

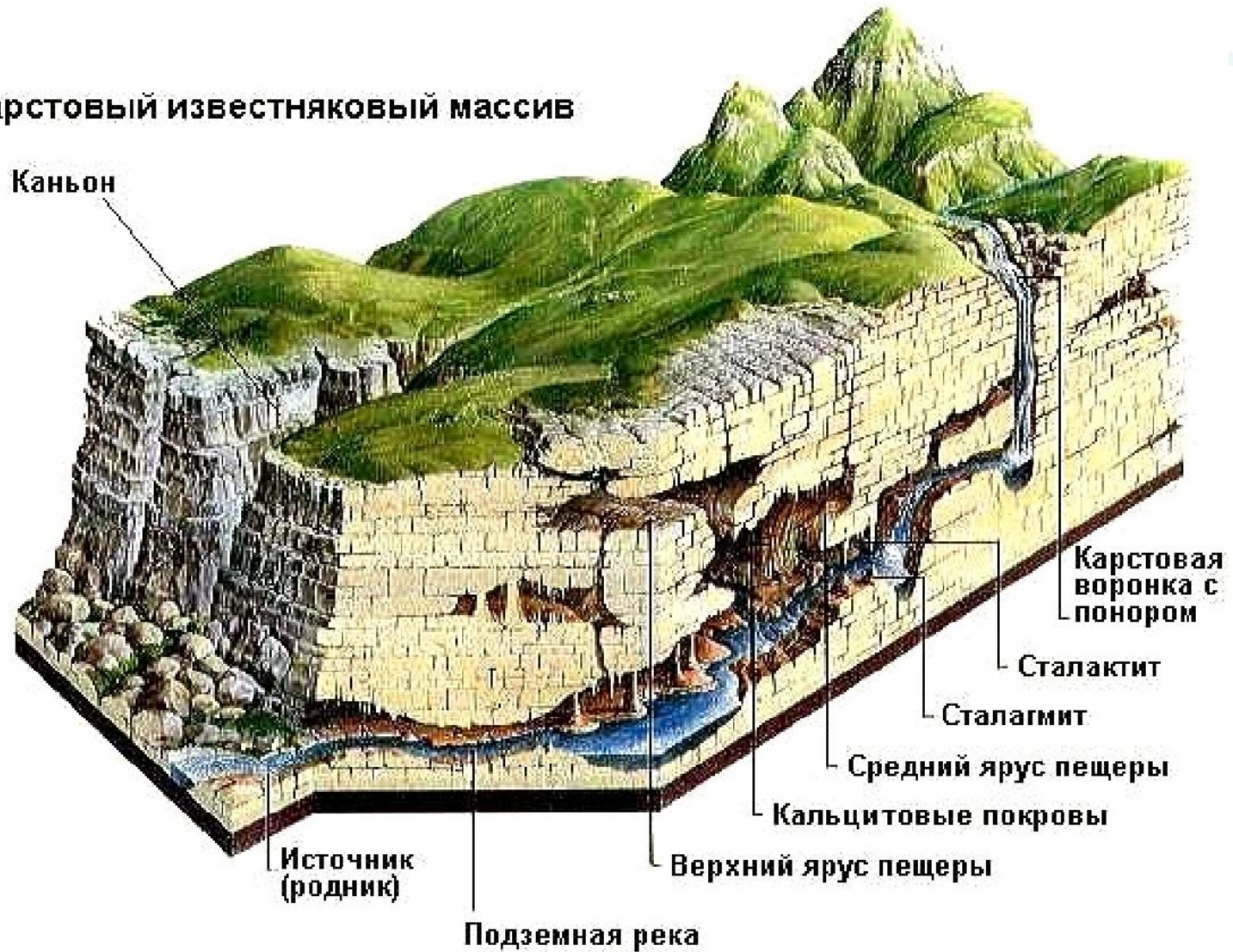
## Лекц. № 6.4. КАРСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

- ***Карстом называют процесс растворения поверхностными и подземными водами некоторых горных пород и вынос из них веществ в растворенном состоянии (выщелачивание).***
-

