УЧИТЕЛЯМ · 7–9 КЛАССЫ

Вода на уроках: 7–9 классы

Химия, география и физика: как читать протокол анализа воды, что такое жёсткость и как её устраняют, куда текут реки России и сколько воды они несут. Нормативы — по СанПиН 1.2.3685-21; протоколы проб — учебные, составлены так, как их выдаёт настоящая лаборатория.

Связь с программой

ФГОС ООО (приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287), ФОП ООО (приказ от 18.05.2023 № 370), федеральные рабочие программы «Химия», «География», «Физика».

Предмет, класс	Тема программы	Материалы этой страницы
Физика, 7	«Выталкивающая (архимедова) сила. Закон Архимеда. Плавание тел»	Опыт 4
Химия, 8	«Физические свойства воды. Вода как растворитель. Растворы… Массовая доля вещества в растворе… Загрязнение природных вод. Охрана и очистка природных вод». Практические работы: «Приготовление растворов с определённой массовой долей растворённого вещества», «Разделение смесей (на примере очистки поваренной соли)»	Урок 1, опыт 3, задачи 1 и 3
Химия, 9	«Жёсткость воды и способы её устранения»; практическая работа «Жёсткость воды и методы её устранения»; лабораторные опыты — качественные реакции на хлорид- и сульфат-ионы, ионы железа	Опыты 1 и 2, задача 2, урок 1
География, 8	«Моря России. Внутренние воды и водные ресурсы». Практические работы: «Сравнение особенностей режима и характера течения двух рек России», «Объяснение распространения опасных гидрологических природных явлений на территории страны»	Урок 2 (бассейны, сток, заторы), задачи 4 и 5

Метапредметные результаты: работать с нормативным документом и табличными данными, переводить единицы, оценивать достоверность вывода, выбирать решение по критериям. Подходит для проектной деятельности 8–9 классов — см. проект «Какая вода у меня дома».

Химия · 8–9 класс | 45 минут | урок-практикум

Урок 1. Анализ питьевой воды: протокол и нормативы

ПРЕДМЕТНЫЕ
Читать протокол анализа (мг/л, °Ж, ЕМФ, КОЕ), сравнивать результат с нормативом, считать кратность превышения, связывать показатель с его природным или техногенным источником и способом очистки.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ
Работать с нормативным документом, анализировать таблицу, формулировать аргументированный вывод — «заключение лаборатории».

ЛИЧНОСТНЫЕ
Ответственное отношение к здоровью семьи и к источникам воды; понимание, что внешний вид воды не говорит о её безопасности.

Оборудование: протокол трёх проб (ниже, раздаётся группам), таблица нормативов, калькуляторы. Для мотивации — две бутылки воды из железистой скважины: только что набранная (прозрачная) и постоявшая сутки (с рыжим осадком). Если такой воды нет — фото или история «Как проверяют воду».

Ход урока

0–3 Мотивация
Две бутылки из одной скважины: вчера и сегодня. «Почему прозрачная вода порыжела? Можно ли было пить её вчера?»

3–10 Как работает лаборатория
Путь пробы от отбора до заключения. Единицы: мг/л; °Ж — градус жёсткости, равный 1 мг-экв/л; ЕМФ — единица мутности по формазину; КОЕ — колониеобразующая единица.

10–15 Нормативы
СанПиН 1.2.3685-21: что такое гигиенический норматив, как считать кратность превышения (результат : норматив). Разница нормативов для водопровода и для колодцев и скважин (жёсткость, минерализация).

15–32 Работа в группах
Три группы — три пробы. Найти превышения, посчитать кратность, назвать вероятную причину и способ очистки. Записи — в общую таблицу на доске.

32–40 Заключения
Каждая группа читает «заключение лаборатории» в трёх предложениях: соответствует ли вода нормативам, что превышено, что делать.

40–45 Рефлексия, домашнее задание
«Какой показатель нельзя оценить ни глазом, ни носом?» Домашнее задание — задача 2 (жёсткость по кальцию и магнию).

