

Научно-исследовательская работа

География

# **Жизнь карстовых пещер**

***Выполнила:***

***Панюкова Екатерина Денисовна***

*учащаяся 7 класса,*

*МБОУ «Гимназии №71» («Радуга»), Россия, г. Кемерово*

***Теряева Анастасия Витальевна***

*научный руководитель*

*МБОУ «Гимназии №71» («Радуга»), Россия, г. Кемерово*

## Оглавление:

<b>Глава 1. Жизнь карстовых пещер .....</b>	<b>4</b>
1.1 Карстовые пещеры – особенности образования .....	4
1.2 Жизнь внутри карстовых пещер .....	7
1.2.1 Натечные образования карстовых пещер .....	7
1.2.2 Органическая жизнь карстовых пещер .....	9
1.3 Как заканчивается жизнь карстовых пещер .....	12
<b>Глава 2. Выращивание сталактитов и сталагмитов в искусственно созданной пещере</b>	<b>13</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>16</b>
<b>Список используемой литературы:.....</b>	<b>18</b>
<b>Приложение 1.....</b>	<b>19</b>
<b>Приложение 2.....</b>	<b>21</b>
<b>Приложение 3.....</b>	<b>22</b>
<b>Приложение 4.....</b>	<b>23</b>
<b>Приложение 5.....</b>	<b>24</b>
<b>Приложение 6.....</b>	<b>26</b>
<b>Приложение 7.....</b>	<b>28</b>
<b>Приложение 8.....</b>	<b>29</b>
<b>Приложение 9.....</b>	<b>31</b>

## Введение

Недавно на уроке географии мы получили необычное домашнее задание: провести опыт по выращиванию кристаллов соды, или же сталактитов, в домашних условиях. В итоге мы смогли не только выполнить домашнее задание, но и заинтересовались данной темой: как образуются сталагмиты и сталактиты, можно ли повлиять на их рост, и главное, возможно ли воссоздать природные условия для выращивания известковых сосулек? На эти вопросы нам и предстоит ответить.

Цель моей работы – узнать о происхождении и жизни карстовых пещер.

Предмет исследования – карстовые пещеры.

Объектом исследования является информация о карстовых пещерах, найденная в интернете и книгах на данную тему, а также поставленный в процессе работы эксперимент.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1) подробно изучить карстовые пещеры, а также растущие в них сталактиты и сталагмиты; 2) создать макет карстовой пещеры со всеми природными условиями.

## Глава 1. Жизнь карстовых пещер

### 1.1 Карстовые пещеры – особенности образования

Пещера — полость в верхней части земной коры, сообщающаяся с поверхностью одним или несколькими входными отверстиями. Пещеры являются объектом изучения спелеологии. Немалый вклад в изучение пещер делают спелеотуристы. [4]

Пещеры по их происхождению можно разделить на пять групп: тектонические, эрозионные, ледовые, вулканические и, наконец, самая большая группа — карстовые.

Слово карст произошло от немецкого Karst - это название известнякового плато в Словении, где нашли множество карстовых пещер. Так же карстом называют одновременно процесс и результат разрушения (растворения) определенных горных пород агрессивными (по химическому составу) подземными водами. [4]

Карстовых пещер на планете большинство, именно карстовые пещеры имеют наибольшую протяжённость и глубину. Самые глубокие пещеры планеты: Крубера-Воронья (до 2196 м), Снежная (до 1753 м) в Абхазии. В России глубже всех пещера Горло Барлога (900 м) в Карачаево-Черкесии. Все эти рекорды непрерывно меняются, неизменно лишь одно: лидируют карстовые пещеры. [4]

Для систематизации информации о карстовых пещерах, расположенных на территории России, составлена таблица 1 «Карстовые пещеры России». В таблице указано название пещеры и район, где она образовалась. Анализ таблицы показал, что самое большое количество карстовых пещер расположено в Крыму, Краснодарском крае и в республике Адыгея, много пещер находится в республике Хакассия, Башкортостане, в Пермском краю, на Алтае и других регионах России. [4] (Приложение 1, таблица 1)

Самым удивительным фактом является то, что строителем карстовых пещер является вода!

Карстовые пещеры образуются вследствие растворения горных пород водой. Первым и основным условием развития карстовых пещер является наличие на участке земной коры минералов карбонатных (карстующихся) пород (растворимых) пород, таких как известняк, мрамор, доломит, мел, а также гипс и соль. Месторождений минералов карбонатных пород достаточно много по всему миру, эта горная порода не является редкой, но она бывает достаточно различной по своей структуре. В России, имеется огромное количество запасов минералов карбонатных пород, они есть почти в каждом уголке страны. Достаточно известны такие области как Воронежская, Ленинградская, Тульская, Архангельская, Белгородская, Вологодская, Краснодарский край, Урал, Подмосковье, а также в некоторых районах Сибири и на Крымском полуострове. [5]

Однако карстовые пещеры расположены не везде, где есть залежи карстовых пород, а только на определенных территориях. Почему?