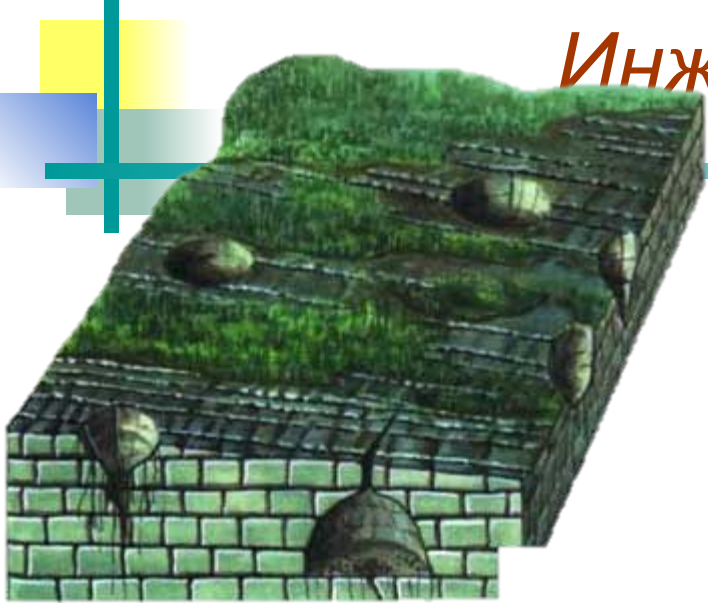
- **Горные породы, которые подвержены развитию карста, называют карстующимися,**
  - **районы, где развивается карст, — карстовыми.**
-