Протокол анализа трёх проб: А — водопровод, Б — скважина 60 м, В — колодец 8 м (учебные данные; нормативы — СанПиН 1.2.3685-21)

Показатель, единицы	Норматив	А	Б	В
Водородный показатель (pH)	6–9	7,4	7,2	6,8
Мутность, ЕМФ	≤ 2,6	0,8	4,1	1,2
Запах, балл	≤ 2	1	2	2
Железо, мг/л	≤ 0,3	0,12	1,9	0,18
Марганец, мг/л	≤ 0,1	0,02	0,24	0,03
Жёсткость общая, °Ж	≤ 7,0*	4,8	9,6	6,2
Нитраты (NO_3^-), мг/л	≤ 45	6,1	2,3	78
Хлориды, мг/л	≤ 350	24	18	96
Сульфаты, мг/л	≤ 500	38	112	140
Минерализация, мг/л	≤ 1000*	310	640	720
Свободный хлор, мг/л	0,3–0,5	0,35	—	—
Общее микробное число, КОЕ/мл	≤ 50	4	12	140
Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	0	0	0	12

* Для водопровода. Для нецентрализованного водоснабжения (колодцы, скважины) норматив жёсткости — 10 °Ж, минерализации — 1500 мг/л. Свободный хлор нормируется в водопроводной сети; в воде колодца и частной скважины его обычно нет. Колиформные бактерии: 0 — не обнаружены, норматив — отсутствие в 100 мл.

Вопросы и ожидаемые ответы

1. Какая проба соответствует всем нормативам?
Ответ: А — водопровод.

2. Что превышено в пробе Б и во сколько раз?
Ответ: Железо — в 6,3 раза (1,9 : 0,3), марганец — в 2,4 раза, мутность — в 1,6 раза. Жёсткость 9,6 °Ж превышает норматив для водопровода (в 1,4 раза), но укладывается в норматив для скважин — 10 °Ж; по классификации это очень жёсткая вода (больше 9 °Ж).

3. Почему вода из скважины прозрачна, а через сутки рыжеет?
Ответ: В подземной воде железо растворено в виде бесцветного Fe^{2+}. На воздухе оно окисляется до Fe^{3+} и выпадает рыжими хлопьями — отсюда и мутность, и пятна на сантехнике.

4. Что превышено в пробе В и откуда это могло попасть в колодец?
Ответ: Нитраты — в 1,7 раза (78 : 45), общее микробное число — в 2,8 раза, обнаружены колиформные бактерии (их быть не должно). Вероятные источники — удобрения, навоз, неисправный септик или выгребная яма выше по склону, поверхностный сток в неглубокий колодец.

5. Что посоветовать владельцам скважины Б и колодца В?
Ответ: Б: обезжелезивание (аэрация и фильтрация или каталитическая загрузка), при желании — умягчение. В: найти и устранить источник загрязнения, вычистить и продезинфицировать колодец, обеззараживать воду (хлор, ультрафиолет); нитраты убирают обратным осмосом. Кипячение убьёт бактерии, но нитраты не уберёт — наоборот, сконцентрирует.

Какой показатель нельзя оценить ни глазом, ни носом?
Ответ: Нитраты и бактерии: вкуса, цвета и запаха у них нет. Только анализ.

География · 8 класс | 45 минут | практическая работа

Урок 2. Реки России: бассейны океанов и годовой сток

ПРЕДМЕТНЫЕ
Распределять реки по бассейнам океанов и внутреннего стока; объяснять направление течения рельефом; рассчитывать годовой сток по среднему расходу воды; объяснять весенние заторы на реках, текущих на север.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ
Работать с таблицей и картой, вычислять доли, переводить единицы (м³ → км³), строить вывод на числах.

ЛИЧНОСТНЫЕ
Понимание масштаба водных богатств России и их неравномерного размещения.

Оборудование: физическая карта России, атлас, таблица рек (задача 4 ниже), калькуляторы.

Ход урока

0–5 **Вопрос-ловушка**
«В какой океан впадает Волга?» Собрать варианты ответов.

5–12 **Понятия**
Бассейн реки, бассейн океана, главный водораздел, бассейн внутреннего стока. Как определить бассейн притока: по главной реке.

12–27 **Практическая часть 1**
Распределить 15 рек по бассейнам; найти сумму длин рек каждого бассейна и её долю от общей.

27–37 **Практическая часть 2**
Расход воды и годовой сток: средний расход Оби у Салехарда — 12 492 м³/с. Сколько воды Обь выносит за сутки и за год?

37–45 **Вывод**
Почему крупнейшие реки Сибири текут на север и чем это опасно весной. Домашнее задание: реки своего региона — к какому бассейну они относятся.

