

Костин П. А. Карст передового хребта и полосы куэст Северо-Западного Кавказа. Автореф. канд. дисс. М., 1966. 25 с.

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. ЛОМОНОСОВА

Географический факультет

На правах рукописи

П. А. КОСТИН

КАРСТ ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА И ПОЛОСЫ КУЭСТ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических
наук

Научный руководитель доктор географических наук, профессор Н. А. ГВОЗДЕЦКИЙ
Москва — 1966 г.

Успешное решение задач строительства гидротехнических сооружений, промышленных предприятий, городов, путей сообщения, организации водоснабжения, сельскохозяйственного освоения территории, поисков полезных ископаемых требует всестороннего изучения природных условий местности. Это тем более необходимо для районов, подверженных карстовой денудации.

На исследованной территории Северо-Западного Кавказа, карстовые явления широко распространены. Карстом поражена площадь в 4,5 тыс. км². Он развит в карбонатных породах, гипсах и ангидритах разного возраста, слагающих отдельные хребты и межгорные депрессии.

Автор ставил перед собой следующие задачи:

1. Обобщить накопленный предыдущими исследователями материал о карсте Северо-Западного Кавказа и пополнить его данными собственных наблюдений.

2. Дать аналитическую характеристику природы карста, истории его развития в прошлые эпохи континентального режима и эволюции в настоящее время.

3. Сделать подсчет количественного значения современной карстовой денудации Северо-Западного Кавказа с целью выявления скорости карстового процесса в карбонатных породах и влияния на этот процесс отдельных компонентов физико-географического комплекса.

4. Сравнить количественное значение карстовой денудации известняков Северо-Западного Кавказа с таковой некоторых районов земного шара, расположенных в различных климатических поясах.

5. Определить ландшафтообразующую роль карста в равных высотных зонах Северо-Западного Кавказа.

6. Произвести районирование карста изученной территории.

7. Обосновать народнохозяйственное значение карста Северо-Западного Кавказа и дать рекомендации по рациональному использованию закарстованной территории в народном хозяйстве.

Работа является результатом исследований автора территории Передового хребта и полосы куэст Северо-Западного Кавказа, которые проводились в течение 11 лет (1955— 1965). В основу работы положены стационарные и маршрутные наблюдения автора, а также частично фондовые материалы СКГУ, дополненные опубликованными литературными источниками советских и зарубежных авторов.

Диссертация состоит из 9 глав, имеет 215 страниц машинописного текста, иллюстрирована одной картосхемой, 25 рисунками, 35 фотоснимков и 13 таблицами, выполненными автором. Приведенный список литературы содержит 201 название.

Во введении обосновывается выбор территории исследования, определены границы района, кратко изложены методы полевых наблюдений и задачи, поставленные перед автором работы.

Глава I посвящена истории исследования карста Северо-Западного Кавказа. В ней отмечено, что начало исследованию карста данной территории было положено естествоиспытателями в конце прошлого века, которые обратили внимание на ландшафтообразующую роль карста в районе массива Оштен, где большие пространства, сложенные известняками, обезвожены, а в карстовых воронках снег сохраняется почти все лето (Н. Я. Динник, 1894), или сравнивали карст массива Фишт с карстом известняковых хребтов Абхазии и Мегрелии (Н. М. Альбов, 1894).

Позднее, многие исследователи, занимаясь изучением геологического строения и геоморфологии отдельных хребтов и массивов, попутно описывали некоторые поверхностные и глубинные карстовые формы (Н. Морозов, 1911; И. С. Щукин, 1914; И. И. Никшич и О. С. Вялов, 1929). Карстовым явлениям в верхнеюрских гипсах на северном склоне Северо-Западного Кавказа была посвящена статья М. А. Зубащенко (1938).

При районировании карста Кавказа в целом, Н. А. Гвоздецким (1952) в пределах Северо-Западного Кавказа выделены три карстовые области — область проявления карста в известняках палеозоя и триаса, область массива Фишт — Оштен — Лаго-Наки и плато Черногорье, область западной части полосы куэст.

В. Н. Робинсон (1956), описывая карст в триасовых известняках Северного Кавказа, уделяет внимание не только морфология карста, но и его истории. Им выделены преднижнеюрская и предкелловейская эпохи карстовой денудации норийских известняков верхнего триаса.

В последнее десятилетие некоторые сведения о карсте Передового хребта и полосы куэст Северо-Западного Кавказа сообщили в своих отчетах геологи при характеристике особенностей рельефа их районов исследования.

Автор настоящей работы дал краткое описание карста в карбонатных породах хребта Абишира-Ахуба (1962), а также в известняках и гипсах Скалистого хребта (1965).

Карст территории, расположенной к востоку от р. Кубани, детально исследован Н. А. Гвоздецким (результаты полевых наблюдений опубликованы в ряде статей). Карст флишевой формации, развитой к западу от Фишта, описан А. А. Колодяжной (1965).

В главе II дается краткий физико-географический очерк исследованной территории. Рельеф этой части Северо-Западного Кавказа представляет собой чередование хребтов и межгорных депрессий общекавказского простирания. Самое южное положение занимает Передовой хребет, окаймленный с юга Архызско-Загеданской эрозионно-тектонической депрессией и ее восточным и западным продолжениями. У северного подножья хребта расположена структурно-эрозионная депрессия, параллельно которой севернее тянется полоса куэстовых гряд Скалистого и Пастбищного хребтов. Эти два хребта разделены междуэстовой депрессией.

Как хребты, так и депрессии, однако, не представляют единого целого. Они расчленены долинами рек на отдельные массивы.

