

Вахрушев Б.А.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНОГО КАРСТА КРЫМСКИХ ГОР

Карстовые формы рельефа неоднократно являлись объектами морфологического анализа. В геоморфологическом отношении среди карстовых форм выделяют поверхностные и подземные. Даже краткое знакомство с карстологической литературой позволяет заметить несколько парадоксальную ситуацию - наиболее доступные поверхностные карстовые формы (ПКФ) менее изучены, чем подземные. Подземным карстовым формам посвящены отдельные монографические описания [6, 8, 9, 14, 15], имеются крупные теоретические обобщения по классификации, использованию и охране подземных пространств [11], теории спелеогенеза [16], спелеологической терминологии [10] и методам изучения карстовых полостей [13].

В то же время не существует единой теории происхождения ПКФ, формирования их морфологических черт, частоты встречаемости, закономерностей пространственного положения и др.. Нет четких представлений о комплексном влиянии на ПКФ уклонов поверхности, трещиноватости пород, литологии, климата. Усиливающееся в последние годы хозяйственное освоение горных, в том числе и горно-карстовых территорий, не позволяет оставлять без внимания эти вопросы.

В данной статье приводится опыт морфологического анализа ПКФ яйл Горного Крыма, учитывающий такие факторы карстогенеза как влияние геологии, литологии, трещиноватости, абсолютной высоты местности, увлажнения и ветрового режима. Для выявления особенностей морфологии и пространственных закономерностей расположения ПКФ использовались крупномасштабные геологические карты (1:25000), результаты карстологических съемок, проводимых Институтом минеральных ресурсов Мин.гео УССР в 1956-1975 г.г., а также детальные геологические и геоморфологические съемки (1:10000; 1:2000), выполненные автором на ряде карстовых массивов Главной гряды Крымских гор.

Среди поверхностных карстовых форм Крымских яйл выделяют карстовые: долины, котловины, ложбины, воронки, просадки, рвы, карры.

Результаты карстологических съемок показали, что наиболее распространенными ПКФ являются карстовые воронки и котловины. Их количество достигает 5085 штук. Весьма подробно характер поверхностного закарстования Крымских яйл рассмотрен в работе В.Н. Дублянского и С.М. Зенгиной [7]. Приведенные в этой публикации данные показывают, что на карстовые воронки и котловины приходится 90% от числа всех карстовых форм. В связи с этим, они стали главным объектом анализа, т. к. достаточно полно отражают особенности поверхностного закарстования Крымских гор.

Рассматривались следующие зависимости:

- направление господствующих ветров, определяющих направления перераспределения снега – тем самым влияющих на асимметрию карстовых воронок и котловин;
- интенсивность закарстования и количество атмосферных осадков по высотным зонам;
- направление трещиноватости и распространения карстовых воронок и котловин;
- распределение карстовых котловин и воронок по высотным ступеням карстовых массивов;
- распределение карстовых воронок и котловин по литолого-стратиграфическим ярусам карстующихся пород.

Полученные данные сводились в таблицы (табл. 1) и графики (рис. 1). Из морфометрических показателей карстовых воронок использовались: размеры, вытянутость по определенным направлениям, крутизна бортов разной экспозиции, количество форм по высотным зонам и литолого-стратиграфическим подразделениям. Эти данные сопоставлялись с направлением тектонической трещиноватости, условиями залегания и литологией известняков, текстурными особенностями и направлением господствующих ветров. Результаты были получены для всех карстовых массивов Горного Крыма: отдельно по каждому и в сопоставлении как между собой, так и со средним статистическим значением по Горному Крыму.

Для определения степени закарстования территории и активности протекания карстовых процессов используется ряд показателей, среди которых основными являются показатели карстовой денудации и морфометрических характеристик карстовых форм. В первом случае определяется интенсивность выноса растворенного вещества (в % за тыс.лет или в мм за тыс.лет), отнесенное к площади массива, во втором - рассчитывается количество карстовых форм на единицу площади.

