УЧИТЕЛЯМ · ВНЕУРОЧКА

Кружок «Водная лаборатория»

7–9 класс · 34 часов (1 час в неделю).

7–9 класс | 34 часов | внеурочная деятельность

Пояснительная записка

Цель: Сформировать у учащихся 7–9 классов умения естественнонаучного исследования на примере воды — от отбора пробы и опыта до расчёта, сравнения с гигиеническим нормативом и защиты собственного исследовательского проекта.

Задачи

- Познакомить с работой лаборатории анализа воды: отбор пробы, органолептические, химические и микробиологические показатели, нормативы СанПиН 1.2.3685-21, протокол и заключение.
- Отработать лабораторные умения: приготовление растворов, выпаривание, качественные реакции на ионы, определение жёсткости и pH, очистка воды отстаиванием, фильтрованием и коагуляцией.
- Научить решать расчётные задачи на данных: массовая доля, кратность превышения норматива, жёсткость по кальцию и магнию, расход воды и годовой сток рек.
- Связать химию, физику и географию: свойства воды, плавание тел, давление жидкости, реки России и водные ресурсы.
- Провести индивидуальный или групповой исследовательский проект и представить его на школьной конференции.
- Воспитать ответственное отношение к источникам воды и к безопасности при работе с веществами.

Планируемые результаты

- **Личностные:** ответственное отношение к здоровью семьи и к источникам воды; понимание, что внешний вид воды не говорит о её безопасности; соблюдение правил работы в кабинете химии.
- **Метапредметные:** формулировать гипотезу и планировать исследование; работать с нормативным документом и таблицами; переводить единицы; оценивать достоверность данных; аргументировать вывод числами; представлять результаты в тексте, таблице, диаграмме и устном выступлении.
- **Предметные:** читать протокол анализа (мг/л, °Ж, ЕМФ, КОЕ); рассчитывать массовую долю, кратность превышения, жёсткость; проводить качественные реакции на хлорид-, сульфат-ионы и ионы железа(III); объяснять образование накипи и способы устранения жёсткости; описывать ступени очистки воды; распределять реки России по бассейнам и рассчитывать годовой сток.

Тематическое планирование

№	Тема	Форма	Содержание
1	Вводное занятие: кто работает с водой	беседа, инструктаж	Химик-аналитик, микробиолог, гидролог, гидрогеолог, технолог водоочистки. Правила работы в кабинете химии: очки и халат, растворы в подписанных склянках, слив — по указанию учителя, ничего не пробуем на вкус. Лабораторный журнал кружка. Материал →
2	Путь пробы: от скважины до заключения	практикум	Правила отбора пробы: слить воду несколько минут, заполнить чистую бутылку до горлышка без воздуха, плотно закрыть, везти в прохладе; пробу на микробиологию доставляют быстрее всех. Номер пробы и запись: откуда, когда, что проверить. Составляем памятку для семьи. Материал →
3	Органолептика: цвет, мутность, запах	лабораторная работа	Высокий цилиндр на белом листе с текстом — оцениваем цвет и мутность водопроводной, отстоянной и мутной воды. Запах — по шкале от 0 до 5 при комнатной температуре; подогрев пробы до 60 °C делает только учитель. Почему органолептика не заменяет анализ. Материал →
4	Единицы анализа и нормативы	решение задач	мг/л; °Ж — градус жёсткости, 1 °Ж = 1 мг-экв/л; ЕМФ — единица мутности по формазину; КОЕ — колониеобразующая единица. Что такое гигиенический норматив СанПиН 1.2.3685-21; кратность превышения = результат : норматив; разные нормативы жёсткости и минерализации для водопровода и для колодцев и скважин. Материал →
5	Читаем протокол анализа	практикум в группах	Учебный протокол трёх проб (водопровод, скважина, колодец): находим превышения, считаем кратность, называем вероятную причину и способ очистки. Каждая группа пишет «заключение лаборатории» в трёх предложениях. Материал →
6	Лаборант на день	игра на интерактивной доске	По жалобе владельца выбираем анализы, сравниваем результат с нормой и даём совет. Обсуждаем: какой показатель нельзя оценить ни глазом, ни носом (нитраты, бактерии). Материал →
7	Плотность и плавание тел	лабораторная работа	Яйцо в пресной и солёной воде; растворяем соль по ложке и отмечаем, когда яйцо всплыло; яйцо «зависает» на границе слоёв. Выталкивающая сила F = ρж·g·V. После работы с сырым яйцом — вымыть руки. Материал →
8	Ареометр: плотность растворов	лабораторная работа	Самодельный ареометр (карандаш или трубочка с грузиком) в пресной воде и растворах соли разной концентрации: чем плотнее раствор, тем выше всплывает ареометр. Градуировка шкалы по известным растворам. Материал →
9	Давление жидкости	опыт, решение задач	Пластиковая бутылка с отверстиями на разной высоте: чем ниже отверстие, тем сильнее напор струи — давление жидкости растёт с глубиной (p = ρgh). Почему воду в дома подавали с водонапорных башен. Опыт — над поддоном или раковиной. Материал →
10	Испарение и кипение	опыт, обсуждение	От чего зависит скорость испарения (площадь, температура, ветер) — опыт с блюдцами на 1–2 дня. Температура кипения зависит от давления: при нормальном давлении 100 °C, на вершине Эвереста — примерно 70 °C. Материал →
11	Растворимость	лабораторная работа	Растворяем соль и сахар в холодной и тёплой воде порциями до насыщения; насыщенный и ненасыщенный раствор; читаем кривую растворимости. Тёплую воду наливает учитель; не нагревать на открытом огне. Материал →
12	Раствор с заданной массовой долей	практическая работа	Готовим 50 г раствора соли с массовой долей 5 %: 2,5 г соли и 47,5 г (47,5 мл) воды. Взвешивание, мерный цилиндр, подпись склянки. Задачи на разбавление. Материал →