Наибольшей абсолютной высотой (3236 м) обладает Передовой хребет. Тектонической основой его служит антиклиналь, сложенная метаморфическими, осадочными и магматическими породами палеозоя и мезозоя, в том числе закарстованными известняками. Южное крыло антиклинали круто падает в сторону

Архызско-Загеданской депрессии, северное крыло полого опускается в сторону депрессии, простирающейся к югу от Скалистого хребта. Поэтому Передовой хребет имеет соответственно южный склон крутой, северный — пологий.

На востоке, между реками Кубанью и Б. Зеленчуком, составные части хребта вытянуты с юга на север. На междуречье Б. Зеленчука и Б. Лабы хребет имеет субширотное направление. К западу от р. Б. Лабы он постепенно понижается, распадаясь на массу мелких хребтов, а в зоне погружения антиклинали под осадочные породы юры, совершенно исчезает.

Скалистый хребет (максимальная высота 1747 м н. у. м.) представляет собой куэстовую гряду, верхняя треть которой сложена карбонатными породами мальма и частично пестроцветной толщей титона с преобладанием гипсов над глинами. Его южный склон по всей линии простирается скалистый, обрывистый, почти отвесный. Северный склон, наоборот, пологий. Такое строение хребта обусловлено моноклиналим залеганием слагающих его пород, а также их литологическим составом. Долинами консеквентных рек хребет делится на массивы, самый восточный из которых Джангура. Далее на запад следуют массивы: Джисса, Бальтче, Баранаха, Громатина, Ахмет-Скала, Герпегем, Кизинчи и Эквицопко. Северные, пологие, склоны их закарстованы. В обрывах много ниш; встречаются также пещеры.

Междуэстовая депрессия сложена в основном гипсами и ангидритами титона. Она занимает самый низкий гипсометрический уровень исследованной территории. Максимальная ее высота 850 м н. у. м. Долины рек, пересекающих депрессию, широкие с террасированными склонами. Водораздельные участки внутри депрессии изъедены карстовыми воронками и котловинами, что придает рельефу волнистый характер.

Пастбищный хребет, так же как и Скалистый, имеет форму куэстовой гряды, сложенной меловыми осадками. По всему северному, пологому, склону распространены верхнемеловые известняки, переслаивающиеся с мергелистыми глинами и мергелями. Поверхностные карстовые формы рельефа выражены очень слабо. По всему склону преобладают эрозионные врезы. Карстовая денудация в основном представлена глубинным растворением. Максимальная высота Пастбищного хребта 1200 м.

В этой же главе дается также описание физико-географических (факторов карстовой денудации, к каковым мы в первую очередь относим климат, сток, почвы и растительность.

Климат Северо-Западного Кавказа умеренно континентальный с многоснежной зимой в высокогорной части. Количество выпадающих атмосферных осадков колеблется в пределах от 500 до 2000 и более мм в год. Количество их увеличивается от северо-востока на юго-запад и с севера на юг. Больше всего увлажнен район Фишт — Оштена — Лаго-Наки, который находится под воздействием черноморских и Средиземноморских циклонов. Осадки здесь выпадают относительно равномерно в течение всего года. На остальной территории наблюдается летний максимум. На теплое время года их приходится до 80%. Среднегодовая температура повсеместно положительная, за исключением высокогорной, прибрежной, части Передового хребта, где она несколько ниже нуля. Карстовая денудация на всей территории не прекращается в течение всего года, о чем свидетельствуют подземные источники, функционирующие круглый год, как в зоне Передового хребта, так и в полосе куэст.

Средний многолетний годовой сток является функцией разницы количества выпадающих атмосферных осадков и их испарения. Он колеблется в пределах от 200 мм на северо-востоке, где испарение осадков преобладает над стоком до 1900 мм на юго-западе. В карстовой денудации сток играет огромную роль.

Растительность и почвы в пределах рассматриваемой территории подчинены высотной зональности. Смена природных условий происходит в соответствии с изменением высоты местности. Почвы на низких гипсометрических уровнях представлены предкавказскими деградированными черноземами, которые развиваются под травянистой растительностью горной луговой степи. На средних высотах, покрытых лесом, развиты горнолесные оподзоленные бурые почвы. Горнолуговые маломощные почвы с травянистой растительностью субальпийских и альпийских лугов распространены на высокогорье. Биохимические процессы в почвенном покрове и лесной подстилке являются источниками воспроизводства агрессивной углекислоты, которой постоянно обогащаются инфильтрационные воды.

Геологическое строение и геоморфологические особенности территории рассматриваются в главе III. В краткой характеристике стратиграфии особое внимание уделяется выделению эпох седиментации карстующихся пород, а также

эпох континентального режима, что необходимо для обоснования истории развития карста в пределах отдельных регионов или же Северо-Западного Кавказа в целом. С явлениями магматизма связан контактный метаморфизм, обусловивший превращение известняков девона в мраморизованные известняки или даже в мраморы. Вертикальные колебательные движения земной коры, пликативные и дизъюнктивные дислокации вывели из нормального горизонтального положения, пласты, осадочных пород, придав им иную форму залегания. В зоне Передового хребта осадочные породы были смяты, а складки, разорваны трещинами, в полосе куэст они получили наклонное залегание. В морфологии современного карста Северо-Западного Кавказа четко отражено влияние структурных особенностей карстующихся пород. Так, шахты и колодцы карстового происхождения в изобилии встречаются в известняках, смятых в складки. В них же создаются, более сложные условия циркуляции подземных вод. Карстовые воронки, ванны, котловины чаще встречаются на поверхности моноклинально залегающих пород и т. д. В этой же главе описаны некоторые рельефообразующие процессы, в том числе древнее оледенение, с которым связана ликвидация многих карстовых форм рельефа в высокогорной зоне Передового хребта. Здесь же отмечается наложение современных карстовых форм на древнеледниковые. Из-за отсутствия поверхностного стока в известняках, разбитых трещинами разного генезиса, эрозионные формы рельефу малоразвиты и выражены, речными долинами карстово-эрозионного происхождения. Они господствуют в пределах Пастбищного хребта, где известняки переслаиваются с глинами и мергелями, что затрудняет вертикальную циркуляцию

Гравитационные процессы получили большое развитие по окраине массивов, сложенных карстующимися породами. Здесь встречаются тектонические трещины, расширенные силой бортового отпора, которые являются причиной образования осыпей и обвалов у основания скалистых обрывов. Одним из самых распространенных рельефообразующих факторов в растворимых породах — известняках, гипсах и ангидритах на территории Северо-Западного Кавказа является карст.

