм, льнозавода, молокозавода, пекарни, шерстобойни и т. д.); выявление водоемов, используемых местными предприятиями и хозяйствами (водохранилища, места водозабора, водопоя скота, отдыха местного населения, для купания); выявление мест сброса сточных вод, определение мест водозабора для анализов, составление схемы маршрутов.

3. Знакомство с методами очистки вод на каждом предприятии (отстаивание, фильтрование, химическое обезвреживание и др.). Анкетирование промышленных и сельскохозяйственных предприятий с целью выявления их экологического состояния (с. 24). Описание методов очистки.

4. Знакомство с лабораториями, осуществляющими контроль за состоянием сточных вод (экскурсия, составление отчета).

5. Сбор и подготовка растительного материала для анализа: выявление площадок для анализа состояния флоры на примере определенных растений, составление схемы маршрутов, правила сбора растительного материала, методы сушки, подготовка к ана-

лизу; сбор растительного сырья с выбранных площадок, наблюдения за состоянием растений (летний период).

6. Освоение методик анализа вод (с. 9).

7. Освоение методик анализа растительных объектов (с. 21).

8. Анализ воды (индивидуальные задания) (с. 9).

Анализ снега (индивидуальные задания) (с. 19).

9. Анализ растительных объектов (индивидуальные задания) (с. 21).

Примечание: растительные объекты в высушенном состоянии могут сохраняться до начала учебных занятий.

Пробы воды должны быть проанализированы сразу.

10. Подведение итогов работы кружка: подготовка материалов к отчету для проведения конференции: составление схем, таблиц, сопоставление, выводы; проведение конференции, передача материалов и рекомендаций местным предприятиям (с. 25).

Примечание: конкретное тематическое планирование осуществляется учителем в зависимости от задач кружка.

### **Лабораторно-практические занятия** (выполнение индивидуальных заданий)

Задания выполняются в течение всего года через определенные интервалы времени, планируемые учителем (в случае наблюдений за водоемом они могут быть сезонными). По характеру заданий кружок может быть разновозрастным, тогда организационные занятия проводятся отдельно. Ниже приведена примерная тематика индивидуальных или групповых (2—3 человека) заданий.

Примечание: даны дополнительные методики анализов воды, которые могут быть рекомендованы для индивидуальных заданий (с. 9—17).

#### **I. Гидрохимические исследования.**

1.1. Определение кормовых ресурсов различных участков водоема в динамике (с. 17) — 6—7 класс.

1.2. Исследование проб воды на выживание инфузорий-туфельек (с. 17) — 6—7 класс.

1.3. Определение прозрачности воды в сезонной динамике (с. 16) — 6—7 класс.

1.4. Определение растворенных веществ (сухого вещества) в пробах воды в динамике (с. 20) — 7—8 класс.

1.5. Определение нерастворимых частиц (твердого остатка) в пробах вод в динамике (с. 19) — 7—8 класс.

1.6. Химический анализ снега (с. 19) — 7—8 класс.



1.7. Определение хлорид-иона в пробах вод в динамике (количественный анализ проводится при положительной качественной реакции на хлоридион) (с. 15) — 8—9 класс.

1.8. Определение сульфат-иона в пробах вод в динамике (количественный анализ проводится при положительной качественной реакции на сульфат-ион) (с. 16) — 8—9 класс.

1.9. Определение перманганатной окисляемости исследуемых проб воды в динамике (с. 9) — 9—11 класс.

1.10. Определение содержания растворенного кислорода в пробах вод в динамике (с. 11) — 9—11 класс.

2 Биохимические исследования растительного сырья.

2.1. Сбор растительного сырья, сушка, подготовка к анализу — 5—7 кл.

2.2. Определение размеров листьев разных растений или растений одного вида при разной степени загрязненности исследуемых площадок в динамике — 5—7 класс.

2.3. Определение содержания «связанной» воды (влажности) в растительном сырье в динамике (с. 21) — 7—9 класс.

2.4. Определение экстрактивных веществ в исследуемом растительном сырье в динамике (с. 21) — 8—9 класс.

2.5. Определение минеральных веществ в растительном сырье в сезонной динамике (с. 22) — 8—11 класс.

### **Практическое занятие по очистке воды**

Большинство промышленных сточных вод содержит значительные количества взвешенных в воде твердых частиц и коллоидов различного химического состава. Каждому звену выдается в колбе «модель» загрязненной воды: вода+масло+поваренная соль+глина, песок+вещество, имеющее запах (раствор аммиака или бромная вода).

Перед всеми учащимися ставится задача: очистить воду от примесей. Проводится беседа о классификации смесей и способах их разделения.

#### **Выполнение эксперимента:**

1. Дать визуальную характеристику образца воды.
2. Измерить объем загрязненной воды.
3. Отделить масло от воды с помощью делительной воронки. (После каждого этапа очистки измерять объем оставшейся воды).

Сделать фильтр и отфильтровать полученный раствор. Отметить цвет, прозрачность, запах раствора.

Сделать новый фильтр, поместить туда активированный уголь и снова отфильтровать.