Вопросы и ожидаемые ответы

В какой океан впадает Волга?
Ответ: Ни в какой. Каспийское море — бессточное озеро; Волга — крупнейшая река бассейна внутреннего стока.

Как определить бассейн притока?
Ответ: По главной реке: Иртыш → Обь → Карское море → Северный Ледовитый океан; Кама и Ока → Волга → Каспий.

Бассейн какого океана самый крупный по сумме длин рек таблицы?
Ответ: Северного Ледовитого: 7 рек из 15, 21 502 км — около 59 % общей длины.

Почему крупнейшие реки Сибири текут на север?
Ответ: Поверхность понижается от гор юга и юго-востока к Северному Ледовитому океану — реки текут по уклону.

Чем опасна весна на этих реках?
Ответ: Верховья на юге вскрываются ото льда раньше, чем низовья на севере. Льдины упираются в ещё не растаявший лёд, образуются заторы, вода поднимается — наводнения.

Что такое расход воды и годовой сток?

Ответ: Расход — объём воды, проходящий через сечение реки за 1 секунду (м³/с). Годовой сток — объём воды за год (обычно в км³).

Сколько воды выносит Обь за год?

Ответ: 12 492 м³/с × 31 536 000 с ≈ 3,94 · 10^{11} м³ ≈ 394 км³ (1 км³ = 10^9 м³).

Опыты

Работа в кабинете химии или физики по правилам кабинета: очки, халат, растворы в подписанных склянках, слив — по указанию учителя.

Химия · 9 класс | 25–30 минут

Опыт 1. Жёсткость воды: сравниваем и устраняем

Нужно: пробирки с пробками, пипетка, дистиллированная и водопроводная вода, модельная жёсткая вода (несколько кристаллов хлорида кальция на 100 мл воды), мыльный раствор (стружка хозяйственного мыла в дистиллированной воде), 5 %-й раствор карбоната натрия, известковая вода, прибор для получения углекислого газа, спиртовка, держатель.

1. **Сравнение.** В три пробирки — по 5 мл дистиллированной, водопроводной и модельной воды. Добавлять мыльный раствор по каплям, встряхивая, до пены, которая держится 30 секунд. Записать число капель.
2. **Временная жёсткость (демонстрация).** Пропускать углекислый газ через известковую воду: сначала муть, затем она исчезает. Прокипятить раствор — муть появляется снова.
3. **Постоянная жёсткость.** К 5 мл модельной воды добавить 1 мл раствора соды — выпадает осадок. Профильтровать и повторить пенный тест.

Что увидим и почему: в жёсткой воде пены меньше — мыло связывается с ионами кальция и магния.
Уравнения:
$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$; $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$; при кипячении $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$ — так образуется накипь.
$CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2NaCl$ — содой устраняют и постоянную жёсткость.

⚠ Техника безопасности

- Защитные очки на всё время опыта: известковая вода и раствор соды — щелочные, при попадании в глаза промыть большим количеством воды и сообщить учителю.
- Нагревать пробирку в держателе, жидкости — не больше трети объёма; сначала прогреть всю пробирку; отверстие направлять от себя и соседей.
- Спиртовку зажигать спичкой, гасить колпачком; не зажигать одну спиртовку от другой.

Химия · 9 класс | 20 минут

Опыт 2. Что растворено в воде: качественные реакции на ионы

Нужно: три «пробы» — модельные растворы без подписи (хлорид натрия, сульфат натрия, сильно разбавленный хлорид железа(III)), реактивы: нитрат серебра (1–2 %), хлорид бария (5 %), роданид калия; пробирки, пипетки.

1. Каждую «пробу» разлить по трём пробиркам, по 1–2 мл.
2. В первую пробирку каждой пробы — 2 капли нитрата серебра, во вторую — 2 капли хлорида бария, в третью — 2 капли роданида калия.
3. Записать наблюдения в таблицу и определить, какая проба «морская», какая «гипсовая», какая «железистая».

Что увидим: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$ (белый творожистый осадок); $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$ (белый мелкокристаллический осадок); $Fe^{3+} + 3SCN^- \rightarrow Fe(SCN)_3$ (кроваво-красный раствор). **Связь с лабораторией:** хлориды в воде определяют титрованием нитратом серебра, сульфаты — по помутнению с хлоридом бария.

