

## ГЕОМЕТРИЯ ДОЖДЯ И СНЕГА (ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ)

Хохлов А.А.

*г. Полярный Мурманской области, МБОУ «Гимназия», 5 «Б» класс*

*Научный руководитель: Хохлова Е.М., МБОУ «Гимназия»*

**Актуальность.** Есть два глобальных природных ресурса, без которых представить существование человека невозможно, – это воздух и вода. С ростом численности населения планеты и загрязнения окружающей среды все больше и больше воздух и вода становятся дефицитными. 97,2% воды, которая находится на планете земля, принадлежит соленым океанам и морям. И только 2,8% – это пресная вода. Ежегодно, как следствие испарения влаги из мирового океана образуется огромный запас пресной воды (около 400 000 км<sup>3</sup>) в виде облаков. Небольшая его часть все же снова оказывается в океане, но большая часть выпадает на материки в форме снега и дождя, а затем попадает в озера, реки и подземные воды. Даже такой небольшой процент доступной пресной воды смог бы покрыть все нужды человечества, если бы ее запасы были равномерно распределены по планете, но это не так.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (FAO) выделила несколько территорий, уровень потребления воды, которыми превышает объем возобновляемых водных ресурсов. На Аравийском полуострове воду экспортируют с помощью танкеров и трубопроводов, проводят процедуры опреснения морской воды. Под напряжением находятся водные ресурсы в Пакистане, Узбекистане и Таджикистане. Здесь потребляют почти 100% возобновляемых водных ресурсов. Более 70% возобновляемых водных ресурсов добывает Иран. Проблемы с пресной водой существуют также в Северной Африке, особенно в Ливии и Египте. В этих странах используют почти 50% водных ресурсов. Самую большую потребность испытывают не те страны, где часто бывают засухи, а те, где высокая плотность населения. Больше 80 стран мира испытывают дефицит пресной воды. И, с каждым днем, эта проблема все более обостряется. Дефицит воды даже вызывает гуманитарные и государственные конфликты. Неправильное использование грунтовых вод приводит к уменьшению их объемов.

Таким образом, проблема пресной воды становится глобальной, охватывая со временем все новые и новые страны.

Запасы мировых океанических и континентальных вод составляют 1,5 млрд.куб. км, они чрезвычайно высокого содержания солей и не пригодны для питья. Доля пресной воды в общем объеме мировых вод составляет 2,53% или 31–35 млн.куб.км. Но эти воды, заключенные в ледниках, находящиеся в виде атмосферной и почвенной влаги, в подземных морях, не доступны для освоения.

**Новизна.** Ежегодно на планете Земля наблюдается комплекс метеорологических явлений: грозы, дождь, град, снег. Это ведь тоже пресная вода. Например, принято считать, что Санкт-Петербург является очень дождливым городом, гораздо более дождливым, чем, например, Москва. Однако ученые утверждают другое: за год дожди приносят больше воды в Москве. Откуда они это знают? Разве можно измерить, сколько воды приносит дождь? Это кажется трудной задачей, но мы попробуем ее решить.

**Цель работы.** Вычислить количество воды, выливающейся из атмосферы на поверхность Земли.

Задачи:

1. Найти способ подсчета воды, применимый в быту;
2. Подсчитать количество воды, вылившейся на огород после дождя;
3. Научиться измерять количество воды, приносимую градом и снеговую воду;
4. Вычислить, сколько воды выпадает на каждый квадратный километр земной поверхности.

**Методы,** используемые в работе:

1. Изучение научной литературы, наблюдения.
2. Практический эксперимент.
3. Анализ полученных данных.

Этапы исследования:

1. Анализ ситуации по проблеме, выдвижение гипотезы;
2. Проведение исследования;
3. Обработка полученных результатов;
4. Формирование выводов.

**Гипотеза:** ежегодно из атмосферы изливается на поверхность нашей планеты 400 000 куб.км. воды.

**Объект исследования:** атмосферные осадки.

**Предмет исследования:** пресная вода.

Продолжительность исследования 1 год.