Под термином «карст», следуя определению Н. А. Гвоздецкого (1954), мы понимаем явления, возникающие в растворимых водой горных породах и связанные с химическим процессом их растворения, которые выражаются комплексом специфических поверхностных и глубинных форм, своеобразием свойств речной и озерной

сети и циркуляции подземных вод. Под карстом понимается не только совокупность указанных явлений но и процесс их развития. Карстовый процесс включает в себя взаимодействие воды и горной породы, приводящей к разрушению последней, а также перенос и осаждение растворённых веществ в виде натеков, капельников и т. п., т. е. литогенезис.

Рассматривая историю формирования рельефа, нами выделено несколько эпох древней карстовой денудации: преднижнеюрская, предкелловейская, предтитонская и палеоген-четвертичная. Почти все формы, образовавшиеся в результате карстовой денудации и наблюдаемые в настоящее время, возникли в последнюю — палеоген-четвертичную эпоху. В этой же эпохе, отмечается несколько стадий развития карста, обусловленных понижением базиса эрозии в связи со сводовым поднятием Б. Кавказа в целом.

Глава IV посвящена карсту Передового хребта в известняках палеозоя и триаса. После краткой характеристики общих физико-географических условий, в этой главе подробно рассматриваются: стратиграфия и литология карстующихся пород, факторы карстовой денудации, в том числе геологические, климатические и гидрологические, поверхностные и подземные карстовые формы, делается попытка, количественного подсчета карстовой денудации в карбонатных породах, дается описание истории развития карста и его ландшафтообразующей роли. Количественный расчёт карстовой денудации известняков Передового хребта произведен по формуле Ж. Корбеля (1959):

$$X = 4 \cdot E \cdot T / 100$$

где E — высота слоя стекающей воды в дециметрах;

T —содержание CaCO_3 в мг/л;

X — значение карстовой денудации, выраженное в $\text{м}^3/\text{год. км}^2$ или мм/тысячелетие.

По этой формуле вычисляется показатель поверхностного растворения известняков всей поверхности, занятой известняками.

Жесткость воды в советской справочной литературе даётся в немецких градусах. Для целей сравнения количественного значения карстовой денудации известняков Северо-Западного Кавказа с таковой других районов земного шара, расположенных в различных климатических поясах, немецкие градусы жесткости вод мы перевели во французские, какими пользовался Ж. Корбель. Один немецкий

градус жесткости соответствует 1,79 во французском исчислении жесткости. Французский градус жесткости соответствует содержанию в воде 10 мг/л CaCO₃.

Для примера количественного подсчета карстовой денудации известняков Передового хребта мы взяли бассейн р. Кяфар, наполовину сложенный известняками. В таком случае формула Ж. Корбеля принимает несколько иной вид:

$$X = 4 \cdot E \cdot T \cdot n / 100$$

где «n» показывает, какая часть бассейна реки сложена известняками.

Сток воды в бассейне р. Кяфар равен 15 дм. Жесткость воды в р. Кяфар 27,8°. Зная все данные и подставляя их в формулу, мы получим количественное значение поверхностного растворения известняков бассейна р. Кяфара:

$$X = 4 \cdot 15 \cdot 27,8 \cdot 10 \cdot 0,5 / 100 = 83,4 \text{ м}^3/\text{год. км}^2$$

или 83,4 мм/тысячелетие.

По исследованиям Ж. Корбеля, механическая эрозия в горных районах составляет 1/2 поверхностного растворения, а на равнинах — 1/10 поверхностного растворения. Глубинное растворение в Альпах составляет от 50 до 80% общей карстовой денудации. Для Северо-Западного Кавказа, который получает меньшее количество атмосферных осадков по сравнению с Западными Альпами (Веркор Французских Альп), обращенными в сторону Атлантического океана, мы берем минимальные значения—50%.

Таким образом, для бассейна р. Кяфара современная карстовая денудация выражается:

поверхностное растворение	83,4 м ³ /год. км ²
глубинное растворение	125,1 м ³ /год. км ²
механическая эрозия	41,7 м ³ /год. км ²
Общая карстовая денудация	250,1 м ³ /год. км ² или 250,2 мм/тысячелетие.

.....
1 мм/тысячелетие — определение, которое получается при переходе кубические метров в кубические мм и квадратные километры в квадратные мм. При сокращении чисел и степеней получим мм/тысячелетие.
.....

В пределах Передового хребта закарстованы девонские мраморизованные известняки и триасовые рифогенные известняки. Все карбонатные породы разбиты трещинами различного генезиса, которые являются путями проникновения атмос-

ферных и талых снеговых вод в толщу известняков. Атмосферных осадков выпадает более 2000 мм в год. Известняки закарстованы на всю глубину, о чем свидетельствуют выходы подземных источников у основания известняковых массивов на контакте с водоупорными кристаллическими породами. Из карстовых форм редко встречаются карры, много карстовых воронок поверхностного выщелачивания и провальных, возникших на бортах древнеледниковых цирков, склонах устьевых ступеней, днищах трогов. Карстовые котловины, как правило, совпадают с днищами цирков. Много карстовых шахт, возникших главным образом там, где пласты известняков поставлены на голову. Встречаются озера с карстово-ледниковым ложем.