Минералы карбонатных пород могут быть плотными монолитными массивами, они годны для строительства, где и используются, но совершенно не подвергаются воздействию карстовых процессов.

Поэтому вторым условием образования карстовых пещер является наличие в породе трещин и, в меньшей степени, пор, то есть мелких миллиметровых промежутков. Трещиноватость пород является одним из основных условий появления карстовых пещер. Каким же образом в монолитных карстовых минералах появились трещины, и почему они имеются только на определенной территории? [1]

Трещиноватость породы появилась благодаря тектоническим процессам, происходящим с древнейших времен на нашей планете, ведь возраст карстовых пещер колеблется иногда до нескольких миллионов лет. Для подтверждения данной гипотезы на основании данных таблицы 1 составим карту 1 «Расположение карстовых пещер на территории России и обозначение крупнейших тектонических разломов России» на которой обозначены регионы России, где имеются карстовые пещеры. При этом, чем бледнее цвет заливки

региона, тем меньшее количество пещер там расположено, и наоборот. Так же на карту нанесены крупнейшие тектонические разломы, находящиеся на территории России, которые находятся в наиболее сейсмоактивных районах. (Приложение 2, Рисунок 1)

Анализ карты 1 показал, что самое большое количество карстовых пещер находится в сейсмоактивных регионах России, где проходят тектонические разломы, это такие регионы как Краснодарский край, Крымский полуостров, республика Адыгея, республика Хакассия, горы Алтая и так далее. Таким образом, трещиноватость карстовых пород является результатом сейсмических процессов. [1]

Третье условие возникновения карстовых пещер - это наличие воды, которая чаще всего имеет атмосферное происхождение. Дождевые воды, выпадая на земную поверхность, а также талые снеговые воды, поглощаются трещинами и движутся в толще пород вниз под действием силы тяжести. По мере углубления трещиноватость уменьшается, и вода накапливается на менее проницаемых породах в виде водоносного карстового горизонта. Водоносный горизонт может залегать и на некарстующихся или менее карстующихся водоупорных породах, например, глинах, доломитах. В горных районах, где большую роль играют разломы, карстовые воды не образуют сплошного горизонта, а концентрируются в виде подземных потоков. Вода постоянно движется в толще пород. Карстовые воды выходят на поверхность в виде родников или питают реки, а иногда — озера. В приморских карстовых районах они питают на дне морей пресные источники, называемые субмаринными. Наличие воды, является обязательным условием формирования карстовых пещер, следовательно, холод и мерзлота северных регионов России объясняет отсутствие там карстовых пещер, несмотря на наличие минералов карбонатных (карстующихся) пород и тектонические разломы, имеющиеся в данных регионах, что так же наглядно можно увидеть на карте 1. [1]

И, наконец, четвертое условие для образования карстовых пещер - это способность воды растворять породу, зависящая от температуры, содержания в

ней солей, газов, их состава. Растворимость кальцита в чистой дистиллированной воде при температуре 17°C невелика, но она значительно возрастает при наличии в воде углекислого газа. Углекислый газ содержится в воздухе и почве. Вода, проходя через атмосферу и фильтруясь через почву, обогащается углекислым газом и становится как бы агрессивной по отношению к карбонатной породе, т. е. начинает интенсивно ее растворять.

Только при наличии перечисленных выше условий возможно образование карстовых пещер, как на поверхности, так и в толще пород.

## **1.2 Жизнь внутри карстовых пещер**

### **1.2.1 Натечные образования карстовых пещер**

Для карстовых пещер характерны такие натечные образования, как сталактиты, сталагмиты, колонны (сталагматы) и прочие. Образуются они в результате выделения солей из насыщенных вод, прошедших карстовую толщу и капающих с потолка пещер.

В пещерах посетителя в первую очередь поражает великолепие натечного убранства, составляющего главную особенность подземных пейзажей. На глыбовых осыпях, на глине, на поверхности озер, на полу, стенах и своде подземных полостей можно встретить необычные каменные образования, будто выполненные рукой искусного ювелира. Натечи в пещерах творит вода. В просачивающейся сверху по трещинам воде растворен бикарбонат кальция. Попадая в полость, раствор выделяет часть связанной углекислоты и становится пересыщенным в отношении карбоната кальция. Последний выпадает в осадок, образуя кальцитовые натечи различной формы. За счет капли со сводов возникают так называемые капельники, к которым относятся растущие сверху сталактиты и снизу сталагмиты. Форма и размер сталактитов разнообразны. Иногда это только широкие и короткие отростки на потолке. Чаще же они цилиндрические или конусообразные. Сталактиты бывают сплошные или с каналом внутри, молочно-белые, окрашенные или прозрачные.