Результаты исследований, приведенных в данной статье получены при анализе второго показателя, который может выступать в двух своих модификациях: показателя плотности карстовых форм - количество, в данном случае, карстовых воронок и котловин, приходящихся на 1 км² карстующихся известняков и коэффициента площадной закарстованности (введен в карстологическую практику Л.В. Голубевой [5]) - отношение площади расчетного участка (Р) к площади ПКФ, расположенных на нем (Р₁)

$$K = \frac{\sum P_1}{P} 100\%$$

Последний показатель использовался нами как наиболее употребимый, т.к. позволяет сопоставить при анализе степень закарстованности территорий с различной площадью.

При рассмотрении морфологических характеристик поверхностной закарстованности учитывалось, что каждый массив Крымских яйл имеет свою структуру высотных зон, сложен породами различных гео-

логических эпох мезозоя, обладает своеобразным рельефом, трещиноватостью пород, особым ветровым режимом и увлажнением. Исследования охватывают высоты от 400 м до 1545 м, в интервалах через 100 м и характеризуют поверхностное закарстование по выделенным литолого-стратиграфическим ярусам: оксфордский; (J_{3ox}), оксфорд-кимериджский (J_{3ox-km}), ниже-среднетитонский (J_{3t1-2}), верхнетитонский-берриасовый (J_{3z-k1b}).

Общая площадь крымских яйл превышает 300 км².

Главная гряда в юго-западной части Крыма состоит из соединенных между собой плато Ай-Петринской, Никитской и наиболее высокой Бабуган-яйлы. Восточную часть гряды образует Чатырдаг, и далее располагаются очень широкие, постепенно понижающиеся к северу нагорья Демерджи, Долгоруковское и Карабийское.

Закарстованные платообразные поверхности горных массивов (яйлы) впервые появляются на западе в горах, окружающих с ЮВ Байдарскую котловину. Далее к востоку они сопровождают гряду на всем протяжении ее западной части, местами то расширяясь до 10-12 км, то суживаясь до 1,5-1,0 км и снижаясь там, где верховья рек противоположных склонов сближаются друг с другом..

Высота горных плато в среднем колеблется от 800 до 1500 м. Наиболее приподнята центральная часть гряды: Бабуган яйла с вершиной Роман-Кош (1545 м) и Никитская яйла с вершиной Демир-Капу (1540 м), а также Ялтинская - г.Лапата (1406 м) и верхнее плато Чатырдага – г. Эклизи –Бурун (1525 м). Эти три яйлы образуют гипсометрическую ступень 1500-1300 м.

Господствующими высотными ступенями для остальных плато являются ступени 1100 и 1000 м. Ступени 900-800 м и ниже встречаются на западных и восточных окраинах Главной гряды.

Расчленение яйл неравномерно. Наиболее значительное расчленение наблюдается на Ялтинской и Никитской яйлах за счет глубоких врезов долин рек Авунды, Сказочной, Уч-Коша, Кемаль-Эгерек и других, заходящих со склонов на плато.

Сильно расчленено северо-восточное Ай-Петринское плато в связи с развитием на нем продольных понижений и холмистых гряд в виде небольших куэст.

Максимальное вертикальное расчленение на плато (150 м) связано с положительными элементами рельефа. При переходах на склоны расчленение резко увеличивается (150-250 м и более) [7].

Неравномерное расчленение яйл вызывает различную интенсивность выветривания, переноса и накопления продуктов выветривания. Если положительные элементы рельефа почти лишены четвертичных отложений, то понижения, в особенности котловины, имеют мощные (до 2 м) накопления делювия.

Расчлененность ведет к выраженной вертикальной микрозональности, и затрудняет развитие поверхностных карстовых форм.

Учитывая литолого-стратиграфические, орографические и климатические различия расчеты проводились по десяти участкам Крымских яйл: Западно-Ай-Петринский, Центрально-Ай-Петринский, Восточно-Ай-Петринский, Ялтинский, Никитский, Бабуганский, Чатырдагский, Демерджинский, Долгоруковский, Карабийский.