Большинство современных карстовых форм возникло после ледниковой эпохи. Ни в одной из воронок нет моренного материала, а они расположены на пути движения ледника, который нес не только продукты разрушения известняков, но и кристаллических пород, слагающих борта цирков.

Ландшафтообразующая роль карста четко выражена в рельефе. В пределах развития известняков рельеф сглаженный, слегка нарушенный карстовыми воронками и котловинами. По поверхности известняков нет поверхностного стока. Рядом с ними, на поверхности кристаллических пород блестит масса струек воды, спускающейся вниз по склону. Склоны южной экспозиции в карстовых воронках поросли более скудной альпийской растительностью по сравнению со склонами других румбов.

В главе V дается характеристика карста области массивов Фишт-Оштен-Лаго-Наки, развивающегося в доломитизированных известняках оксфорд-кимириджа и титона, мощность которых превышает 300 м. Пласты карбонатных пород смяты а складки в южной части области и наклонены под небольшим углом на северо-запад в северной ее части.

Область получает более 2000 мм осадков в год. Средняя годовая температура положительная в течение всего года. По разнообразию карстовых форм и гидрологическим особенностям эта территория Северо-Западного Кавказа близка к карстовым плато Бетенберга и Меренберга Швейцарских Альп, а также известнякового массива Веркор Французских Альп. Особенно сближает эти горные территории разных частей земного шара строение и размеры карров, нигде более не встречающиеся в других районах Кавказа. На хребте Каменное Море

рассматриваемой области карры достигают 0,5 м ширины и 4—6 м глубины. В пределах Швейцарских Альп отдельные карры, по сведениям А. Бегли (1964), имеют до 4 м ширины при глубине в 10 м.

Карстовые воронки в зоне древнего оледенения забиты моренным материалом из известняковых глыб, принесённых льдом, что говорит о более древнем возрасте карстовых воронок.— доледниковом. Большая же часть воронок образовалось в послеледниковое время. Самая крупная из карстовых котловин Северо-Западного Кавказа занимает почти все плато Лаго-Наки, площадь которого около 25 км². Карстовые шахты количеством до 100, возникли на крыле синклинали складки в седловине между массивами Оштен и Пшехасу. Диаметр их не превышает 5 м, глубина до 40—50 м.

Значительное глубинное растворение карбонатных пород подземными водами, которые использовали для своего движения тектонические трещины, проявилось в образовании крупных пещер. Одной из самых примечательных является Азиштская сталактитовая пещера, расположенная в известняковом хребте Азиш-Тау. Она состоит из пяти сухих залов и одной галереи с подземной рекой. Длина ее всех залов 100 м. Общая же длина пещеры более 450 м. В пещере много сталактитов. Есть сталагмиты, которые имеют форму толстых лепешек, полусфер или же гигантских колосьев безостой пшеницы.

Количественное значение карстовой денудации мы подсчитали для известняков бассейна р. Курджипса. Оно выражается:

поверхностное растворение	68,4 м ³ /год. км ²
глубинное растворение	102,6 м ³ /год. км ²
механическая эрозия	34,2 м ³ /год. км ²
общая карстовая денудация	205,2 м ³ /год. км ²
или 205,2 мм/тысячелетие.	

Вся поверхность территории, сложенной карбонатными породами, обезвожена. В карстовых воронках северных склонов известняковых массивов снег сохраняется в течение всего лета. Карровые поля хребта Каменное Море придают его гребню вид каменистой пустыни.

Глава VI посвящена карсту Скалистого хребта, сложенного верхнеюрскими оолитовыми, плитчатыми, доломитизированными известняками. В разрезе толщи ясно выражены линии размыва, фиксирующие перерывы седиментации в эпохи континентального режима - нижнелузитанскую и предтитонскую.

Пласты известняков наклонены на ССВ под углом 5—12⁰. Карбонатные породы разбиты трещинами разного генезиса. В развитии подземной и наземной гидрографической сети особую роль играют тектонические трещины, секущие всю толщу известняков в северо-западном или северо-восточном направлениях. Речные долины наземных рек, врезанные в толщу известняков верхней юры и глинистых сланцев бата, имеют коленчатое строение. Из сопоставления графиков направлений отдельных отрезков речных долин с направлениями тектонических трещин, составленных нами по методу Тарра-Гвоздецкого (Н.А. Гвоздецкий; 1954), выявлена тесная зависимость этих направлений. На этой основе мы пришли к заключению, что долины всех рек северного склона Скалистой хребта первоначально были заложены в тектонических трещинах и реки имели подземные русла. После обрушения потолков полостей и достижения водными потоками водоупорной кровли глинистых сланцев бата, эти потоки превратились в наземные реки с карстово-эрозионными долинами.

Хребет получает до 1500 мм осадков в год. Они выпадают крайне неравномерно. Наблюдается летний максимум. Количество их убывает с запада на восток. Зима малоснежная теплая. Лето жаркое. Испарение преобладает над стоком. Глубинное растворение известняков не прекращается в течение всего года.

Из карстовых форм нами описаны: карры, воронки, котловины, гигантские колодцы, карстовые останцы, ниши, пещеры.

Карры чаще всего возникают на оголенной поверхности известняков возле внутридолинных обрывов или на гребне Скалистого хребта.

В размещении карстовых воронок наблюдается следующая закономерность. В верхней трети северного склона хребта воронки имеют небольшие размеры; в средней части склона размеры их увеличиваются до 15—25 м ширины в плане и 5—10 м глубины; борта асимметричные, что обусловлено наклонным залеганием пластов известняков. Плоскостная эрозия бортов воронок способствовала накоплению на их дне делювия, развитию более мощного почвенного горизонта, произрастанию древесной растительности. Этим самым ярко проявляется

ландшафтообразующая роль карста на северном склоне Скалистого хребта, где на общем фоне горной лугово-степной растительности в карстовых воронках произрастают отдельные экземпляры или группы разных древесных пород.

