ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР» МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ И НАУКИ

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ РЕСПУБЛИКА, г.о. НАЛЬЧИК

Объединение «Палеоархивные находки в пойме реки Нальчик»

**ПАЛЕОАРХИВНЫЕ НАХОДКИ В ПОЙМЕ РЕКИ НАЛЬЧИК**

Автор:

Шорохов Владимир Валерьевич, 10 класс

Руководитель:

Берданова Елена Ивановна, педагог дополнительного образования. ГБУ ДО «ЭБЦ» Минпрсещения КБР

Консультант: Шамарина М. А., заместитель заведующего музеем живой природы, отдела геологии НОЦ «Ботанический сад» КБГУ

Нальчик, 2022 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Введение | 3 |
| Глава I | Краткий обзор литературы | 4 |
| 1.1 | Макропалеонтологические объекты исследования | 4 |
| 1.2 | Образование ориктоценозов | 4 |
| 1.3 | Руководящие формы фоссилий как индикаторы геологического времени Земли | 5 |
| 1.4 | Плеченогие (Brachiopoda) | 7 |
| 1.5 | Основы систематики фоссилий | 8 |
| Глава II | Материалы и методы исследований | 10 |
| 2.1 | Предмет исследования. Описание места исследования | 10 |
| 2.2 | Методы исследования | 11 |
| 2.2.1 | Отбор проб | 11 |
| 2.2.2 | Подготовка фоссилий | 12 |
| 2.2.3 | Фотографирование фоссилий | 13 |
| 2.2.4 | Инструментальные методы | 13 |
| 2.2.5 | Научная обработка собранного материала | 14 |
| Глава III | Результаты исследования | 16 |
|  | Выводы | 21 |
|  | Заключение: планируемые результаты | 22 |
|  | Благодарность | 23 |
|  | Список использованных источников и литературы | 24 |

**Введение**

Палеонтология – это наука о жизни, существовавшей до начала голоценовой эпохи или в её начале, в прошлые геологические периоды. Она включает в себя изучение фоссилий для определения эволюции организмов и их взаимодействия с окружающей средой.

Для чего необходимо изучать остатки организмов, которых давно нет на Земле, и что это даёт людям? Палеонтология помогает ориентироваться, как говорил М.В. Ломоносов, в вечных потёмках земных недр. Тем самым заметно удешевляются поисково-разведочные работы. Кроме того, сегодня бурно развивается новая область знаний — бактериальная палеонтология. Почти все осадочные месторождения создаются при участии микроорганизмов. Это совершенно новый взгляд на генезис. происхождение скоплений не только углеводородов, но и многих других ценных полезных ископаемых, в частности, железа, урана, золота, фосфоритов [1].

Палеонтологические находки – это ценная научная информация, позволяющая определить не только виды древних животных, но и реконструировать ландшафты, климат, гидрологию, геоморфологию всего района исследования, определить время образования отложений и ряд других факторов [2]. Большое значение палеонтологии для науки и практики и уникальный характер многих находок диктуют необходимость крайне бережного отношения к палеонтологическим документам.

Если перефразировать Антуана де Сент Экзюпери, то каждый дворник метёт свой участок планеты, поэтому целью данного исследования является выявление видового состава фоссилий в пойме реки Нальчик.

Задачи: изучение геологического строения поймы р. Нальчик; изучение морфологии, систематики, качественного состава фоссилий; изучение экологии различных групп организмов в целях выяснения образа жизни и условий их обитания, а также закономерностей распределения остатков организмов в геологическом прошлом для обоснования биогеографического районирования исследуемой территории; сопоставление палеонтологических данных с геологической историей; определение химического состава фоссилий; сравнительный анализ фоссилий с подобными палеонтологическими находками Хазнидонского ущелья.

Предмет исследования: приток реки Нальчик – Белая речка. Палеонтологическими объектами исследования являются ископаемые окаменелости (по-латыни fossilia). Планируемый результат – поэтапное решение задач. Новизна исследования: сравнительный анализ фоссилий поймы р. Нальчик с подобными Хазнидонского ущелья.

Методы: сбор в маршрутах палеонтологического материала; извлечение макрофоссилий из пород непосредственно в полевых условиях; простое механическое препарирование макрофоссилий в лабораторных условиях; микроскопирование; рентгеновская спектроскопия; сравнительно-морфологический метод, использование атласов-определителей, монографий; фотосъёмка.

**Глава I КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

**1.1 Макропалеонтологические объекты исследования**

Любые, остатки организмов или следы их жизнедеятельности называются окаменелостями, или фоссилиями. Фоссилии встречаются преимущественно в осадочных породах водного происхождения морских, лагунных, пресноводных – озёрных или речных. Реже они могут быть встречены в метаморфических породах осадочного происхождения и в различных осадочно-вулканогенных породах (вулканических туфах). Фоссилии распределены в осадочных породах крайне неравномерно: местами они образуют большие скопления, но часто на значительных участках отсутствуют. Очень немногие организмы сохраняются на тех местах, где они обитали.

Остатки организмов сохраняются в осадочных породах только при благоприятных условиях захоронения, при наличии прочного минерального или органического скелета. Очень редко сохраняются мягкие ткани и органы: или при быстрой их минерализации сразу же после гибели организма, или в форме отпечатков. В настоящее время на Земле существует свыше 1 млн. видов животных и растений, часто представленных огромным числом индивидуумов, но они обычно после гибели исчезают совершенно бесследно, если не попадут в благоприятные условия для их сохранения. Поэтому в ископаемом состоянии сохраняется лишь незначительная часть от большого числа ранее существовавших организмов. И хотя палеонтологическая летопись неполна и несовершенна, она служит единственным источником наших знаний о событиях, происходивших на Земле в течение многих миллионов лет, а ископаемые остатки являются своеобразным архивом, в котором хранятся молчаливые свидетели прошлой жизни [3].