# Инженерная геология

## Карстовый известняковый массив



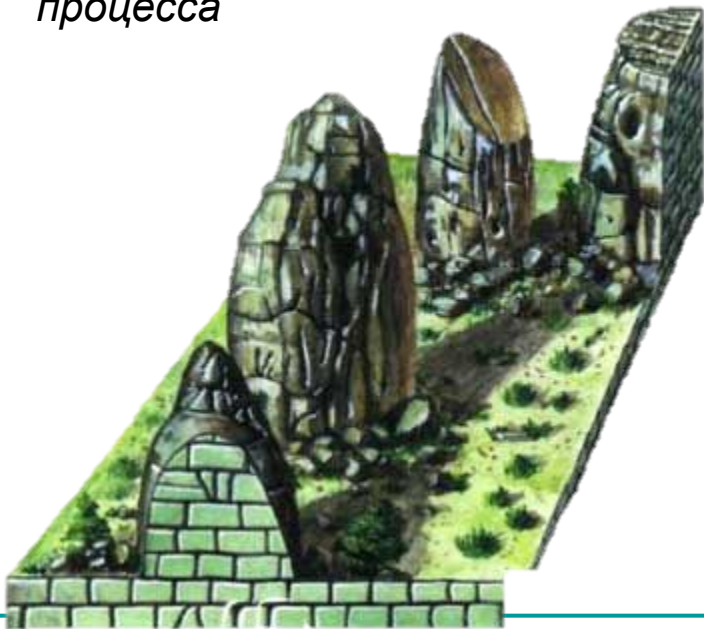
# Инженерная геология



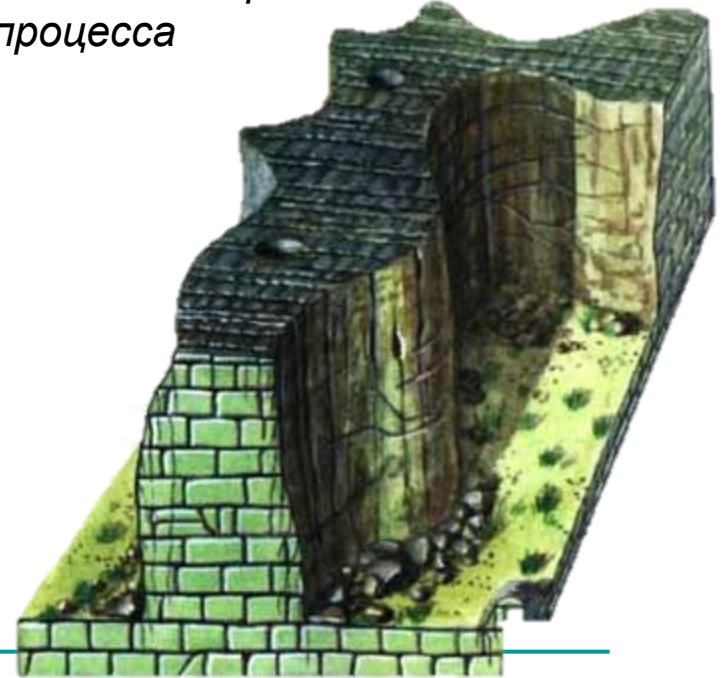
*Начало карстового процесса*



*Развитие карстового процесса*



*Останцовые горы в виде башен и столбов*



*Формы рельефа после развития карста*

# Инженерная геология

---

- По **характеру растворимых** пород различают **три основных типа карста**:
  - **карбонатный** - **труднорастворимый** (известняк, доломит, мел, мергель),
  - **сульфатный** – **среднерастворимый** (гипс, ангидрит),
  - **СОЛЯНОЙ**-**легкорастворимый** (каменная и калийная соли).
-



# 14 Энерная геология



# Микроклимат водоема





- Сходные процессы, возникающие в **глинистых** и лессовых породах называют **псевдокарстом** (**суффозионным карстом**).
-

- ***Растворяющее действие воды зависит от:***
    - ***температуры,***
    - ***содержания  $\text{CO}_2$ ,***
    - ***проточности пород.***
-

- ***На скорость развития карстового процесса влияют:***
  - ***интенсивность водообмена,***
  - ***особенностей рельефа и***
  - ***положение карстующихся пород относительно базиса эрозии (ближайших рек, водоемов и т. п.).***
-