№	Тема	Форма	Содержание
13	Сухой остаток и минерализация	лабораторная работа, задачи	Выпариваем 5 г раствора на часовом стекле — остаётся около 0,25 г соли (под контролем учителя, горячее стекло — щипцами). Блюдца с водопроводной, солёной и дистиллированной водой на 2–3 дня. Норматив минерализации — 1000 мг/л для водопровода, 1500 мг/л для колодцев и скважин. Материал →
14	Жёсткость воды: мыльная проба	лабораторная работа	Дистиллированная, водопроводная и модельная жёсткая вода (хлорид кальция): считаем капли мыльного раствора до пены, которая держится 30 секунд. В жёсткой воде мыло связывается с ионами кальция и магния. Материал →
15	Временная и постоянная жёсткость	демонстрация, уравнения	Углекислый газ через известковую воду: муть появляется и исчезает, при кипячении появляется снова — так образуется накипь. Содой устраняют и постоянную жёсткость. Уравнения реакций. Очки на всё время опыта: известковая вода и раствор соды — щелочные. Материал →
16	Жёсткость по кальцию и магнию	решение задач	Ж = [Ca^{2+}] : 20,04 + [Mg^{2+}] : 12,15. Шкала: до 3 °Ж — мягкая, 3–6 — средней жёсткости, 6–9 — жёсткая, больше 9 — очень жёсткая. Нормативы: 7,0 °Ж для водопровода, 10 °Ж для колодцев и скважин. Материал →
17	Что растворено в воде: ионы	лабораторная работа	Три «пробы» без подписи: определяем «морскую» (хлорид-ион, нитрат серебра), «гипсовую» (сульфат-ион, хлорид бария) и «железистую» (Fe^{3+}, роданид калия). Перчатки и очки; растворимые соли бария ядовиты, отработанные растворы — в склянку для слива. Материал →
18	Железо и марганец в подземной воде	наблюдение, задачи	Почему вода из скважины прозрачна, а через сутки рыжеет: Fe^{2+} окисляется до Fe^{3+}. Нормативы: железо 0,3 мг/л, марганец 0,1 мг/л. Обезжелезивание аэрацией с фильтрацией, каталитические загрузки. Материал →
19	Кислотность воды: pH	лабораторная работа	Универсальной индикаторной бумагой определяем pH водопроводной воды, свежей и постоявшей сутки дистиллированной воды, талой снеговой воды. Норматив для питьевой воды — от 6 до 9. Талую воду не пробуем. Материал →
20	Нитраты: откуда они и почему их не видно	беседа, задачи	Источники: удобрения, навоз и стоки ферм, неисправные септики и выгребные ямы; колодец не должен стоять ниже по склону. Норматив — 45 мг/л. Почему кипячение нитраты не убирает, а концентрирует. Материал →
21	Как очищают питьевую воду	лабораторная работа, демонстрация	Отстаивание и фильтрование мутной воды; демонстрация коагуляции сульфатом алюминия (очки, перчатки). Ступени водоподготовки: коагуляция, отстаивание, фильтрация, обеззараживание. Глину и осадок сливаем в ведро, не в раковину. Материал →
22	Очистные сооружения	игра на доске, обсуждение	Ступени очистки сточной воды: решётки, песколовка, отстойник, аэротенк, ультрафиолет. Что нельзя сливать в раковину и почему очистным трудно справиться с жиром, краской и лекарствами. Материал →
23	Реки России: бассейны океанов	практическая работа с картой	Распределяем 15 рек по бассейнам Северного Ледовитого, Тихого, Атлантического океанов и внутреннего стока; считаем долю длин рек каждого бассейна. Почему Волга не впадает ни в один океан. Материал →
24	Расход воды и годовой сток	решение задач	Средний расход Оби у Салехарда — 12 492 м³/с: сколько воды за сутки и за год (около 394 км³). Перевод единиц: 1 км³ = 1 000 000 000 м³. Материал →
25	Внутренние воды и опасные явления	беседа, работа с картой	Половодье и паводок; почему на реках, текущих на север, весной бывают заторы льда и наводнения: верховья на юге вскрываются раньше низовий. Материал →

