

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАРСТА НА ТЕРРИТОРИИ СССР

На огромной территории Советского Союза, равной 22,4 млн. км², развиты самые разнообразные карстовые формы: на поверхности – современные, древние, омоложенные (регенерированные), а на глубине – древние, погребенные. Они приурочены к известнякам, доломитам, мраморам и переходным разностям; белому писчему мелу, гипсам, ангидритам и переходным разностям; каменной соли (галиту) и другим солям и даже к природной соде. Возраст карстующихся пород – от докембрийского до четвертичного. В результате длительной геологической истории во время континентальных перерывов в осадконакоплении неоднократно происходило закарстовывание и образовались многочисленные ярусы древнего глубинного погребенного карста, суммарная поверхность которых, по подсчетам автора, достигает 18 млн. км². До 40 % площади СССР занято обнаженными и погребенными карстующимися породами (Максимович, 1947а).

В работе освещаются главным образом закономерности распределения карста, проявляющегося на поверхности, и в значительно меньшей степени те закономерности, которые касаются карста, погребенного под толщей мезокайнозойских отложений. Менее всего охарактеризовано слабое закарстовывание в период кратковременных континентальных перерывов, количество которых за длительную геологическую историю весьма значительно.

Карстующиеся горные породы в зависимости от происхождения, геотектонической приуроченности, геологической и геоморфологической истории развития отдельных участков земной коры характеризуются различной мощностью, однородностью и чистотой химического состава, условиями залегания и расчлененностью речными долинами и другими отрицательными формами рельефа.

ОБСТАНОВКИ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОД

В СССР можно выделить следующие основные обстановки образования, распространения и условий залегания карстующихся горных пород: I – геосинклиальная, II – переходная краевых прогибов, III – платформенная. В особые группы выделяются современные отложения: IV – континентальные, V – морские.

I. Геосинклиальная обстановка

В складчатых зонах она характеризуется различной дислоцированностью, мощностью и химическим составом карстующихся отложений.

Карбонатные отложения

1-й тип. Известняки (и доломиты) в результате длительного непрерывного накопления образуют мощные толщи на значительных площадях. Они большей частью характеризуются, за исключением отдельных слоев, сравнительной однородностью химического состава и мощностью в сотни метров (до 2–3 км). К этому типу относятся массивные известняки нижней перми, верхнего и нижнего карбона западного склона Урала, некоторые мощные известняковые толщи карбона Средней Азии и юры Крыма и Кавказа, а также верхнеэоценовые известняки Крыма.

2-й тип. Известняки (и доломиты). В условиях длительного накопления при значительных колебательных движениях земной коры образуют толщу меньшей мощности на значительных площадях. В зависимости от условий осадконакопления карбонатные толщи характеризуются большей или меньшей мощностью и разнообразием состава и свойств. Сюда могут быть отнесены карбонатные толщи докембрия, древнего палеозоя, девона и перми Урала и Средней Азии, мощные карбонатные толщи триаса и верхней юры на Северном Кавказе, третичные известняковые толщи Кавказа и др.

3-й тип. Мраморизированные известняки и доломиты, представляющие толщи незначительной мощности, развитые на ограниченных площадях. Они образовались в результате спорадического накопления карбонатных осадков среди других толщ и последующего складкообразования и метаморфизации. Примером могут служить известняки и доломиты докембрия на Кольском полуострове и в Финляндии, некоторые силурийские и девонские известняки восточного склона Урала.

4-й тип. Известняки рифовых массивов различной мощности, развитые на ограниченных площадях. Они отличаются неправильной формой, невыдержанностью пород по простиранию и часто отсутствием слоистости. Обычно эти известняки массивны и плотны и нередко характеризуются биоморфной структурой (являются археоциатовыми, водорослевыми или содержат скелетные остатки других организмов). Встречаются здесь и химически чистые разности известняков. К этому типу относятся кембрийские известняки Тувы.

Гипсы и ангидриты

1-й тип. Пласты и пластообразные залежи мощностью до >100, реже 200 м, иногда разделенные пропластками некарстующихся пород, залегающие со значительными углами падения. Примером могут служить титонские гипсы Кавказа, а вне СССР – триасовые гипсы Альп и Апеннин.

Каменная и другие соли

1-й тип. Галит в виде пластов, залежей небольшой мощности. Он имеется в третичных отложениях на Кавказе.

II. Переходная обстановка краевых прогибов (с пологим, а местами более крутым залеганием пород)

Карбонатные отложения

5-й тип. Известняки и доломиты среди мощных слоистых некарбонатных толщ, образовавшиеся в условиях неособенно длительного осадконакопления. Толщи карбонатных отложений характеризуются незначительной мощностью и разнообразием состава и свойств. Сюда можно отнести пермские карбонатные отложения Предуральского краевого прогиба в западной части Уфимско-Соликамской депрессии.

6-й тип. Карбонатные рифовые массивы различной мощности, развитые на ограниченных площадях. Примером служат пермские рифы Уфимско-Соликамской и Бельской депрессий Предуральского краевого прогиба.

Гипсы и ангидриты

2-й тип. Пласты и пластообразные залежи мощностью в 10–20 и до 100 м с пологими углами падения, залегающие как на значительных, так и небольших площадях. Такие гипсы и ангидриты пермского возраста имеются в Предуральском краевом прогибе в Уфимско-Соликамской депрессии.

3-й тип. Гипсовые шляпы соляных куполов краевых прогибов, развитые на небольших площадях. Они известны, например, в Предтаймырском краевом прогибе.

Каменная и другие соли

2-й тип. Пласты и пластообразные залежи солей, развитые как на значительных, так и на небольших площадях. Многочисленные примеры имеются для пермских солей Предуральского краевого прогиба.

3-й тип. Соляные куполы краевых прогибов с крутыми углами падения. Имеются в Предуральском (южная часть), Предтаймырском и Предпамирском краевых прогибах.

III. Платформенная обстановка (с покровными толщами, образующими пологие структуры с почти горизонтальным залеганием)

Карбонатные отложения

7-й тип. Известняки и доломиты в виде мощных толщ, развитых на значительных площадях. Они образовались в мало изменяющихся условиях седиментации, но несут следы колебательных движений земной коры в виде перерывов в осадконакоплении с сутурами, стилолитами и древними поверхностями карстования. Карбонатные отложения этих толщ отличаются мощностями, измеряемыми сотнями метров и сравнительно малой изменчивостью химического состава. Примером могут служить пермские и каменноугольные известняки востока Русской платформы в Прикамье и Башкирии, карбонатная верхнепротерозойская свита Трансваала в Южной Африке мощностью до 1 м и многие другие.

8-й тип. Известняки и доломиты, образующие толщи сравнительно малой мощности вследствие чередования их с обломочными породами; отдельные слои различны по мощности и составу.

Пример карбонатных отложений этого типа – силурийские известняки Эстонии и Ленинградской области, девонские Главного девонского поля в Воронежской области, известняки карбона Московской синеклизы, третичные известняки Причерноморской впадины, Тарханкутского и Ставропольских поднятий и многие другие.

9-й тип. Известняки и доломиты рифовых массивов платформ. Характеристика их в общем сходна с типом 6. Примером могут служить нижнепермские рифы Уфимского вала и другие, приуроченные к восточной окраине Русской платформы в Прикамье и верхнетретичные среднесарматские рифы на юго-западе Русской платформы в Приднестровье.

10-й тип. Песчий мел, образующий пласты мощностью до 100 м, развитый на сравнительно больших площадях Воронежской и Белорусской антеклиз, на западном склоне Украинского щита и в других районах.

Гипсы и ангидриты

4-й тип. Пласты и пластообразные залежи в покрове платформ. Примером являются третичные гипсы Подольско-Литовской, девонские Балтийской, пермские Московской и Глазовской синеклиз и многие другие. В Глазовской синеклизе кунгурские гипсы развиты по западному крылу Уфимского вала.

5-й тип. Гипсовые шляпы соляных куполов синеклиз и иных отрицательных структур платформ. Они известны для соляных куполов Прикаспийской, Украинской и других синеклиз.

Каменная и другие соли

4-й тип. Пласты и пластообразные залежи в покровных отложениях платформ, главным образом в синеклизах и других отрицательных структурах. Примером могут служить залежи соли Прикаспийской, Московской и других синеклиз.

5-й тип. Соляные куполы покрова платформ, развитые главным образом в синеклизах. Они известны в Прикаспийской, Украинской, Вилуйской синеклизах, Убсанурской и других впадинах.

IV. Современные поверхностные образования континентов

В эту группу выделяются современные поверхностные карстующиеся породы, образовавшиеся в четвертичный период и не всегда прошедшие полностью стадию диагенеза. Как правило, они имеют небольшую площадь распространения и весьма малую мощность.

Карбонатные отложения

11-й тип. Известняковые туфы холодных источников. Они образуют довольно рыхлые пористые известняки. Площадь их обычно невелика и составляет, как максимум, десятки квадратных метров, а обычно единичные квадратные метры. Развита эти туфы довольно широко. Имеются они и в Пермской области.

12-й тип. Карбонатные травертины термальных источников. Они распространены значительно меньше. Обычно травертины развиты на несколько большей площади, чем 11-й тип. В качестве примера можно привести травертины района Кавказских минеральных вод, которые местами закарстованы. Вне СССР есть и *13-й тип* современных континентальных карбонатных образований – береговые известняки Австралии. Они развиты на южном берегу Австралии и отчасти на юго-западе материка. Образование таких континентальных отложений не вполне выяснено. Предполагают, что это дюны из зерен известняка, сцементированные известью, выпавшей из холодных источников, вытекавших из известняков. По другой точке зрения, в образовании их принимали участие и карбонаты, выпавшие из брызг морской воды в зоне приобья. В этих известняках широко развиты карры, а в Суонленде – и значительные пещеры.

Гипсы

6-й тип. Отложения гипсовых озер засушливой зоны. Они известны главным образом вне пределов СССР.