Измерить электропроводимость полученного раствора и сделать вывод о наличии в воде электролитов (солей).

На каждом этапе эксперимента учащиеся делают наблюдения и выводы:

Этапы эксперимента	Цвет раствора	Прозрачность	Запах	Объем оставшейся воды	Выводы

### Очистка воды с помощью химических реагентов

Для удаления взвешенных твердых частиц применяют неорганические вещества: сульфат алюминия, хлорид железа (III), сульфат железа (II), сульфат железа (III) или органические — полиакриламид (ПАА), карбоксиметилцеллюлозу и др.

### Проведение эксперимента:

В 1 л воды тщательно размешать 6—10 г глины и налить взвесь в 3 стакана. В первый стакан не добавлять реактивов; во второй—5-6 капель 1-процентного раствора сульфата алюминия; в третий — 5—6 капель 0,1-процентного раствора ПАА. Содержимое всех стаканов тщательно перемешать и наблюдать за осаждением глинистых частиц.

Проба	Время осаждения частиц
Стакан 1	10—20 мин
Стакан 2	2—5 мин.
Стакан 3	15—30 сек

## МЕТОДИКИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1. Определение перманганатной окисляемости [13].

**Оборудование и реактивы:** перманганат калия (0,02 моль/л), серная кислота (1:4), щавелевая кислота (0,005 моль/л); колбы плоскодонные на 250 мл, пипетки на 20 мл, цилиндры мерные, 2 бюретки на 50—100 мл, штативы металлические, воронки, кипятильные камешки (заранее хорошо прокаленные), электроплитки, асбестовые сетки,

Окисляемость воды характеризуется концентрацией; кислорода, эквивалентного количеству расходуемого окислителя. Она выражается в миллиграммах кислорода, расходуемого для окисления веществ-восстановителей, содержащихся в 1 л воды (мг/л). В зависимости от используемых окислителей и полноты окисления органических веществ различают: а) перманганатную и б) дихроматную окисляемость.

Перманганатная окисляемость показывает количество легко-окисляющихся органических и неорганических примесей и обычно используется при анализе природных вод. Окисление ведется перманганатом калия в сернокислой среде (при концентрации хлоридов до 300 мг/л). Данным методом можно определить окисляемость воды без разбавления до 10 мг/л.

Для определения перманганатной окисляемости в колбу помещают несколько стеклянных шариков (кипятильных камешков) и 100 мл воды (после отстаивания). К пробе добавляют 5—10 мл разбавленной серной кислоты и 20 мл раствора перманганата калия (концентрация=0,01 моль/л или 0,316 г/л). Смесь нагревают и кипятят 10 минут.

К горячему раствору добавляют 20 мл раствора щавелевой кислоты (концентрация=0,01 моль/л или 0,630 г/л). Обесцвеченную смесь титруют (лучше при 80—90°C) раствором перманганата калия до слабо-розового окрашивания. Температура смеси при титровании не должна падать ниже 80°C. Если раствор при начальном кипячении обесцвечивается или бурет, определение повторить с пробой, разбавленной в 2, 5 или 10 раз дистиллированной водой или конденсатом (из котельной).

Для «холостой» пробы берут 100 мл предназначенного для разбавления дистиллата или конденсата (обработка такая же, как и анализируемой пробы). Расход раствора перманганата калия не должен превышать 0,2 мл.

Окисляемость  $K$  вычисляют по формуле:

$$K = \frac{(a - b) \times k \times 0,01 \times 1000 \times 8}{V} \quad (\text{мг/л}),$$

где  $a$  — объем раствора перманганата калия, израсходованного на титрование «холостой» пробы, мл;

$b$  — объем раствора перманганата калия, израсходованного на титрование пробы исследуемой воды, мл;

$k$  — поправочный коэффициент к концентрации перманганата калия;

$$k = \frac{C \text{ (действительное)}}{C \text{ (заданное)}} \quad *$$

\*) В дальнейшем  $K$  определяется по данной формуле.

V — объем пробы, взятой для анализа, мл;

8 — молярная масса эквивалента кислорода (г/моль).

**Вывод:** чем больше окисляемость, тем большее количество органического вещества содержится в воде

## 2. Определение растворенного в воде кислорода [13].

**Оборудование и реактивы:** сульфат (или хлорид) марганца (40 г сульфата марганца или 42,5 г хлорида марганца растворяют в дистиллированной воде, доводя объем до 100 мл, раствор профильтровать); щелочной раствор иодида калия растворяют:

а) 15 г KI в 10 мл дистиллированной воды,

б) 50 г гидроксида натрия или 70 гидроксида калия в 50 мл прокипяченной дистиллированной воды, оба раствора смешивают и доводят объем до 100 мл); раствор соляной кислоты (2:1) или раствор серной кислоты (1:3), тиосульфат натрия (0,01 моль/л), раствор крахмала (0,5 проц., клейстер); кислородные склянки (склянки на 100—200 мл с притертой пробкой, с заранее измеренным объемом), колбы плоскодонные на 250 мл, бюретка, пипетки объемом 1, 5, 10 мл, воронки, стаканчики, термометр, штатив металлический.