№	Тема	Форма	Содержание
26	Водные ресурсы и их охрана	дискуссия	Пресной воды — около 2,5 % всей воды Земли; в Байкале около пятой части пресной воды озёр и рек мира. Что загрязняет воду; что может сделать школа и семья. Материал →
27	Проект: тема, цель, гипотеза	проектная мастерская	Выбор темы (примеры: «Жёсткость воды в разных районах города», «Работают ли фильтры-кувшины», «Нитраты в колодцах садового товарищества», «Водопотребление семьи», «Биотест воды местного водоёма»). Формулируем цель, задачи и проверяемую гипотезу. Материал →
28	План исследования и методика	проектная мастерская	Выбираем методы из опытов кружка: мыльная проба, pH, сухой остаток, щёлочность, биотест. План отбора проб, таблица результатов, правила безопасности. Пробы из водоёмов берут только со взрослыми и в перчатках, с берега или мостков, не заходя в воду; весной и по льду пробы не берут. Материал →
29	Биотест на семенах кресс-салата	лабораторная работа	Закладываем биотест: чашки Петри, по 30 семян, контроль и пробы (вода водоёма, снеговая вода, растворы для сравнения). Через 3–5 суток считаем проросшие семена и мерим корни. Раствор стирального порошка готовит учитель в перчатках. Материал →
30	Сбор данных	самостоятельная исследовательская работа	Выполняем опыты по своему плану, записываем результаты в журнал, фотографируем. Учитель консультирует и проверяет соблюдение безопасности. Материал →
31	Обработка результатов	практикум	Таблица и столбчатая диаграмма; сравнение с нормативами СанПиН; всхожесть и торможение роста корней в биотесте. Проверка достоверности: повторности, одинаковые условия. Материал →
32	Оформление работы	проектная мастерская	Структура: титульный лист, введение (цель, задачи, гипотеза), теория, практика, выводы, список источников. Презентация на 8–10 слайдов. Материал →
33	Предзащита	пробное выступление	Выступление на 5 минут, ответы на вопросы, взаимная рецензия по критериям: актуальность, соответствие выводов гипотезе, точность расчётов, наглядность. Материал →
34	Конференция «Вода моего города»	школьная конференция	Защита проектов перед учениками, учителями и родителями; лучшие работы — на школьную и районную конференции. Подведение итогов года. Материал →

▼ Источники фактов и чисел (24)