Каменная соль

6-й тип. Отложения соляных озер засушливой зоны. По А. И. Дзенс-Литовскому, закарстованные отложения соляных озер имеются в Прикаспийской низменности (Баскунчак, Индер, Эльтон и др.), в пустынях Средней Азии – Кара-Кумах и Кызыл-Кумах (Кара-Ходжа, Молла-Кор а, Туз-Кыр и др.), в Соляноозерной степи Алтайского края (Малиновом, Ломовом, Кочковом, Печатном и др. озерах), в Кулундинской степи (Таволжанском и др.) и в других районах.

Природная сода

1-й тип. Отложения содовых озер засушливой зоны. А. И. Дзенс-Литовский указывает в качестве примера донные отложения содового озера Танатар III.

V. Современная морская обстановка

Карбонатные отложения

14-й тип. Вне СССР имеются карбонатные образования современных морей и океанов в виде коралловых рифов, которые делятся на барьерные, окаймляющие, корковые и площадные, а также острова и атоллы. Примером коралловых островов могут служить острова Науру и Ошен Каролинского архипелага, Макатеа, Рюкю в Тихом океане, острова Карибского моря. Они характеризуются широким развитием карстовых явлений.

Сведем данные об основных генетических типах карстующихся отложений в табл. 1. Необходимо подчеркнуть, что приведенными типами,

Таблица 1

Основные типы карстующихся отложений

Типы отложений	Обстановка образования отложений (преимущественно морская и частично лагунная)				
	Древние отложения			современные морские	современные поверхностные континентальные отложения
	геосинклинальных складчатых зон	краевых прогибов	покрова платформ		
Мощные толщи, развитые на значительных площадях	Карбонатные, 1-й тип	–	Карбонатные, 7-й тип	–	–
Толщи меньшей мощности, развитые на значительных площадях	Карбонатные, 2-й тип	Карбонатные, 5-й тип	Карбонатные, 8-й тип	–	–
Толщи небольшой мощности, развитые на ограниченных площадях	Карбонатные, 3-й тип. Гипсы, ангидриды, 1-й тип. Каменная соль, 1-й тип	Гипсы, ангидриды, 2-й тип Каменная соль 2-й тип	Карбонатные, 10-й тип. Гипсы, ангидриды, 4-й тип. Каменная соль, 4-й тип.	–	–
Локальные образования различной мощности	Карбонатные, 4-й тип (риффы)	Карбонатные, 6-й тип (риффы). Гипсы, ангидриды, 2, 3-й типы. Каменная соль, 2, 3-й типы	Карбонатные, 9-й тип (риффы). Гипсы, ангидриды 5-й тип. Каменная соль, 5-й тип	Карбонатные, 14-й тип	Карбонатные, 11, 12, 13-й типы. Гипсы, 6-й тип. Каменная соль, 6-й тип. Природная сода, 1-й тип

конечно, не исчерпывается все разнообразие карстующихся пород. Нами указаны только основные. В зависимости от мощности, площади, углов наклона, чистоты и химического состава карстующихся отложений,

которые весьма разнообразны, карстовые явления могут быть на различных площадях, разной глубины и интенсивности. Типы карстующихся отложений сказываются и на морфологии.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТА

Карстовые явления могут существовать и развиваться только при следующих условиях: наличии карстующихся горных пород, их способности пропускать воду, наличии движущейся воды, способной растворять. Это четыре основных условия, по Д. С. Соколову (1951), без которых невозможно карстообразование. При отсутствии даже одного из этих условий карстообразования не будет.

Карст – это не только растворение. Карст – это процесс химического (растворение) и отчасти механического (разрушение струей) воздействия вод на растворимые проницаемые горные породы. Это было экспериментально показано Ф. Ф. Лаптевым. В карстовых шахтах горных областей воды, насыщенные гидрокарбонатным ионом и кальцием за счет контакта со стенками в верхних участках, в нижней части уже не способны растворять. Однако падение воды с огромной высоты производит большую механическую работу, и шахта будет расширяться и углубляться даже тогда, когда растворение отсутствует. Подобную картину можно наблюдать также в наклонных и горизонтальных карстовых пещерах с их подземными каррами.

ПРИНЦИПЫ РАЙОНИРОВАНИЯ КАРСТА СССР

На Пермской карстовой конференции в январе 1947 г. автор продемонстрировал карту карста СССР в масштабе 1:5 000 000, составленную совместно с Л. С. Кузнецовой. Схематические карты распространения и закарстованности карбонатных отложений, гипсов и ангидритов, а также солей были составлены автором в 1946 и 1947 гг. для суши всего земного шара, в частности и для территории СССР, и демонстрировались на этой же конференции, а опубликованы только в 1955 г. в книге «Химическая география вод суши». Дальнейшее изучение литературы позволило автору переработать и дополнить карту. Новая карта карста СССР в масштабе 1:4 000 000 была продемонстрирована на совещании по карсту в Москве в январе 1956 г. В настоящей статье публикуется карта карста СССР, представляющая собой уменьшенную, схематизированную и несколько дополненную копию этой карты (рис. 1).

В комплексном районировании карста мы будем придерживаться следующих таксономических единиц, основанных на единстве форм рельефа и геологической структуры: карстовая страна, карстовая провинция, карстовая область, карстовый район,¹ карстовый участок, карстовое поле. Последнее состоит из отдельных карстовых форм.

Карстовые страны – это крупные, выделяемые в масштабе земного шара, закарстованные территории, соответствующие основным геоструктурным единицам. Карстовые страны по структурным особенностям более низких порядков, а также положению карстующихся отложений фундамента или плаща осадочных пород делятся на провинции.

Карстовые провинции делятся на области, соответствующие более мелким геоструктурным единицам: плакантиклиналям, валам, прогибам, антиклиналям и синклиналям, которым соответствуют в рельефе возвышенности и низменности, хребты, кряжи и депрессии и т. д. Крупные синеклизы иногда имеют несколько карстовых провинций.

Карстовые области делятся на районы на основе комплекса более детальных признаков геологического строения и, в частности, выражения в рельефе небольших геологических структур, литологии карстующихся пород, отсутствия или наличия покрывающих карстующиеся толщи некарстующихся отложений и их мощности, деталей карстового рельефа – преобладания тех или иных форм, густоты форм и т. д.

Районы делятся на карстовые участки, которые выделяются по разным признакам: территориальной обособленности, преобладанию тех или иных карстовых форм и явлений (пещер, карстовых ключей, карстовых колодцев и т. д.), стадии развития карстового процесса, генетическим типам вод (термальных восходящих или холодных нисходящих) и многим другим.

На карстовые участки могут делиться и карстовые области и даже провинции. Карстовые участки делятся на карстовые поля, представляющие собой группы сближенных карстовых воронок, колодцев, карров и других форм.

Некоторые (особенно казанские) карстведы делят карстовые поля на карстовые гнезда или отдельные пятна (группы) сближенных карстовых форм.

Поля и гнезда состоят из отдельных карстовых форм: воронок, вертикальных пещер, колодцев и т. д.

Карстовые провинции, области, районы и участки могут встречаться изолированно и не входить в таксономические единицы высшего порядка. Примеры деления отдельных карстовых провинций, областей, районов, участков на таксономические единицы низших порядков были опубликованы (Максимович, 1958б).

¹ Названные таксономические единицы применялись при районировании карста СССР Н. А. Гвоздецким (1954 и др.). – Ред.

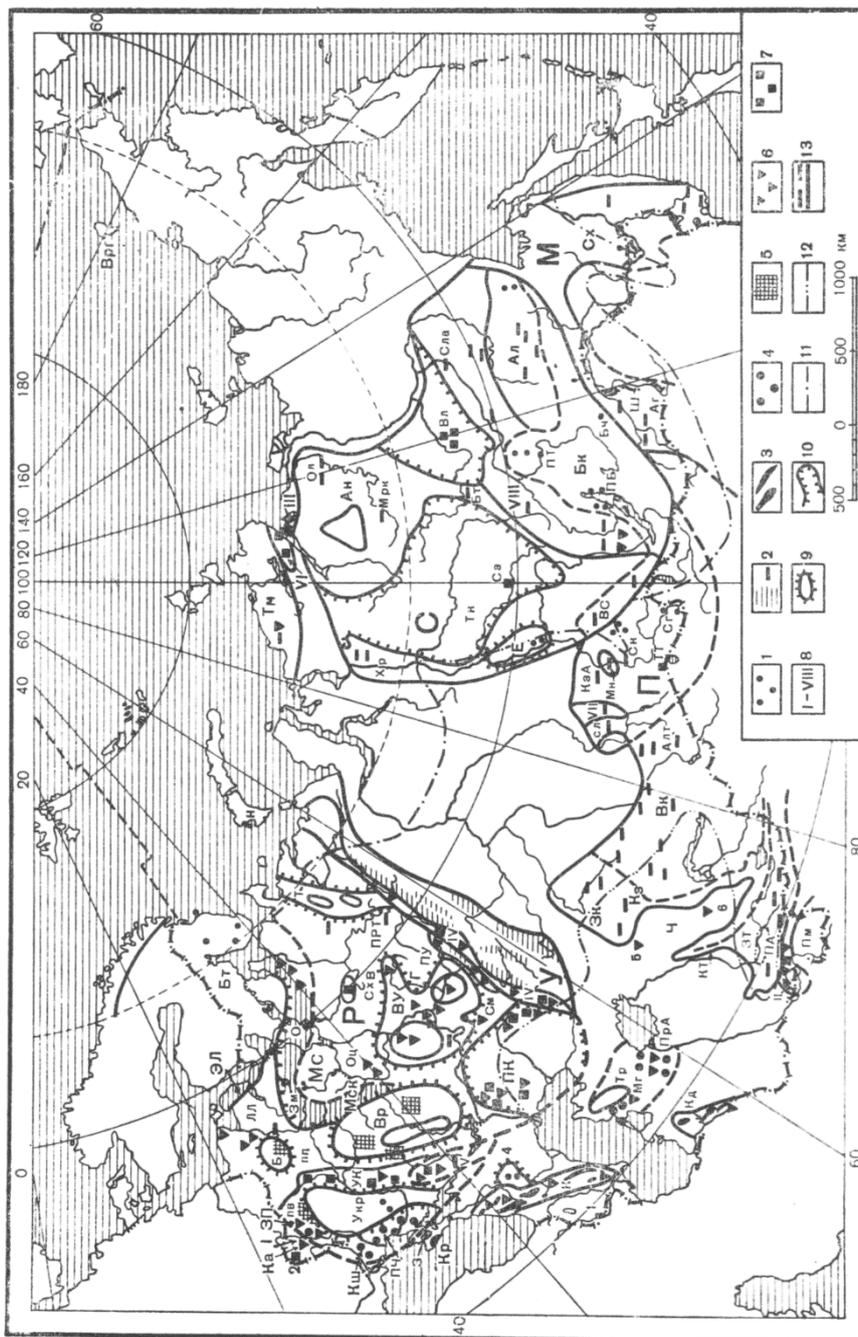


Рис. 1. Схема распространения карста в СССР. Составил Г. А. Максимович (1946–1956 гг.)