⚠ Техника безопасности

- Перчатки и очки. Нитрат серебра оставляет на коже и одежде тёмные пятна, которые не отмываются несколько дней.
- Растворимые соли бария ядовиты: не допускать попадания в рот и на кожу; отработанные растворы — в отдельную склянку для слива, не в раковину.
- Реактивы набирать только пипеткой из своей склянки, не путать пипетки. После работы вымыть руки с мылом.

Химия · 8 класс | 20 минут

Опыт 3. Раствор с заданной массовой долей

Нужно: весы, поваренная соль, мерный цилиндр на 50 мл, стакан, стеклянная палочка.

1. Рассчитать массу соли и воды для 50 г раствора с массовой долей соли 5 %.
2. Взвесить соль, отмерить воду цилиндром (плотность воды — 1 г/мл), растворить, перемешивая палочкой.
3. Подписать стакан: «NaCl, ω = 5 %, 50 г».

Расчёт: m(соли) = 50 г × 0,05 = 2,5 г; m(воды) = 50 − 2,5 = 47,5 г, то есть 47,5 мл. **Продолжение:** 5 г этого раствора выпарить на часовом стекле под контролем учителя и убедиться, что сухого остатка ≈ 0,25 г — так же определяют минерализацию воды.

⚠ Техника безопасности

- Выпаривание — только под руководством учителя: стекло на сетке или водяной бане, раствор может разбрызгиваться.
- Горячее стекло брать тигельными щипцами; давать остыть на керамической плитке.

Физика · 7 класс | 15 минут

Опыт 4. Плавание тел: яйцо в солёной воде

Нужно: высокий стакан, сырое яйцо, поваренная соль, ложка, кувшин с водой. По шагам с картинками — опыт «Яйцо-поплавок» в истории «Опыты».

1. Опустить яйцо в стакан с пресной водой — оно тонет.
2. Достать яйцо, растворять соль по ложке, каждый раз проверяя яйцо. Записать, после какой ложки яйцо всплыло.
3. Осторожно, по ложке, налить сверху пресную воду: яйцо «зависнет» на границе слоёв.

Объяснение: на тело в жидкости действует выталкивающая сила $F = \rho_ж g V$. Растворяя соль, увеличиваем плотность жидкости; когда она становится больше средней плотности яйца, выталкивающая сила превышает силу тяжести, и яйцо всплывает.

⚠ Техника безопасности

- После работы с сырым яйцом вымыть руки с мылом; яйцо после опыта не употреблять.
- Стакан — на поднос; разлитую воду сразу вытереть.

Задачи с данными

Задачи 1–3 — в рабочем листе. Нормативы — СанПиН 1.2.3685-21, длины рек и расход Оби — со страниц регионов сайта.

Химия · 8–9 класс | анализ протокола

Задача 1. Кратность превышения

По протоколу трёх проб в уроке 1 заполните таблицу: показатель, проба, результат, норматив, кратность (результат : норматив, до десятых). Отметьте показатели, где кратность больше 1. Отдельно оцените жёсткость пробы Б по нормативу для скважин.

Ключ

Проба	Показатель	Результат	Норматив	Кратность
Б	Железо	1,9 мг/л	0,3	**6,3**
Б	Марганец	0,24 мг/л	0,1	**2,4**
Б	Мутность	4,1 ЕМФ	2,6	**1,6**
Б	Жёсткость (водопровод / скважина)	9,6 °Ж	7,0 / 10	1,4 / 0,96
В	Нитраты	78 мг/л	45	**1,7**
В	Общее микробное число	140 КОЕ/мл	50	**2,8**
В	Колиформные бактерии	12 КОЕ/100 мл	не допускаются	**обнаружены**

Проба А соответствует всем нормативам. Жёсткость пробы Б по нормативу для скважин (10 °Ж) допустима.

Химия · 9 класс расчёт

Задача 2. Жёсткость по кальцию и магнию

Жёсткость в градусах (°Ж = мг-экв/л): Ж = [Ca^{2+}] : 20,04 + [Mg^{2+}] : 12,15, где концентрации — в мг/л, а 20,04 и 12,15 — массы одного миллиграмм-эквивалента кальция и магния. Шкала: до 3 °Ж — мягкая, 3–6 — средней жёсткости, 6–9 — жёсткая, больше 9 — очень жёсткая.