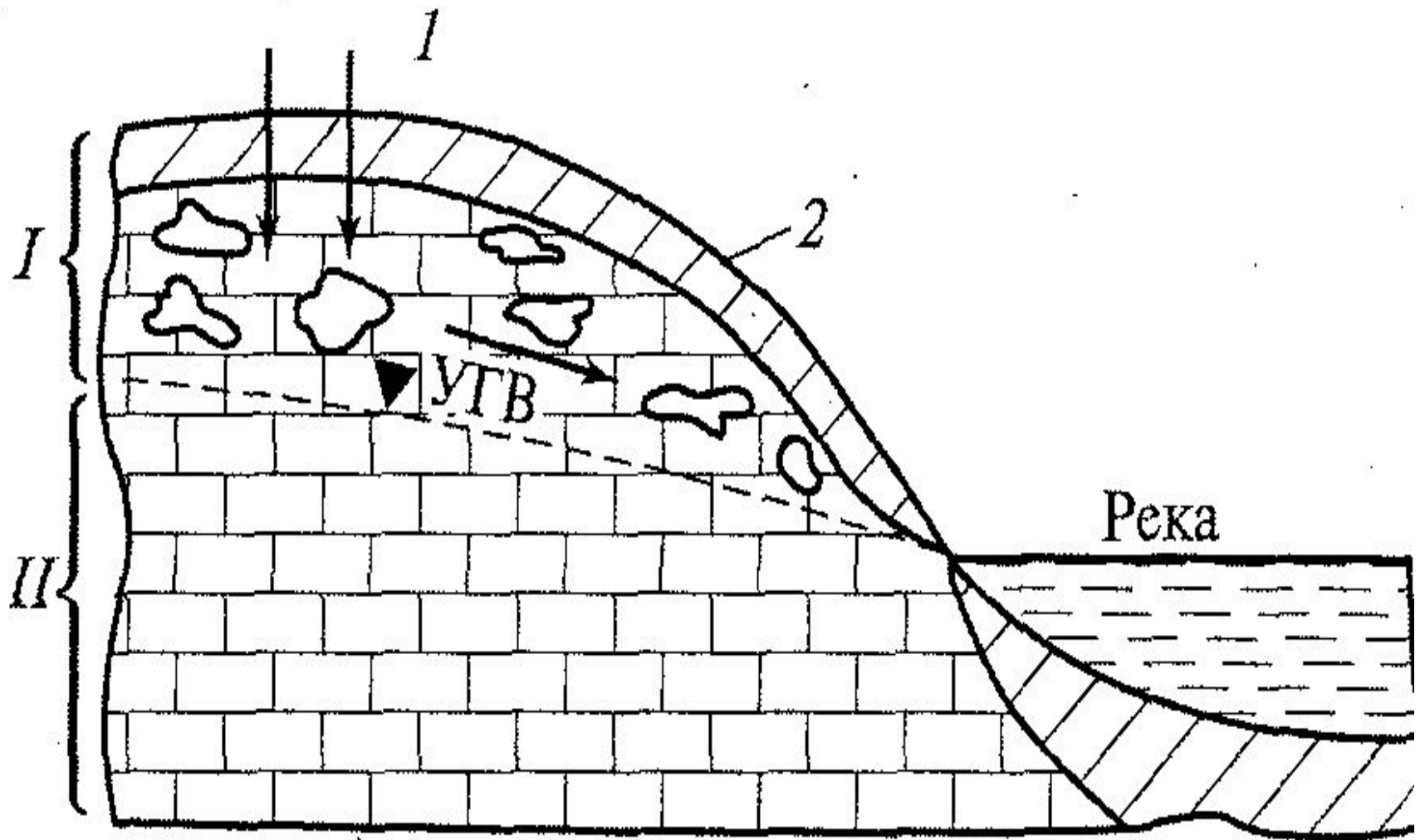
# Инженерная геология

Тайчжун, Тайвань, 1999 год

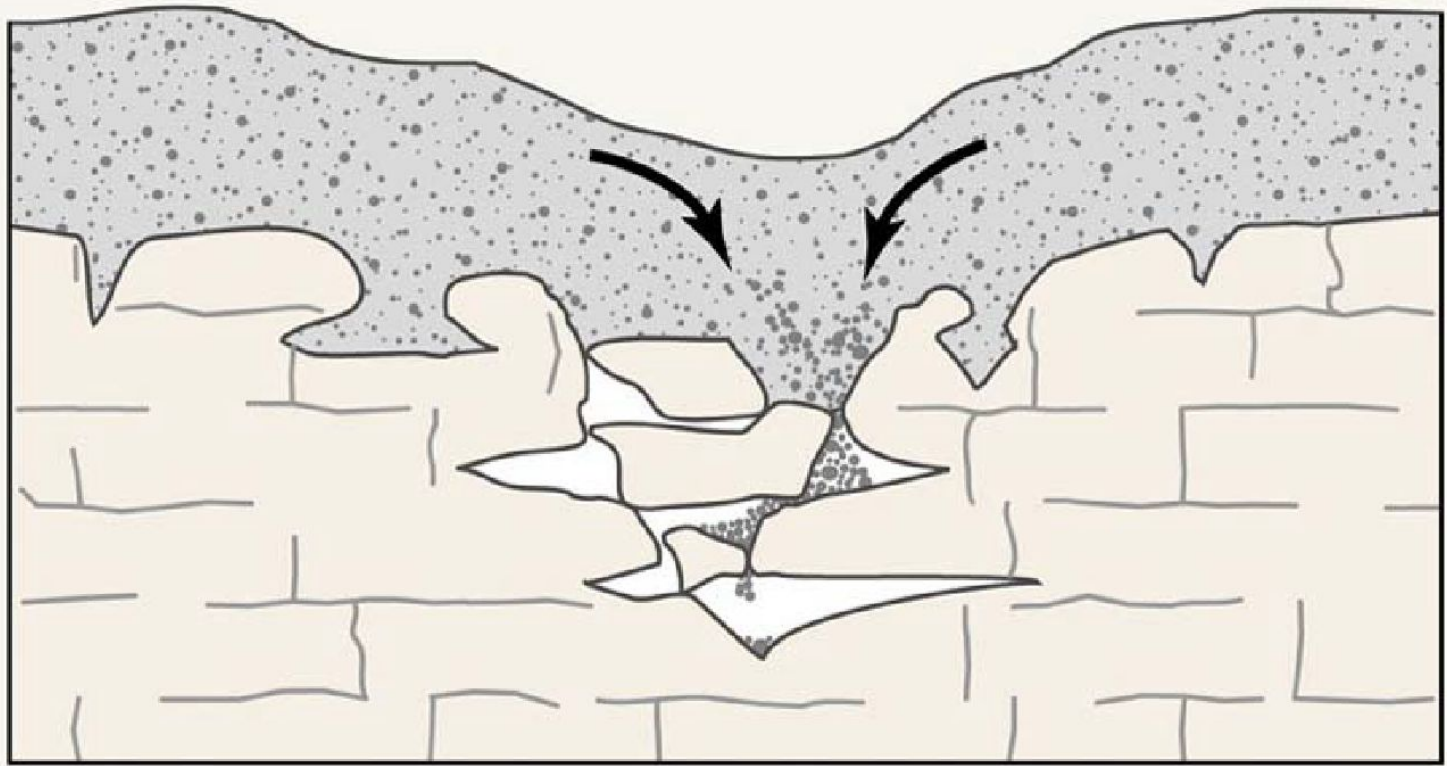


- ***После достижения уровня местного базиса эрозии развитие карста приостанавливается.***
-

# Инженерная геология



# Инженерная геология



Значение карстово-суффозионных процессов заключается в их опасности для различных зданий и сооружений, а также поглощении поверхностного стока.





- ***За уровни коррозии принимают отметки, ниже которых растворение и карстование либо полностью отсутствует, либо протекает весьма медленно.***
-

- В большинстве случаев **уровнем коррозии** служат:
    - тоща **водонепроницаемых пород**,
    - **поверхность подземных вод**, обладающих **высокой минерализацией**.
-

***Толща горных пород,***  
расположенная ***выше У.Г.В.***, где  
происходит ***активная циркуляция***  
***воды*** и ***активное развитие***  
***карстовых пустот и полостей-***  
***зона карстообразования.***

---

- **Ниже У.Г.В.** располагается **зона цементации** (зона **заполнения трещин** природным цементом и **затухание карстового процесса**).
-



# Инженерная геология

---

- **Различают карст:**
  - **закрытый (подземный, или глубинный)**- карстующиеся породы **покрыты толщей нерастворимых пород** различной мощности,
  - **открытый (поверхностный)** - карстующиеся породы **выходят непосредственно на дневную поверхность.**
-

- **Формы карстового рельефа** подразделяют на:
  - **поверхностные,**
  - **подземные.**
-