В нижней трети склона воронки имеют диаметр минимум 150 м и глубину до 30—40 м. Здесь древесная растительность сосредоточена не только в карстовых воронках, но и занимает часть водоразделов между ними.

На всей поверхности северного склона хребта воронки расположены цепочками вниз по склону, вероятно фиксируя этим направление тектонических трещин с подземными водотоками.

Гигантские колодцы представляют собой расширенные карстовой денудацией поноры. Об этом свидетельствует размещение колодцев в центре днища воронок. Они расположены вблизи внутридолинных обрывов. Многие из них утратили свою первоначальную форму и в настоящее время имеют вид полуцилиндров, вписанных в составляющую поверхность обрывов. Такой вертикальный срез колодцев был произведен обвалами по тектоническим трещинам, расширенным силой бортового отпора, которые протягивались параллельно бровке обрыва на некотором расстоянии от нее.

Таким образом, на месте многочисленных гигантских колодцев возникли формы останцового карста в виде гофрированной поверхности обрывов.

В обрывах много ниш, в начальной стадии эволюции которых первостепенную роль сыграло физическое (морозное) выветривание.

Пещеры имеют небольшие размеры, всего до 100 м длины. Они состоят из 1—4 залов. Относительно уреза воды в реках они занимают разные уровни, соответствующие уровням речных террас. Мы считаем, что эти пещеры формировались в одно время с образованием речных террас, когда гидродинамическая зона сезонного колебания уровня подземных вод находилась несколько выше уреза воды реки. Воды этой зоны, производя растворение известняков, образовали полости в межпластовых трещинах. Куполообразные расширения в потолках пещер (Васильевой, Ляшковой, Херсоновой и др.) очевидно возникли в результате коррозии смешивания вод гидродинамических зон сезонного колебания и аэрации. Смешение вод с различным содержанием углекислоты увеличивает их агрессивность, о чем свидетельствуют как советские, так и зарубежные

исследователи карста. Все пещеры Скалистого хребта образовались в последнюю эпоху карстовой денудации. Их возраст не древнее акчагыльского времени.

Количественное значение карстовой денудации известняков северного склона Скалистого хребта, выраженное в м³год. км² или мм/тысячелетие:

Таблица 1.

Бассейн рек	Сток, дм	Жесткос ть, ф ⁰	Поверх ностное раствор ение	Глубинн ое раствор ение	Механи ческая эрозия	Общая карстов ая денудац ия
Бассейн р. Фарса						
Массив Эквицопко	6	32,8	39,4	59,1	19,7	118,2
Бассейн р. М.Рогожка						
Массив Бальтче	5	32,2	32,2	48,3	16,1	96,6
Бассейн балки Мокрой						
Массив Джангуры	4	35,8	28,1	42,1	14,0	84,2

В главе VII описывается гипсовый карст северного склона Скалистого хребта и межкуэстовой депрессии.

Южная, большая, половина депрессии выполнена породами титонской пестроцветной толщи. Мощность этих отложений колеблется от 90 м в бассейне Кубани до 850 м в бассейне р. Фарса. Основной породой толщи является ангидрит, который на поверхности, в результате процесса гидратации, переходит в гипс. Гидратация ангидритов сопровождается так называемой «гипсовой тектоникой», обусловленной увеличением объема породы до 30% за счет присоединения воды к ангидритам.

Из других пород титона видную роль играет каменная соль которая нигде не выходит на дневную поверхность. Красноцветные глины титона размыты почти на всей поверхности гипсово–ангидритовой толщи. Гипсами перекрываются карбонатные отложения оксфорд-кимериджа северных склонов некоторых массивов куэстовой гряды Скалистого хребта. Гипсы повсеместно разбиты трещинами физического выветривания и тектоническими.

Депрессия находится в «дождевой тени» — расположенного к северу Пастбищного хребта и получает меньше атмосферных осадков по сравнению с окаймляющими ее хребтами. Поверхность гипсовой толщи на всем пространстве обезвожена.

Подземные источники, имеющие ничтожно малый дебит, встречаются редко.

Из карстовых форм большое развитие получили воронки поверхностного выщелачивания и особенно провальные. Они имеют разные размеры от небольших до 300 м ширины в плане и 45 м глубины. На бортах многих крупных карстовых воронок возникли воронки 2-го и 3-го порядков. Часто встречаются сложные воронки, образовавшиеся в результате слияния 3—5 соседних воронок. В двух карстовых ваннах с диаметром до 400—600 м размещены карстовые озера Круглое (19,5 м глуб.) и Черное (8,5 м глуб.). Имеются колодцы.

На поверхности гипсов наряду с карстовыми формами развиваются также и карстово-эрозионные — глубокие овраги с почти отвесными бортами.

Карстовые явления в гипсах, как мы предполагаем, начали развиваться в послепашеронское время, в связи с выходом на дневную поверхность гипсов из-под покрова осадков меловой системы.

Карст сыграл большую роль в преобразовании рельефа междуэстовой депрессии. Здесь наблюдается чередование карстовых ванн и воронок с округлыми или несколько вытянутыми вдоль депрессии холмами.

Повсеместно господствует горно-лугово-степная растительность: древесная растительность произрастает в карстовых понижениях — ваннах и воронках.

В главе VIII рассмотрен карст верхнемеловых известняков Пастбищного хребта. Здесь известняки переслаиваются с мергелистыми глинами и мергелями, напоминая тем самым флишевую формацию юго-западного склона Большого Кавказа. Пласты известняков наклонены на ССВ под углом 5—70°.