Эксперимент 1

### Ход работы

#### 1 этап. Постановка задачи

В прошлом учебном году в моем классе был проведен Всероссийский экологический урок «Вода России», на котором мы узнали, что запасы пресной воды на Земле строго ограничены, а население и нужды в потреблении воды неуклонно растут (рис.1). За последние 100 лет население планеты выросло в 3 раза, а потребление пресной воды – в 7 раз, в том числе на коммунально-питьевые нужды – в 13 раз. Ряд регионов уже столкнулся с проблемой нехватки пресной воды, а многие эксперты считают её наиболее острой глобальной проблемой грядущих десятилетий. Россия занимает второе место в мире (после Бразилии) по запасам водных ресурсов. В нашей стране более 2,5 миллионов рек с общим объёмом ежегодного речного стока 4270 км<sup>3</sup>, в том числе более 3000 средних по протяжённости (200–500 км) и больших (более 500 км). В России более 2 миллионов озёр, в том числе уникальное озеро Байкал, заключающее в себе почти 20% всей пресной воды на планете. Таким образом, пресной воды в России много, но запасы её распределены крайне неравномерно.

Меня заинтересовал вопрос возможности возобновления водных ресурсов. Атмосферные осадки – это очень важный элемент климата любой страны. Климат тем влажнее, чем чаще идут дожди или снега. В метеорологии количество осадков измеряется толщиной в миллиметрах того слоя воды, который они образовали бы на поверхности земли, если бы не было испарения или стока.

#### 2 этап. Практическая часть

Наверное, каждый из нас задавался вопросом: как метеорологи измеряют количество выпавших осадков? В метеорологии различают 2 понятия: высота снежного покрова и количество выпавших осадков. То, что мы видим на улице после снегопада, это высота снежного покрова и, действительно, иной раз она достигает 50 сантиметров, хотя количество выпавших осадков при этом, возможно, не более 20 миллиметров. Ведь, один миллиметр выпавшего снега равен 1–1,5 см высоты снежного покрова, в зависимости, от структуры снега.

Но как количественно представить себе, что такое 1 мм осадков? В метеорологии 1 миллиметр осадков – это один литр воды на квадратный метр. Значит, например,

800 мм осадков – это 800 литров воды на 1 квадратный метр!!!

Измерим толщину того слоя воды, который образовался бы на земле, если бы выпавшая вода не растекалась и не впитывалась в почву.

Это сделать не сложно. Ведь когда идет дождь, то падает он на всю местность равномерно. Ведь, как известно, не бывает так, чтобы на одну грядку они принесли больше воды, чем на соседнюю. Поэтому необходимо измерить толщину слоя дождевой воды на одной какой-нибудь площадке. Так мы будем знать его толщину на всей площади, политой дождем. Для этого нужно устроить хотя бы один небольшой участок, где бы дождевая вода не впитывалась в землю и не растекалась. Годится любой открытый сосуд, например, ведро.

Выставим в дождь его на открытое место. Как измерить высоту уровня воды в ведре? Вставить в него измерительную линейку? Но это удобно только в том случае, когда в ведре много воды. Если же слой ее, как обычно и бывает, не более 2–3 см, или даже несколько миллиметров, то измерить толщину водяного слоя таким способом, конечно, не удастся. Как же быть?

Лучше всего перелить воду в более узкий стеклянный сосуд. В таком сосуде вода будет стоять выше, а сквозь прозрачные стенки легко видеть высоту уровня. Конечно, измеренная в узком сосуде высота воды не есть толщина слоя, но легко перевести одно измерение в другое. Пусть диаметр доньшка сосуда ровно в десять раз меньше диаметра дна нашего сосуда- дождемера (ведра). Площадь доньшка будет тогда меньше, чем площадь дна ведра в 10х10, т.е в 100 раз. Значит вода, перелитая из ведра, должна в стеклянном сосуде стоять в 100 раз выше. Если в ведре толщина слоя дождевой воды была 2 мм, то в узком сосуде та же вода установится на уровне 200 мм = 20 см. Вполне достаточно, если стеклянный сосуд уже ведра в 5 раз. Тогда площадь его дна в 25 раз меньше площади дна ведра и уровень перелитой воды поднимется во столько же раз. Каждому миллиметру толщины водяного слоя в ведре будут отвечать 25 мм высоты воды в узком сосуде.