Вода, соприкасающаяся с воздухом, содержит кислород в равновесной концентрации, зависимой от атмосферного давления, температуры и растворенных в ней солей. Отклонения действительной концентрации кислорода от равновесной вызываются резкими изменениями давления, температуры воды, поглощением кислорода при электрохимической коррозии металлов (если в воде есть металлолом) и химическим окислением веществ, содержащихся в воде.

Для определения растворенного кислорода используется метод иодометрии. Для выполнения задания необходимы кислородные склянки (с притертыми пробками и точно измеренным до 0,1 мл объемом). С помощью термометра в стаканчике определяется температура анализируемой воды. Кислородную склянку 2—3 раза споласкивают исследуемой водой и заполняют свежей пробой воды до пробки с помощью резиновой трубки (внутри на стенках не должно быть пузырьков воздуха).

Затем в склянку с пробой вводят (пипеткой) 1 мл раствора хлорида марганца и 1 мл щелочного раствора иодида калия. При этом необходимо пользоваться отдельными пипетками (пипетку погружать каждый раз до половины склянки и по мере выливания раствора поднимать вверх). Затем быстро закрывают склянку притертой пробкой таким образом, чтобы в ней не осталось пузырьков воздуха и содержимое склянки тщательно перемешивают.

Образовавшийся осадок гидроксида марганца (IV) отстаивается не менее 10 мин. Затем добавляют 5—8 мл раствора серной кислоты (1:3), а содержимое тщательно перемешивают. При этом

происходит растворение осадка и окисление иодида калия гидроксидом марганца (IV) с выделением иода. Раствор окрашивается в светло-коричневый или бурый цвет.

Содержимое кислородной склянки переливают в коническую колбу и титруют раствором тиосульфата натрия (концентрация безводного тиосульфата натрия—0,01 моль/л или 0,79 г/л, а кристаллогидрата тиосульфата натрия — 1,24 г/л) до тех пор, пока раствор не станет светло-желтым. После прибавляют 1 мл свежеприготовленного раствора крахмала (клейстер) и продолжают титрование до исчезновения синей окраски.

Содержание растворенного кислорода С (кислорода) находят по формуле:

$$C \text{ (кислорода)} = \frac{8 \times C \times a \times 1000}{V} \text{ (мг/л)},$$

где  $a$  — объем тиосульфата, пошедший на титрование, мл;

$C$  — концентрация раствора тиосульфата, моль/л, уточняется в день анализа;

$V$  — объем кислородной склянки (объем пробы), мл;

$8$  — относительная атомная масса эквивалента кислорода ( $M(1/4$  кислорода молекулярного) или  $M(1/2$  кислорода атомарного)).

Степень насыщения воды кислородом  $HA$  выражается в процентах и ее находят по формуле:

$$HA = \frac{CA \times 100}{A}$$

где  $CA$  — концентрация кислорода в воде, найденная путем анализа, мг/л;

$A$  — концентрация кислорода в воде при измеренном атмосферном давлении (из справочника), мг/л.

Нормальное количество растворенного кислорода в воде колеблется в зависимости от температуры и атмосферного давления и составляет 7,98—14,70 мг/л) для дистиллированной воды. Пониженное содержание растворенного кислорода свидетельствует о гнилостных процессах, повышенное — об энергичном фотосинтезе за счет водной флоры.

### 3. Определение временной жесткости воды [13].

**Оборудование и реактивы:** метилоранж (раствор), соляная кислота (0,1 моль/л); конические колбы на 250 мл, мерный цилиндр, бюретка, воронка, пипетка для раствора метилоранжа.

Карбонатная (временная) жесткость воды зависит от растворенных гидрокарбонатов кальция и магния. Она устраняется ки-

пячением воды, при котором гидрокарбонаты кальция и магния превращаются в нерастворимые карбонаты.

Для опыта в две конические колбы наливают 100 мл исследуемой воды и 2—3 капли метилоранжа (в щелочной и нейтральной среде он желтого цвета, а в кислой—красного). Одна из колб — контрольная. Из бюретки по каплям приливают в одну колбу раствор соляной кислоты (концентрация  $C(\text{HCl}) = 0,1$  моль/л) до тех пор, пока окраска не перейдет в розовую.

Наблюдаемое изменение окраски сравнивают с окраской раствора в контрольной колбе. Титрование повторяют 3 раза.

Временная жесткость воды (Ж) рассчитывается по формуле:

$$Ж_{\text{вр.}} = \frac{C(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) \times 1000}{100} = C(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) \times 10 \text{ (моль/л,}$$

эквивалентов кальция и магния),

где  $C(\text{HCl})$  — концентрация раствора соляной кислоты, моль/л;

100 — объем исследуемой воды, мл;

$V(\text{HCl})$  — объем раствора  $\text{HCl}$ , израсходованного на титрование, мл.