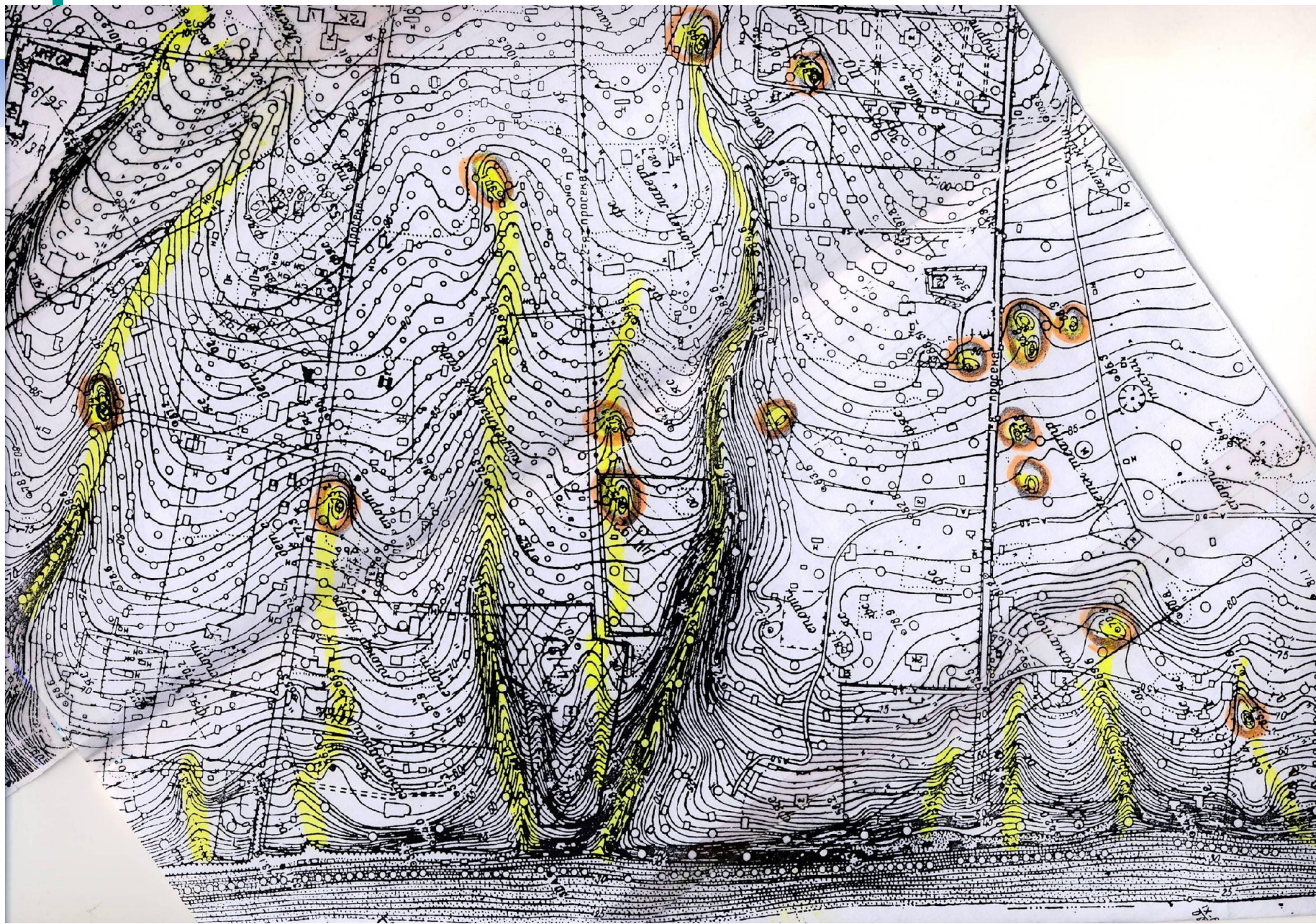
# Инженерная геология

## 3. Карстовые формы рельефа

### 3.1. Поверхностные:



Карта поверхности карстового плато в Крыму



Левый берег р. Волга





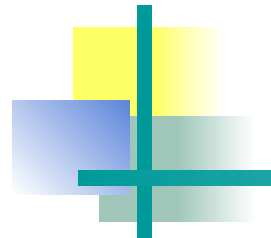


# Инженерная геология

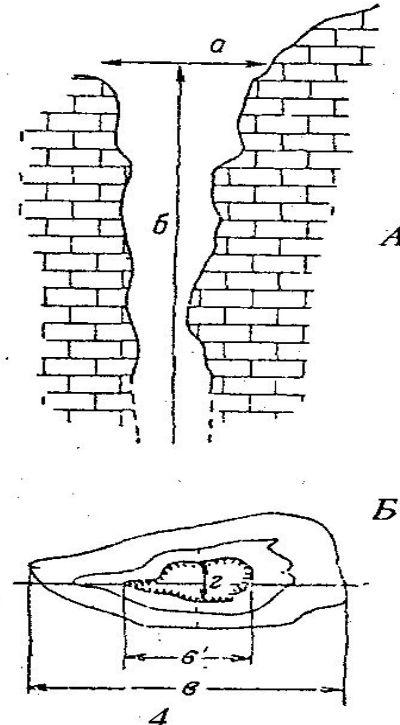
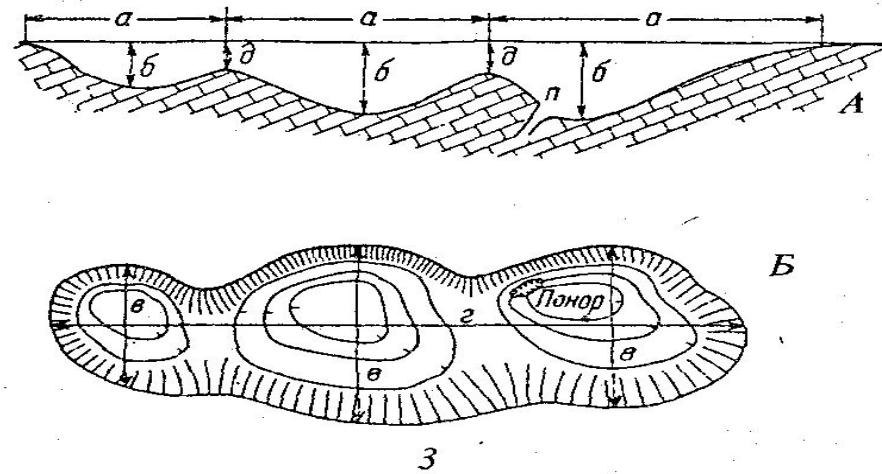
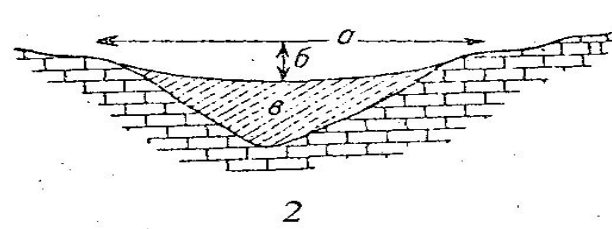
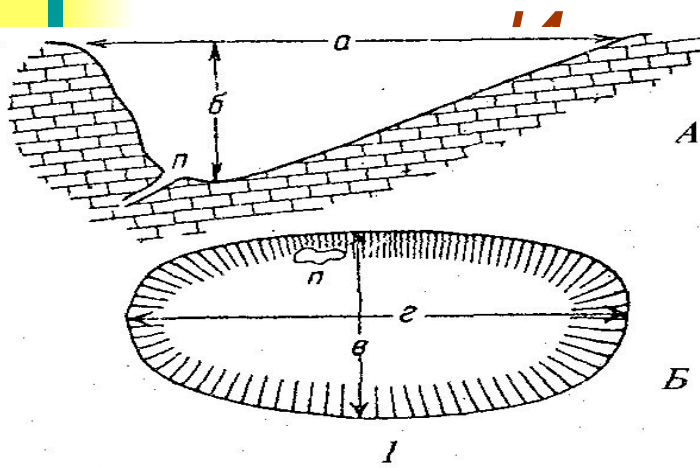
---

**Поверхностные - карры, провальные воронки, поноры, карстовые котловины, поля и др.**

- **Карры** — это мелкие желоба на поверхности карстующихся пород глубиной от нескольких сантиметров до 1—2 м.
  - **Воронки** — углубления различной формы и глубины.
  - По происхождению бывают:
    - **поверхностными,**
    - **провальными.**
  - **На дне карстовых воронок** может находиться **водопоглощающее отверстие** — **понор**.
-



- **К наиболее крупным поверхностным карстовым формам относят замкнутые впадины — карстовые котловины и поля.**
-



- 1 — поверхностные и подземные карстовые формы: 1 — провальная воронка. П — понор; 2 — блюдцеобразная воронка; в — делювий, заполняющий дно воронки; 3 — карстовая котловина; 4 — карстовый колодец



- ***К подземным формам карста относятся пещеры, естественные шахты, колодцы, галереи, каналы, каверны и др.***
-

# *Инженерная геология*





- **Карстующиеся породы являются ненадежным основанием.**
- **Пустотность снижает прочность и устойчивость пород.**
- **Развитие карстовых форм может вызвать недопустимые осадки и полное разрушение конструкций.**