Карст известняков и доломитов: 1 – докембрийских; 2 – палеозойских; 3 – мезозойских; 4 – третичных; 5 – карст мела; 6 – карст гипсов и ангидритов; 7 – карст соли; 8 – краевые прогибы, структуры платформ; 9 – положительные; 10 – отрицательные; 11 – граница многолетней мерзлоты; 12 – граница засушливой зоны; 13 – границы карстовых регионов

Карстовая страна и области кайнозойской складчатости Тетиса: *Ка* – Карпаты; *Кр* – карстовая область Горного Крыма; *К* – карстовая страна Большого Кавказа; *Кд* – карстовая область Копет-Дага; *Пм* – карстовая область Памира; *1* – карстовая область Малого Кавказа; *2* – область соляного карста Верхнетиссенской впадины; *1* – карстовая область Предкарпатского краевого прогиба; *II* – карстовая область Предпамирского краевого прогиба; *М* – карстовая провинция мезозойской складчатости; *Сх* – карстовая область Сихотэ-Алиня; *Аг* – Агинско-Ононская карстовая область; *Ш* – Шилкинская карстовая область в Забайкалье (Лургикан); *Врг* – район острова Врангеля с вероятным наличием карста гипсов; *III* – карстовая область Хатангского краевого прогиба.

Палеозойская складчатость. Карстовые страны: Уральская, Палеозойской складчатости Сибири и Средней Азии, Таймырская и Новоземельская карстовые области, ряд провинций, областей и районов эпигерцинской платформы: *У* – Уральская карстовая страна; *IV* – карстовая провинция Предуральского краевого прогиба; *Н* – Новоземельская область с вероятным наличием карста известняков и гипсов; *Тм* – карстовая область южной зоны Таймыра; *VI* – карстовая область Предтаймырского краевого прогиба.

II – карстовая страна палеозойской складчатости Сибири и Средней Азии; *Кз* – карстовая провинция Казахской складчатой страны; *ЗК* – карстовая область западной зоны Центрального Казахстана; *БК* – карстовая область восточной зоны Центрального Казахстана; *КТ* – карстовая область Кара-Тау; *ЗТ* – карстовая область Западного Тянь-Шаня; *ПА* – карстовая область Памиро-Алая; *Алт* – карстовая область Алтая; *Сл* – карстовая область Салаира; *КЗА* – карстовая область Кузнецкого Алатау; *Сн* – Саянская карстовая область; *Сг* – Сангиленская карстовая область; *Мн* – карстовая область Минусинской впадины; *VII* – карстовая область Кузнецкого бассейна; *ТТ* – Туз-Тагский район карста соли и гипса в Убсанурской впадине; *У* – карстовая область Донецкого бассейна с древним, современным карстом карбонатных отложений и карстом соли, гипса Бахмутской впадины; *Ч* – Чуйская синеклиза; *3* – Тарханкутский (Северо-Крымский) район карста известняков; *4* – Ставропольский район карста известняков; *5* – район карста Сарысуйских куполов; *6* – карстовые районы Восточной Бетпакады; *Тр* –

карстовая провинция Туранской плиты; M_2 – Примангышлакская область карста известняков и гипсов; PrA – Приаральская область карста гипсов и известняков.

Докембрийские платформы: P – карстовая страна Русской платформы; Bm – карстовые районы и участки Балтийского щита; Ukr – карстовые районы и участки Украинского щита; B – Белорусская антеклиза с вероятным наличием карста мела; Bp – область карста мела Воронежской антеклизы; BV – карстовая провинция Волго-Уральской антеклизы; Mc – Московская синеклиза; O – Онежская карстовая провинция северо-западного крыла Московской синеклизы; $3M$ – карстовая область западного крыла синеклизы; Msk – Московская карстовая провинция южного крыла Московской синеклизы; $OЦ$ – карстовая область Окско-Цнинского вала; CxB – карстовая область Сухонского вала – карстовый район Солигаличской плакантиклинали; PrT – Притиманская карстовая провинция карста северо-восточного крыла Московской синеклизы; $ЭЛ$ – Эстонско-Ленинградская карстовая провинция; $ЛЛ$ – Латгиско-Литовская провинция преимущественно гипсового карста; $ПВ$ – Полесско-Вольнская область мелового карста; $3П$ – Западно-Подольская карстовая область; $Kиш$ – Кишиневская (Среднемолдавская) карстовая область; $ПК$ – карстовая провинция Прикаспийской синеклизы; $Ук$ – карстовая провинция Украинской синеклизы; $ПП$ – карстовая область Припятского прогиба; $Г$ – Глазовская синеклиза; $ПУ$ – провинция восточной Приуральской части Русской платформы; $См$ – Самарский карстовый район; $ПЧ$ – карстовая область Причерноморской впадины; $С$ – карстовая страна Сибирской платформы; $Ал$ – Алданская карстовая провинция; BC – выступ фундамента платформы в северной части Восточного Саяна со слабым проявлением карста в кембрийских отложениях; $Ан$ – Анабарская карстовая провинция; $Ол$ – Оленекский район; $Мрк$ – Маркоковский район; $Бт$ – Батуобийский район; $Бк$ – карстовая провинция байкальской складчатости; $ПБ$ – Прибайкальская, $Пт$ – Патомская области; $Бч$ – Букачачский район; $Е$ – Енисейская область древнего карста докембрийских отложений; $ХР$ – карстовая область Хантайско-Рыбинского поднятия; $Сла$ – Среднененско-Амгинская область; $Вл$ – карстовая область Виллойской синеклизы; $Тн$ – Тунгусская синеклиза; $Сз$ – Сользаводский район карста соли; $VIII$ – карстовая провинция Ангаро-Ленского краевого прогиба

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАРСТА НА ТЕРРИТОРИИ СССР

Предлагаемая характеристика карста СССР, над которой автор работал более десяти лет, базируется на приведенных таксономических единицах и доведена до провинций, областей и редко до районов.

Обширность территории, наличие сотен карстовых районов, малый размер статьи не дают возможности остановиться не только на районах, но даже и на областях, за исключением наиболее своеобразных или расположенных изолированно. Приходится ограничиться указанием карстовых стран и некоторых провинций с весьма краткой характеристикой особенностей их карстовых явлений.

Характеристику мы будем вести от более молодых карстовых стран, где карст лучше выражен, к более древним.

В СССР несколько карстовых стран: в альпийской складчатости Тетиса имеется только Кавказская карстовая страна и ряд областей, районов. Карстовую страну мезозойской складчатости Сибири на данном этапе наших знаний мы пока относим к провинциям. Вместе с зарубежными карстовыми провинциями и областями мезозоя Азии они образуют карстовую страну. Палеозойские складчатые сооружения дают две карстовых страны: 1) Урала и Предуралья краевого прогиба, 2) палеозойской складчатости Сибири и Средней Азии, а также карстовые области. В особые карстовые страны нами выделены Русская платформа и Сибирская платформа.

Карстовые страны и области кайнозойской складчатости Тетиса

В зону внешних антиклинорий на юго-западе и юге СССР входят следующие горные страны: Карпаты, Крым, Большой Кавказ, Копет-Даг и Памир.

Ранее всего изучена карстовая область Горного Крыма. Она охарактеризована в классической работе А. А. Крубера (1915), не потерявшей своего значения и сейчас, а также И. К. Зайцевым (1940) и карстоведами Крыма («Вопросы карста на юге Европейской части СССР», 1956). Здесь в мезозойских известняках хорошо развита зона нисходящей вертикальной циркуляции карстовых вод (Максимович, Голубева, 1952), с характерными для нее формами (Максимович, 1953).

В обстановке голого карста на яйлах развиты карры, воронки, котловины, колодцы, шахты, пещеры и карстовые источники, в том числе морские подводные (Максимович 1957). Преобладают карстовые воронки значительных размеров. Благодаря этому плотность их редко более 50 на 1 км².

На поверхности наблюдается не только современный, но и древний, большей частью регенерированный и унаследованный третичный, а местами, возможно, даже мезозойский карст. На Чатыр-Даге автор наблюдал на поверхности Яйлы перекристаллизованные отложения древних вскрытых пещер. На Никитской яйле обнаружен древний сталагмит. Вероятны и древние эпохи карстообразования во время перерывов осадконакопления карбонатов.

Карстовая страна Большого Кавказа

Характеризуется карстом мезозойских, а в одной области и палеозойских известняков и в меньшей степени юрских гипсов, ангидритов и четвертичных травертинов. Характеристику и районирование карста дал Н. А. Гвоздецкий (1952, 1954). На северном крыле Кавказского мегантиклинория он выделил восемь карстовых областей и на южном – три. На Северном Кавказе имеется также Пятигорский карстовый район с провалами и пещерами в известняках верхнего мела и четвертичных травертинах, где развит и гидротермальный карст.