**1.2 Образование ориктоценозов**

Характер перехода остатков животных из биосферы в литосферу и сохранение их в осадочных породах представляет собой очень сложный и недостаточно изученный процесс (рис.1).

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\User\AppData\Local\Temp\ksohtml44424\wps3.jpg | Рисунок 1. От биоценоза к ориктоценозу (Михайлова, Бондаренко, 1997) |

Выделяются три основных этапа перехода: 1) накопление органических остатков, 2) захоронение, 3) фосилизация.

Все органические остатки, встреченные в ископаемом состоянии в одном месте, в одном слое, образуют ориктоценоз (гр. oryktos - ископаемое), или ископаемый комплекс остатков растений и животных. Изучение ориктоценозов позволяет восстанавливать палеобиогеоценозы прошлого. Задача эта крайне трудная и сложная. Фауна - это исторически сложившийся комплекс животных, объединённых общностью области распространения, иначе говоря, комплекс животных, характерный для изучаемого отрезка времени, для региона, биогеографической провинции [4]

**1.3 Руководящие формы фоссилий как индикаторы геологического времени Земли**

Подобно тому как каждая историческая эпоха узнается по оставленным ею документам и событиям, отдельные отрезки геологического времени истории Земли характеризуются типичными для них окаменелостями, или фоссилиями. При определении времени образования и при корреляции осадочных отложений фоссилий служат индикаторами возраста. Окаменелости, имеющие определённое вертикальное и региональное зональное распространение, именуются руководящими формами [4]

Понятие «руководящие формы» введено Л. фон Бухом (1774—1853), но в широком смысле оно применялось значительно раньше англичанами М. Листером (1638—1711) и Дж. Вудвордом (1665—1728). С введением этого понятия начала развиваться стратиграфия, или наука о геологических слоях. Она связана с именем английского инженера В. Смита (1769—1839), который использовал окаменелости для корреляции пластов горных пород. Накопленный им при строительстве каналов в средней Англии опыт показал, что фоссилий залегают в разрезе не беспорядочно, а в определённой последовательности. Тем самым в Великобритании был подтверждён принцип «руководящих форм», созданы основы стратиграфической палеонтологии, а сам Смит стал основоположником биостратиграфии, позже названной также биохронологией. Уже Г. X. Фюхсель (1722—1773) установил, что отдельные виды окаменелостей встречаются в строго определённых слоях или разрезах. Он использовал своё открытие как аргумент против библейской истории творения. Со времени Нильса Стензена (Николаус Стенозиус, или Стено, 1638—1686) используется введённый им в стратиграфию важный принцип последовательности отложения, который гласит, что в ненарушенном залегании геологически более древние отложения залегают на больших глубинах, а более молодые слои их перекрывают. Как уже отмечалось, в слоях всегда наблюдается определённая закономерная последовательность залегания остатков растительных и животных организмов. На этом строятся основные принципы созданной в своих основных чертах трудами многочисленных учёных в 1820—1850 гг. шкалы геологических формаций, ныне именуемой геохронологической шкалой (табл.1) [4].

Таблица 1



Руководящими формами, т. е. остатками организмов, выступающими в роли индикаторов возраста, могут быть только те окаменелости, которые отвечают следующим трём условиям:

1) Они характеризуются морфологической изменяемостью в течение короткого отрезка геологического времени, т. е. они имели малые сроки существования и соответственно небольшое вертикальное распространение.

2) Им должны быть свойственны обилие особей, отчётливая морфологическая индивидуальность и большая частота встречаемости.

3) Они должны иметь широкое региональное горизонтальное распространение, не зависящее от фациальных обстановок, фиксирующих в камне определённую среду жизни

Благодаря своей хорошей сохранности эти фоссилии играют важную роль руководящих форм и в особенности при расчленении морских отложений [4].

В раннем палеозое (около 400 млн лет назад) господствующей группой фильтраторов в океанах были брахиоподы. К этому периоду относится около 12 тысяч их ископаемых видов. Ко времени массового пермского вымирания двустворчатые достигли большого разнообразия. Этот удар нанёс большой вред двустворчатым, однако они смогли выжить в течение последующего периода — триаса. В то же время брахиоподы потеряли 95 % их видового разнообразия. Некоторые учёные считают, что способность двустворчатых зарываться в грунт для спасения от хищников являлась ключевым фактором их успеха. Новые адаптации, появившиеся в различных семействах, позволили двустворчатым освоить новые экологические ниши. К таким приспособлениям относят способность к плаванию, хищнический образ жизни и другие.

Долго считалось, что двустворчатые моллюски гораздо лучше приспособлены к жизни в воде, чем брахиоподы, в связи с чем брахиоподы не выдержали конкуренции и занимают в последнее время лишь малые экологические ниши. Эти две группы животных описываются в учебниках как пример двух таксонов, один из которых оказался конкурентоспособнее другого и вытеснил его. Основанием для такого вывода считали факт, что двустворчатому моллюску для существования нужно меньше пищи из-за её системы открывания-закрывания раковины с энергетически эффективным лигаментом. Однако все эти доводы сейчас опровергнуты, а превосходство двустворчатых над брахиоподами объясняется, как писалось выше, более успешным прохождением первыми массового вымирания.

**1.4 Плеченогие (Brachiopoda)**

Плеченогие (Brachiopoda) - (лат. Brachiopoda, от др.-греч. Βραχίων — плечо, πούς — нога) — тип морских беспозвоночных животных из клады щупальцевых.

Эти морские организмы напоминают двустворчатых моллюсков раковиной из двух створок и близким размером. Однако они не имеют близкого родства с моллюсками, и их выделяют в отдельный тип. Сходство их внешнего строения обусловлено схожим образом жизни. В настоящее время брахиоподы менее распространены, чем двустворчатые.