Можно наклеить на наружную стенку стеклянного сосуда бумажную полоску. На ней нанесем через каждые 25 мм деления, обозначив цифрами 1,2,3 и т.д. Тогда, глядя на высоту воды в узком сосуде, вы без всяких пересчетов будете знать толщину водяного слоя в ведре – дождемере (рис. 2).

Итак, у нас теперь имеется снаряжение для измерения толщины слоя дождевой воды (рис. 3). Конечно, оно не так аккуратно

учитывает дождевую воду, как настоящие измерительные приборы, которыми пользуются на метеорологических станциях, но все же может помочь сделать много полезных расчетов (рис. 4).

### Эксперимент 2

Пусть имеется огород в 40 метров длины и 24 метра ширины. Шел дождь. Как рассчитать сколько всего воды вылилось на огород?

Начать надо, конечно, с определения толщины слоя дождевой воды. Пусть наш самодельный дождемер показал, что дождь налил водяной слой в 4 мм высоты. Сосчитаем, сколько куб.см воды стояло бы на каждом кв.м. огорода, если бы вода не впитывалась в землю. Один кв. м. имеет ширину 100см и длину 100см; на нем стоит слой воды высотой в 4 мм.=0,4см.

Значит, объем такого слоя воды равен:

$$100 \cdot 100 \cdot 0,4 = 4\,000 \text{ куб.см.}$$

Известно, что 1 куб.см воды весит 1 г., значит на каждый кв.м. огорода выпало воды :

$$4\,000 \text{ г} = 4 \text{ кг.}$$

Вся площадь огорода:

$$S = 40 \cdot 24 = 960 \text{ кв.м.};$$

Всего с дождем вылилось на него воды:  $4 \cdot 960 = 3840$  кг., примерно 4 тонны.

Можно вычислить, сколько ведер воды нам пришлось бы принести, чтобы дать огороду полив такой же силы. В обычном ведре примерно 12 кг воды. Следовательно дождь пролил:

$$3840 : 12 = 320 \text{ ведер воды.}$$

Получается, что нам пришлось бы вылить больше 300 ведер воды, чтобы заметить то орошение, которое принес дождь, длившийся, может быть, каких-нибудь четверть часа.

Осадками называется вся вообще выпадающая вода, падает ли она в виде дождя, града, снега.

### Эксперимент 3

Замерить воду, приносимую снегом и градом.

Поступаем таким же способом. Градины падают в на дождемер и там тают. Образовавшуюся от града воду измеряем выше описанным способом. Несколько иначе следует измерять воду, приносимую снегом. Потому что снег, попадающий в ведро, частью выдувается оттуда ветром. При учете снеговой воды можно обойтись и без всякого дождемера. Измерить толщину слоя

снега, покрывающего огород, двор при помощи деревянной рейки. А чтобы узнать, какой толщины водяной слой получится от таяний этого снега, надо проделать опыт: наполнить ведро снегом той же рыхлости и, дав ему растаять, заметить какой высоты получился слой воды. Таким образом мы можем определить, сколько миллиметров водяного слоя получится из каждого сантиметра слоя снега.

Итоговые расчеты:

Вернемся к нашей гипотезе. Теперь мы знаем способ подсчета выпавших осадков. Будем считать, что на суше среднее количество осадков за год равно 780мм = 78 см., а вся поверхность земного шара равна 509 миллионов квадратных километров. Вычислим сначала, сколько воды выпадает на каждый квадратный километр земной поверхности:

На 1 кв.метр или на 10 000 кв.см выпадает:

$$78 \text{ см} \cdot 10\,000 \text{ кв.см} = 780\,000 \text{ куб.см}$$

В квадратном километре:

$$1\,000 \cdot 1\,000 = 1\,000\,000 \text{ кв.м.}$$

Площадь	Количество осадков
1 кв.метр	780 000 куб.см
1 кв.километр	780 000 000 000 куб.см =780 000 куб.м
Поверхность Земли	509 000 000 · 780 000 = =397 000 000 000 000 куб. м.