Карст карбонатных отложений характеризуется наличием всего комплекса разнообразных форм. В разных областях они представлены с различной полнотой. Наиболее полно они выражены в Сочинско-Абхазской карстовой области, где автор проводил исследования в 1948, 1951 гг. Здесь имеются и субмаринные источники в районе Гагры.

В Западно-Грузинской карстовой области известняков наблюдаются котловины типа полев. В восточной части этой области формы третичного тропического карста встречены в виде останцев. В Западно-Кавказской карстовой области на северном крыле мегантиклинория закарстованы не только триасовые, но и палеозойские

известняки. Здесь известны поверхностные формы высокогорного карста и карстовые источники. Карст верхнечетвертичных травертинов отмечен в Центральном Закавказье.

Древний карст Большого Кавказа известен в виде верхних ярусов пещер и нескольких закарстованных поверхностей в толще мезозойских известняков. Такие явления наблюдались Н. А. Гвоздецким в Сочинско-Абхазской карстовой области в Закавказье, а автором – в валанжинских известняках в Чечне. Дальнейшее изучение, вероятно, обнаружит несколько ярусов древнего карста и в других карстовых областях.

Копетдагская область слабого развития обычного и термального карста. Копет-Даг характеризуется слабым развитием карстовых явлений. Наибольшей известностью пользуется Бахарденская пещера, образованная в результате действия термальных вод на мезозойские известняки по тектоническому разлому. По р. Сумбар и в районе ст. Душак развит карст гипсов и в меньшей степени известняков.

Для карстовой области Памира типичен карст юрских гипсов и верхнемеловых известняков. Здесь насчитывается 37 районов и участков. Обследовано 200 карстовых воронок, 17 значительных котловин и 9 озер. Преобладает карст гипсов (Гвоздецкий, 1957).

Карстовая область Предпамирского краевого прогиба. Отличается интенсивным развитием карста мезозойских гипсов и каменной соли.

Карстовая область Предкарпатского краевого прогиба. Здесь известен карст третичных гипсов, соли.

В зоне внутренних антиклинориев кайнозойской складчатости Тетиса в СССР известны две карстовые области Малого Кавказа и Верхнетиссенской впадины. Карстовая область мезозойских известняков Малого Кавказа характеризуется слабым развитием карста – главным образом пещерами. Карстовая область Верхнетиссенской впадины богата карстом соли.

Карстовая провинция мезозойской складчатости Сибири является частью одноименной карстовой страны. Здесь слабо развит карст докембрийских и палеозойских карбонатных отложений ядер антиклинориев в виде пещер, воронок, карстовых источников и других явлений. В Ханкайской впадине закарстованы третичные известняки. На о. Врангеля вероятен карст гипсов.

Карстовая область (район) Хатангского краевого прогиба с карстом соли и гипса соляных куполов.

Палеозойские складчатые сооружения

Они представлены карстовой страной Урала и Предуралья, карстовой страной палеозойской складчатости Средней Азии и юга Сибири и Таймырской карстовой областью. Кроме того, имеется карст эпигерцинских платформ: Тарханкутский и Ставропольский районы и карстовая провинция Туранской плиты, где слабо карстуются третичные известняки и гипсы.

Уральская карстовая страна

Здесь имеется ряд карстовых провинций, делящихся на области и районы.

Карстовая провинция Предуральского краевого прогиба. Здесь преобладает карст гипсов (и ангидритов) и соли. Меньшую роль играет карст карбонатных отложений. Карст не только современный, но и древний; карстообразование гипсов началось в мезозое, а известняков – не позднее третичного периода.

Карстовая провинция внешней зоны складчатого Урала. Карстовые явления этой провинции приурочены к известнякам девона, карбона и нижней перми. Карст сильно развит и представлен сухими воронками, пещерами, мостами, исчезающими речками, суходолами, источниками.

Карстовая провинция краевых поднятий складчатого Урала отличается слабо карстующимися метаморфизированными карбонатными отложениями силура и ордовика. Имеются воронки и источники.

Карстовая провинция антиклинориев Урал-Тау и Башкирского известна слабо карстующимися кембрийскими и докембрическими метаморфизированными отложениями.

Карстовая провинция Тагильского и Магнитогорского синклинориев. Она делится на Тагильскую и Магнитогорскую карстовые области. В области Тагильского синклинория карстуются отложения силура, девона и карбона. Имеется древний карст. В карстовой области Магнитогорского синклинория карстуются известняки карбона. Имеются карстовые воронки, пещеры, источники.

Восточно-Уральская карстовая провинция. Она включает Урало-Тобольский антиклинорий, Аятский синклинорий и прилегающие к нему с востока участки Кустанайской седловины и Тургайского прогиба. Провинция включает ряд карстовых областей и районов.

Челябинская карстовая область, приуроченная к Урало-Тобольскому антиклинорию, характеризуется древним и современным карстом известняков карбона. Здесь развиты карстовые воронки, пещеры, карстовые озера.

Алапаевско-Синарская карстовая область приурочена к одноименному прогибу. Карстуются здесь известняки девона и карбона. Имеются карстовые воронки, пещеры. Карст древний и современный. К древним карстовым понижениям приурочены месторождения огнеупорных глин, бокситов и других руд.

Гумбейский карстовый район, приуроченный к одноименной синклинали зоне, и *Полтаво-Брединский район* характеризуются древним и современным карстом известняков карбона. Имеются карстовые воронки, исчезающие реки. Древние карстовые понижения выполнены огнеупорными глинами и другими полезными ископаемыми.

Карстовая область Тургайского прогиба характеризуется древним мезозойским карстом. К карстовым понижениям в известняках карбона приурочены многочисленные месторождения боксита.

Отличительная особенность Уральской карстовой страны – развитие древнего карста. В палеозое карстовые явления датируются девонем, карбоном, пермью. Ряд эпох карстообразования известен в мезозое – триас, юра, мел. В кайнозое карст развивался в эocene, олигоцен-миocene, плиocene в начале квартера. Карстовые понижения, образовавшиеся в палеозое, а особенно в мезозое и в третичное время, являются вмещителем разнообразных полезных ископаемых (Лушников, 1956; Максимович, 1958; Региональное карстование, 1958; Рыжиков, 1954).

Карстовая страна палеозойской складчатости юга Сибири и Средней Азии

Закарстованы здесь известняки, причем отличительной особенностью служит преобладание подземных форм. В карстовой провинции Казахской складчатой страны мало пещер. Бурением для целей водоснабжения на островах палеозойских известняков обнаружены заполненные глиной пустоты, а также и водоносные. В горных районах этой страны преобладают пещеры. Типичным примером может служить Алтай. В Саянах слабо закарстованы и протерозойские метаморфизированные известняки. Есть воронки и пещеры.

В карстовой области Кара-Тау известен современный и древний карст карбонатных отложений и рудный карст (Гвоздецкий, 1957).

Карстовая область Кузнецкого бассейна характеризуется карстом палеозойских известняков.

Карстовая область южной зоны Таймыра находится в обстановке многолетней мерзлоты. Здесь слабо закарстованы палеозойские карбонатные отложения и гипс. Карст проявляется только в виде воронок (Пармузин, 1954).

Карстовая область (район) Предтаймырского краевого прогиба характеризуется карстом палеозойской каменной соли и гипсов каменной шляпы соляных куполов.

Эпигерцинские платформы обладают карстом покровных третичных отложений. Это Тарханкутский и Ставропольский карстовые районы, где известняки закарстованы очень слабо. Сюда относится также расположенная в пустынной зоне карстовая провинция Туранской плиты с слабо развитым карстом¹ гипсов и известняков.

Карстовая страна Русской докембрийской платформы

В этой наиболее изученной карстовой стране много провинций, областей, районов, и мы вынуждены ограничиться указанием самого главного.

К выступам фундамента, сложенного архейскими и протерозойскими складчатыми комплексами с очень слабым проявлением карста метаморфизированных отложений, относятся: карстовые районы, участки *Балтийского щита*, где карст выражен отрицательными формами – котловинами озер и болотами, а также карстовые районы и участки Украинского щита.

Области с неглубоким залеганием фундамента в пределах антеклиз характеризуются карстом отложений покрова. Сюда относятся *Белорусская антеклиза* с вероятным наличием карста мела, области современного и древнего карста мела *Воронежской антеклизы* и карстовая провинция *Волго-Уральской антеклизы*, с рядом областей и районов, характеризующихся карстом гипсов и известняков. Можно отметить район доплиоценового карста Камско-Усинского поднятия и Сызранский (Волго-Усинский) район нижнемезозойского карста (Ступишин, 1956).

Области с неглубоким залеганием фундамента отмечаются также карстом покровных отложений подземных склонов (крыльев) щитов и антеклиз. Для *Московской синеклизы* известны: *Онежская карстовая провинция* северо-западного крыла с рядом карстовых областей, районов карбонатного и гипсового карста и, в частности, районом периодически исчезающих карстовых озер, карстовая область *западного крыла* синеклизы с карстом карбонатных отложений, *Московская карстовая провинция* южного крыла (подземный склон Воронежской синеклизы) с карстом карбонатных отложений, *Притиманская карстовая провинция* карста северо-восточного крыла с карстом карбонатных отложений и гипса. На южном склоне Балтийского щита находится *Эстонско-Ленинградская карстовая провинция* карста карбонатных отложений ордовика и силура, протягивающаяся далее через острова Балтики в Южную Швецию. Южнее расположена *Латышско-Литовская провинция* преимущественно гипсового карста.

На юго-западе Русской платформы находятся: *Полесско-Волынская* область карста мела (подземный склон Украинского щита), *Западно-Подольская* карстовая область с рядом районов гипсового карста и районом слабого развития карста третичных известняков Подольских Голтр, протягивающимся в Молдавию, *Кишиневская (Среднемолдавская)* карстовая область третичных рифовых известняков с двумя районами.