Обе эти группы животных имеют раковину из двух створок, однако строение раковины у них коренным образом отличается. У плеченогих створки раковины располагаются на дорсальной (спинной) и вентральной (брюшной) сторонах тела (рис.2), а у двустворчатых они прикрывают левую и правую сторону тела и обычно являются зеркальными копиями друг друга. Створки у раковин плеченогих асимметричные.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\User\AppData\Local\Temp\ksohtml44424\wps6.jpg | C:\Users\User\AppData\Local\Temp\ksohtml44424\wps7.png |
| а | б |

Рисунок 2. Строение раковины брахиопод. а) Тёмно-серым отмечена ножная створка раковины, светло-серым — плечевая, розовым — ножка. б) Схематический продольный разрез через замковую брахиоподу (по А. Г. Мюллеру).

При этом брюшная створка больше, чем спинная, и обычно выпуклая; спинная бывает плоской и даже вогнутой. Задние края створок соединяются особыми выростами (замком) или мышцами. Для прикрепления к грунту плеченогим служит стебелёк, или ножка; те формы, у которых ножка отсутствует, либо зарываются в грунт, либо прирастают к субстрату брюшной створкой. Кроме этого, у плеченогих имеется специфический орган для фильтрации — лофофор, отсутствующий у двустворчатых. Наконец, раковины брахиопод могут состоять как из фосфата кальция, так и карбоната кальция, а у двустворчатых в их состав входит только карбонат кальция.

Плеченогие — небольшие одиночные животные, ведущие, как правило, сидячий образ жизни. Встречаются на морских мелководьях, часто в холодных водах. Тело со спинной и брюшной сторон покрыто двустворчатой известковой раковиной, из-за чего плеченогие внешне напоминают двустворчатых моллюсков (конвергентная эволюция). Размеры раковины обычно составляют несколько сантиметров.

Эволюция: Плеченогие известны с раннего кембрия; наибольшего расцвета достигли в девоне. В верхнедевонских отложениях Русской платформы в России найдены брахиоподы циртоспириферы [5] (Cyrtospirifer). На рубеже раннего и позднего палеозоя часть отрядов вымерла; в каменноугольном и пермском периодах господствовали отряды продуктид (Productida) и спириферид (Spiriferida). После пермско-триасового вымирания сохранились 4 отряда, дожившие до наших дней.

Есть предположение, что медленное сокращение числа плеченогих в последние 100 млн лет — прямой результат увеличения числа двустворчатых моллюсков, которые вытеснили плеченогих из привычных мест их обитания [5].

Плеченогие, благодаря богатству остатков и хорошей их сохранности, — ценные индексные ископаемые для установления геологического возраста содержащих их пластов и физико-географической обстановки, существовавших когда-то в данной местности.

Классификация:

Тип плеченогих традиционно делился на два класса:

Класс беззамковые (Inarticulata). Створки раковины не снабжены шарнирными выступами — зубами и скрепляются при помощи мускулов.

Класс замковые (Articulata). Створки раковины образуют «замок»; пищеварительная система без анального отверстия.

Существует 380 современных видов; ископаемых видов насчитывают до 30 000, известны с нижнего кембрия (570 млн лет) [6] Всего в России 17 современных видов [7].

**1.5 Основы систематики фоссилий**

Наука об упорядочении в палеонтологии именуется таксономией (греч. Taxis— порядок, расчленение, nоmos — правило, закон). В ее основе лежит таксономическая система, предложенная шведским естествоиспытателем К. Линнеем (1707—1778).

Мир организмов разделен на два крупных царства: царство растений Plantaeи царство животных Animalia. В обоих царствах различается шесть крупных систематических категорий от высших к низшим (табл. 2).

Таблица 2

Классификация царств растений и животных на главные систематические категории

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Главные категории** | **Латинское название** | **Примеры из царства животных** | **Примеры из царства растений** |
| Царство  Тип | Regnum  Phylum | Animalia (животные)  Chordata (хордовые) | Plantae (растения)  Angiospermae (покрытосеменные) |
| Класс  Отряд | Classis  Grdo | Mammalia (млекопитающие)  Carnivora (хищные) | Magnoliales (магнолиевые)  Dicotyledoneae (двудольные) |
| Семейство  Род  Вид | Familia  Genus  Species | Canidae (собаки)  Canis (собака)  Canis familiaris (собака домашняя) | Magnoliaceae (магнолии)  Magnolia (магнолия)  Magnolia stellata (магнолия звездчатая) |

При дальнейшем дроблений этих категорий для обозначения используются приставки super-(над-), sub-(под-), infra-(инфра-, внутри-) и т.д.

Эти систематические категории легко узнать по окончаниям латинских названий (табл. 3). Все фоссилии обозначаются двойными наименованиями, т. е. к ним применяется введенная К. Линнеем бинарная или биномиальная номенклатура, например, Homo erectus.

Таблица 3

Окончание латинских наименований фоссилий как средство определения их ранга

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Царство растений** | **Систематическая категория** | **Царство животных** |
| -a  -da | Тип  Подтип | -a, -ea  -a |
| -eae, -es  -ae, -eae, -ideae, - oideae | Класс  Подкласс | -a, -ae, -es, -ida, -idea  -a, -ata, -es, -ea, -I, -ia, -ida, -idia, -ina |
| -ales, -ata  -atae, -eae, -ineae, -oideae | Отряд  Подотряд | -a, -ae, -acea, -aria, -ata, -ea, -I, -ia,  -ida, -idea, -iformes, ina, -oidina  -a, -aria, -ata, -ea, -ia, -ina, -ites, -oidea |
| -oideae  -aceae  -oideae, -ideae  -eae, -ae  -inae | Надсемейство  Семейство  Подсемейство  Триба  Подтриба | -a, -acea, -aceae, -icae, -ida, -oida, -oidae  -I  -inae  -ae, -I, -ites, -ides |

Первое название здесь обозначает принадлежность к определенному роду, а второе является собственно видовым названием. Полное видовое название включает в себя и фамилию учёного, впервые описавшего в литературном источнике и изобразившего окаменелость, например ArchaeopteryxlithographicaН. Meyer. Христиан Эрих Герман фон Мейер (1801 —1869) впервые обработал эту древнюю птицу.