---

г. Самара, ул. Промышленности, 19



---

г. Самара, ул. Промышленности, 19



09/04/2006



---

г. Самара ул. Авроры, 20



г. Самара ул. Авроры, 20



330-59-00 ПЕВНИТЪОН

420





# Инженерная геология



# Инженерная геология



Пересечение ул. Кирова и Физкультурной

---



# Инцидент с автомобилом





# Инженерная геология



- В городе Березники на территории одного из предприятий образовалась воронка: 15-метровой глубины и площадью в 2,5 тыс м<sup>2</sup>.
- Обвал грунта произошёл в промзоне, где под землёй расположены **солевые шахты**. В опасной близости - фабрика соли, местная ТЭЦ, в километре - жилые дома.

# *Инженерная геология*

---

В Березниках Пермского края





В Москве





В Тюмени



«Малыш» в Березниках



ИА REGNUM

Москва. Кремль







# *Инженерная геология*

■ Инженерно-геологические исследования ***позволяют:***

- ***обнаружить*** и нанести ***на карту*** ***районы карстующихся пород,***
  - ***выделить наиболее опасные участки,***  
где капитальное строительство ***практически невозможно,***
  - ***определить наличие карстовых форм под землей.***
-

- **Различают карст:**
    - **действующий,**
    - **пассивный, или древний.**
  - В последнем **отсутствует циркуляция воды.** Такие **карстовые формы** часто содержат **делювиально-пролювиальный материал**, задернованы, покрыты кустарниковой и даже древесной растительностью.
-

- **При изменении базиса коррозии и других причин пассивный карст может перейти в активную стадию.**
  - **При активном карсте степень закарстованности пород продолжает возрастать.**
-

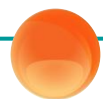


- **Для растущих карстовых форм характерны:**
    - **четкие очертания,**
    - **циркуляция воды,**
    - **зияние трещин,**
    - **отсутствии древесной растительности.**
-

- ***Возможности строительства в районе активного карста определяют сроком службы и особенностями его эксплуатации.***
-



Пекин, Китай, 2010 год



Пичер, США, 2008



---

Карстовый провал в Гватемале. Вызван подземными водами и дождями.



Техас, США, 2009: Провал грунта The Devil's Sinkhole,



Гватемала, июнь 2006 года

- Важное значение имеет ***определение скорости развития карстового процесса.***
-



- **Степень активности действующего** карст (А) оценивается (в %) по формуле:

- $$A = V_{\text{в}} / V * 100$$

где: **V<sub>в</sub>** — объем растворенной породы;

**V** — общий объем карстующихся пород в массиве.

---

## Противокарстовые мероприятия.

- Для **инженерной защиты зданий** и сооружений от карста применяют **следующие основные мероприятия** (СНиП 22-02—2003):
    - **водозащитные,**
    - **геотехнические**  
**(укрепление оснований),**
    - **конструктивные.**
-

- **Водозащитные:**
- **максимальное сокращение инфильтрации поверхностных, техногенных и хозяйственно-бытовых вод** в грунт:
  - **вертикальная планировка** земной поверхности,
  - **дренаж агрессивных подземных вод,**
  - **ограничение откачек подземных вод** и др.

**геотехнические:**

**укрепление оснований путем  
тампонажа (заполнения)**

**карстовых полостей и трещин**

**песчано-глинистым**

**материалом, нагнетанием**

**цементного раствора, горячего  
битума, жидких смол;**

---

ерн



Мероприятия по закреплению грунта

- ***опирание фундаментов на надежные незакарстованные или закрепленные грунты.***
-

- **Конструктивные решения:**
  - **прорезка всей толщи закарстованных пород глубокими (свайными) фундаментами,**
  - **надфундаментные и поэтажные пояса,**
  - **повышение прочности и жесткости сооружений и др.**
-



ВНИМАНИЕ!  
ПРОХОД ВОСПРЕЩЕН  
ОПАСНО ДЛЯ  
ЖИЗНИ





г. Самара. ул. Карьерная





# Инженерная геология