Области валов с глубоким залеганием фундамента, синеклиз, впадин и карстом гипса, соли, карбонатных отложений. Это карстовая провинция *Прикаспийской синеклизы* (карст соли и гипса) с рядом карстовых районов; карстовая провинция *Украинской синеклизы* с карстом соли и гипса; карстовая область *Окско-Цинского* вала карста гипсов и карбонатных отложений; провинция *восточной приуральской части Русской платформы* с областью карбонатного карста *Уфимского вала* и рядом районов гипсового карста; карстовая область *Причерноморской впадины* с слабым развитием карста третичных карбонатных отложений (Барков, 1957; Вопросы карста на юге Европ. ч. СССР, 1956; Гвоздецкий, 1954; Зубашенко, 1939, 1953; Максимович, 1957, 1958; Родионов, 1958; Якушова, 1949).

¹ В некоторых районах карст развит достаточно интенсивно, хотя его развитие не всегда было связано с современными физико-географическими условиями. – Ред.

Карстовая страна Сибирской докембрийской платформы

Она находится в области многолетней мерзлоты, замедляющей карстообразование, и недостаточно изучена. В зависимости от строения можно выделить следующие обстановки.

Выступы фундамента, сложенного архейскими и протерозойскими складчатыми комплексами, со слабым проявлением карста в метаморфизированных докембрийских и карстом покровных кембрийских и ордовикских отложений. Это Алданская провинция с рядом карстовых областей и районов, выступ фундамента платформы в северной части Восточного Саяна со слабым проявлением карста в кембрийских отложениях и Анабарская провинция слабого проявления карста карбонатных и ордовикских отложений с Оленекским, Маркоцким и Батуобийским районами.

К выступам фундамента, сложенного байкальским складчатым комплексом, относятся *Провинция байкальской складчатости* карста метаморфизированных докембрийских карбонатных отложений с *Прибайкальской, Патомской* областями и Букачачским районом и *Енисейская* область древнего карста докембрийских отложений.

Неглубоким залеганием фундамента и карстом палеозойских карбонатных отложений покрова отличается карстовая область *Хантайско-Рыбинского* поднятия и *Среднененско-Амгинская* область.

Глубоким залеганием фундамента в синеклизах и карстом соли, а также гипса и карбонатных отложений отличаются карстовая область *Вилуйской синеклизы*, а в *Тунгусской синеклизе* – Сользаводский район карста соли.

Карстовая провинция Ангаро-Ленского краевого прогиба отличается карстом палеозойских гипсов, карбонатных отложений и в меньшей степени каменной соли (Гвоздецкий, 1954; Коржуев, 1957; Максимович, 1958; Пармузин, 1954; Соколов, 1957).

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ

1. Карст наиболее развит в горных районах внешней зоны антиклинориев кайнозойской складчатости Тетиса – там, где имеются мощные толщи карбонатных пород, а иногда пласты гипса и ангидрита. Значительная высота зоны вертикальной циркуляции сказывается в виде характерных для нее форм. Это карстовая область горного Крыма, карстовая страна Большого Кавказа. Карст менее развит на Памире, совсем слабо – в советской части Копет-Дага.

2. Мезозойская складчатость отличается слабым развитием карста докембрия, палеозойских карбонатных отложений ядер антиклинориев и в меньшей степени третичных отложений Ханкайской впадины. На о. Врангеля верооятен карст пермских гипсов.

3. Палеозойская складчатость, отличающаяся рядом эпох древнего карстообразования, на Урале характеризуется развитием карста как на поверхности, так и на глубине; в ряде областей Средней Азии и Сибири наблюдается преобладание подземного карста. Эпигерцинские платформы отличаются сравнительно слабым развитием карста в третичных гипсах и известняках покрова.

4. Докембрийские платформы характеризуются чрезвычайно слабым развитием карста линзовидных метаморфизированных карбонатных пород архейских и протерозойских складчатых комплексов щитов и несколько большим – для выступов фундамента, сложенных байкальским складчатым комплексом.

5. В покрове докембрийских платформ карст карбонатных отложений развит на крыльях синеклиз и положительных структурах разных порядков. Карст гипса и соли типичен для Украинской (Днепровско-Донецкой), Прикаспийской, Балтийской, Подольско-Литовской, Московской, Глазовской, Вилуйской, Тунгусской синеклиз, Припятьского прогиба, Латвийской седловины. Карст мела наиболее выражен на Воронежской антеклизе и на западном склоне Украинского щита.

6. Предкарпатский, Предпамирский, Хатангский, Предтаймырский, Предуральский, Ангаро-Ленский краевые прогибы характеризуются карстом гипса, соли и в меньшей степени карбонатных отложений. Донецкий и Кузнецкий бассейны отличаются древним и современным карстом карбонатных отложений, а Бахмутская впадина – карстом соли и гипса.

7. Современные поверхностные отложения характеризуются карстом известняковых туфов холодных источников, карбонатных травертинов, содовым и соляным карстом озерных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

- Барков А. С. Карст Русской равнины. – Вопросы географии, сб. 40, 1957.
Вопросы карста на юге Европейской части СССР. Крымский филиал АН УССР, 1956. Гвоздецкий Н. А. Карст, изд. 2. М., 1954.
Гвоздецкий Н. А. Опыт районирования карста Большого Кавказа. – Географ, сб. Географ, об-ва СССР, № 1, 1952.
Гвоздецкий Н. А. О распространении карстовых явлений в пустынях и горах Средней Азии. – Вопросы географии, сб. 40, 1957.
Горбунова К. А. Районирование карста Пермской области. Тезисы докл. Совещ. по изуч. карста, вып. 16, 1956.
Дзене-Литовский А. И. Карст соляных месторождений СССР. – Изв. ВГО, т. 72, № 6, 1940.
Зайцев И. К. Вопросы изучения карста СССР. Л.–М., 1940.
Зубашенко М. А. Опыт районирования карста на территории Европейской части СССР и Кавказа. – Изв. Воронежского пед. ин-та, т. 5, вып. 1, 1939.
Зубашенко М. А. О меловом карсте Средне-Русской возвышенности. – Изв. Воронежского пед. ин-та, т. 26, вып. 1, 1953.
Коржуев С. С., Николаев С. С. Типы мерзлотного карста и некоторые особенности его проявления (на примере Среднего Приленья и Патомского нагорья). – Изв. АН СССР, серия географ., № 6, 1957.
Крубер А. А. О карстовых явлениях в России. – Землеведение, № 4, 1900.
Крубер А. А. Карстовая область Горного Крыма. М., 1915.

- Лушников Е. А. Районирование карста Башкирии. – Уч. зап. Пермского ун-та, т. 10, вып. 2, 1956.
- Максимович Г. А. Типы карстовых явлений. Тезисы докл. Пермской карст. конф., 1947а.
- Максимович Г. А. Спелеографический очерк Пермской области. – Спелеолог, бюлл., № 1, 1947б.
- Максимович Г. А. Геодинамические зоны Земли. – ДАН СССР, т. 70, № 3, 1950.
- Максимович Г. А. Генетические типы карстовых образований. – ДАН СССР, т. 90, № 6, 1953.
- Максимович Г. А. Основные типы гидродинамических профилей областей карста карбонатных и сульфатных отложений. – ДАН СССР, т. 112, № 3, 1957.
- Максимович Г. А. Районирование карста Урала и Приуралья, – Докл. IV Всеуральского географ. совещ. по районированию, Пермь, 1958а.
- Максимович Г. А. Районирование карста СССР. – Докл. IV Всеуральского географ. совещ. по районированию, с картой, Пермь, 1958б.
- Максимович Г. А. и Голубева Л. В. Генетические типы карстовых воронок. – ДАН СССР, т. 87, № 4, 1952.
- Пармузин Ю. П. Ландшафтообразующее значение карста Сибири. – Уч. зап. Моск. ун-та, вып. 170, 1954.
- Родионов Н. В. Инженерно-геологические исследования в карстовых районах. М., 1958. Региональное карстование. Труды совещ. по региональному карстоведению. Моск, об-во испыт. природы. 1958.
- Рыжиков Д. В. Природа карста и основные закономерности его развития. – Труды Горн.-геол. ин-та УФ АН СССР, вып. 21, 1954.
- Соколов Д. С. Основные условия развития карста. – Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы. Отд. геологии, т. 26, вып. 3, 1951.
- Соколов Н. И. Бархатовский карст. – Вопросы географии, сб. 40, 1957.
- Ступишии А. В. Карст Среднего Поволжья. Автореферат докторской диссертации. М., 1956.
- Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1:5 000 000, 1956. Объяснительная записка, М., 1957.
- Ходьков А. Е. Формирование и геологическая роль подземных вод соляных месторождений (на примере Верхнекамского, Бахмутского и Предкарпатских). Автореферат докторской диссертации. Л., 1959.
- Якушова А. Ф. Карст палеозойских карбонатных пород на Русской равнине. – Уч. зап. Моск. ун-та, вып. 136, 1949.

Г. А. Максимович

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАРСТА НА ТЕРРИТОРИИ СССР

На огромной территории Советского Союза, равной 22,4 млн. км², развиты самые разнообразные карстовые формы: на поверхности — современные, древние, омоложенные (регенерированные), а на глубине — древние, погребенные. Они приурочены к известнякам, доломитам, мраморам и переходным разностям; белому писчему мелу, гипсам, ангидридам и переходным разностям; каменной соли (галиту) и другим солям и даже к природной соде. Возраст карстующихся пород — от докембрийского до четвертичного. В результате длительной геологической истории во время континентальных перерывов в осадконакоплении неоднократно происходило закарстовывание и образовались многочисленные ярусы древнего глубинного погребенного карста, суммарная поверхность которых, по подсчетам автора, достигает 18 млн. км². До 40% площади СССР занято обнаженными и погребенными карстующимися породами (Максимович, 1947а).