Кроме геолого-структурных факторов, литологии и орографии к основным пространственно-временным регуляторам карстового процесса как внутри, так и на поверхности горных массивов относятся и климат. Все элементы погодно-климатических условий вносят свою специфику в развитие поверхностного карста. Важным становится количество, характер выпадения, вид атмосферных осадков, увлажнение, облачность, температурный и ветровой режим. Они в итоге определяют количество влаги, выпадающей в целом на поверхность яйлы, а также на отдельные элементы ее рельефа. Различия в орографических характеристиках западных и восточных яйл отразились и на климате.

Средние суммарные климатические показатели следующие: фактическое число часов солнечного сияния 2272; средняя продолжительность дня от 8 часов до 15; на Караби-яйле (974 м над уровнем моря) отмечено наибольшее число часов солнечного сияния в Крыму, а именно 2505 часов в год; наибольшие суммы продолжительности солнечного сияния зимой отмечаются в горных районах Ай-Петри (летом - наоборот); поглощенной солнечной радиации - 3884 М Дж/год м² (данные по солнечной радиации, привлеченные из литературных источников и выраженные в кал., пересчитаны в единицах, принятых для современных показателей этой величины - Дж); отраженная способность - альbedo: от 17% летом до 40% зимой - 1938 М Дж/год м²; на Ай-Петри - минимальная сумма турбулентного теплообмена подстилающей поверхности с атмосферой - 770 м Дж/год м². Наиболее продолжительный период с отрицательным радиационным балансом - более двух месяцев - отмечается на Ай-Петри (декабрь, январь). Сумма радиационного баланса колеблется от 1937 М Дж/год м² до 2488 М Дж/год м².

Всего яйла получает 3240 М Дж/год м² прямой солнечной радиации, рассеяной - 2560 М Дж/год м² [1, 2, 4].

Летние моросящие дожди, которые связаны с континентальным воздухом умеренных широт, характеризуются сравнительно невысокой агрессивностью. Парциальное давление углекислого газа в воздухе составляет всего 152×10^{-6} Ат.

Напротив, осадки морского воздуха умеренных широт более агрессивны. Парциальное давление углекислого газа морского воздуха умеренных широт составляет 400×10^{-6} Ат. Кроме того, эти массы содержат сернистые соединения.

Содержание агрессивной углекислоты в дождевых и талых снеговых водах на Ай-Петри меняется от

5,5 до 95,5 мг/л, при среднем содержании 25 мг/л [1, 2, 3].

Режим увлажнения яйл весьма своеобразен и характеризуется “импульсивностью” - когда после продолжительного сухого периода идет ливневый дождь.

Ветровой режим также оказывает влияние на карстовые процессы: даже легкий ветер заметно понижает содержание CO_2 в почвенном воздухе. Такое уменьшение объясняется усилением аэрации порового пространства. Максимальное количество дней в году с сильным ветром для Караби - 154, для Ай-Петри - 125.

Яйла- это единственное место в Крыму, климат которого может считаться влажным. Для восточных яйл ливневый характер дождей (0,6 мм/мин. на протяжении 10 мин) более характерен, чем для западных. Но в холодный период этот район получает больше осадков, чем в теплый - 79% ливней, выпадает летом [2].

Запасы воды в снегу для Ай-Петри 135 мм, для Чатырдага - 118 мм. Высота снежного покрова на западе - 44 см, на востоке до 39 см (для открытых участков). Всего снег дает 44% зимних осадков. На вершинах гор его толщина 2 см, а в балках до 442 см.

По некоторым данным до 50% снега сдувается с яйл, однако исследования А.Н. Олиферова показали, что даже при отсутствии наста интенсивное сдувание наблюдается редко [12].

В Горном Крыму на протяжении холодного сезона снег может стаять полностью 2-3 и даже 5-7 раз. При этом максимальные влагозапасы в снегу и в почве формируются иногда не в феврале-марте, а в декабре-январе (2000 г.). Талые агрессивные воды являются важным фактором карстового процесса. Всего в среднем на Караби выпадает 595 мм осадков в год, а на Ай-Петри -1052 мм. Орография районов приводит к значительным различиям в увлажнении яйл, а также, в суточном ходе температур в приповерхностном слое воздуха.

Таким образом, климат яйл, погодные условия имеют заметную вариабельность, что не может не сказаться на особенностях карстования различных ее участков.