Порой их длина достигает десятков сантиметров, а небольшая толщина придает им изящную форму. (Приложение 3 Рисунок 2)

Встречаются образования более сложного строения, трехслойные, а также сросшиеся сталактиты, «колышущиеся занавеси». Сталагмиты чаще всего располагаются под сталактитами. Их размер и форма также различны. Преимущественно это невысокие, но широкие наросты из кальцита, однако иногда попадаются более интересные образования. Так, в пещере Жемчужная на реке Белая в первом гроте росли сталагмиты-палки высотой до 1,2 м и толщиной 10–15 см. В редких случаях спелеологам удается наблюдать сросшиеся сталактиты и сталагмиты, носящие название сталагнатов или колонн. Гигантский сталагнат обнаружен в пещере Калкаман-Тишек. [2]

Так же часто из натечных форм встречается кальцитовая кора, покрывающая пол, стены и свод полости. На наклонных участках она образует каскадные наросты, шероховатая поверхность которых значительно облегчает спелеологам прохождение таких участков. Кора нередко покрывает и цементирует глыбовые осыпи, придавая им устойчивость. По степени ее сохранности можно судить о том, часто ли они подвергаются подвижкам или камнепадам.

Скорость роста пещерных сталактитов и сталагмитов зависит от количества и состава стекающей с «потолка» воды, от температуры и влажности воздуха в пещере. Например, известняковые сталактиты растут очень медленно, предельная скорость составляет 10 см. за тысячу лет. Некоторые сталактиты насчитывают более 190000 лет, а то и миллионы лет. Быстро растущие сталактиты вырастают из гипса в ходе процесса испарения. Ниже описан опыт по выращиванию сталактитов и сталагмитов в домашних условиях. [2]

## 1.2.2 Органическая жизнь карстовых пещер

Изучая карстовые пещере, темные, холодные, с избыточной влажностью и испарениями, невольно задаешься вопросом, а какая жизнь может существовать в таких условиях?

Живые организмы карстовых пещер представляют значительный интерес, поскольку существуют в особых условиях – в отсутствии света и при ограниченности пищевых ресурсов при постоянной температуре и влажности, в полной, или частичной изоляции от поверхности. В этих условиях формируются специфические адаптации, благодаря которым мы можем узнать о возможностях жизни осваивать новые пространства. Раздел науки, изучающей пещеры как среду обитания микроорганизмов, животных и растений, получил название «биоспелеология». [3]

Классификация обитателей пещер включает следующие категории:

- Троглобионты – животные, проводящие под землей всю жизнь и здесь же размножающиеся;

- Троглофилы – «пещеролюбивые» виды животных, иногда образующие обособленные сообщества, могущие обитать и на поверхности. Нередко хорошо приспособлены к жизни под землей, используя пещеры как укрытия или для охлаждения, необходимого в их жизненном цикле.

- Троглоксены – животные, обитающие на поверхности, попадающие под землю активно (бабочки, мухи, насекомые) или пассивно (с потоками воды). Эта группа животных наименее интересна для специалистов.

- Стигобионты – животные, обитающие исключительно в подземных водах. К стигобионтам относятся постоянные обитатели пещерных вод — многие виды высших и низших ракообразных, некоторые моллюски, рыбы и другие. Для этих организмов характерна регрессивная эволюция (депигментация покровов тела, редукция органов зрения, гипертрофия конечностей и прочее). [3]

Постоянно низкие температуры воздуха пещер и карстовых вод, паводковые затопления, активная водная миграция вещества, а также отсутствие основного стимула земной жизни – солнечного света – создают экстремальные условия обитания для живых организмов. Поэтому проявления органической жизни в северных пещерах достаточно редки.

В основном, спелеологами наблюдались животные - троглофилы (временные обитатели), использующие пещеры в качестве укрытия. Это птицы, рыбы, мелкие хищники и грызуны. Чаще же встречаются не сами животные, а следы их пребывания. [3]

В привходовых частях пещер замечаются следы хищных птиц: филинов, сов. Обнаруживаются гнезда оляпки – водяного воробья.

По данным спелеологов и работников Пинежского заповедника в пещерах часто отмечаются следы пребывания мелких хищников: выдры, горностая, куторы обыкновенной – крупной водоплавающей мыши. В обводненных пещерах замечены заходы выдры по подземным ручьям на расстояние до нескольких сотен метров. [3]

На территории Пинежского заповедника было обнаружено несколько медвежьих берлог и лежек в небольших пещерах, нишах, карстовых воронках, имеющих подток пещерного воздуха по щелям. Летом здесь прохладнее, чем на поверхности, а зимой – значительно теплее.

Однако, самые известные обитатели карстовых пещер – летучие мыши встречаются, которые даже зимуют в некоторых пещерах.

Нередко в пещерах встречаются рыбы – типичные представители поверхностных водоемов. Это налимы, окуни, очевидно, они попадают в пещеры во время паводковых разливов рек и озер либо по подземным водотокам. [3]

Часто встречаются занесенные водными потоками или упавшие в вертикальные отверстия и расщелины мелкие животные: лягушки, ящерицы, насекомые.

Глубже в пещерах спелеологами неоднократно наблюдались мелкие, полупрозрачные, не реагирующие на свет и движение рачки-бокоплавцы, вместе с бокоплавами попадались мелкие жуки-плавунцы характерные для поверхностных водоемов. [3]

В различных пещерах спелеологам неоднократно встречались мухи, их находили ползающими по стенам пещер, сидящими на ледяных поверхностях: сталактитах, сталагмитах, ледяных корах и покровном льду пещерных водоемов.