Вода	Ca^{2+}, мг/л	Mg^{2+}, мг/л
1. Таёжная река	32	6,1
2. Водопровод	60	12,2
3. Скважина в известняках	120	36,5
4. Скважина в гипсах	140	48,6

1. Рассчитайте жёсткость каждой воды (до десятых) и определите её тип по шкале.
2. Какие пробы не соответствуют нормативу для водопровода (7,0 °Ж)? А для колодцев и скважин (10 °Ж)?
3. В какой воде мыло будет пениться хуже всего и где быстрее появится накипь?

Ключ

1. 1) 32 : 20,04 + 6,1 : 12,15 = 1,6 + 0,5 = 2,1 °Ж — мягкая; 2) 3,0 + 1,0 = 4,0 °Ж — средней жёсткости; 3) 6,0 + 3,0 ≈ 9,0 °Ж (точнее 8,99) — жёсткая, на границе с очень жёсткой; 4) 7,0 + 4,0 = 11,0 °Ж — очень жёсткая.
2. Нормативу для водопровода не соответствуют пробы 3 и 4; нормативу для колодцев и скважин — только проба 4.
3. В пробе 4: больше всего ионов кальция и магния.

Химия · 8 класс растворы

Задача 3. Массовая доля и сухой остаток

1. Сколько граммов соли и воды нужно для 200 г раствора с массовой долей соли 5 %?
2. К этому раствору добавили 50 г воды. Какой стала массовая доля соли?
3. Из 1 л воды скважины Б выпарили всю воду; осталось 0,64 г солей. Чему равна минерализация в мг/л? Соответствует ли она нормативу (1000 мг/л)?
4. Сколько граммов солей останется, если выпарить 5 л водопроводной воды А (минерализация 310 мг/л)?

Ключ

1. Соль: 200 × 0,05 = 10 г; вода: 200 − 10 = 190 г.
2. 10 : (200 + 50) = 0,04 — 4 %.
3. 0,64 г/л = 640 мг/л — соответствует (меньше 1000).
4. 310 × 5 = 1550 мг = 1,55 г.

География · 8 класс бассейны

Задача 4. Реки России по бассейнам

Река	Длина, км	Куда впадает
Лена	4400*	море Лаптевых
Иртыш	4248	Обь
Обь	3650	Карское море
Волга	3530	Каспийское море
Енисей	3487	Карское море
Амур	2824	Охотское море (Амурский лиман)
Урал	2428	Каспийское море
Колыма	2129	Восточно-Сибирское море
Дон	1870	Азовское море
Печора	1809	Баренцево море
Кама	1805	Волга
Ангара	1779	Енисей
Ока	1500	Волга
Кубань	870	Азовское море
Нева	74	Финский залив Балтийского моря

* Длина Лены — вместе с дельтой.

1. Распределите реки по бассейнам: Северного Ледовитого, Тихого, Атлантического океанов и внутреннего стока.
2. Найдите сумму длин рек каждого бассейна и долю от общей суммы (до целых процентов).
3. Почему Дон и Кубань относят к бассейну Атлантического океана, хотя впадают они в Азовское море?
4. Какой вывод о направлении течения крупных рек России можно сделать?

Ключ

1. Северный Ледовитый: Лена, Иртыш, Обь, Енисей, Колыма, Печора, Ангара. Тихий: Амур. Атлантический: Дон, Кубань, Нева. Внутренний сток (Каспий): Волга, Урал, Кама, Ока.
2. Общая сумма — 36 403 км. Северный Ледовитый — 21 502 км (59 %); внутренний сток — 9263 км (25 %); Тихий — 2824 км (8 %); Атлантический — 2814 км (8 %).
3. Азовское море через Керченский пролив соединяется с Чёрным, Чёрное — со Средиземным, а оно — с Атлантическим океаном.
4. Большинство крупнейших рек течёт на север, в Северный Ледовитый океан: поверхность страны в целом понижается к северу.

География · 8 класс сток

Задача 5. Сколько воды несёт Обь

У Салехарда Обь несёт в среднем 12 492 м³ воды в секунду. 1 м³ = 1000 л; полная ванна — около 150 л; 1 км³ = 1 000 000 000 м³.

1. Сколько кубометров воды Обь выносит за сутки?
2. Чему равен годовой сток Оби в км³ (год — 365 суток)?
3. Сколько полных ванн воды Обь проносит за одну секунду?

Ключ

1. 12 492 × 86 400 = 1 079 308 800 м³ ≈ 1,08 км³ в сутки.
2. 1,079 км³ × 365 ≈ 394 км³ в год.
3. 12 492 000 л : 150 л = 83 280 ванн.