В работе освещаются главным образом закономерности распределения карста, проявляющегося на поверхности, и в значительно меньшей степени закономерности, которые касаются карста, погребенного под толщей мезокайнозойских отложений. Менее всего охарактеризовано слабое закарстовывание в период кратковременных континентальных перерывов, количество которых за длительную геологическую историю весьма значительно.

Карстующиеся горные породы в зависимости от происхождения, геотектонической приуроченности, геологической и геоморфологической истории развития отдельных участков земной коры характеризуются различной мощностью, однородностью и чистотой химического состава, условиями залегания и расчлененностью речными долинами и другими отрицательными формами рельефа.

ОБСТАНОВКИ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОД

В СССР можно выделить следующие основные обстановки образования, распространения и условий залегания карстующихся горных пород: I — геосинклиальная, II — переходная краевых прогибов, III — платформенная. В особые группы выделяются современные отложения: IV — континентальные, V — морские.

I. Геосинклиальная обстановка

В складчатых зонах она характеризуется различной дислоцированностью, мощностью и химическим составом карстующихся отложений.

Карбонатные отложения

1-й тип. Известняки (и доломиты) в результате длительного непрерывного накопления образуют мощные толщи на значительных площадях. Они большей частью характеризуются, за исключением отдельных слоев, сравнительной однородностью химического состава и мощностью в сотни метров (до 2—3 км). К этому типу относятся массивные известняки нижней перми, верхнего и нижнего карбона западного склона Урала, некоторые мощные известняковые толщи карбона Средней Азии и юры Крыма и Кавказа, а также верхнеэоценовые известняки Крыма.

2-й тип. Известняки (и доломиты). В условиях длительного накопления при значительных колебательных движениях земной коры образуют толщу меньшей мощности на значительных площадях. В зависимости от условий осадконакопления карбонатные толщи характеризуются большей или меньшей мощностью и разнообразием состава и свойств. Сюда могут быть отнесены карбонатные толщи докембрия, древнего палеозоя, девона и перми Урала и Средней Азии, мощные карбонатные толщи триаса и верхней юры на Северном Кавказе, третичные известняковые толщи Кавказа и др.

3-й тип. Мраморизированные известняки и доломиты, представляющие толщи незначительной мощности, развитые на ограниченных площадях. Они образовались в результате спорадического накопления карбонатных осадков среди других толщ и последующего складкообразования и метаморфизации. Примером могут служить известняки и доломиты докембрия на Кольском полуострове и в Финляндии, некоторые силурийские и девонские известняки восточного склона Урала.

4-й тип. Известняки рифовых массивов различной мощности, развитые на ограниченных площадях. Они отличаются неправильной формой, невыдержанностью пород по простиранию и часто отсутствием слоистости. Обычно эти известняки массивны и плотны и нередко характеризуются биоморфной структурой (являются археоциатовыми, водорослевыми или содержат скелетные остатки других организмов). Встречаются здесь и химически чистые разновидности известняков. К этому типу относятся кембрийские известняки Тувы.

Гипсы и ангидриты

1-й тип. Пласты и пластообразные залежи мощностью до 100, реже 200 м, иногда разделенные пропластками некарстующихся пород, залегающие со значительными углами падения. Примером могут служить титонские гипсы Кавказа, а вне СССР — триасовые гипсы Альп и Апеннин.

Каменная и другие соли

1-й тип. Галит в виде пластов, залежей небольшой мощности. Он имеется в третичных отложениях на Кавказе.

II. Переходная обстановка краевых прогибов (с пологим, а местами более крутым залеганием пород)

Карбонатные отложения

5-й тип. Известняки и доломиты среди мощных слоистых некарбонатных толщ, образовавшиеся в условиях неособенно длительного осадконакопления. Толщи карбонатных отложений характеризуются незначительной мощностью и разнообразием состава и свойств. Сюда можно отнести пермские карбонатные отложения Предуральяского краевого прогиба в западной части Уфимско-Соликамской депрессии.

6-й тип. Карбонатные рифовые массивы различной мощности, развитые на ограниченных площадях. Примером служат пермские рифы Уфимско-Соликамской и Бельской депрессий Предуральяского краевого прогиба.

Гипсы и ангидриты

2-й тип. Пласты и пластообразные залежи мощностью в 10—20 и до 100 м с пологими углами падения, залегающие как на значительных, так и на небольших площадях. Такие гипсы и ангидриты пермского возраста имеются в Предуральском краевом прогибе в Уфимско-Соликамской депрессии.

3-й тип. Гипсовые шляпы соляных куполов краевых прогибов, развитые на небольших площадях. Они известны, например, в Предтаймырском краевом прогибе.

Каменная и другие соли

2-й тип. Пласты и пластообразные залежи солей, развитые как на значительных, так и на небольших площадях. Многочисленные примеры имеются для пермских солей Предуральяского краевого прогиба.

3-й тип. Соляные куполы краевых прогибов с крутыми углами падения. Имеются в Предуральском (южная часть), Предтаймырском и Предпамирском краевых прогибах.

III. Платформенная обстановка

(с покровными толщами, образующими пологие структуры с почти горизонтальным залеганием)

Карбонатные отложения

7-й тип. Известняки и доломиты в виде мощных толщ, развитых на значительных площадях. Они образовались в мало изменяющихся условиях седиментации, но несут следы колебательных движений земной коры в виде перерывов в осадконакоплении с сутурами, стилолитами и древними поверхностями карстования. Карбонатные отложения этих толщ отличаются мощностями, измеряемыми сотнями метров и сравнительно малой изменчивостью химического состава. Примером могут служить пермские и каменноугольные известняки востока Русской платформы в Прикамье и Башкирии, карбонатная верхнепротерозойская свита Трансваала в Южной Африке мощностью до 1 км и многие другие.

8-й тип. Известняки и доломиты, образующие толщи сравнительно малой мощности вследствие чередования их с обломочными породами; отдельные слои различны по мощности и составу.

Пример карбонатных отложений этого типа — силурийские известняки Эстонии и Ленинградской области, девонские Главного девонского поля в Воронежской области, известняки карбона Московской синеклизы, третичные известняки Причерноморской впадины, Тарханкутского и Ставропольских поднятий и многие другие.

9-й тип. Известняки и доломиты рифовых массивов платформ. Характеристика их в общем сходна с типом 6. Примером могут служить нижнепермские рифы Уфимского вала и другие, приуроченные к восточной окраине Русской платформы в Прикамье и верхнетретичные средне-сарматские рифы на юго-западе Русской платформы в Приднестровье.

10-й тип. Песчаный мел, образующий пласты мощностью до 100 м, развитый на сравнительно больших площадях Воронежской и Белорусской антеклиз, на западном склоне Украинского щита и в других районах.

Гипсы и ангидриты

4-й тип. Пласты и пластообразные залежи в покрове платформ. Примером являются третичные гипсы Подольско-Литовской, девонские Балтийской, пермские Московской и Глазовской синеклиз и многие другие. В Глазовской синеклизе кунгурские гипсы развиты по западному крылу Уфимского вала.

5-й тип. Гипсовые шляпы соляных куполов синеклиз и иных отрицательных структур платформ. Они известны для соляных куполов Прикаспийской, Украинской и других синеклиз.

Каменная и другие соли

4-й тип. Пласты и пластообразные залежи в покровных отложениях платформ, главным образом в синеклизах и других отрицательных структурах. Примером могут служить залежи соли Прикаспийской, Московской и других синеклиз.

5-й тип. Соляные куполы покрова платформ, развитые главным образом в синеклизах. Они известны в Прикаспийской, Украинской, Вилюйской синеклизах, Убанурской и других впадинах.

IV. Современные поверхностные образования континентов

В эту группу выделяются современные поверхностные карстующиеся породы, образовавшиеся в четвертичный период и не всегда прошедшие полностью стадию диагенеза. Как правило, они имеют небольшую площадь распространения и весьма малую мощность.

Карбонатные отложения

11-й тип. Известняковые туфы холодных источников. Они образуют довольно рыхлые пористые известняки. Площадь их обычно невелика и составляет, как максимум, десятки квадратных метров, а обычно единичные квадратные метры. Развиты эти туфы довольно широко. Имеются они и в Пермской области.

12-й тип. Карбонатные травертины термальных источников. Они распространены значительно меньше. Обычно травертины развиты на несколько большей площади, чем 11-й тип. В качестве примера можно привести травертины района Кавказских минеральных вод, которые местами закарстованы. Вне СССР есть и *13-й тип* современных континентальных карбонатных образований — береговые известняки Австралии. Они развиты на южном берегу Австралии и отчасти на юго-западе материка. Образование таких континентальных отложений не вполне выяснено. Предполагают, что это дюны из зерен известняка, сцементированные известью, выпавшей из холодных источников, вытекавших из известняков. По другой точке зрения, в образовании их принимали участие и карбонаты, выпавшие из брызг морской воды в зоне прибоя. В этих известняках широко развиты карры, а в Суонленде — и значительные пещеры.

Гипсы

6-й тип. Отложения гипсовых озер засушливой зоны. Они известны главным образом вне пределов СССР.

Каменная соль

6-й тип. Отложения соляных озер засушливой зоны. По А. И. Дзенс-Литовскому, закарстованные отложения соляных озер имеются в Прикаспийской низменности (Баскунчак, Индер, Эльтон и др.), в пустынях Сред-

ней Азии — Кара-Кумах и Кызыл-Кумах (Кара-Ходжа, Молла-Кора, Туз-Кыр и др.), в Соляноозерной степи Алтайского края (Малиновом, Ломовом, Кочковом, Печатном и др. озерах), в Кулундинской степи (Таволжанском и др.) и в других районах.

Природная сода

1-й тип. Отложения содовых озер засушливой зоны. А. И. Дзенс-Литовский указывает в качестве примера донные отложения содового озера Танатар III.