Только небольшая группа существ постоянно обитает в пещерах. В связи с полной темнотой и ненужностью у них исчезли глаза и окраска тела, атрофировались крылья, стал более тонким кожный покров, усилились органы осязания и обоняния, слуховые органы. Большой прозрачный тритон из пещер Югославии получил название протей. Самые крупные высоразвитые существа - это рыбы. Они тоже прозрачные и слепые. Такие рыбки известны в пещерах Архангельской области, на Кавказе и в Средней Азии. [3]

Также в пещерах постоянно обитают микроорганизмы: бактерии, микроскопические грибы и водоросли. Микроорганизмы пещер аналогичны поверхностным, но менее разнообразны и многочисленны. Микробные ассоциации пещер устойчивы к низким температурам. Но иногда и обычные почвенные микроорганизмы, попадая в пещеры, могут адаптироваться к окружающим условиям и создавать популяции с оптимумом роста при более низких температурах. В донных отложениях ряда пещерных потоков иногда отмечались сульфатредуцирующие бактерии, которые обычно начинают развиваться в летний период при повышении температуры карстовых вод. В образцах пещерных глин чаще всего обнаруживают олиготрофные коринеподобные бактерии и акваспириллы. На привходовых участках пещер найдены одноклеточные водоросли, образующие микроколонии в виде зеленоватых пятен. Несмотря на то, что эти водоросли встречаются в освещенных привходовых частях пещер, они не выносят прямых солнечных лучей, а развиваются в отраженном свете. [3]

Таким образом, жизнь существует даже в глубинах карстовых пещер, она не такая разнообразная как на поверхности земли, но интересна по своей природе, так как у каждого обитателя подземного мира свой механизм приспособления к среде пещер.

### **1.3 Как заканчивается жизнь карстовых пещер**

Необходимо сказать несколько слов о разрушении карстовых пещер, которое может происходить естественным и искусственным путем. В процессе растворения и постепенного углубления, и расширения трещин, верх или часть кровли над подземными карстовыми пустотами или каналами пещеры обрушается, образуя карстовые воронки. Форма карстовых воронок разнообразная: чаще встречаются округлые или неправильной формы. Несколько воронок могут образовывать сложные формы. Иногда встречаются воронки в диаметре более 200 метров. Под землю порой проваливаются целые дома. Иногда на месте карстовых воронок образуются озера. Самая большая карстовая воронка в мире - это Небесная яма, расположенная в Китае, она достигает 626 м. в длину, 537 м. в ширину и 662 м. в глубину. Этот гигантский провал образовывался на протяжении 128000 лет, обнаружили его в 1994 году. Искусственное разрушение карстовых пещер происходит при добыче известняка и других минералов, используемых в основном при строительстве, при разработке месторождения пещеры разрушаются техникой. [1] (Приложение 4, Рисунок 3)

## Глава 2. Выращивание сталактитов и сталагмитов в искусственно созданной пещере

Чтобы подробно изучить процесс образования сталагмитов и сталактитов в карстовых пещерах, был проведен эксперимент. Для этого был создан макет пещеры из мраморных камней. Между камнями пещеры оставлялись зазоры или трещины для просачивания жидкости с поверхности пещеры внутрь. Через некоторые трещины были опущены шерстяные ниточки для ускорения роста сталактитов. Концы ниток помещены в регулярно пополняемую чашку с раствором соды. Остальные зазоры между камнями были залеплены пластилином. Также были обеспечены «реальные» природные условия - это влажность (пещера несколько раз в день опрыскивалась изнутри раствором соды) и создание микроклимата в виде кальцитовой коры на стенках и потолке пещеры (наносили содовый раствор на внутренние своды пещеры). Эксперимент проводился в течении двадцати дней.

1-4 день: собран макет пещеры, нитки и внутренняя часть постройки опрысканы содовым раствором. Особых изменений не наблюдается, однако на нитках начал образовываться едва заметный белоснежный налёт. (Приложение 5 Рисунок 4-6)

5-9 день: вода, содержащаяся в чашке с раствором, испаряется, пещера ежедневно опрыскивается. На нитке образуются первые кристаллы соды, на пещере изнутри, а также на областях возле ниток появился белый осадок. стакан с раствором также покрыт кристалликами соды. (Приложение 6 Рисунок 7-9)

10-14 день: из чашки с раствором полностью испаряется вода, образовавшиеся ранее кристаллы увеличиваются в размерах, а также потихоньку распространяются по всей пещере. (Приложение 7 Рисунок 10)

15-19 день: все нитки и области вокруг них, включая внутренний свод пещеры, покрыты плотным осадком соды, начинают выделяться отдельные сталактиты и сталагмиты (Приложение 8 Рисунок 11- 13)

20 день: внутренний свод пещеры полностью покрыт толстым осадком соды, образовалось около 5 отдельных сталагмитов и сталактитов. Нити также заросли кристаллами соды и послужили началом для нескольких сталактитов. Вырос кристалл. (Приложение 9 Рисунок 14-16)

Из всех этих наблюдений можно сделать следующие выводы:

1. Самый важный итог эксперимента: сталактиты и сталагмиты можно вырастить дома в искусственно созданных условиях, для наблюдения карстовых процессов.