Чтобы перевести это число в куб. км, нужно его разделить на 1 000 000 000:

$$397\,000\,000\,000\,000 : 1\,000\,000\,000 = \\ = 397\,000 \text{ куб.км.}$$

Значит действительно, ежегодно из атмосферы изливается на поверхность нашей планеты почти 400 000 куб.км. воды. Гипотеза верна!

### Выводы

1. Ежегодно из атмосферы изливается на поверхность нашей планеты 400 000 куб. км. воды.

2. Возобновление запасов пресной воды зависит от испарения с поверхности океанов. Ежегодно океаны испаряют около 505 тысяч куб. км воды, что соответствует слою толщиной 1,4 м. Еще 72 тысячи куб. км воды испаряется с поверхности суши.

3. В глобальном масштабе около двух третей всех осадков возвращается в атмосферу.

### Заключение

Итак, несмотря на то, что ежегодно на нашу планету выливается такое огромное

количество воды, много рек и озер, жители Земли уже сегодня испытывают значительный дефицит пресной воды.

Основная проблема водного обеспечения состоит в том, что эти запасы распределены на планете неравномерно. Причем, 3/4 запасов пресной воды находятся в форме ледников, к которым очень трудно получить доступ. Из за этого в некоторых регионах уже сейчас наблюдается дефицит пресной воды.

Вторая проблема – это загрязнение существующих доступных источников воды продуктами жизнедеятельности человека (соли тяжелых металлов, продукты переработки нефти). Чистую воду, которую можно употреблять без предварительной очистки можно найти только в отдаленных экологически чистых зонах. А вот густонаселенные регионы, наоборот, страдают от невозможности пить воду из своих скудных запасов.

Я провел социологический опрос среди своих одноклассников и их родителей (рис. 5–10), а также интерактивный опрос с использованием Гугл-форума (рис. 11). Ситуация усугубляется еще и тем, что нарастание дефицита воды повсеместно сопровождается загрязнением располагаемых водных ресурсов благодаря отрицательной деятельности человека.

В Мурманской области вопросами состояния и охраны окружающей среды занимается Министерство природных ресурсов и экологии (рис. 12), которое постоянно ведет мониторинг состояния двух глобальных природных ресурсов – это воздух и вода. Первые ранговые места по суммарным показателям загрязнения питьевой воды занимают Кандалакшский, Печенгский районы, г. Мурманск и Кольский район (рис. 13).

Комфорт загородной жизни во многом зависит от коммуникаций, в том числе и от автономной системы водоснабжения. Обычно водозабор происходит из колодца или скважины, находящейся на территории загородного участка, но иногда этой воды не хватает, и приходится находить дополнительные, резервные источники. Один из них – сбор дождевой воды с крыши дома, бани или подсобного помещения.

Годится ли вода, собранная после дождя, для стирки или даже для принятия душа? Безусловно! По своему химическому составу она гораздо мягче и безопаснее городской водопроводной воды. Достаточное количество кислорода в составе делает ее идеальной для полива растений. Только в одном случае атмосферные осадки могут быть вредными – если неподалеку находится промышленное предприятие или большой город. Внимание! Воду, собранную после дождя, нельзя использовать для пи-

тья или приготовления пищи. Она годится только для технических нужд – стирки, уборки, полива, мытья машины. Либо же ее нужно пропускать через серьезную систему очистки. Одно из преимуществ дождевого сбора – он практически не требует вложений: необходимо лишь однажды потратиться на установку емкости и прокладку труб. Единственный минус – зависимость от количества осадков. В засушливое лето не приходится рассчитывать на дополнительный источник.

#### Список литературы

1. Живая математика. Мир энциклопедий АВАНТА+ / Я.И. Перельман. – М.: Астрель, 2007.
2. Я познаю мир. Детская энциклопедия: Математика / Я 11 Авт.-сост. А.П. Савин и др. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2001.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды и природных ресурсов Мурманской области в 2014 году.
4. Экологическая сеть «Экосистема». – <http://www.ecosystema.ru/>.
5. Показатели качества природной воды. – <http://water-filter-spb.ru/>.
6. Одноклассники: социальная сеть – <http://www.odnoklassniki.ru>.
7. Министерство природных ресурсов и экологии Мурманской области.
8. <http://aqua-rmnt.com/kanalizaciya/livnevka/sistema-sbora-dozhdevoj-vody.html>.