V. Современная морская обстановка

Карбонатные отложения

14-й тип. Вне СССР имеются карбонатные образования современных морей и океанов в виде коралловых рифов, которые делятся на барьерные, окаймляющие, корковые и площадные, а также острова и атоллы. Примером коралловых островов могут служить острова Науру и Ошен Каролинского архипелага, Макатеа, Рюкю в Тихом океане, острова Карибского моря. Они характеризуются широким развитием карстовых явлений.

Сведем данные об основных генетических типах карстующихся отложений в табл. 1. Необходимо подчеркнуть, что приведенными типами,

Таблица 1

Основные типы карстующихся отложений

Типы отложений	Обстановка образования отложений (преимущественно морская и частично лагунная)				
	Древние отложения			современные морские	современные поверхностные континентальные отложения
	геосинклинальных складчатых зон	краевых прогибов	покровных платформ		
Мощные толщи, развитые на значительных площадях	Карбонатные, 1-й тип	—	Карбонатные, 7-й тип	—	—
Толщи меньшей мощности, развитые на значительных площадях	Карбонатные, 2-й тип	Карбонатные, 5-й тип	Карбонатные, 8-й тип	—	—
Толщи небольшой мощности, развитые на ограниченных площадях	Карбонатные, 3-й тип. Гипсы, ангидриды, 1-й тип. Каменная соль, 1-й тип	Гипсы, ангидриды, 2-й тип Каменная соль 2-й тип	Карбонатные, 10-й тип. Гипсы, ангидриды, 4-й тип. Каменная соль, 4-й тип.	—	—
Локальные образования различной мощности	Карбонатные, 4-й тип (риф)	Карбонатные, 6-й тип (риф). Гипсы, ангидриды, 2, 3-й типы. Каменная соль, 2, 3-й типы	Карбонатные, 9-й тип (риф). Гипсы, ангидриды 5-й тип. Каменная соль, 5-й тип	Карбонатные, 14-й тип	Карбонатные, 11, 12, 13-й типы. Гипсы, 6-й тип. Каменная соль, 6-й тип. Природная сода, 1-й тип

конечно, не исчерпывается все разнообразие карстующихся пород. Нами указаны только основные. В зависимости от мощности, площади, углов наклона, чистоты и химического состава карстующихся отложений, которые весьма разнообразны, карстовые явления могут быть на различных площадях, разной глубины и интенсивности. Типы карстующихся отложений сказываются и на морфологии.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТА

Карстовые явления могут существовать и развиваться только при следующих условиях: наличии карстующихся горных пород, их способности пропускать воду, наличии движущейся воды, способной растворять. Это четыре основных условия, по Д. С. Соколову (1951), без которых невозможно карстообразование. При отсутствии даже одного из этих условий карстообразования не будет.

Карст — это не только растворение. Карст — это процесс химического (растворение) и отчасти механического (разрушение струей) воздействия вод на растворимые проницаемые горные породы. Это было экспериментально показано Ф. Ф. Лаптевым. В карстовых шахтах горных областей воды, насыщенные гидрокарбонатным ионом и кальцием за счет контакта со стенками в верхних участках, в нижней части уже не способны растворять. Однако падение воды с огромной высоты производит большую механическую работу, и шахта будет расширяться и углубляться даже тогда, когда растворение отсутствует. Подобную картину можно наблюдать также в наклонных и горизонтальных карстовых пещерах с их подземными каррами.

ПРИНЦИПЫ РАЙОНИРОВАНИЯ КАРСТА СССР

На Пермской карстовой конференции в январе 1947 г. автор демонстрировал карту карста СССР в масштабе 1 : 5 000 000, составленную совместно с Л. С. Кузнецовой. Схематические карты распространения и закарстованности карбонатных отложений, гипсов и ангидритов, а также солей были составлены автором в 1946 и 1947 гг. для суши всего земного шара, в частности и для территории СССР, и демонстрировались на этой же конференции, а опубликованы только в 1955 г. в книге «Химическая география вод суши». Дальнейшее изучение литературы позволило автору переработать и дополнить карту. Новая карта карста СССР в масштабе 1 : 4 000 000 была продемонстрирована на совещании по карсту в Москве в январе 1956 г. В настоящей статье публикуется карта карста СССР, представляющая собой уменьшенную, схематизированную и несколько дополненную копию этой карты (рис. 1).

В комплексном районировании карста мы будем придерживаться следующих таксономических единиц, основанных на единстве форм рельефа и геологической структуры: карстовая страна, карстовая провинция, карстовая область, карстовый район,¹ карстовый участок, карстовое поле. Последнее состоит из отдельных карстовых форм.

Карстовые страны — это крупные, выделяемые в масштабе земного шара, закарстованные территории, соответствующие основным геоструктурным единицам. Карстовые страны по структурным особенностям более низких порядков, а также положению карстующихся отложений фундамента или плаща осадочных пород делятся на провинции.

Карстовые провинции делятся на области, соответствующие более мелким геоструктурным единицам: плакантиклиналям, валам, прогибам, антиклиналям и синклиналям, которым соответствуют в рельефе

¹ Названные таксономические единицы применялись при районировании карста СССР Н. А. Гвоздецким (1954 и др.). — Ред.

Карстовая страна и области кайнозойской складчатости Тетиса: *Ка*—Карпаты; *Kp*—карстовая область Горного Крыма; *K*—карстовая страна Большого Кавказа; *Kд*—карстовая область Копет-Даги; *Пм*—карстовая область Памира; *I*—карстовая область Малого Кавказа; *2*—область соляного карста Верхнететисенской впадины; *I*—карстовая область Предкарпатского краевого прогиба; *II*—карстовая область Предпамирского краевого прогиба; *M*—карстовая провинция мезозойской складчатости; *Cx*—карстовая область Сихотэ-Алиня; *Az*—Агинско-Ононская карстовая область; *Ш*—Шилкинская карстовая область в Забайкалье (Дургиан); *Врс*—район острова Врангеля с вероятным наличием карста гипсов; *III*—карстовая область Хатангского Сибири и Средней Азии, Таймырская и Новоземельская карстовые области, ряд провинций, областей и районов эпигерцидской платформы: *У*—Уральская карстовая страна; *IV*—карстовая провинция Предуральского краевого прогиба; *H*—Новоземельская область с вероятным наличием карста известняков и гипсов; *Тм*—карстовая область южной зоны Таймыра; *VI*—карстовая область Предтаймырского краевого прогиба.

Палеозойская складчатость. Карстовые страны: Уральская, Палеозойской складчатости Сибири и Средней Азии, Таймырская и Новоземельская карстовые области, ряд провинций, областей и районов эпигерцидской платформы: *У*—Уральская карстовая страна; *IV*—карстовая провинция Предуральского краевого прогиба; *H*—Новоземельская область с вероятным наличием карста известняков и гипсов; *Тм*—карстовая область южной зоны Таймыра; *VI*—карстовая область Предтаймырского краевого прогиба.

П—карстовая страна палеозойской складчатости Сибири и Средней Азии; *Kз*—карстовая провинция Казахской складчатой страны; *ЗК*—карстовая область западной зоны Центрального Казахстана; *ВК*—карстовая область восточной зоны Центрального Казахстана; *КТ*—карстовая область Кара-Тав; *ЗТ*—карстовая область Западного Тянь-Шаня; *ПА*—карстовая область Памиро-Алая; *Алт*—карстовая область Алтая; *Сл*—карстовая область Салаира; *КзА*—карстовая область Кузнецкого Алатау; *Сл*—Саянская карстовая область; *Сз*—Саянская карстовая область; *Ми*—карстовая область Минусинской впадины; *VII*—карстовая область Кузнецкого бассейна; *ТТ*—Туз-Татский район карста соли и гипса в Убсанурской впадине; *V*—карстовая область Донецкого бассейна с древним, современным карстом карбонатных отложений и карстом соли, гипса Бахмутской впадины; *У*—Чуйская синеклиза; *3*—Тарханкутский (Северо-Крымский) район карста известняков; *4*—Ставропольский район карста известняков; *5*—район карста Сарьсуйских куполов; *6*—карстовые районы Восточной Бетпакалды; *Tr*—карстовая провинция Туранской плиты; *Me*—Примангышлакская область карста известняков и гипсов; *ПРА*—Приаральская область карста гипсов и известняков.

Докембрийские платформы: *P*—карстовая страна Русской платформы; *Бл*—карстовые районы и участки Балтийского щита; *Укр*—карстовые районы и участки Украинского щита; *Б*—Белорусская антеклиза с вероятным наличием карста мела; *Вр*—область карста мела Воронежской антеклизы; *ВУ*—карстовая провинция Волго-Уральской антеклизы; *Мс*—Московская синеклиза; *О*—Онежская карстовая провинция северо-западного крыла Московской синеклизы; *ЗМ*—карстовая область западного крыла синеклизы; *Мск*—Московская карстовая провинция южного крыла Московской синеклизы; *ОЦ*—карстовая область Окско-Циннического вала; *СхБ*—карстовая область Сухоного вала — карстовый район Солнгалычской плакантиклинали; *ПРТ*—Прикамская карстовая провинция карста северо-восточного крыла Московской синеклизы; *ЭЛ*—Эстонско-Ленинградская карстовая провинция; *ЛЛ*—Латышско-Литовская провинция преимущественно типового карста; *ПВ*—Полесско-Волынская область мелового карста; *ЗП*—Западно-Подольская карстовая область; *Кш*—Кишиневская (Среднемодавская) карстовая область; *ПК*—карстовая провинция Прикаспийской синеклизы; *Ук*—карстовая провинция Украинской синеклизы; *ПП*—карстовая область Припятского прогиба; *Г*—Глазовская синеклиза; *ПУ*—провинция восточной Приуральской части Русской платформы; *См*—Самарский карстовый район; *Пч*—карстовая область Причерноморской впадины; *С*—карстовая страна Сибирской платформы; *Ал*—Алданская карстовая провинция; *ВС*—выступ фундамента платформы в северной части Восточного Саяна со слабым проявлением карста в кембрийских отложениях; *Ан*—Анабарская карстовая провинция; *Ол*—Оленекский район; *Мрк*—Марковский район; *Бт*—Батуобийский район; *Бк*—карстовая провинция Байкальская; *Пт*—Патомская область; *Е*—Енисейская область древнего карста докембрийских отложений; *ХР*—карстовая область Хангайско-Рыбинского подъятия; *Слд*—Среднееленско-Амгинская область; *Вл*—карстовая область Вилуйской синеклизы; *Тн*—Тунгусская синеклиза; *Сз*—Сользаводский район карста соли; *VIII*—карстовая провинция Ангаро-Ленского краевого прогиба

возвышенности и низменности, хребты, кряжи и депрессии и т. д. Крупные синеклизы иногда имеют несколько карстовых провинций.