Несмотря на то, что верхнемеловые известняки обладают значительной пористостью и разбиты трещинами физического выветривания, тектоническими и напластования, вертикальная циркуляция подземных вод в них затруднена. Продвижению воды в толщу известняков препятствуют глинистые горизонты, а также небольшая ширина тектонических трещин. Поэтому на северном склоне Пастбищного хребта подземные воды имеют выходы на поверхность на самых разных гипсометрических уровнях, продвигаясь вниз по склону по трещинам

напластования. Источники, как травило, иссякают в сухое время года, за исключением тех из них, которые расположены в основании северного склона. Такие специфические условия циркуляции подземных вод не благоприятствуют возникновению карстовых форм на поверхности. Здесь всюду господствуют эрозионные врезы сухих балок и оврагов.

Карстовая денудация в верхнемеловых известняках Пастбищного хребта проявляется большей частью в глубинной растворении карбонатных пород, в результате чего в некоторых местах образовались пещеры. Пещеры возникли на месте крупных (широких и глубоких) тектонических трещин, в которых мощные подземные потоки воды успевали выносить весь нерастворимый материал за пределы полости. В русле таких подземных водотоков можно обнаружить известняковый галечник.

Количественное значение общей карстовой денудации в известняках верхнего мела составляет в среднем $50 \text{ м}^3/\text{год. км}^2$.

В заключительной, **главе IX** дается характеристика количественного значения карстовой денудации карбонатных пород территории Северо-Западного Кавказа в целом с последующим ее анализом и в сравнения с карстовыми районами, расположенными в различных климатических поясах земного шара. Произведено районирование карста изученной территории. В конце главы рассмотрена роль карста в народном хозяйстве и даются рекомендации по рациональному использованию закарстованной территории в народном хозяйстве.

Данные таблицы 2 являются ярким показателем того, что карстовая денудация находится в тесной взаимосвязи с высотой местности, количеством атмосферных осадков, стока и испарения. Кроме того, наблюдается, что жесткость вод, дренирующих известняковые массивы, уменьшается непропорционально увеличению атмосферных осадков. Жесткость уменьшается всего в два раза, а количество атмосферных осадков увеличивается более чем в четыре раза, сток — в девять раз. Поэтому в общем итоге величина карстовой денудации большая в районах, обладающих большим количеством атмосферных осадков.

Как видно из таблицы 3, роль климата для карстовой денудации огромна. В одних случаях климат способствует значительному развитию карстовой денудации, в других препятствует. Например, в Юго-Восточной Аляске, где выпадает большое количество осадков, зима многоснежная, годовой сток холодных агрессивных вод

равен 8000 мм (Ж. Корбель, 1959), карстовая денудация достигает рекордной результативности—870 м³/год. км² или 870 мм/тысячелетие. В районе Лос-Аламоса с сухим климатом, количественное выражение карстовой денудации — ничтожно — всего 0,4 5 м³/год. км² или 0,4 мм/тысячелетие.

Таблица 2

Количественное значение карстовой денудации карбонатных пород Северо-Западного Кавказа, выраженное в м³/год. км² или мм/тысячелетие

Районы	Пределы осредненных абсолютных высот, в м	Приблизительная величина годового количества осадков, в мм	Сток, дм	Жесткость ф°	Поверхностное растворение	Глубинное растворение	Механическая эрозия	Общая карстовая денудация
Басе. р. Курджипса. Массив Мурзикао	1800—2500	Более 2500	19	18,0	68,4	102,6	34,2	205,2
Басс. р. Тхач. Массив Тхач	1000—2100	2000—2500	16	21,5	68,8	103,2	34,4	206,4
Басс. р. Кяфархр. Абишира-Ахуба	2050—3100	2000—2500	15	27,8	83,4	125,1	41,7	250,2
Басс. р. Фарс. Массив Эквицопк	700—1200	1000—1500	6	32,8	39,4	59,1	19,7	118,2

о								
Басс. р. М. Рогожки. Массив Бальтче	800— 1750	800— 1000	5	32,2	32,2	48,3	16,1	96,6
Басс. балки Мокрой. Массив Джангур а	900— 1550	800— 1000	4	35,8	28,1	42,1	14,1	84,2
Басс. р. Ходзь хр. Пастбищ ный	500—800	600—800	4	24,9	19,9	28,8	9,9	59,6
Басс. р. Чамлык хр. Пастбищ ный	700— 1000	менее 600	3	26,9	16,1	24,1	8,0	48,2
Басс. р. М. Зеленчук хр. Пастбищ ный	800— 1100	менее 600	2	35,8	14,3	21,4	7,1	42,8

Таблица 3

Сравнительная характеристика количественного значения карстовой денудации карбонатных пород различных районов земного шара, выраженной в $5 \text{ м}^3/\text{год. км}^2$

Районы земного шара	Поверхностное растворение	Глубинное растворение	Механическая эрозия	Общая карстовая денудация
Басс. Р Курджипса (Высокогорная зона Северо-	68,4	102,6	34,2	205,2

Западного Кавказа)				
Балка Мокрая, бассейн р. М. Зеленчука, Массив Джангура (Среднегорная зона Северо-Западного Кавказа)	28,1	42,1	14,0	84,2
Северный Веркор (Альпы. Франция) Тимаво (Плато Крас или Карст Югославия)		240,0	100,0	340,0
Басс. р. Киссимы (Флорида)	3,0	2,0	—	5,0
Басс. р Тананы (Внутренняя Аляска)	36,8	3,1	—	39,9
Юго-Восток Аляски	70,0	700,0	100,0	870,0
Лос-Аламос (Нью-Мексика)		0,4	—	0,4

Согласно данным Ж. Корбеля, карстовая денудация также мала в районах с влажным тропическим климатом, каковым в приведенной таблице, обладает бассейн р. Киссимы на полуострове Флорида, где она выражается всего $5 \text{ м}^3/\text{год. км}^2$.