2. Скоростью роста сталагмитов и сталактитов можно управлять путем изменения таких факторов, как количество воды, известняка, влажности, а также температуры воздуха. При средней температуре окружающей среды 22-25°C (практически не встречается в естественных условиях), повышенной влажности и большом количестве известняка сталактиты растут быстрее. При комнатной температуре сталактиты росли быстрее. Выставляя пещеру на балкон (от 0 до +5°C), рост сталактитов резко замедлялся;

3. Известковый раствор просачивался в наружные щели пещеры и стекал по сводам, останавливаясь на небольших шероховатостях камня, образуя новое основание для роста сталактитов. Даже несмотря на то, что в пещеру были опущены нитки для ускорения роста сталактитов, наросты появлялись совершенно в других местах. Было интересно наблюдать, где именно начнет расти сталактит. Необходимо отметить, что на пластине сталактиты не образовывались.

4. Выращивание кристаллов не было задачей эксперимента, но в пещере вырос один достаточно крупный кристалл, видимо в пещере создались идеальные условия для их роста.

5. Проведение эксперимента дало наглядное представление о жизни внутри карстовых пещер. Из простых камней была сложена пещера, которая за месяц превратилась в карстовую, там образовались такие элементы карстовых пещер, как кальцитовая кожура, сталагмиты, сталактиты и даже сталагнат, на

образования которых в реальной природе уходят тысячелетия, а то и миллионы лет.

## Заключение

Таким образом, из проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- самыми многочисленными пещерами на планете являются карстовые, а их главный строитель - вода. Но кроме воды для образования карстовых пещер необходимы: наличие на участке земной коры минералов карбонатных (карстующихся) пород (растворимых) пород, таких как известняк, мрамор, доломит, мел, а также гипс и соль; наличие в породе трещин и, в меньшей степени, пор, то есть мелких миллиметровых промежутков; способность воды растворять породу, которая зависит от температуры, содержания в ней солей, газов, их состава.

- для карстовых пещер характерны натечные образования: сталактиты, сталагмиты, колонны (сталагматы), которые образуются в результате выделения солей из насыщенных вод, прошедших карстовую толщу и капающих с потолка пещер. Форма и размер сталактитов разнообразны.

- в карстовых пещерах существует органическая жизнь, она не такая разнообразная как на поверхности земли, но интересна по своей природе, так как у каждого обитателя подземного мира свой механизм приспособления к среде пещер. Живые организмы карстовых пещер существуют в экстремальных условиях – в отсутствии света, ограниченности пищевых ресурсов, при постоянно низкой температуре и высокой влажности, в полной, или частичной изоляции от поверхности. В результате живые организмы приобретают специфические адаптации, благодаря которым мы можем узнать о возможностях жизни осваивать новые пространства;

- в процессе написания работы был проведен интереснейший эксперимент по созданию карстовой пещеры. Эксперимент удался: каменная пещера не только покрылась характерной кальцитовой кожурой, в ней образовались сталагмиты, сталактиты и даже сталагмат, на образования которых в реальной природе уходят тысячелетия, а то и миллионы лет. Были изучены процессы нарастания сталагмитов и сталактитов, в условиях,

приближенных к реальным. Изучены факторы, влияющие на скорость роста сталагмитов и сталактитов, к которым относятся вода, известняк, влажность, а также температура воздуха. При средней температуре окружающей среды 22-25°C (практически не встречается в естественных условиях), повышенной влажности и большом количестве известняка сталактиты растут быстрее. На холоде рост сталактитов резко замедлялся.

Таким образом, написание работы принесло массу полезных знаний о подземном мире, а проведение эксперимента дало наглядное представление о жизни внутри карстовых пещер.