- правила кабинета химии: очки, халат, растворы в подписанных склянках, слив — по указанию учителя — Вода на уроках: 7–9 классы
- отбор пробы: слить воду несколько минут, заполнить бутылку до горлышка без воздуха, везти быстро и в прохладе; пробу на микробов везут быстрее всех — Как проверяют воду
- запах в лаборатории проверяют в холодной воде и в подогретой до 60 градусов (60 °C); дома запах оценивают по шкале от 0 до 5 — Как проверяют воду
- °Ж — градус жёсткости, 1 °Ж = 1 мг-экв/л; ЕМФ — единица мутности по формазину; КОЕ — колониеобразующая единица; кратность превышения = результат : норматив — Вода на уроках: 7–9 классы
- нормативы СанПиН 1.2.3685-21: минерализация ≤ 1000 мг/л (1500 мг/л для нецентрализованного водоснабжения); жёсткость ≤ 7,0 °Ж (10 °Ж); железо ≤ 0,3 мг/л; марганец ≤ 0,1 мг/л; нитраты ≤ 45 мг/л; pH 6–9 — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- выталкивающая сила F = ρж·g·V; яйцо всплывает, когда плотность раствора больше средней плотности яйца — Вода на уроках: 7–9 классы

- водонапорная башня: насосы закачивали воду наверх, оттуда она сама бежала по трубам в дома — Как люди добывали воду
- давление жидкости растёт с глубиной: $p = \rho g h$; чем больше плотность раствора, тем меньше погружается ареометр; скорость испарения зависит от площади поверхности, температуры и ветра — учебная константа (физика, 7–8 класс)
- вода кипит при 100 °C при нормальном давлении; на вершине Эвереста — примерно при 70 °C — «Факты» сайта
- раствор с $\omega = 5\ \%$: для 50 г — 2,5 г соли и 47,5 г (47,5 мл) воды; из 5 г раствора после выпаривания ≈ 0,25 г сухого остатка — Вода на уроках: 7–9 классы
- опыт «Что остаётся, когда вода испарится» — блюдца на 2–3 дня — Вода на уроках: 5–6 классы
- мыльная проба: капли мыльного раствора до пены, которая держится 30 секунд; модельная жёсткая вода — хлорид кальция; известковая вода и раствор соды — щелочные — Вода на уроках: 7–9 классы
- Ж = $[Ca^{2+}] : 20{,}04 + [Mg^{2+}] : 12{,}15$; шкала: до 3 °Ж — мягкая, 3–6 — средней жёсткости, 6–9 — жёсткая, больше 9 — очень жёсткая — Вода на уроках: 7–9 классы
- качественные реакции: хлорид — нитрат серебра; сульфат — хлорид бария; Fe^{3+} — роданид калия; растворимые соли бария ядовиты — Вода на уроках: 7–9 классы
- железо в подземной воде — Fe^{2+}, на воздухе окисляется до Fe^{3+}; обезжелезивание — аэрация и фильтрация, каталитическая загрузка — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- постоявшая дистиллированная вода слабокислая — растворился углекислый газ воздуха — Вода на уроках: 10–11 классы
- источники нитратов — удобрения, навоз, стоки ферм, септики и выгребные ямы; кипячение нитраты не убирает, а концентрирует — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- на станциях водоподготовки за коагуляцией следуют отстаивание, фильтрация и обеззараживание; коагулянт — сульфат алюминия — Вода на уроках: 10–11 классы
- ступени очистки сточных вод: решётки, песколовка, отстойник, аэротенк, ультрафиолет — Очистные сооружения
- средний расход Оби у Салехарда — 12 492 м³/с; годовой сток ≈ 394 км³; 1 км³ = 1 000 000 000 м³ — страница региона на сайте
- весенние заторы: верховья рек на юге вскрываются раньше низовий на севере — Вода на уроках: 7–9 классы
- пресной воды около 2,5 % всей воды Земли; в Байкале около пятой части пресной воды озёр и рек мира — «Факты» сайта
- биотест на кресс-салате: по 30 семян на чашку, 3–5 суток; порошок раздражает кожу и глаза — разводит учитель в перчатках — Вода на уроках: 10–11 классы
- темы проектов: жёсткость в разных районах, фильтры-кувшины, нитраты в колодцах, биотест водоёма, остаточный хлор, водопотребление семьи; презентация — 8–10 слайдов — Вода на уроках: 10–11 классы