#### Приложение 1



Рис. 1. Экологический урок



Рис. 2. Изготовление дождемера



Рис. 3. Изготовление дождемера

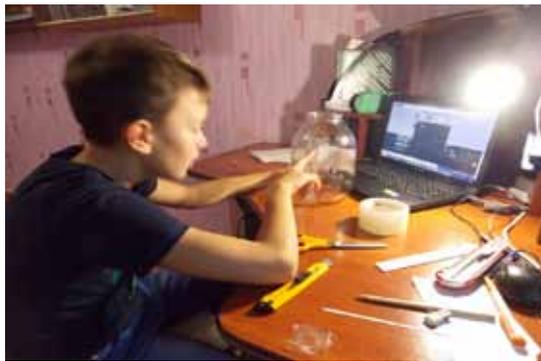


Рис. 4. Изготовление дождемера

**Приложение 2**  
Социологический опрос

*Спаси себя, человече,  
Сыне, родимый, спаси!  
Чтобреки текли, а не течи  
По нашей великой Руси...*

1. Сколько воды мы используем каждый день?
2. Как я могу уменьшить расход воды?

3. Как бы вы себя чувствовали, если бы у вас не было необходимого количества воды для питья?
4. Каковы причины загрязнения воды?
5. Как отражается на здоровье человека использование загрязненной воды для питья и приготовления пищи?
6. Какова роль воды в природе?
7. О чем могла бы попросить нас вода, если бы умела говорить?