Рассмотрим существующие закономерности в распределении ПКФ по высотным зонам, литолого-стратиграфических горизонтам отдельных карстовых массивов Крымских гор в зависимости от вышеперечисленных факторов. В этих целях для каждого карстового массива и стометровой высотной зоны был рассчитан коэффициент закарстования и построены графики зависимости величины коэффициента от высоты зон и литолого-стратиграфических горизонтов слагающих их пород (рис. 1, 2, табл. 1).

Западно-Ай-Петринский участок. Большую часть территории района слагают известняки оксфорд-кимериджа и титон-берриаса, залегающие под углом $20-30^{\circ}$. Наивысший коэффициент закарстования получен для оксфорд-кимериджских известняков, расположенных на высотах 700-600 м ($K=0,9$). Это связано с малой расчлененностью и крутизной рельефа.

Известняки чистые, хорошо карстующиеся (содержание нерастворимого остатка 1,21% - здесь и далее данные из фондов Института мин.ресурсов и Лаб.карста и спелеологии ТНУ). Титонские известняки закарстованы слабее ($K=0,1-0,3$), что объясняется их расположением на склонах массива, где резко возрастает крутизна поверхности. Основное направление тектонических трещин $130^{\circ}-310^{\circ}$. По этому же направлению заложено и большинство воронок. Крутой северо-восточный борт обусловлен ветрами северо-восточных румбов, переносящих большие массы снега. Всего на этом участке 44 воронки, в основном большого диаметра и глубины.

Центрально-Ай-Петринский участок имеет максимальный для Крымских яйл коэффициент поверхностной закарстованности в районе водосбора древней долины ($K=18$). Здесь расположено 100 воронок на км^2 и он занимает 1/5 всей площади участка.

Участок сложен известняками оксфорд-кимериджа, титона и титона-берриаса. Оксфорд-кимериджский ярус заходит лишь на крутой юго-юго-западный склон и практически не закарстован. В диапазоне высот развития известняков 1200-300 м поверхностное закарстование характерно для зон 1200-600 м. Коэффициент поверхностной закарстованности титонских известняков в целом высок ($K=6,0$). Однако в титон-берриасовом ярусе коэффициент увеличивается в 3 раза (табл.). Это связано с большой пористостью (4%), тектонической трещиноватостью (модуль 1,05) и чистотой массивных известняков (нерастворимый остаток 1,0%). Пласты известняков падают под углом 35° . Благоприятные для карстования литолого-структурные условия сочетаются с высокой активностью экзогенных факторов: нивальной коррозией среднегорья и обильным увлажнением. Воронки (1360 шт.) залегают по трещинам в направлении $40^{\circ}-220^{\circ}$. Крутой борт северный (основное направление ветров южное). Воронки среднего и большого диаметра и глубины. Наилучшая закарстованность характерна высотной зоне 1200-1100 м, сложенной титонскими и берриасовыми известняками. Расчлененность рельефа низкая.

Все это, в сумме, ведет к наивысшему показателю закарстованности этого участка среди Крымских яйл ($K=18,0$).

Восточно - Ай-Петринский участок - самая высокая часть Ай-Петринской яйлы. Охватывает зоны от 1400 м до 400 м. Включает известняки оксфорд-кимериджа, титона и, в основном, титон-берриасского ярусов. Закарстованы почти все высотные зоны. Коэффициент закарстованности в целом невысок ($K=3,0$).

Наиболее закарстована высотная зона 1100 м-1000 м ($K=1,4$) - что обусловлено низким расчленением рельефа. Чистые известняки переслаиваются с глинистыми известняками. Воронки (518 шт) всех диаметров и различной глубины. Асимметрия воронок аналогична центральной части, что также обусловлено

ветровым режимом.

Ялтинский участок сложен моноклинально залегающими пластами оксфорд-кимериджа (лишь на северо-северо-западе небольшой участок титонских известняков). Здесь самый высокий модуль трещиноватости - 2,8, пористость 4%. Но поверхностные карстовые формы редки, отличаются небольшим диаметром и глубиной. Коэффициент 0,3, отражает относительно равномерное распространение 178 воронок по высотным зонам 1500 м - 1100 м. Пласты известняков залегают под углом 50° .