### **Список используемой литературы:**

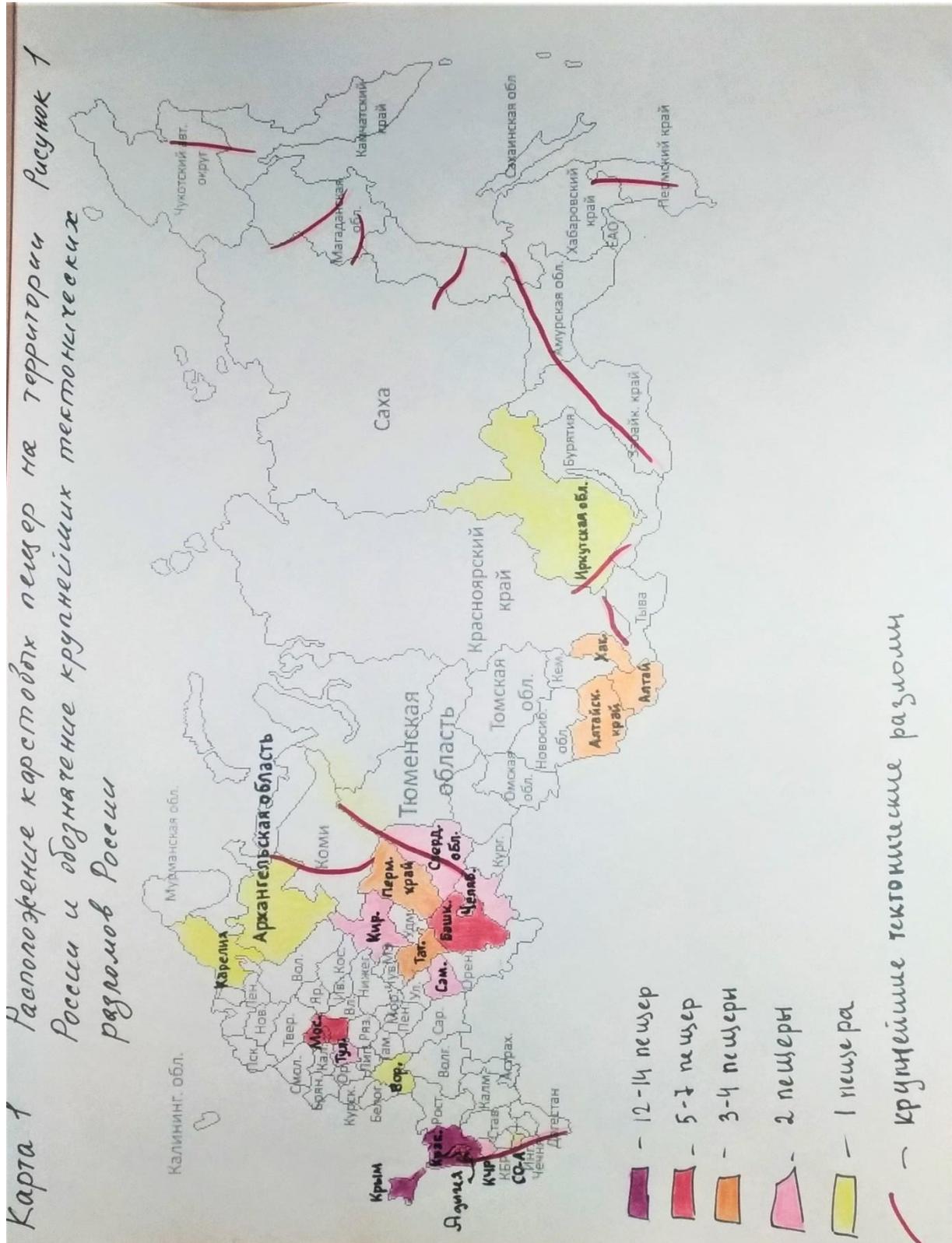
1. М.Аксенова «Геология. Энциклопедия для детей». – Москва.: Астрель Мир энциклопедий Аванта+, 2012 - 681 стр.;
2. М.Аксенова «Чудеса природы», Москва.: Астрель Мир энциклопедий Аванта+,2014 - 182 стр.;
3. Ю.Е. Лобанов «Пещеры Урала», Москва.: Физкультура и спорт, 1971 - 143 стр.;
4. Википедия – «Список пещер России» /10.03.2019/ [электронный ресурс] <http://wiki-org.ru/wiki/>;
5. Статья – «Месторождения известняков России» /16.08.2013/ [электронный ресурс] <http://akril-stone.com/mestorozhdeniya-izvestnyakov-rossii.html>.

Карстовые пещеры России

Название пещер	Место расположения пещер	Количество наиболее крупных пещер в регионе
Ахштырская пещера	Краснодарский край	12 пещер
Ацинская пещера	Краснодарский край	
Большая Азишская пещера	Краснодарский край	
Воронцовская система пещер	Краснодарский край	
Малая Азишская пещера	Краснодарский край	
Пещера ПКБ (Новая)	Краснодарский край	
Пластунская пещера	Краснодарский край	
Подземная Хоста	Краснодарский край	
Ахунская пещера	Краснодарский край	
Назарская пещера	Краснодарский край	
Глубокий Яр	Краснодарский край	
Дагомысская пещера	Краснодарский край	
Мраморная пещера	полуостров Крым	13 пещер
Пещера Эмине-Баир-Хосар	полуостров Крым	
Пещера Солдатская	полуостров Крым	
Пещера Ялтинская	полуостров Крым	
Грот Киик-Коба	полуостров Крым	
пещера Эмине-Баир-Коба	полуостров Крым	
Пещера Данильча-Коба	полуостров Крым	
Пещера МАН	полуостров Крым	
пещеры Кизил-Коба	полуостров Крым	
Пещера Трехглазка	полуостров Крым	
Пещера Иограф	полуостров Крым	
Пещера Тысячеголовая	полуостров Крым	
Скельская пещера	полуостров Крым	
Бегемот	республика Адыгея	7 пещер
Пещерная система Белая звездочка	республика Адыгея	
Пещера Большой приз	республика Адыгея	
Пещера Большой приз	республика Адыгея	
Кунцевская пещера	республика Адыгея	
Палящая Птица	республика Адыгея	
Пещера Сквозная (Адыгея)	республика Адыгея	
Володары (каменоломни)	Московская область	5 пещер
Камкинская каменоломня	Московская область	
Подмосковные каменоломни	Московская область	
Салаватская пещера	Московская область	