Рис. 5

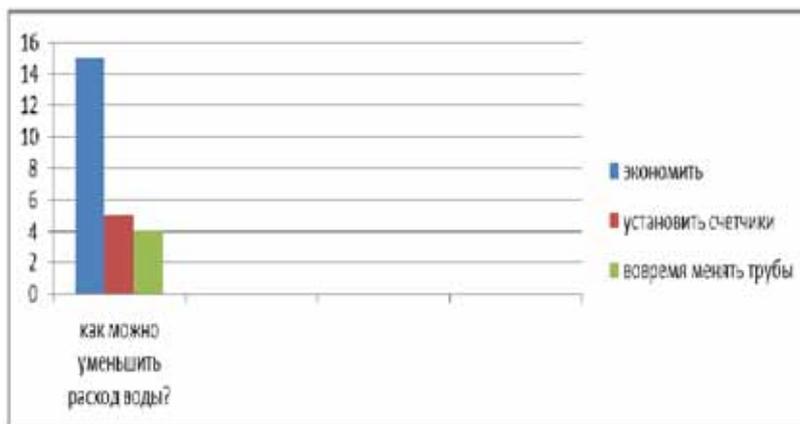


Рис. 6

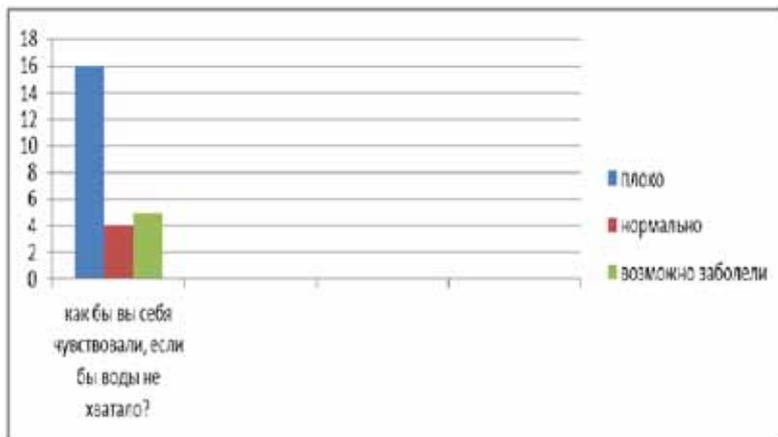


Рис. 7

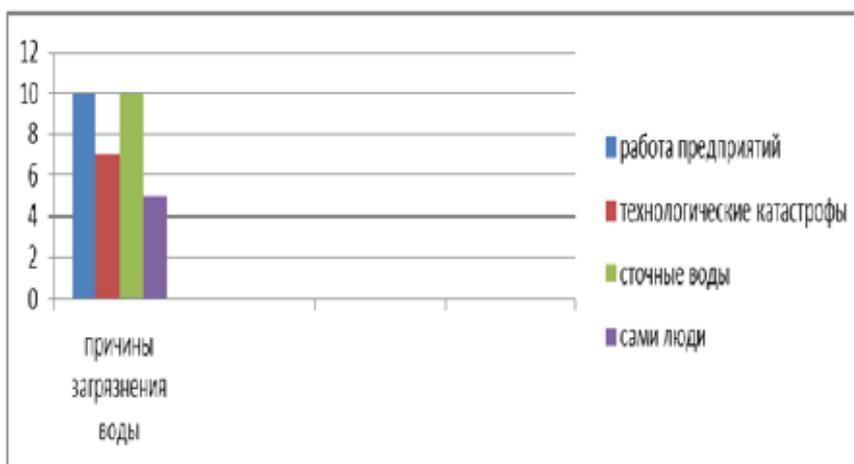


Рис. 8



Рис. 9



Рис. 10

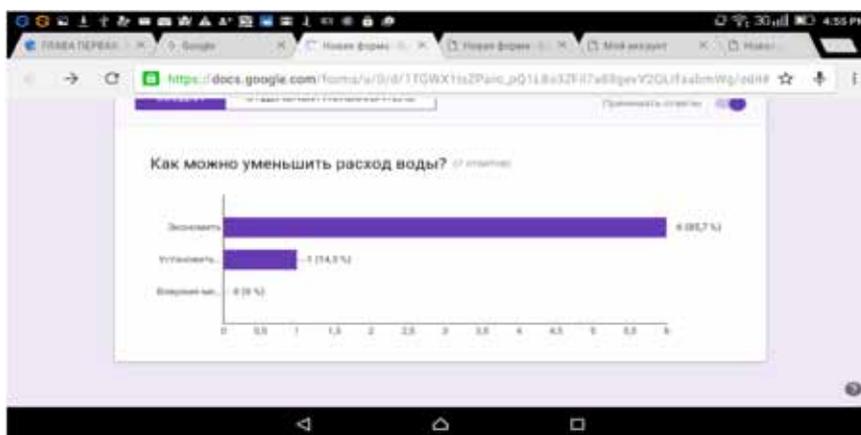


Рис. 11. Интернет-опрос

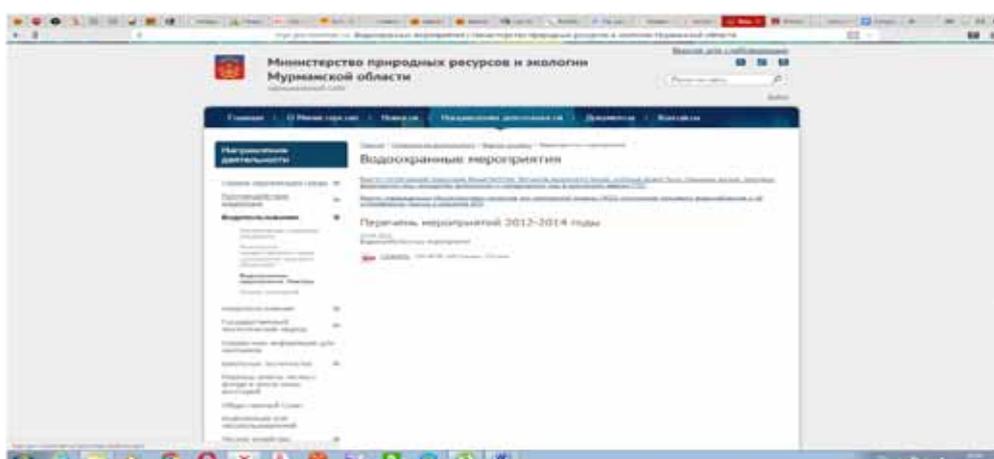


Рис. 12. Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области