Иное мнение об интенсивности карстовой денудации в карбонатных породах районов с субтропическим и тропическим климатом мы находим у советских ученых. Д. С. Соколов (1958), исследовавший особенности развития карста в районе среднего течения р. Янцзы (Китай) с тропическим климатом, указывает, что в условиях влажных субтропиков и тропиков почвенный воздух содержит CO_2 во много десятков раз больше, чем его содержится в атмосфере. Поэтому инфильтрационные воды в области субтропиков и тропиков более агрессивны по отношению к карбонатным породам. Данные Ж. Корбеля о величине карстовой денудации в

бассейне Киссимы, если они верны сами по себе, очевидно, отражают какой-то частный случай и не могут считаться типичными для влажных тропиков вообще.

В формуле Ж. Корбеля величина «Т», характеризующая содержание растворенного в воде карбоната кальция, зависит от всего комплекса физико-географических условий (количества атмосферных осадков, стока, испарения, высоты местности и др.). Поэтому мы и воспользовались этой формулой для определения количественного значения карстовой денудации известняков, слагающих Северо-Западный Кавказ.

На территории Северо-Западного Кавказа Н. А. Гвоздецким (1952) выделены три карстовые области. Мы даем более детальное районирование и в каждой из этих областей выделяем от 2 до 3 карстовых районов. В основу районирования карста положены геологические и общие физико-географические факторы.

В области карста в известняках палеозоя и триаса выделено два района. Первый из них включает территорию хребтов Абишира—Ахуба и Джент; второй район охватывает горный массив Большой Тхач и его окрестности.

В карстовой области массивов Фишт — Оштен — Лаго-Наки и плато Черногорье в пределах исследованной нами территории четко выражены два района. Первый район включает высокогорные массивы. Фишт, Оштен, Пшехасу и Нагой-Чук; второй — среднегорный, объединяет массив Мурзикао, плато Лаго-Наки, хребты Каменное Море и Азиш-Тау.

В карстовую область западной части полосы куэст входят три района. Первый из них территориально совпадает со Скалистым хребтом; второй занимает южную половину межкуэстовой депрессии и частично северный склон Скалистого хребта; третий охватывает территорию Пастбищного хребта.

В диссертации дана характеристика всех выделенных районов.

Далее в главе IX отмечено народнохозяйственное значение карста на рассматриваемой территории.

В пределах исследованной территории с закарстованными толщами связаны месторождения нефти, огнеупорных глин и некоторых других полезных ископаемых. Кроме того, к этим толщам приурочены, основные водоносные горизонты непосредственно используемые для водоснабжения и питающие многочисленные реки.

Производственная деятельность человека должна основываться на знании

закономерностей развития закарстованной территории с учетом влияния на нее компонентов ландшафта. Так, значительные участки, высокогорных пастбищ расположены на карстовых массивах. В их распределении до сих пор не учитывается фактор большой инфильтрации атмосферных вод и толщ известняков. Сюда засылается столько же голов скота, сколько на пастбища некарбонатных массивов, что пагубно отражается на травостое в засушливые годы. Трава не только стравливается скотом, но в значительной мере вытаптывается им. Поэтому в засушливые годы надо оставлять меньшее количество скота на пастбищах известняковых массивов.

Основным источником в водоснабжении многих районов Северо-Западного Кавказа являются подземные воды. Поэтому не следует пользоваться карстовыми шахтами, воронками, колодцами и т. п. в качестве скотомогильников, с тем, чтобы предотвратить, возможность бактериологического заражения подземных вод. Нередки также случаи гибели скота в карстовых формах. Следует взять на учет все карстовые колодцы, шахты, провалы, закрыть их ветками, оградив доступ скоту к ним, или же поставить заборы.

Так как лес, регулируя поверхностный сток, очень существенно влияет на гидрологический режим, сведение лесов в горном карстовом районе может привести к превращению известняковых массивов с пышной растительностью в голые каменистые пустыни. Примером этого может служить хребет Каменное Море, который в прошлом был покрыт лесом. Но этот лес был постепенно уничтожен пастухами. Теперь на хребте развиты обширные карровые поля. Таким образом, из территории, подверженной закарстовыванию, необходимо немедленно прекратить вырубку леса и сохранить в дальнейшем в неприкосновенности растительный покров, в особенности в пригребневых участках или недалеко от обрывов.

При гидротехническом строительстве в первую очередь следует детально изучить палеокарст. Процесс выщелачивания карбонатов очень медленный, о чем свидетельствуют данные количественного значения карстовой денудации известняков Северо-Западного Кавказа (см. табл. 2). Таким образом, основную роль в утечке воды из водохранилища будут играть не медленно расширяющиеся путем выщелачивания трещины, а уже давно образованные полости древнего карста. Изолировать эти полости при сооружении плотин — задача инженера.

Пещеры, типа Азиштской, с постоянной температурой в течение круглого года,

могут использоваться как естественные погреба для вызревания сыров —(советских, голландских, швейцарских и др.). Примером такого рода использования пещер может являться Франция, где в естественных пещерах-погребках местечка Рокфор созревает всемирно известный «король сыров» — сыр рокфор.

ВЫВОДЫ

1. В пределах Северо-Западного Кавказа карст развит в карбонатных породах палеозоя, триаса, верхней юры и верхнего мела, а также в гипсах и ангидритах титона.

2. Современные карстовые формы и гидрологические явления представлены: каррами, карстовыми воронками, ваннами, котловинами, колодцами, шахтами, нишами, пещерами, подземными туннелями, заполненными водой, источниками типа воклюз, карстово-эрозионными и карстово-ледниковыми формами, карстовыми останцами.