Вкратце приведённая выше номенклатура установлена и изложена в виде обязательных для всех палеонтологов правил в «Международных правилах зоологической номенклатуры» и в «Международном кодексе ботанической номенклатуры». Эти основополагающие правила нацелены на сохранение за каждой систематической категорией только одного названия и на предотвращение ошибок и неправильного толкования, корни которых в незнании научных достижений коллег по работе и литературных источников.

**Глава II МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**2.1 Предмет исследования. Описание места исследования**

Изучаемый предмет находится в устье реки Белой – правого притока в верхнем течении р. Нальчик в районе с. Белая речка.

Река Нальчик относится к группе рек родникового питания, водность реки зависит в основном от количества осадков. Своё начало река берёт вблизи с. Белая Речка. Площадь водосборного бассейна реки Нальчик составляет 651 км².

Река Нальчик, протекая с юго-запада на северо-восток через столицу Кабардино-Балкарии г. Нальчик, занимает центральное положение на территории республики. Верховье реки Нальчик расположено в пределах среднегорной и низкогорной зонах Центрального Кавказа: северного макросклона Скалистого хребта, северных и северо-западных склонов Лесистого хребта (рис.3). Здесь происходит формирование основного водосбора Нальчика. Начало реке дают небольшие родники на склонах хребта Крундух (2660 м).

Правый сток р. Нальчик (р. Белая) формируется в низкогорном поясе, в пределах Лесистого хребта. Исток реки Белая находится в отрогах Лесистого хребта с самой высокой вершиной Издара (1326 м). На территории с. Белая Речка река Нальчик протекает в хорошо разработанной долине между отрогами Лесистого хребта (рис.4).

|  |  |
| --- | --- |
| C:\St_komp\D\ЭКОЦЕНТР_ЛЕТНИЙ СЕМЕСТР\05_ПРОЕКТЫ\грозопеленгация\геология и тектоника КБР\image003.jpg |  |
| Рисунок 3. Расположение основных горных хребтов | Рис.4 Долина реки Нальчик в районе с. Белая речка. (фото Емузовой Л.З.) |

Верховье реки Нальчик охватывает пояс среднегорных куэстовых денудационно-эрозионныхскладчатых хребтов, сложенных карбонатными и терригенно-карбонатными породами (рис.5).

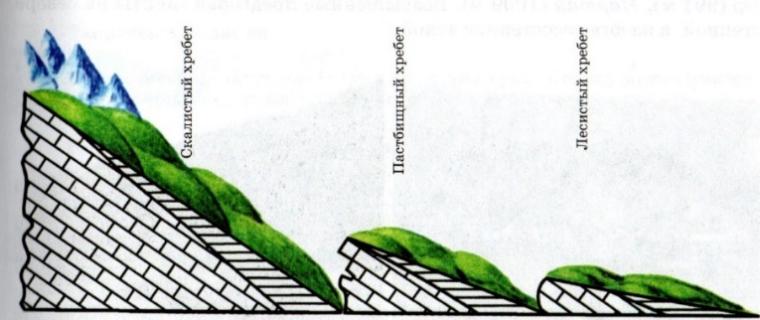


Рисунок 5. Скалистый, Пастбищный и Лесистый горные хребты. Такие гряды с ассиметричными склонами называются куэстами.

До селения Белая Речка в геоморфологическом отношении оно состоит из: сильно расчленённых долинами рек крупных платообразных горных массивов, покрытых каменистыми и щебнистыми осыпями; системы вытянутых хребтов и их коротких отрогов, с округлыми вершинами и пологими склонами [8].

**2.2 Методы исследования**

Изучение фоссилий включает несколько последовательных операций: а) полевые сборы, б) химико-техническая обработка, в) научная обработка.

Более подробно: сбор в маршрутах палеонтологического материала; извлечение макрофоссилий, т. е. ископаемых, различимых невооруженным глазом, из пород непосредственно в полевых условиях; простое механическое препарирование макрофоссилий в лабораторных условиях; химическая обработка макрофоссилий; фотосъёмка; микроскопирование; рентгеновская спектроскопия; сравнительно-морфологический метод; использование атласов-определителей, монографий.

**2.2.1 Отбор проб**

Пробоотбор проводился в сентябре, октябре 2022 года в районе с. Белая Речка в верховье реки Нальчик, а именно на ее правом притоке – реке Белой (рис.6,7).

|  |  |
| --- | --- |
| Белая р. | 559ac6d6-90fb-4325-a486-34c814e3e820 |
| Рисунок 6. Пробоотбор в сентябре, октябре 2022 года в районе с. Белая Речка в верховье реки Нальчик (река Белая) | Рисунок 7. Берег реки Белая (Фото Шороховой Т.С.) |

Фоссилии встречаются только в осадочных породах, таких, как пески, песчаники, глины, мергели, известняки; значительно реже их можно встретить в некоторых метаморфических породах, как, например, в сланцах и мраморах. Их можно наблюдать в естественных обнажениях или можно собирать с поверхности.

Специфические особенности полевых сборов ископаемых зависят от того, с какой целью их собирают (биостратиграфические, палеоэкологические, тафономические исследования, сборы музейных коллекций и т. д.).

Биостратиграфия - часть стратиграфии, занимающаяся идентификацией и cопоставлением земных слоёв и определением относительного геологического возраста осадочных горных пород путём изучения распределения в них ископаемых остатков организмов. Применяется для детального расчленения геологических разрезов.

Палеоэкология - раздел палеонтологии, изучающий условия и среду обитания, жизнь и взаимоотношения организмов геологического прошлого, а также их изменения в процессе исторического развития.

Целью нашего исследования является выявление видового состава фоссилий, то есть нас интересуют и биостратиграфические, и палеоэкологические аспекты, а также – пополнение коллекции музея живой природы, отдела геологии НОЦ «Ботанический сад» КБГУ.