Неразвитость поверхностных карстовых процессов объясняется выходами песчано-глинистых разностей известняков и интенсивной расчлененностью рельефа. Воронки вытянуты по трещинам 40° - 220° . Выявить среди воронок крутой склон не сложно - 79 воронок имеют крутой юго-западный склон, что связано с метелевым переносом снега и совпадает по направлению с трещиноватостью пород.

Никитский участок сложен известняками оксфорда и оксфорд-кимериджа. 126 воронок всех форм и размеров дают невысокий коэффициент закарстованности (1,5) с несколько увеличением на известняках оксфорд-кимериджа до 2,0. Угол падения пластов 25° .

Среди направлений трещин несколько выделяются азимуты 45° - 225° . Крутой склон воронок - северный. Зоны закарстования располагаются на высотах 1400 м - 900 м. Большая расчлененность сдерживает развитие поверхностного карста, хотя известняки относительно чистые (нерастворимый остаток 1,9-2,2%).

Бабуганский участок - самая высокая часть Крымских гор. Закарстованы зоны с 1500 м до 1000 м. Карстующийся массив сложен в основном известняками оксфорд-кимериджского и титонского ярусов. Массивные и толстослоистые известняки достаточно чистые, местами чередуются с глинистыми тонкослоистыми их разностями, что определяет неравномерное закарстование яйлы.

Коэффициент закарстованности такой же как и на Никитском участке (1,5), но плотность ПКФ в 2 раза ниже, чем на Ялтинском и Никитском - 40 шт/км² против 80 и 70. Это объясняется тем, что почти все воронки большого диаметра. Максимальный коэффициент характерен для зоны 1545-1500 м. Это объясняется повышенным увлажнением и низкой расчлененностью рельефа. 416 воронок расположены на круто залегающих известняках. Угол падения известняков 20° - 30° . Направление тектонических трещин и цепочек воронок совпадает 70° - 290° . Модуль трещиноватости изменяется от 1,9 на востоке до 0,85 на западе. Крутой борт воронок юго-западный. Фильтрация поверхностных вод идет по трещинам напластования. К ним приурочено большинство карстовых форм.

Чатырдагский участок сложен оксфорд-кимериджскими (на юге) и титонскими (на севере) известняками. Выделяются верхнее (1400-1200 м) и нижнее (1100-800 м) плато. Закарстованность нижнего - в 3 раза выше ($K=3,0$) верхнего, что связано с относительно большим расчленением верхнего и большой трещиноватостью нижнего плато. Воронки (721 шт.) формируются по трещинам напластования. Модуль трещиноватости 1,9. Они вытянуты с запада на восток, но крутой склон северо-западный - хорошо согласуется с основным направлением господствующих ветров и условиями залегания пород. Угол падения пластов известняков изменяется от 20° до 60° . Плотность ПКФ велика - 79 шт на км². Воронки всех форм и размеров.

Демерджиинский участок сложен оксфорд-кимериджским и титонским ярусами карстующихся известняков. Плотность поверхностных карстовых форм - 56 шт. на км² [7]. Коэффициент закарстованности 1,5 для титонских и 0,5 для заходящих на яйлу оксфорд-кимериджских известняков. Всего на яйле 299 воронок. Они вытянуты по линии 135° - 324° (1/4 часть) вдоль трещин напластования и тектонических трещин. Модуль трещиноватости 1,7. Угол падения пластов колеблется от 10° - 20° на севере до 50° - 60° на юге. Крутой борт почти всех воронок - западный. Ветры в этом районе в основном - восточные. Главную роль в асимметрии воронок играют условия залегания пород.

Долгоруковский участок сложен в основном титонскими известняками. Карстовые процессы развиваются на высотах 1300 м - 300 м (коэффициент закарстованности небольшой - 0,7). Плотность воронок - 4 шт на км² [7]. Воронок 142 шт. Воронки малого, среднего, большого диаметра и различной глубины встречаются в одинаковой степени. Наибольшее количество (85 шт.) воронок на высотах 1000 м - 800 м.