Карстовые области делятся на районы на основе комплекса более детальных признаков геологического строения и, в частности, выражения в рельефе небольших геологических структур, литологии карстующихся пород, отсутствия или наличия покрывающих карстующиеся толщи некарстующихся отложений и их мощности, деталей карстового рельефа — преобладания тех или иных форм, густоты форм и т. д.

Районы делятся на карстовые участки, которые выделяются по разным признакам: территориальной обособленности, преобладанию тех или иных карстовых форм и явлений (пещер, карстовых ключей, карстовых колодцев и т. д.), стадии развития карстового процесса, генетическим типам вод (термальных восходящих или холодных нисходящих) и многим другим.

На карстовые участки могут делиться и карстовые области и даже провинции. Карстовые участки делятся на карстовые поля, представляющие собой группы сближенных карстовых воронок, колодцев, карров и других форм.

Некоторые (особенно казанские) карстологи делят карстовые поля на карстовые гнезда или отдельные пятна (группы) сближенных карстовых форм.

Поля и гнезда состоят из отдельных карстовых форм: воронок, вертикальных пещер, колодцев и т. д.

Карстовые провинции, области, районы и участки могут встречаться изолированно и не входить в таксономические единицы высшего порядка. Примеры деления отдельных карстовых провинций, областей, районов, участков на таксономические единицы низших порядков были опубликованы (Максимович, 1958б).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАРСТА НА ТЕРРИТОРИИ СССР

Предлагаемая характеристика карста СССР, над которой автор работал более десяти лет, базируется на приведенных таксономических единицах и доведена до провинций, областей и редко до районов.

Обширность территории, наличие сотен карстовых районов, малый размер статьи не дают возможности остановиться не только на районах, но даже и на областях, за исключением наиболее своеобразных или расположенных изолированно. Приходится ограничиться указанием карстовых стран и некоторых провинций с весьма краткой характеристикой особенностей их карстовых явлений.

Характеристику мы будем вести от более молодых карстовых стран, где карст лучше выражен, к более древним.

В СССР несколько карстовых стран: в альпийской складчатости Тетиса имеется только Кавказская карстовая страна и ряд областей, районов. Карстовую страну мезозойской складчатости Сибири на данном этапе наших знаний мы пока относим к провинциям. Вместе с зарубежными карстовыми провинциями и областями мезозоя Азии они образуют карстовую страну. Палеозойские складчатые сооружения дают две карстовых страны: 1) Урала и Предуральского краевого прогиба, 2) палеозойской складчатости Сибири и Средней Азии, а также карстовые области. В особые карстовые страны нами выделены Русская платформа и Сибирская платформа.

Карстовые страны и области кайнозойской складчатости Тетиса

В зону внешних антиклинорий на юго-западе и юге СССР входят следующие горные страны: Карпаты, Крым, Большой Кавказ, Копет-Даг и Памир.

Ранее всего изучена карстовая область Горного Крыма. Она охарактеризована в классической работе А. А. Крубера (1915), не потерявшей своего значения и сейчас, а также И. К. Зайцевым (1940) и карстоведами Крыма («Вопросы карста на юге Европейской части СССР», 1956). Здесь в мезозойских известняках хорошо развита зона нисходящей вертикальной циркуляции карстовых вод (Максимович, Голубева, 1952), с характерными для нее формами (Максимович, 1953).

В обстановке голого карста на яйлах развиты карры, воронки, котловины, колодцы, шахты, пещеры и карстовые источники, в том числе морские подводные (Максимович 1957). Преобладают карстовые воронки значительных размеров. Благодаря этому плотность их редко более 50 на 1 км².

На поверхности наблюдается не только современный, но и древний, большей частью регенерированный и унаследованный третичный, а местами, возможно, даже мезозойский карст. На Чатыр-Даге автор наблюдал на поверхности Яйлы перекристаллизованные отложения древних вскрытых пещер. На Никитской яйле обнаружен древний сталагмит. Вероятны и древние эпохи карстообразования во время перерывов осадко-накопления карбонатов.

Карстовая страна Большого Кавказа

Характеризуется карстом мезозойских, а в одной области и палеозойских известняков и в меньшей степени юрских гипсов, ангидритов и четвертичных травертинов. Характеристику и районирование карста дал Н. А. Гвоздецкий (1952, 1954). На северном крыле Кавказского мегантиклинория он выделил восемь карстовых областей и на южном — три. На Северном Кавказе имеется также Пятигорский карстовый район с провалами и пещерами в известняках верхнего мела и четвертичных травертинах, где развит и гидротермальный карст.

Карст карбонатных отложений характеризуется наличием всего комплекса разнообразных форм. В разных областях они представлены с различной полнотой. Наиболее полно они выражены в Сочинско-Абхазской карстовой области, где автор проводил исследования в 1948, 1951 гг. Здесь имеются и субмаринные источники в районе Гагры.

В Западно-Грузинской карстовой области известняков наблюдаются котловины типа польев. В восточной части этой области формы третичного тропического карста встречены в виде останцев. В Западно-Кавказской карстовой области на северном крыле мегантиклинория закарстованы не только триасовые, но и палеозойские известняки. Здесь известны поверхностные формы высокогорного карста и карстовые источники. Карст верхнечетвертичных травертинов отмечен в Центральном Закавказье.

Древний карст Большого Кавказа известен в виде верхних ярусов пещер и нескольких закарстованных поверхностей в толще мезозойских известняков. Такие явления наблюдались Н. А. Гвоздецом в Сочинско-Абхазской карстовой области в Закавказье, а автором — в валанжинских известняках в Чечне. Дальнейшее изучение, вероятно, обнаружит несколько ярусов древнего карста и в других карстовых областях.

Копетдагская область слабого развития обычного и термального карста. Копет-Даг характеризуется слабым развитием карстовых явлений. Наибольшей известностью пользуется Бахарденская пещера, образованная в результате действия термальных вод на мезозойские известняки по тектоническому разлому. По р. Сумбар и в районе ст. Душак развит карст гипсов и в меньшей степени известняков.

Для карстовой области Памира типичен карст юрских гипсов и верхнемеловых известняков. Здесь насчитывается 37 районов и участков. Обследовано 200 карстовых воронок, 17 значительных котловин и 9 озер. Преобладает карст гипсов (Гвоздецкий, 1957).

Карстовая область Предпамирского краевого прогиба. Отличается интенсивным развитием карста мезозойских гипсов и каменной соли.

Карстовая область Предкарпатского краевого прогиба. Здесь известен карст третичных гипсов, соли.

В зоне внутренних антиклинориев кайнозойской складчатости Тетиса в СССР известны две карстовые области Малого Кавказа и Верхнетиссенской впадины. Карстовая область мезозойских известняков Малого Кавказа характеризуется слабым развитием карста — главным образом пещерами. Карстовая область Верхнетиссенской впадины богата карстом соли.

Карстовая провинция мезозойской складчатости Сибири является частью одноименной карстовой страны. Здесь слабо развит карст докембрийских и палеозойских карбонатных отложений ядер антиклинориев в виде пещер, воронок, карстовых источников и других явлений. В Ханкайской впадине закарстованы третичные известняки. На о. Врангеля вероятен карст гипсов.

Карстовая область (район) Хатангского краевого прогиба с карстом соли и гипса соляных куполов.

Палеозойские складчатые сооружения

Они представлены карстовой страной Урала и Предуралья, карстовой страной палеозойской складчатости Средней Азии и юга Сибири и Таймырской карстовой областью. Кроме того, имеется карст эпигерцинских платформ: Тарханкутский и Ставропольский районы и карстовая провинция Туранской плиты, где слабо карстуются третичные известняки и гипсы.

Уральская карстовая страна

Здесь имеется ряд карстовых провинций, делящихся на области и районы.

Карстовая провинция Предуральского краевого прогиба. Здесь преобладает карст гипсов (и ангидритов) и соли. Меньшую роль играет карст карбонатных отложений. Карст не только современный, но и древний; карстообразование гипсов началось в мезозое, а известняков — не позднее третичного периода.

Карстовая провинция внешней зоны складчатого Урала. Карстовые явления этой провинции приурочены к известнякам девона, карбона и нижней перми. Карст сильно развит и представлен сухими воронками, пещерами, мостами, исчезающими речками, суходолами, источниками.

Карстовая провинция краевых поднятий складчатого Урала отличается слабо карстующимися метаморфизированными карбонатными отложениями силура и ордовика. Имеются воронки и источники.

Карстовая провинция антиклинориев Урал-Тау и Башкирского известна слабо карстующимися кембрийскими и докембрийскими метаморфизированными отложениями.

Карстовая провинция Тагильского и Магнитогорского синклинориев. Она делится на Тагильскую и Магнитогорскую карстовые области. В области Тагильского синклинория карстуются отложения силура, девона и карбона. Имеется древний карст. В карстовой области Магнитогорского синклинория карстуются известняки карбона. Имеются карстовые воронки, пещеры, источники.

Восточно-Уральская карстовая провинция. Она включает Урало-Тобольский антиклинорий, Аятский синклинорий и прилегающие к нему с востока участки Кустанайской седловины и Тургайского прогиба. Провинция включает ряд карстовых областей и районов.