Фоссилии отбирались в естественных обнажениях осадочных пород вдоль берега реки, а также способом простого сбора фоссилий с поверхности земли ( рис.8).



Рисунок 8. Простой сбор фоссилий с поверхности земли (Фото Шороховой Т.С.)

**2.2.2 Подготовка фоссилий**

Подготовка фоссилий начинается уже при шурфовании. В каждом отдельном случае все зависят от характера сохранности фоссилий и литологических особенностей вмещающих пород. Освобождение этих фоссилий от породы и их полное препарирование выполняются уже в лаборатории (рис.9).



Рисунок 9. Камеральное препарирование фоссилий (Фото Бердановой Е.И.)

Задача препарирования состоит в освобождении окаменелости от вмещающей породы, без нанесения ей каких-либо повреждений. Каких-либо общих методов препарирования не существует, извлечение окаменелости из вмещающей породы зависит от интуиции, терпения и опыта препаратора.

В нашем случае фоссилии очищаются путём осторожного откалывания вмещающей породы с помощью препарировальных игл и ланцетов.

**2.2.3** **Фотографирование фоссилий**

В задачу фотосъёмки входит детализация диагностики фоссилий. Фотодокумент отражает момент существования и структуру своего оригинала, его факсимиле. Фотографирование фоссилий представляет собой точный технический метод, дающий фундаментальное представление об оптико-геометрических свойствах объекта. Правильно выбранное освещение обеспечивает чёткость объекта и структуры его поверхности.

**2.2.4 Инструментальные методы**

Рентгеновская спектроскопия - раздел спектроскопии, изучающий спектры испускания (эмиссионные) и поглощения (абсорбционные) рентгеновского излучения (электромагнитное излучение в области длин волн 10-2-102 нм).

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия - полуколичественный спектроскопический метод исследования элементного состава, химического и электронного состояния атомов, на поверхности изучаемого материала. Он основан на явлении внешнего фотоэффекта. Спектры РФЭС получают облучением материала пучком рентгеновских лучей с регистрацией зависимости количества испускаемых электронов от их энергии связи.

Химический качественный анализ объектов был проведён в Центре коллективного пользования в лаборатории «Рентгендиагностика материала» с помощью Рентгеновской спектроскопии на аппаратах Spectroscan MAKC - GV и D2-Phaser (рис. 10).

|  |  |
| --- | --- |
| 59099624-3c3c-44c5-8943-9116713bef9aа | 94fdb021-caff-484b-93ba-8ad112830ebbб |
| Рисунок 10 Рентгеновская спектроскопия на аппаратах  а) Рентгенофлюоресцентный элементный анализатор Спектроскан МАКС-GV; производитель: НПО «Спектрон», РФ, год выпуска: 2004 и  б) компактный настольный порошковый дифрактометр D2 Phaser, производитель: Bruker AXS, Германия; год выпуска: 2011 (Фото автора) | |

*Назначение прибора:* ***D2 PHASER*** применяется для решения большинства задач порошковой рентгенографии: качественного и количественного фазового анализа, определения параметров элементарной ячейки, определения размеров кристаллитов, степени кристалличности, микронапряжений. Дифрактометр построен по схеме вертикальной геометрии Брэгга-Брентано и состоит из ультракомпактного гониометра, рентгеновской трубки, высоковольтного генератора, систем формирования рентгеновского пучка и высокоскоростного полупроводникового детектора [9]. 0,1 г измельченного в порошок образца помещается на плоский прободержатель для исследования.

***Спектрометр Спектроскан Макс-GV*** предназначен для определения содержания химических элементов в различных веществах, находящихся в твердом, порошкообразном или растворенном состояниях, а также нанесенных на поверхности и осажденных на фильтры. Спектрометр может применяться в различных отраслях науки и техники для анализа элементного состава вещества [9].

**2.2.5 Научная обработка собранного материала**

Научная обработка материала проводится с целью всестороннего изучения объектов исследования, их таксономического определения (то есть классификация и определение положения в системе). Однако нередко для расположения организмов в систему приходится создавать искусственные классификации, поскольку из-за неполноты сохранности эти остатки невозможно сопоставить с живущими формами и соответственно определить их место в системе.

Во время камеральной обработке для классификации исследуемых брахиопод необходимо описать основные внешние признаки, такие как: форма раковины, соотношение створок, скульптура раковин (табл.4, рис.11).

Таблица 4

Элементы наружного строения раковины

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Соотношение створок** | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| С – спинная, б – брюшная створки | | | | | | | |
| **Формы переднего края раковины** | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| А - прямой | | | Б - односкладчатый | | | В - двускладчатый | |
| **Скульптура раковины** | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| А – простые ребра | Б – вставные ребра | | | В – дихотомирующие ребра | | | |
| **Габариты раковины** | | | | | | | |
|  | |  | | |  | |  |
| ширина | | | | | толщина | | длина |



Рисунок 11. Камеральная обработка фоссилий (Фото Бердановой Е.И.) **Глава III РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Пробоотбор проводился в сентябре, октябре 2022 года в районе с. Белая Речка в верховье реки Нальчик, в пойме ее правого притока – реки Белой (рис.12).



Рисунок 12. Река Белая - правый приток реки Нальчик

Пробы отбирали в естественных обнажениях осадочных пород вдоль берега реки, а также способом простого сбора фоссилий с поверхности земли.

Во время экспедиций была собрана коллекция окаменелостей (Рис. 13).

|  |  |
| --- | --- |
| БРАХИа | позвоночныйб |
| Рисунок 13. Коллекция окаменелостей: а) брахиоподы, б) «неизвестное» (Фото автора) | |

Так как в пробоотборах преобладали брахиоподы, на первом этапе исследовательской работы мы ограничились таксометрической характеристикой именно этих окаменелостей.