В данном случае, при равенстве всех прочих факторов, главным является увлажнение. Воронки вытянуты по трещинам с юго-востока на северо-запад. Крутой борт, как почти на всех восточных яйлах, западный.

Завершает обзор анализ поверхностных карстовых форм Караби-Яйлы. Это самый значительный по площади массив. В количественном отношении такого большого числа воронок нет ни на одной из яйл - 1555 штук (плотность 75 воронок на км²) [7].

Плато сложено титонскими и титон-берриасовыми известняками. На юге падение пластов крутое (до 68°), к северу вылаживается до 4° . Связанные с трещинами напластования воронки имеют крутой северный склон и простираются в субмеридиональном направлении. Асимметрия в основном зависит от условий залегания пород, а затем от направления ветров.

Карст развит на высотах 1300 м - 200 м. Максимально закарстована зона 900 м - 800 м, где преобладают наиболее чистые титон-берриасовые известняки (нерастворимый остаток 2,5%). Коэффициент закарстованности 2,5. Относительно низкий коэффициент обусловлен наличием мелких воронок, что при большей плотности не дает высокие показатели коэффициента закарстованности.

Таким образом, отдельные карстовые массивы Крымских гор отличаются разными характеристиками поверхностного закарстования. Наиболее благоприятна - высотная зона 1200-1100 м. (рис. 2) Большую

часть этой зоны занимают титонские известняки, отличающиеся низким содержанием нерастворимого остатка и высокой трещиноватостью. Преобладает рельеф выровненных плато с уклонами 5^0 - 15^0 . Увлажнение среднее, несколько меньшее, чем на склонах, лежащих на более низких высотах.

В целом, главными факторами, определяющими различия в закарстовании Крымских яйл в порядке значимости можно отметить следующие: литология, уклоны, рельеф (платообразные или склоновые участки), степень увлажнения. Трещиноватость имеет подчиненное значение по сравнению с выше названными факторами. Различные колебания и степень проявления этих факторов определяют региональные черты отдельных карстовых массивов.

Основным фактором асимметрии воронок и котловин, развитых в слоистых известняках, являются условия залегания пород, в массивных - направление ветров и связанное с ним перераспределение снега.

Тектоническая трещиноватость определяет направление рядов воронок. В морфологии самих воронок и котловин трещины играют второстепенную роль, по сравнению с первыми двумя факторами. Западные яйлы получают в два раза больше осадков, чем восточные, что приводит к большему, чем на востоке, выносу карбонатного материала. Этим объясняется прослеженная при сравнении коэффициентов закарстования и плотности карстовых форм закономерность - воронки и котловины западных яйл имеют больший диаметр и глубину, чем восточные. Проведенный морфологический анализ показал достаточную информативность использованной методики.

Литература

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1959. – 128 с.
2. Барабаш М.Б. Особенности годового хода осадков в Крыму// Тр. Укр. НИГМИ, №188, 1982. – С.24-30.
3. Борисова А.А. Изученность Крыма в климатическом отношении// Тр. Укр. НИГМИ, №3, 1955. – С.86-92.
4. Вель И.П. Климатический атлас Крыма. – Симферополь: Таврия плюс, 2000. – 120 с.
5. Голубева Л.В. О плотности карстовых воронок в различных геоморфологических условиях // Докл. АН СССР. т. 90, № 1, 1953. – с.186-191.
6. Дублянский В.Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. – Л.: Наука, 1977. – 181 с.
7. Дублянский В.М., Зенгіна С.М. Регіональні особливості розвитку карсту Гірсько-Кримської карстової області // Фізична географія та геоморфологія, № 4, 1970. – с.74-91.
8. Дублянский В.Н., Иллюхин В.В. Крупнейшие карстовые пещеры и шахты СССР. – М.: Наука, 1982. – 140 с.
9. Дублянский В.Н., Ломаев А.А. Карстовые пещеры Украины. – Киев: Наукова думка, 1989. – 179 с.
10. Дублянский В.Н., Андрейчук В.Н. Терминология спелеологии. – Кунгур, 1991. – 201 с.
11. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н., Лавров И.А. Подземные пространства. Происхождение, классификация, использование. – Екатеринбург, 2001. – 125 с.
12. Олиферов А.Н., Дублянский В.Н. Распределение снежного покрова в Горном Крыму// Тр.Укр. НИГМИ, №34, 1962. – С.53-57.
13. Проблемы изучения карстовых полостей гор южных областей СССР. – Ташкент: ФАН, 1983. – 148 с.
14. Тинтилозов З.К. Карстовые пещеры Грузии. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – 275 с.
15. Якуч Л. Морфогенез карстовых областей. – М.: Прогресс, 1979. – 388 с.
16. Speleogenesis. – Huntsville, USA, 2000. – 527 p.