#### 4. Определение общей жесткости [13].

**Оборудование и реактивы:** 1) раствор индикатора кислотного хрома темно-синего (0,5 г в 20 мл буферного раствора и разбавляют этанолом до 100 мл), 2) трилон Б (0,05 моль/л) (для получения раствора трилона Б с концентрацией 0,05 моль/л навеску вещества 18,61 г растворяют в 1000 мл дистиллированной воды и фильтруют; точный титр раствора устанавливают по фиксаналу сульфата магния, 3) буферный раствор (для получения буферного раствора смешивают 100 мл раствора аммиака со 100 мл раствора хлорида аммония (20 проц.) и разбавляют дистиллированной водой до 1 л.); конические колбы на 250 мл, бюретка, воронка, пипетки, штатив.

Общая жесткость воды обусловлена содержанием ионов магния и кальция. Общую жесткость определяют комплексометрическим методом путем титрования пробы воды раствором трилона Б (динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты) в присутствии индикатора — кислотного хрома темно-синего в слабощелочной среде при  $\text{pH} = 9-10$ .

Хром темно-синий образует с ионами кальция и магния комплексное соединение, окрашивающее раствор в красно-фиолетовый цвет. При титровании трилоном Б последний образует с ионами кальция и магния слабо диссоциированные комплексные соединения.

При этом первоначальное комплексное соединение с хромогеном разрушается, и раствор приобретает сине-фиолетовую окраску, свойственную красителю, что указывает на конец титрования.

В коническую колбу вносят из склянки для отбора проб 100 мл воды, добавляют 5 мл буферного раствора и 8 капель раствора индикатора. Содержимое колбы титруют раствором трилона Б, прибавляя его по каплям и встряхивая колбу после каждой капли до перехода красно-фиолетовой окраски и серовато-синюю.

Общую жесткость воды (м моль/л) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{A \times C \times K \times 1000}{V},$$

где А — объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование пробы, мл;

С — концентрация трилона Б;

К — поправочный коэффициент к С раствора трилона Б.

V — объем воды, взятый для титрования, мл.

#### 5. Определение ионов кальция [13].

**Оборудование и реактивы:** гидроксид натрия (2 моль/л), сухой индикатор (в ступке растирают в тонкий порошок 0,5 г мурексиды и 100 г хлорида натрия), трилон Б (0,05 моль/л); конические колбы, бюретка, ступка, шпатель, мерный цилиндр.

Метод основан на образовании комплексного соединения кальция с трилоном Б, который устойчив в сильнощелочной среде при рН=12—13. Комплексное соединение магния с анионом этилендиаминтетрауксусной кислоты в этой среде разрушается, и магний выделяется в виде гидроксида. При титровании раствором трилона Б отсутствие свободных ионов кальция обнаруживается индикатором мурексидом. Раствор комплексного соединения мурексиды с кальцием окрашен в красный цвет, свободная форма индикатора — в фиолетовый.

В коническую колбу на 250 мл вносят 100 мл исследуемой воды, добавляют 2 мл раствора гидроксида натрия (2 моль/л) и 10—15 мг сухой смеси индикатора и титруют раствором трилона Б (0,05 моль/л) при энергичном перемешивании до перехода окраски от красного цвета к лиловому. Для лучшего улавливания конца титрования следует сравнивать окраску с цветом слегка перетитрованной пробы.

Концентрацию ионов кальция С (мг/л) рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{0,05 \times V \text{ (трил. Б)} \times 1000 \times 40}{V \text{ (пробы)}}$$

где V (трил. Б) — объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование пробы, мл;

V (пробы) — объем воды, взятый для титрования, мл.

Кальций при концентрации в питьевой воде 100—150 мг/л увеличивает заболеваемость населения болезнями почек, артритами и полиартритами. Кальций снижает способность дафнии к воспроизводству в концентрации 116 мг/л [6, с. 61].

#### 6. Определение ионов магния [13].

Концентрация ионов магния вычисляется по разности постоянной жесткости и концентрации ионов кальция:

$$C \text{ (ионов магния)} = \frac{(\text{Жпост.} - C \text{ (ионов кальция)}) \times 24}{1000} \text{ мг/л,}$$

где  $C$  (ионов кальция) в ммоль/л.

Постоянная жесткость рассчитывается как разность между величинами общей и временной жесткости:

$$\text{Жпост.} = \text{Жоб.} - \text{Жврем.}$$

Магний в составе хлорида магния токсичен для людей в концентрации 100 мг/л, для дафний—32 мг/л. для циклопов—280 мг/л [6, с. 70].

#### 7. Определение содержания хлорид-анионов [13].

**Оборудование и реактивы:** хромат калия (5 проц.), приготовленный из свежеперекристаллизованной соли, нитрат серебра (0,1 моль/л), гидроксид натрия (1 моль/л), серная кислота (0,5 моль/л), фенолфталеин (спиртовой раствор, 0,5 проц.), дистиллированная вода; конические колбы, бюретка, мерный цилиндр, воронка, стаканчики, пипетка.

Для определения  $Cl^-$  берут 100 мл отфильтрованной пробы. Кислые и щелочные пробы нейтрализуют соответственно слабыми растворами гидроксида натрия или серной кислоты по фенолфталеину, чтобы раствор после нейтрализации был бесцветным. Затем к пробе прибавляют 1 мл раствора хромата калия и при постоянном перемешивании титруют раствором нитрата серебра до перехода лимонно-желтой окраски в оранжево-желтую.