Для классификации объектов использовались палеонтологические определители (ключи) [10,11]. Для уточнения статуса исследуемых объектов была проведена консультация у специалиста в области палеонтологии с целью подтверждения или опровержения правильности определения фоссилий, а именно – у Шамариной Марины Анатольевны, заместителя заведующего музеем живой природы, отдела геологии НОЦ «Ботанический сад» КБГУ. Результаты научной обработки собранного материала представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Систематика исследуемых брахиопод Brachiopoda Articulata

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Геологический возраст |
| Царство | Животные (*Animalia*) | Мезозойская эра, меловой период, нижний отдел (эпох), ярус (век) валанжинский (139,8 -132,9 млн. лет назад) |
| Тип | *Brachiopoda* |
| Класс | Плеченогие (*Brachiopoda*) |
| Подкласс | Замковые (*Articulata*) |
| Отряд | *Rhynchonellida Moore* |
| Подотряд | *Rhynchonellidina* |
| Надсемейство | *Rhynchonellidеa* |
| Семейство | *Rhynchonellidaе* |
| Подсемейство | *Praecyclothyrinae subfam.nov.* |
| Род | *Mosquella Makridin* |
| Вид | *Mosquella oxyoptyha* |

Зная геологическую составляющую места исследования, мы могли предположить, что руководящими формами, т. е. остатками организмов, выступающими в роли индикаторов возраста или брахиоподы, или двустворчатые, «судьбы» которых переплелись в ходе исторического развития.

В раннем палеозое (около 400 млн лет назад) господствующей группой фильтраторов в океанах были брахиоподы. К этому периоду относится около 12 тысяч их ископаемых видов. Ко времени массового пермского вымирания брахиоподы потеряли 95% их видового разнообразия, в то время как двустворчатые достигли большого разнообразия.

Некоторые учёные считают, что способность двустворчатых зарываться в грунт для спасения от хищников являлась ключевым фактором их выживания. Новые адаптации позволили двустворчатым освоить новые экологические ниши. К таким приспособлениям относят способность к плаванию, хищнический образ жизни и другие. Эти две группы животных описываются в учебниках как пример двух таксонов, один из которых оказался конкурентоспособнее другого и вытеснил его. Превосходство двустворчатых над брахиоподами объясняется более успешным прохождением первыми массового вымирания.

В лаборатории «Рентгендиагностика материала» Центра коллективного пользования был проведён химический качественный анализ объектов на аппаратах Spectroscan MAKC - GV и D2-Phaser методом Рентгеновской спектроскопии (рис.14,15).

|  |  |
| --- | --- |
| 8de327c9-a66a-4b87-bd34-478c3c3de38e | 7eb921c0-02e6-4927-9c45-5af22212d95c |
| Рисунок 14 Работа на аппарате Spectroscan MAKC - GV (Фото Бердановой Е.И.) | Рисунок 15 Работа на аппарате D2-Phaser (Фото Бердановой Е.И.) |

Результаты исследования представлены в таблице 6, рис.16.

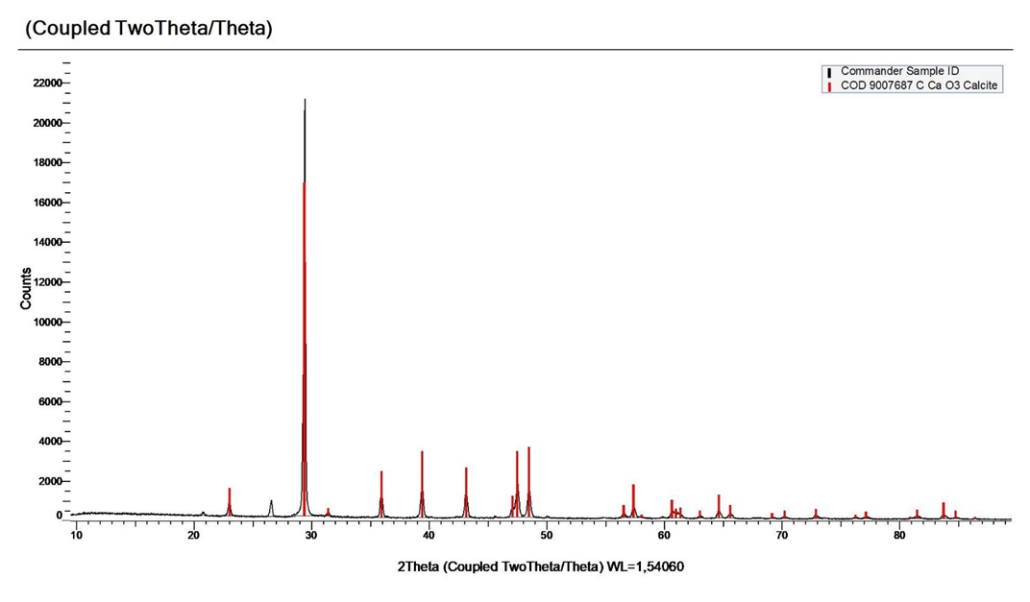
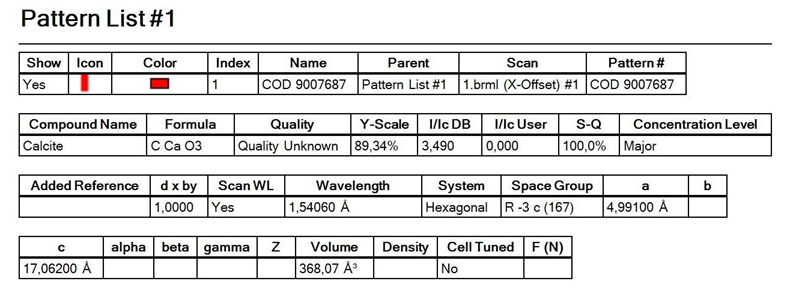


Рисунок 16. Рентгеновская дифрактограмма образцов, собранных в районе р.Белая (аппарат D2-Phaser)

Таблица 6

Определение кристаллической решетки вещества (CaCO3) для образцов, собранных в районе р. Белая



В соответствии с представленными результатами можно заключить, что процессы разрушения кристаллической решетки СаСО3, разложения сложных анионов СО32-, образование кристаллической решетки СаО, то есть превращение гексагональной решетки кальцита в кубическую решетку оксида кальция не наблюдается. Распад анионов и последующее разрушение кристаллической решетки исходного вещества возможны лишь при определенных условиях, которые составляют кристаллохимическую сторону явления диссоциации углекислого кальция.