3. Анализ геологического разреза палеозойских и мезозойских отложений позволяет выделить среди осадочных образований перерывы седиментации осадков, соответствующие эпохам континентального режима. Некоторые из них совпадают с размывом поверхности карбонатных толщ и их закарстовыванием. К таким эпохам образования древних карстовых форм мы относим преднижнеюрское время, предкелловейское и предтитонское для всего Северо-Западного Кавказа, а в пределах отдельных районов — время нижнего лужитана. Каждой из этих эпох соответствует один цикл карстовой денудации. Он начинался во время регрессии моря и выхода на дневную поверхность карстующихся пород после уничтожения покрова некарстующихся отложений и кончался при наступлении новой трансгрессии. Последняя эпоха континентального режима началась в конце палеогена и продолжается до настоящего времени. В этой эпохе выделяются отдельные стадии в истории развития карста. Они фиксируются неоднократным изменением базиса эрозии и уровня подземных вод, обусловленным неравномерным во времени сводовым поднятием Большого Кавказа и выраженным речными террасами. Это доказывается этажным расположением пещер, возникших на уровне речных террас.

4. В высокогорных областях Северо-Западного Кавказа, подвергавшихся древнему оледенению, сохранились карстовые воронки доледникового возраста. В

настоящее время очи забиты миренным материалом, принесенным ледником. На днищах и склонах трогов, наоборот, возникли более молодые по возрасту, послеледниковые карстовые воронки, которые сейчас преобладают среди поверхностных карстовых форм.

5. В глубинном растворении известняков огромную роль играет коррозия смешивания вод разных потоков, при котором увеличивается агрессивность подземных вод, их растворяющая способность. Коррозии смешивания обязаны своим происхождением куполоподобные расширения в потолках пещер Скалистого хребта. С коррозией смешивания нами связывается также образование крупных карстовых котловин, в том числе котловины плато Лаго-Наки.

6. Гидродинамические зоны водообмена прослеживаются в известняковых массивах по выходам подземных источников, функционирующим в течение круглого года (зона полного насыщения), или же по большому количеству сифонов, которые пропускают через себя излишек воды во время таяния снегов или выпадения атмосферных осадков (зона сезонного колебания уровня подземных вод). Обе эти зоны располагаются на уровнях близких к уровням рек, дренирующих подземные воды карбонатных отложений.

7. Количественное значение карстовой денудации карбонатных пород, нами подсчитанной для Северо-Западного Кавказа, увеличивается в связи с увеличением количества атмосферных осадков с северо-востока на юго-запад и с севера на юг.

8. Долины рек, врезанные в толщу закарстованных пород, в первоначальной стадии своего развития использовали тектонические трещины. Об этом свидетельствует совпадение направлений отдельных отрезков речных долин с направлением тектонических трещин, секущих закарстованные породы. Это совпадение отражено нами на специальных диаграммах, составленных по результатам полевых исследований трещиноватости и камеральной работы над топографическими планшетами.

9. Положительная роль карста обусловлена в основном коллекторскими свойствами полостей, которые являются как бы ловушками самых различных полезных ископаемых. Карстовые полости служат также резервуарами подземных вод, которые регулируют водный режим рек. Эти воды имеют **важное** значение в водоснабжении городов, промышленных предприятий, сел, ферм и т. д.

10. Отрицательная роль карста проявляется при строительстве

гидротехнических сооружений, городов, путей сообщения, а в сельском хозяйстве карст создает «неудобия» земель, вследствие образования множества воронок на обрабатываемых полях. Карст является фактором иссушения почв на больших пространствах, занятых карбонатными породами, что существенно отражается на состоянии пастбищ.

В заключение необходимо отметить, что территория Северо-Западного Кавказа представляет научный и практический интерес как область интенсивного развития карста.

В дальнейшем изучении карста данной территории следует обратить особое внимание на: 1) историю палеокарста, в целях выявления древних форм карста, а с ними и залежей полезных ископаемых; 2) наметить пути наиболее рационального использования земельных угодий карстовых районов.

Список статей П. А. Костина, отражающих основное содержание диссертации на тему: «Карст Передового хребта и полосы куэст Северо-Западного Кавказа»

Костин П. А. Географические наблюдения в районе хребта Абишира-Ахуба летом 1955 г. Сборник трудов Ставропольского педагогического института, вып. II, 1957 (1958 на обложке),

Костин П. А. Карст в районе хребта Абишира-Ахуба. Гидрология и карстование, вып. 1. Пермь, 1962.

Костин П. А. Древнеледниковые формы рельефа хребта Абишира-Ахуба. Тезисы докл. на научн. конференц. Ставропольского пединститута, вып. 2, естественно-географ, науки. Ставрополь, 1964.

Костин П. А. Каровые озера хребта Абишира-Ахуба. Тезисы докладов на научн. конференц. Ставропольского педагогического ин-та, вып. 2, ест.-географ. науки. Ставрополь, 1964.

Костин П. А. Каровые озера хребта Абишира-Ахуба. Материалы по изучению Ставропольского края. вып. II, 1964.

Костин П. А. Карст северного склона Скалистого хребта Лабино-Зеленчукского междуречья. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка: № 9, 1965.

Костин П. А. Карст Скалистого хребта Северо-Западного Кавказа. Северный Кавказ (природа Ставропольского и Краснодарского краев). (Принята к печати). 1965.

Костин П. А. Опыт применения количественного метода исследования к изучению горного карста на примере района Фишт—Оштен—Лагонакн (Северный Кавказ). (Принята к печати). Вестник МГУ. Серия география. № 4, 1966.

Костин П. А. Карст Северо-Западного Кавказа. Тезисы доклада на пленарном заседании МОИП. (Принята к печати), 1966.

Костин П. А. Азиштская сталактитовая пещера (Северо-Западный Кавказ). Сборник «Пещеры». Пермский университет, (сдана в печать). 1966.