Таким же образом проводят «холостое» определение с дистиллированной водой.

Содержание хлорид-ионов в ммоль/л ( $x$ ) или мг/л ( $y$ ) вычисляют по формулам:

$$x = \frac{(V-A) \times K \times C \times 1000}{B};$$

$$y = \frac{(V-A) \times K \times C \times 35,45 \times 1000}{B} = \frac{(V-A) \times K \times C \times 35\,450}{B},$$

где  $A$  — объем раствора нитрата серебра, израсходованного на титрование в холостом опыте, мл;

$C$  — концентрация раствора нитрата серебра, моль/л;

$V$  — объем раствора нитрата серебра, пошедшего на титрование пробы;



**К** — поправочный коэффициент к концентрации титрованного раствора нитрата серебра. Титрование проводят 0,1 моль/л раствором хлорида натрия (х. ч.);

**В** — объем пробы воды, взятой для определения, мл;

35,45 — относительная атомная масса хлора.

Концентрация хлоридов 1560 мг/л воды опасна для крупного рогатого скота, овец, свиней, домашних животных и домашней птицы, а концентрации более 4000 мг/л вызывают их гибель.

Токсическое действие на большинство растений хлориды оказывают в концентрациях 100—350 мг/л; на мандарины—50 мг/л, на лимоны — 30 мг/л [6, с. 132].

## 8. Определение содержания сульфат-ионов [13].

**Оборудование и реактивы:** ацетон, дистиллированная вода, дитизон (0,025 г в 100 мл ацетона), нитрат свинца (0,01 моль/л), азотная кислота (0,1 моль/л); конические колбы на 250 мл, мерные пипетки до 10 мл, пипетки обычные, бюретка.

В колбу на 250—300 мл наливают пипеткой 10 мл исследуемой воды, 7 мл ацетона и 2 мл дитизона. Затем добавляют азотную кислоту по каплям (до появления зеленого цвета). Содержимое колбы титруют раствором нитрата свинца (до появления красной окраски).

Концентрацию сульфатов (мг/л) рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{A \times K \times C \times 48,03 \times 100}{V}, \text{ где}$$

**A** — объем раствора нитрата свинца, израсходованного на титрование пробы, мл;

**K** — поправочный коэффициент к концентрации раствора нитрата свинца;

**C** — концентрация нитрата свинца (II) = 0,01:0,5 = 0,02, моль/л;

**V** — объем пробы воды, мл;

48,03 — молярная масса эквивалента сульфат-аниона, г/моль.

Токсическое действие на детей сульфаты оказывают при длительном употреблении воды, содержащей 600—1000 мг/л сульфатов.

Средняя смертельная концентрация сульфатов для дафний—630 мг/л, для рыб—898 мг/л (в составе сульфата калия) и 100 мг/л (в составе сульфата натрия), 12000 мг/л (в составе сульфата магния) и 3200 мг/л (в составе сульфата кальция) [6, с. 112].

## 9. Определение прозрачности воды [14].

Прозрачность воды (или светопропускание) обусловлена цветом и мутностью воды.

**Оборудование:** стеклянный цилиндр диаметром 2,5 см и высотой более 30 см с дном из плоско отшлифованного стекла, гра-

дуированный по высоте на сантиметры. В нижней части цилиндра имеется кран для слива воды. Стандартный шрифт с высотой букв 3,5 мм (газетный, плакатный).

**Ход определения:** исследуемую воду хорошо перемешивают и наливают в цилиндр, который ставят неподвижно над стандартным шрифтом на высоте 4 см. Просматривая шрифт сверху через столб воды, сливая и доливая исследуемую воду в цилиндр, находят высоту столба воды, позволяющую читать шрифт. Исследование проводят в хорошо освещенном помещении на расстоянии 1 м от окна.

#### **10. Определение кормовых ресурсов водоема.**

Кормовые ресурсы водоема определяются с помощью микроскопа, в поле которого подсчитывается число живых организмов (водорослей, ракообразных и других) по формуле:

$$\text{число организмов} = \frac{a+b+\dots+n}{m},$$

где а, б, ...п — число организмов в поле микроскопа;

м — кратность просмотра (должна быть не менее 10) [16, 17].

#### **11. Исследование проб воды на выживание туфельки-инфузорий.**

В пронумерованные пробирки отбирают пробы воды (чистые и грязные) и в них вносят капельным методом туфельки-инфузории. Через час, сутки, неделю и т. д. берут из пробирок капли воды на предметное стекло и изучают под микроскопом состояние туфельки-инфузории.

**ПДК ионов хлора, сульфата, кальция,  
магния и pH в различных водах [6]**

Воды ПДК	Поверх- ностные	Для водоноя	Для орошения	Питьевая	Для тех- нических нужд
Хлор-анион, мг/л	250	350—600	50—100	200	20—250 (до 35 000) для котлов
Сульфат-анион, мг/л	90	500—2400	200	200—250	100—200
pH	6,5—8,5	6,5—8,5	6,8—8,5	7—8,5	6,5—7,0
Кальций-катион, мг/л	10	1000	*)	30—200	0—50
Магний-катион, мг/л	50	—	—	15—30	5—100

\* Примечание: «— » данные не приводятся.

## МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ СНЕГА

Для учащихся разных классов (4—8) можно предложить наблюдения за загрязнениями атмосферы по состоянию снежного покрова. Забор снега можно производить один раз в год, например, в январе—феврале, на чистых площадках, удаленных от предприятий и жилых домов (в лесной и открытой зонах) и на загрязненных площадках — в зоне предприятия, рядом с дорогой (не ближе чем в 20—30 м от объекта) Снежный покров должен быть неповрежденным.

Снег отбирается снегомером, который имеет в сечении площадь, равную 1 кв. дм. Снегомер можно изготовить в школьной мастерской из жести или кровельного железа и т. д.

### Методика взятия пробы снега и подготовки его к анализу (4—6 кл.)

1. Определяют места для проведения сбора снега.
2. На выбранных площадках замеряют линейкой высоту снежного покрова.
3. Снегомером отбирают пробу снега. Снег переносят в полиэтиленовый мешок и этикетировуют, указывая место положения и высоту снежного покрова. Снег, собранный со всех контрольных площадок, доставляется в класс.
4. Оттаявший снег переносят в стеклянную посуду, замеряют объем талой воды.

Все измерения фиксируют в журнале.

### Химический анализ снеговой воды.

1. Определение твердого остатка (7—8 кл.)

1.1. Подготовка фильтров. Фильтры, пронумерованные в 4—5 местах простым карандашом, высушивают в сушильном шкафу при 105°C до разности между двумя взвешиваниями в 0,01 г. Масса фильтра записывается в журнал.

- 1.2. Определение массы твердых частиц.

Фильтруется весь объем пробы (для ускорения фильтрования можно использовать насос Камовского, колбу Бунзена и воронку Бюхнера). Фильтр с осадком помещают в сушильный шкаф и высушивают при 105°C до получения постоянной массы. По разности масс фильтра с осадком и чистого фильтра определяют массу твердого остатка, полученного с 1 кв. дм площади.

Далее проводят расчет на 1 кв. м, на 1 га, на 1 кв. км и определяют степень загрязнения снега в зависимости от места взятия пробы.

Примечание: при наличии в такой воде растительных остатков, воду следует профильтровать через обычное сито.

2. Определение рН (8—9 кл.) .Определение рН можно провести по универсальному индикатору. (Если в месте нахождения школы имеется лаборатория, то учащиеся под руководством учителя

могут договориться с сотрудниками лаборатории о проведении анализа с использованием приборов для рН-метрии). Для чистого снега рН среды равно примерно 6,0.

**3. Определение сульфат-аниона** (смотри с. 16). Сульфат-анион попадает в снег за счет окисления оксида серы (IV), выделяющегося, например, при сжигании топлива и т. д.

#### **4. Определение сухого остатка (6—7 кл.)**

##### **4.1. Подготовка фарфоровых чашечек.**

Чашечки тщательно моют, насухо протирают, маркируют простым карандашом по поверхности чашечки, предварительно зачищенной напильником или наждачной бумагой, и высушивают в сушильном шкафу при 105°C до постоянной массы. Масса чашечки записывается в журнал.

**4.2.** Для определения сухого остатка в воде отбирают объем отфильтрованной воды (50 или 100 мл) в пронумерованный стаканчик. Затем в пронумерованную чашечку наливают воду почти доверху и ставят ее на водяную баню. В процессе выпаривания объем воды в чашке пополняется из стаканчика до полного выпаривания отмеренного объема.

Почти сухие чашечки протирают **снаружи** и ставят в сушильный шкаф до получения постоянной массы (105°C).

Массу сухого остатка определяет по разности масс чашечки с сухим остатком и пустой чашечки и рассчитывают содержание сухого остатка на 1 л. воды, на объем пробы снега, на единицу площади (1 кв. м, 1 га, 1 кв. км).

**5.** Можно провести качественные реакции на содержание хлорид-аниона в воде, на содержание катиона железа в сухом остатке после растворения его в малом объеме воды и твердом остатке, после растворения его в концентрированной соляной кислоте (8—9 кл.)

Оформление результатов проводят по схеме:

<u>Показатели</u>	<b>Твердый остаток,</b> г/кв. м	<b>Сухой остаток,</b> г/кв. м	<b>Сульфат анион,</b> г/кв. м	рН	и т. д.
Место взятия пробы					

# БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

## 1. Содержание гигроскопической влаги в сырье [11].

**Оборудование и реактивы:** бюксы, весы аналитические (аптекарские, технохимические), сушильный шкаф, ступка с пестиком (лучше мясорубка) для измельчения сырья.

Содержание гигроскопической влаги в сырье является важнейшим показателем лекарственного сырья, которое позволяет судить о его доброкачественности.