Мы сравнили брахиоподы, отобранные в верховье реки Нальчик (река Белая) (рис.13) с коллекцией брахиопод, отобранных в Хазнидонском ущелье (рис.17).

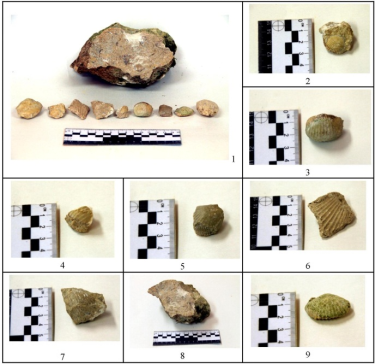


Рисунок 17. Пробоотбор (ноябрь 2021 г.) в междуречье рек Хазнидон – Лахумедон, 1 070 м. над у.м. (Фото Елканова А.С.)

Пробы отбирались в ноябре 2021г в местах в естественных обнажениях осадочных пород вдоль берега реки (рис.18, 19). Бассейн р. Хазнидон плане относится к Предкавказской или Скифской плите, в строении фундамента которой присутствуют отложения среднего и верхнего палеозоя и раннего мезозоя. В строении моноклинали принимают участие отложения от верхней юры до неогена общей мощностью несколько тысяч м, представленные терригенно-карбонатными породами.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | G:\ХАНИДОН\aab20c52-efe3-4636-b942-81212de36888-0.jpg |  |
| Рисунок 18. Координаты отбора проб макрофоссилий в «Междуречье», 21.11.2021г | Рисунок 19. Пробоотбор в естественных обнажениях осадочных пород в Междуречье рек Хазнидон – Лахумедон, 1 070 м. над у.м. (Фото Бердановой Е.И.) | |

По результатам таксометрических (табл.5) и рентгеноскопических исследований фоссилии Хазнидонского ущелья (табл. 7, рис.20) идентичны фоссилиям, отобранным в верховье р. Нальчик (табл. 6, рис.16.).

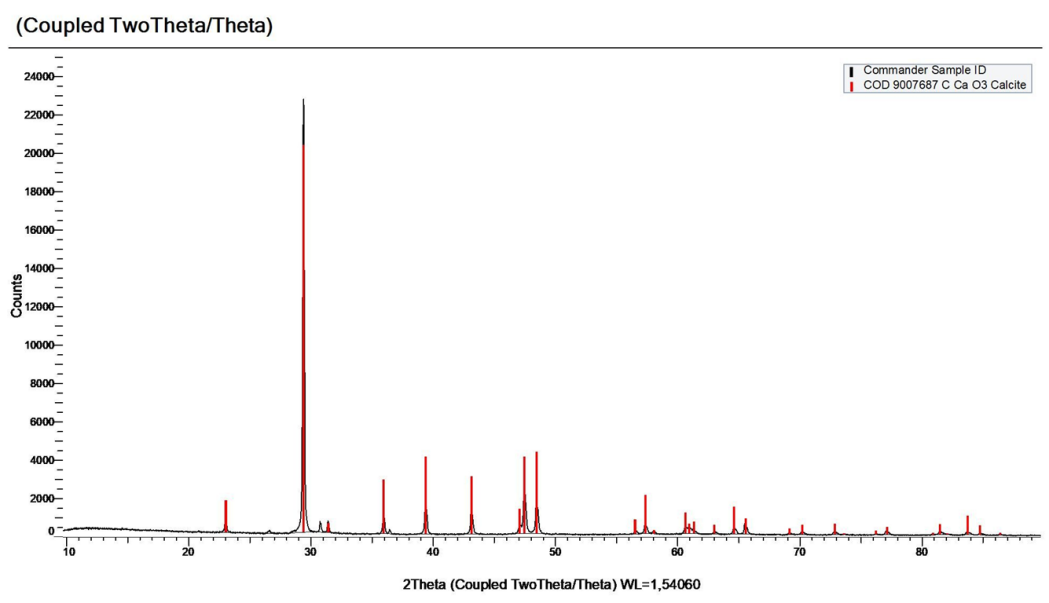
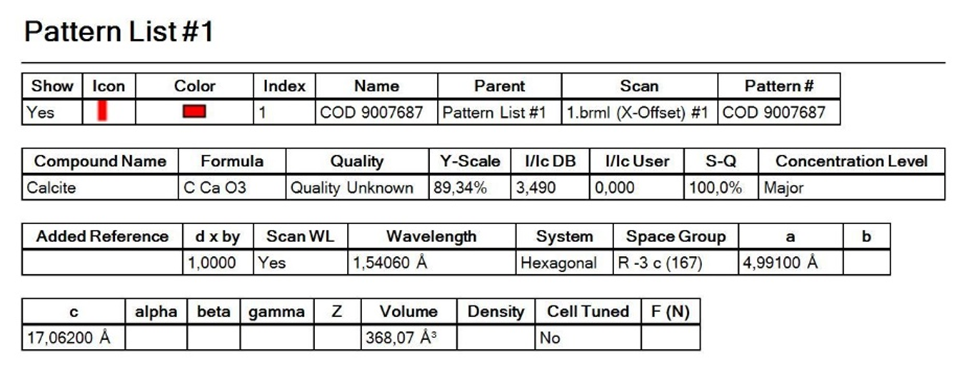


Рисунок 20. Рентгеновская дифрактограмма образцов, собранных в районе р.Хазнидон (аппарат D2-Phaser)

Таблица 7.