Сьяны	Московская область	
Дивья пещера	Пермский край	4 пещеры
Кунгурская пещера	Пермский край	
Ординская пещера	Пермский край	
Чудесница	Пермский край	
Зигановка	Баршкортостан	4 пещеры
Ишеевская пещерная система	Баршкортостан	
Капова пещера	Баршкортостан	
Хазинская пещера	Баршкортостан	
Археологическая пещера	республика Хакасия	4 пещеры
Бородинская пещера	республика Хакасия	
Кашкулакская пещера	республика Хакасия	
Крест (пещера)	республика Хакасия	
Денисова пещера	Алтайский край	3 пещеры
Пещера Окладникова	Алтайский край	
Тавдинские пещеры	Алтайский край	
Кёк-Таш	республика Алтай	3 пещеры
Каракокшинская пещера	республика Алтай	
Ороктойская пещера	республика Алтай	
Гипсы-1	республика Татарстан	3 пещеры
Сюкеевские пещеры	республика Татарстан	
Юрьевская пещера	республика Татарстан	
Жерновогорская пещера	Кировская область	2 пещеры
Пещера Киров-600	Кировская область	
Гунькина пещера	республика Карачаево-Черкесия	2 пещеры
Южный Слон	республика Карачаево-Черкесия	
Пещера Братьев Грече	Самарская область	2 пещеры
Серноводская пещера	Самарская область	
Пещера Дружба	Свердловская область	2 пещеры
Смолинская пещера	Свердловская область	
Гремячевские карстовые пещеры	Тульская область	2 пещеры
Гурьевские каменоломни	Тульская область	
Игнатьевская пещера	Челябинская область	2 пещеры
Сухая Атя	Челябинская область	
Шмарненская пещера	Белгородская область	1 пещера
Шатрище	Воронежская область	1 пещера
Ботовская пещера	Иркутская область	1 пещера
Ыласын	Ишимбайский район	1 пещера
Ленинградская пещера	Архангельская область	1 пещера
Сугомакская пещера	Уральские горы	1 пещера
Шуби-Ныхасская пещера	Северная Осетия	1 пещера
Колатсельгские штольни	республика Карелия	1 пещера
Долганская яма	республика Бурятия	1 пещера
Большая Орешная	Красноярский край	1 пещера

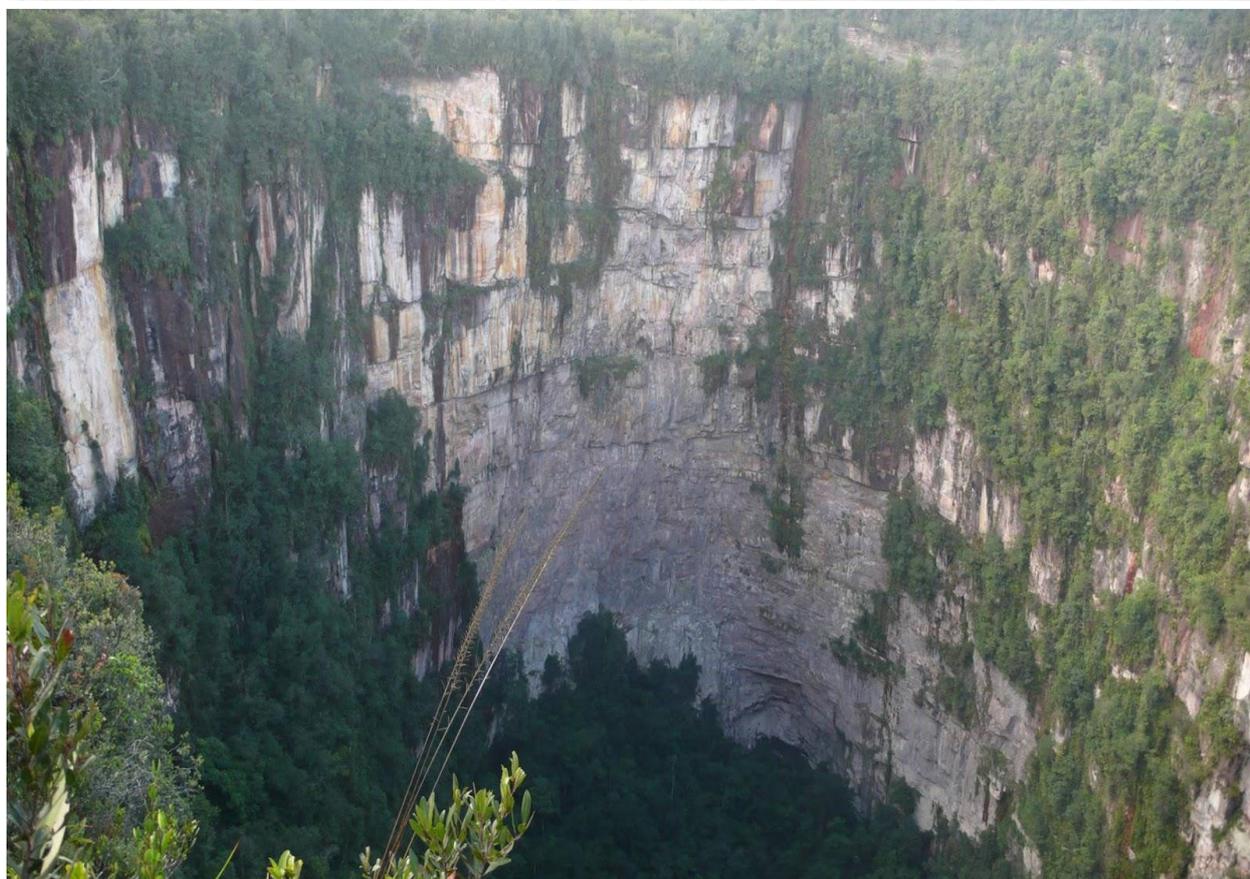
Карта 1 Расположение карстовых пещер на территории Рисунок 1  
России и обдувание крупнейших тектонических  
разломов России