### Методика определения влажности.

3 г (с погрешностью не более 0,1 г) сырья, измельченного примерно до 10 мм, помещают в предварительно вымытый и высушенный бюкс, а затем в нагретый до 100—150°C сушильный шкаф.

Сырье высушивают до постоянной массы. Первое взвешивание проводят через 2 часа. Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя последующими взвешиваниями после 30 минут высушивания и 30 минут охлаждения в эксикаторе не превышает 0,01 г.

Процентное содержание влаги в сырье  $X$  вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m-p) \times 100}{m},$$

где  $m$  — масса навески сырья до высушивания, г;

$p$  — масса навески сырья после высушивания, г.

За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое не менее, чем трех определений. Допускаемое расхождение параллельных определений не должно превышать 0,5 проц.

## 2. Содержание экстрактивных веществ [11].

**Оборудование и реактивы:** мясорубка, конические колбы, весы технохимические, фарфоровые чашки, водяная баня, плитка, фильтровальная бумага, бюксы (стаканчики) для взвешивания, пробки, воронки, дистиллированная вода.

Содержание экстрактивных веществ в лекарственном сырье является важным числовым показателем, определяющим полезность и доброкачественность сырья.

### Методика количественного определения экстрактивных веществ

1 г. сырья, измельченного и просеянного сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм, помещают в коническую колбу, куда при-

ливают 50 мл растворителя, указанного в НТД\* на данный вид сырья (вода). Колбу закрывают пробкой, взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и оставляют на 1 час. Затем колбу соединяют с обратным холодильником, нагревают до кипения. Слабое кипение жидкости поддерживают в течение часа (иногда 2 часов). После охлаждения колбу вновь соединяют с обратным холодильником, взвешивают и потерю в массе дополняют тем же растворителем. Содержимое тщательно взбалтывают и фильтруют через сухой бумажный фильтр в сухую колбу емкостью 150—200 мл; 25 мл фильтрата отбирают пипеткой в фарфоровую чашку диаметром 7—9 см, предварительно высушенную при 100—105°C до постоянной массы и взвешенную на аналитических весах. Содержимое выпаривают досуха на водяной бане и сухой остаток при температуре 100—105°C в течение 3 часов охлаждают в эксикаторе и быстро взвешивают.

Процентное содержание экстрактивных веществ X в абсолютно сухом сырье вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m \times 200 \times 100}{n \times (100 - B)}$$

где m — масса сухого остатка в чашке, г;

n — масса сырья, г;

B — потеря в массе при высушивании, проц.

### 3. Определение минеральных веществ в лекарственном сырье [11].

**Оборудование и реактивы:** весы (аналитические, теххимические), мясорубка, фарфоровый тигель или чашечка, муфельная печь, плитка, асбестовая сетка, эксикатор.

Минеральная часть (зола) состоит из смеси различных неорганических веществ, находящихся в самом растении (свойственных растению) и минеральных примесей (земля, песок, камешки, пыль), которые могут попасть в сырье при сборе и сушке.

Количество золы в растительном сырье колеблется в определенных пределах и зависит от специфики самого растения, способа его сбора и условий сушки.

#### **Методика определения содержания золы.**

1—3 г измельченного сырья (точная навеска), просеянного сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм, помещают в предварительно прокаленный до постоянной массы фарфоровый тигель и равномерно распределяют по дну тигля. Навеску сырья в тигле осторожно обугливают в слабом пламени газовой горелки (пламя не должно касаться дна тигля) или на электроплитке (с асбест-

\*) НТД — научно-техническая документация

товой сеткой). После полного обугливания тигли переносят в муфельную печь для сжигания остатка. Прокаливание проводят при красном калении (550—650°C) до постоянной массы, избегая сплавления золы и спекания ее со стенками тигля. По окончании прокаливания несколько остывшие, но еще горячие тигли ставят в эксикатор, охлаждают и взвешивают.

Прокаливание можно закончить, если разница между двумя последующими взвешиваниями не превышает 0,0005 г.

Процентное содержание общей золы X в абсолютно сухом сырье вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m \times 100 \times 100}{p \times (100 - B)}$$

где m — масса золы, г;

p — масса навески сырья, г;

B — потеря в массе при высушивании, проц.



## Анкета предприятия.

(Из опыта работы учителя Шекснинской школы № 1  
Вихаревой Эльвиры Александровны)

Анкеты могут оформляться на специальных бланках районного или городского комитета по охране природы.

Вопросы анкеты:

1. Какие вещества вашего производства попадают в водоемы, в атмосферу, почву? Приведите источники и масштабы загрязнений.

2. Какие практические меры осуществляются по очистке и нейтрализации вредных веществ в сточных водах и загрязненных выбросах в атмосферу (отстаивание, фильтрация, использование сорбентов, химическая очистка, биологическая очистка и др.)?

3. Имеется ли служба, осуществляющая контроль за загрязнением используемых вод и состоянием сточных вод, выпускаемых с территории предприятия? Какова эффективность этой службы?

4. Как часто осуществляется контроль за состоянием сточных вод и других источников загрязнений со стороны районного комитета по охране природы (РКОП) и самих предприятий?