Определение кристаллической решетки вещества (CaCO3) для образцов, собранных в районе р. Хазнидон



Фоссилии можно найти не всегда в тех местах, где они обитали. Возможны снос и переотложение ископаемой фауны, поэтому следует доказывать первичность залегания фоссилий (залегание in situ). В связи с этой задачей возникло и развивается особое направление в палеонтологии - «тафономия», наука об особенностях захоронения органических остатков и о возрасте фоссилий по физическим признакам.

**Выводы**

* Изучено геологическое, геоморфологическое строение верховья р. Белая.
* Собраны образцы брахиопод и некоего позвоночного, описание которого планируется на следующем этапе исследований.
* Определение качественного химического состава фоссилий.
* Произведена систематики образцов и сравнительный анализ с фоссилиями Хазнидонского ущелья.
* Изучена экология брахиопод в целях выяснения образа жизни и условий их обитания.
* Вымершие отряды брахиопод имеют большое стратиграфическое значение, поскольку многие виды являются руководящими формами.
* Сопоставлен геологический возраст с геологической историей региона: стратиграфическая принадлежность образцов – Мезозойская эра, меловой период, нижний отдел (эпох), ярус (век) валанжинский (139,8 -132,9 млн. лет назад).
* Планируется дальнейшее тесное сотрудничество с музеем живой природы НОЦ «Ботанический сад» КБГУ.

**Заключение. Планируемый результат**

О событиях далёких времён, мы судим по окаменелостям или фоссилиям - застывшим в камне свидетелям прошлого. Каждая такая находка это настоящее чудо и редкое стечение удачных обстоятельств, без которых окаменелость просто бы не возникла.

Наша исследовательская работа будет продолжаться. Мы переходим к новому этапу - наша находка (рис.19) представляет большой интерес в рамках данного исследования.



Рисунок 19. «Новый этап исследований» (Фото автора)

Для профессионального описания находки необходима дальнейшее сотрудничество со специалистами музея живой природы, отдела геологии НОЦ «Ботанический сад» и лаборатории «Рентгендиагностика материала» Центра коллективного пользования КБГУ.

**Благодарность**

Выражаю благодарность:

Научному консультанту Шамариной Марин Анатольевне, зам. заведующего музеем живой природы, отдела геологии НОЦ «Ботанический сад» КБГУ.

Консультанту, биологу, фотографу Елканову Аслану Самсадиновичк, п.д.о. «ЭБЦ»



Эксперту-консультанту Гузиеву Хусейну Юсуповичу,

к.б.н.

Хапаевой Ясмине, ученице 10 кл. МКОУ «Гимназия №14», «палеонтологу Хазнидонского ущелья».

Бердановой Елене Ивановне - п.д.о. ГБУ ДО «ЭБЦ» Минпросвещения КБР, руководителю исследовательской работы.

Особую благодарность выражаю Жабаги Али, аспиранта КБГУ, за обучение Рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и за помощь в проведении химического качественного анализа фоссилий.

**Список использованных источников и литературы**

1.[Электронный ресурс]. URL: <https://naukarus.com/zachem-nuzhna-paleontologiya> (дата обращения 12.10.2022)

2. Современная палеонтология. Том 2. Методы, направления, проблемы, практическое приложение' \\Шишкин М.А., Мейен С.В., Алексеев А.С. - Москва: Недра, 1988 - с.383

3. Друщиц В.В. 'Палеонтология беспозвоночных' - Москва: Издательство Московского университета, 1974 - с.528

4. Крумбигель Г., Вальтер Х. Ископаемые. Сбор, препарирование, определение, использование М.: Мир, 1980. — 334 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afx.ru/paleontology/iskopaemye> (дата обращения 12.10.2022)

5. Палеонтологический музей имени Ю. А. Орлова / отв. Ред. А. В. Лопатин. — М.: ПИН РАН, 2012. — С. [118]. — 320 [376] с. — ISBN 978-5-903825-14-1.

6. Вестхайде В. И Ригер Р. Зоология беспозвоночных Том 2: от артропод до иглокожих и хордовых. — Перевод немецкого издания 2003 года. — Москва: Т-во научных изданий КМК, 2008. — С. 513-935. — ISBN 978-5-87317-495-9.

7. Высшие таксоны животных: данные о числе видов для России и всего мира [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zin.ru/projects/zooint_r/zi2.htm> (дата обращения 12.10.2022)

8. Емузова Л.З., Сижажева М.С.К вопросу об изменении гидрографического статуса реки Нальчик [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-izmenenii-gidrograficheskogo-statusa-reki-nalchik?ysclid=laa1k5wxwm846441804> (дата обращения 12.10.2022)

9. [Центр коллективного пользования «Рентгеновская диагностика материалов» | Официальный сайт Кабардино-Балкарского Государственного Университета им. Х.М. БербековаОфициальный сайт Кабардино-Балкарского Государственного Университета им. Х.М. Бербекова (kbsu.ru)](https://kbsu.ru/struktura-nir/nauchnye-podrazdeleniya/tsentr-kollektivnogo-polzovaniya-rentgenovskaya-diagnostika-materialov/?ysclid=lb8lv9hzpn766380048): https://kbsu.ru/struktura-nir/nauchnye-podrazdeleniya/tsentr-kollektivnogo-polzovaniya-rentgenovskaya-diagnostika-materialov/?ysclid=lb8lv9hzpn766380048 © Официальный сайт Кабардино-Балкарского Государственного Университета им. Х.М. Бербекова

10. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР в пятнадцати томах Главный-редактор Ю. А. Орлов //Издательство Академии наук СССР, Москва 1959

# 11. [Виртуальный палеонтологический музей](https://www.ammonit.ru/museum.htm) [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.ammonit.ru/fossil/72.htm> (дата обращения 12.10.2022)