Приложение 3  
Рисунок 2



Приложение 4  
Рисунок 3



Приложение 5

Рисунок 4



Рисунок 5



Рисунок 6



Приложение 6

Рисунок 7

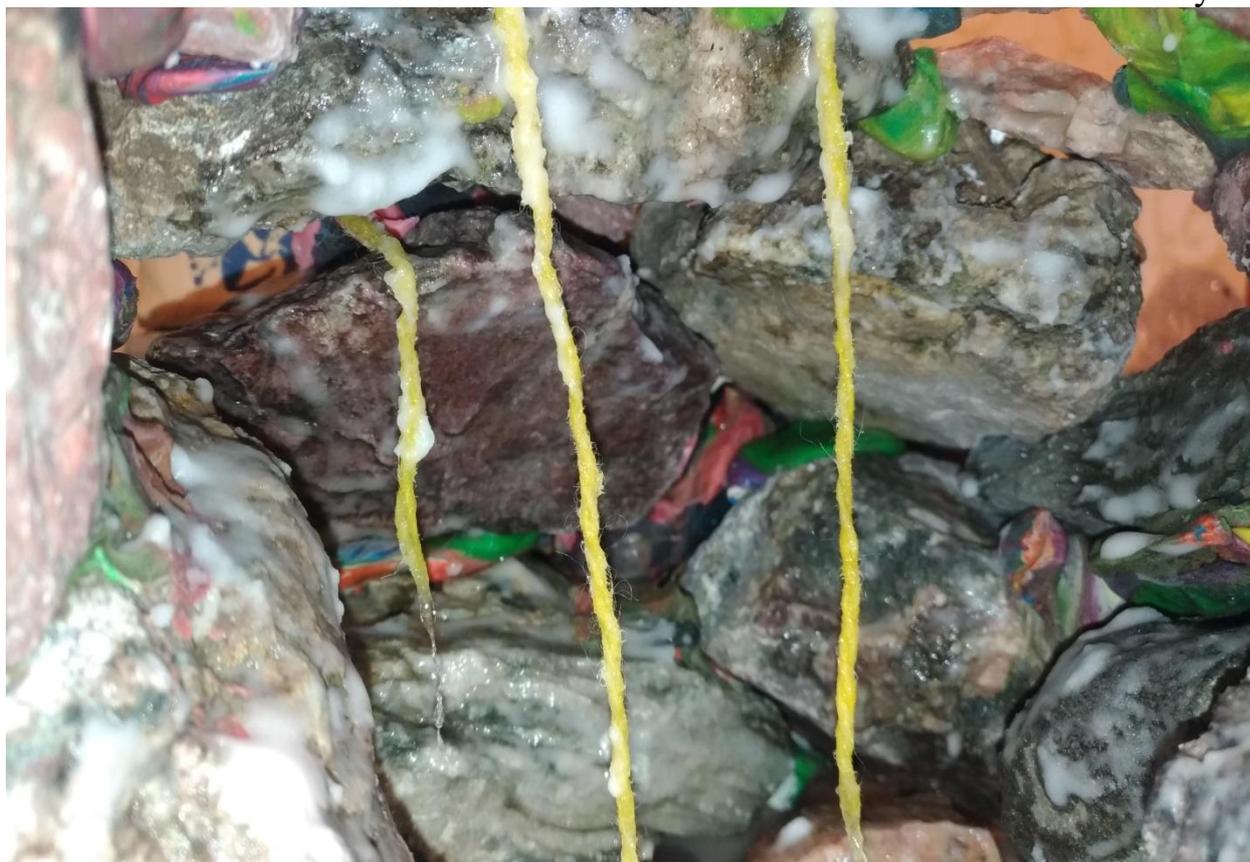


Рисунок 8







Рисунок 11



Рисунок 12







Рисунок 15