Таблица №1. Средний и максимальный коэффициент закарстованности Крымских яйл по высотным зонам и литолого-стратиграфическим горизонтам

	J_{зоx}	J_{зоx-km}	J_{зт1-2}	J_{зт-K1b}	макс.К (%)	плотность ПКФ []
1600						
1500	0,9	1,4			1,4	46
1400	0,3	0,4	1,0		1,0	27
1300	0,3	0,6	0,6		0,6	70
1200		0,3	0,3		0,3	80
1100		0,09	1,4	18,0	18,0	100
1000		0,0005	1,2	4,4	4,4	73
900		0,001	1,1	3,5	3,5	75
800		0	0,2	2,3	2,3	20
700		0	0,04	1,7	1,7	30
600		0,9	0,1	0,3	0,9	14
500		0,06	0,3	0,2	0,3	5
400			0,04	0,03	0,04	2

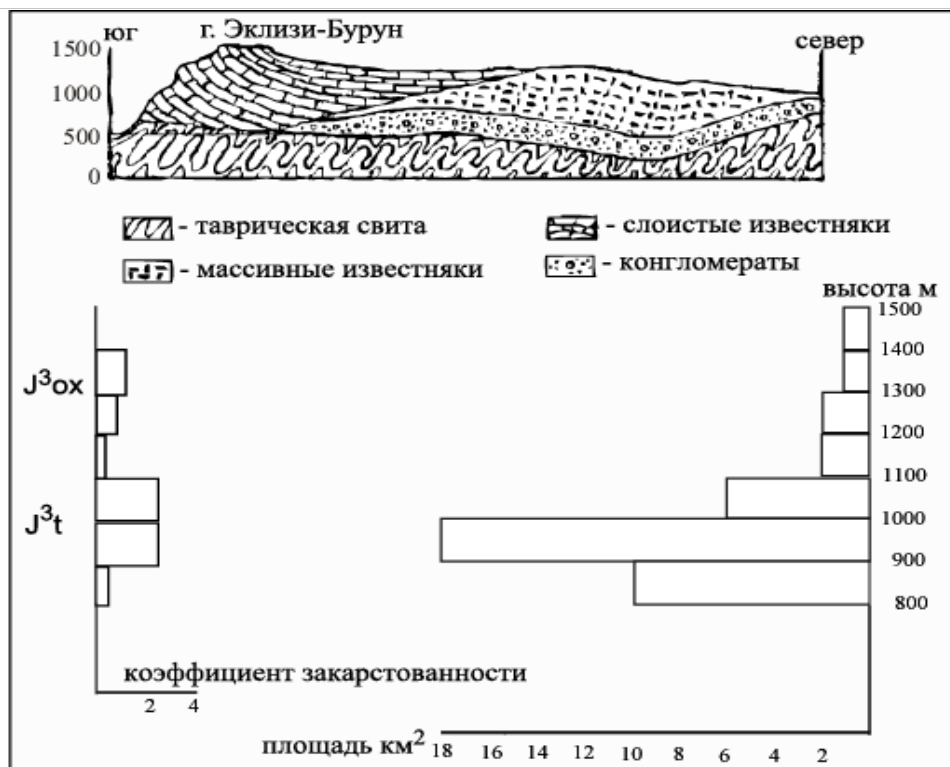


Рис. 1. Коэффициент закарстованности Чатырдагского массива по высотным зонам и известнякам различных геологических горизонтов