5. Какие мероприятия планируются предприятием и РКОП по улучшению способов обезвреживания вредных веществ, попадающих в сточные воды и атмосферу?

6. Возможен ли на предприятии замкнутый водооборот?

## ОРГАНИЗАЦИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

### 1. Подготовка наглядного материала:

объявление о конференции, с указанием докладчиков;

— схема направлений исследований кружка и списочный состав кружковцев по направлениям исследований;

— план-карта местности с отметкой точек отбора проб воды, снега, растений;

— схемы очистных сооружений предприятий;

— схема экологической службы;

— продукция местных предприятий;

— гербарий лекарственных растений родного края, гербарий исследуемых растений;

— таблицы, содержащие обобщенный материал по биологическим и химическим исследованиям проб воды в сравнении по сезонам и по участкам водоема;

— таблицы по итогам биологических и химических исследований растительных объектов в сравнении по фенофазам и по точкам сбора;

— таблица по химическому анализу снега в сравнении по месту взятия проб.

Для большей наглядности результаты исследований могут быть представлены в виде графиков, номограмм, гистограмм, диаграмм и т. д.

На конференцию приглашают работников предприятий, которые одновременно могут быть консультантами в подготовке сообщений учащихся и в проведении конференции, родителей.

### 2. Ход конференции.

#### 2.1. Вступительное слово учителя.

#### 2.2. Сообщение о промышленности изучаемого региона:

— виды промышленных и сельскохозяйственных предприятий;

— сырье;

— продукция;

— очистные сооружения;

— экологическая служба.

#### 2.3. Влияние промышленного или сельскохозяйственного объекта на химию природных вод. Практические предложения.

#### 2.4. Влияние промышленного или сельскохозяйственного объекта на флору (на примере биохимических показателей выбранного для исследования растения). Практические предложения.

#### 2.5. Влияние промышленного или сельскохозяйственного объекта на состояние атмосферы.

#### 2.6. Дискуссия по вопросам, изложенным в докладах. Рекомендации.

#### 2.7. Заключительное слово учителя.

## Список использованной литературы

1. Буринская Н. Н. Учебные экскурсии по химии. М.: Просвещение, 1989.—160 с.
2. Внеклассная работа по биологии. Изд. 2-е. М.: Просвещение, 1980.—239 с.
3. Вопросы экологии и охраны природы. Вып. 1.—Л.: ЛГУ, 1981.—136 с.
4. Глобальные исследования загрязнений водной среды // Природа. —1973.— № 1 — С. 104.
5. Голубев И. Р., Новиков Ю. В. Окружающая среда и ее охрана.—М.: Просвещение, 1985.—190 с.
6. Грушко Я. М. Вредные химические соединения в промышленных сточных водах: Справочник. — Л.: Химия, 1979.—160 с.
7. Жадин В. И., Герд С. В. Реки, озера, водохранилища СССР, их фауна и флора.—М.: Учпедгиз, 1961.—576 с.
8. Железо, фитопланктон и глобальные уровни оксида углерода (IV) в атмосфере // Природа. — 1988.—№ 7. —С. 118.
9. Карюхина Т. А., Чурбанова И. Н. Химия воды и микробиология. —М.: Стройиздат, 1983.—169 с.
10. Коновалов В. Н. Техника безопасности при работах по химии. — М.: Просвещение. 1980.—128 с.
11. Крищенко В. П. Методы оценки растительной продукции. —М.: Колос.—1983.—192 с.
12. Лисичкин Г. В., Коробейникова Л. А. Годитесь ли вы в химики? // Химия и жизнь. — 1981.—№ 5.—С. 71—72.
13. Новиков Ю. В., Ласточкина К. О., Болдина З. Н. Методы исследования качества воды водоемов / Под ред. Шицковой А. П.—М.: Медицина. 1990. — 400 с.
14. ПрофорIENTATIONная работа с учащимися в предметных кабинетах химии, биологии, географии ч. I—IV / Под ред. Коробейниковой Л. А. —Вологда, 1987—1988.
15. Химический анализ лекарственных растений / Под ред. Гринкевич, Сафронич Л. Н. — М.: Высшая школа.—1983.—166 с.
16. Шлигель Г. Общая микробиология. — М.: Мир, 1987—566 с.
17. Эдхард Ж. П., Сежен Ж. Планктон.—Л.: Гидрометеониздат, 1984,—255 с.
18. Яблоков А. В., Остроумов С. А. Уровни охраны живой природы. —М.: Наука, 1986,—175 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

## **ШКОЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЙ КРУЖОК**

**Методические разработки для преподавателей химии и биологии  
(Под ред. Л. А. Коробейниковой) — 1992 г.)**

---

Сдано в набор 12.04.92. г. Подписано в печать 15.05.92 г. Формат 60×84 1/16.  
Гарнитура литературная, Объем 1,62 п. л. Заказ 1436. Тираж 950.

---

Издательство Вологодского областного ИПК и ППК  
160012, г. Вологда, ул. Урицкого, 114.

Усть-Кубинская типография, 161140, п. Устье, Набережная, 1,

100p.