

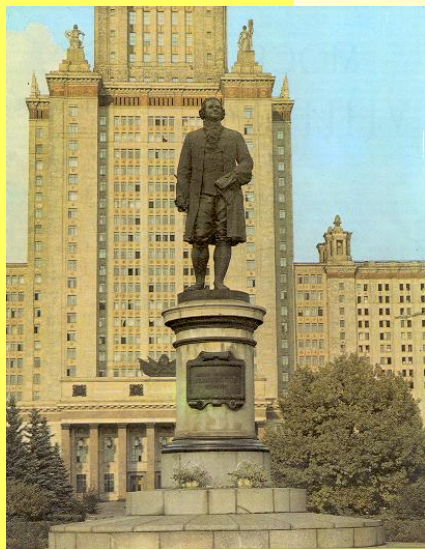


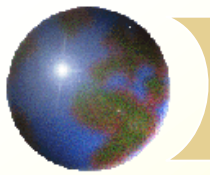
# *ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА*

**Эоловые процессы  
Анализ и защита**

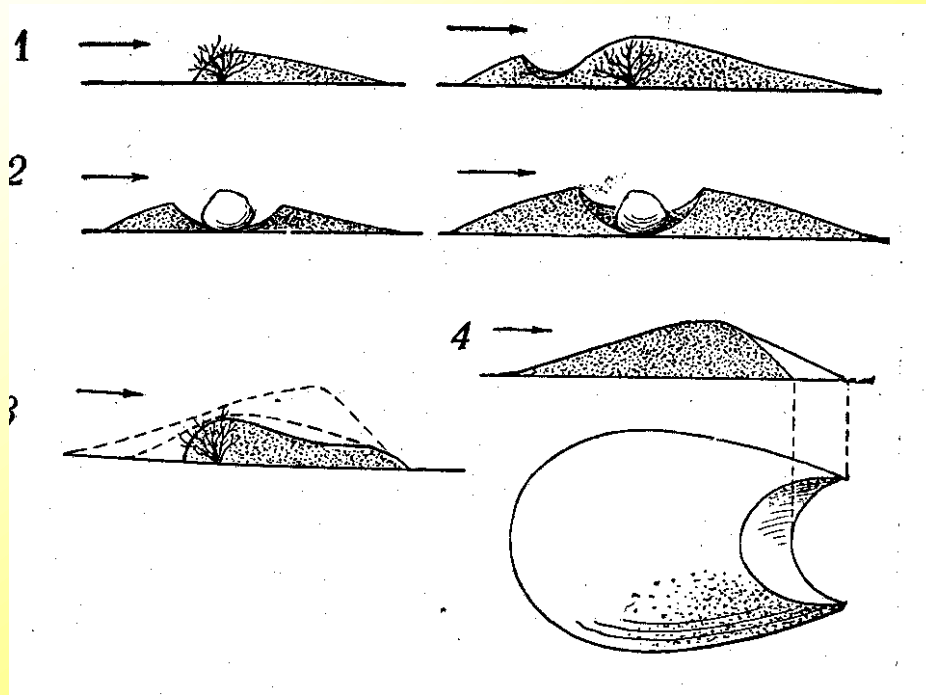
Университетский курс лекций

©





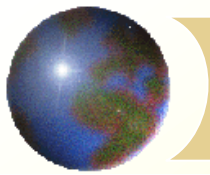
## 2. Эоловые формы рельефа



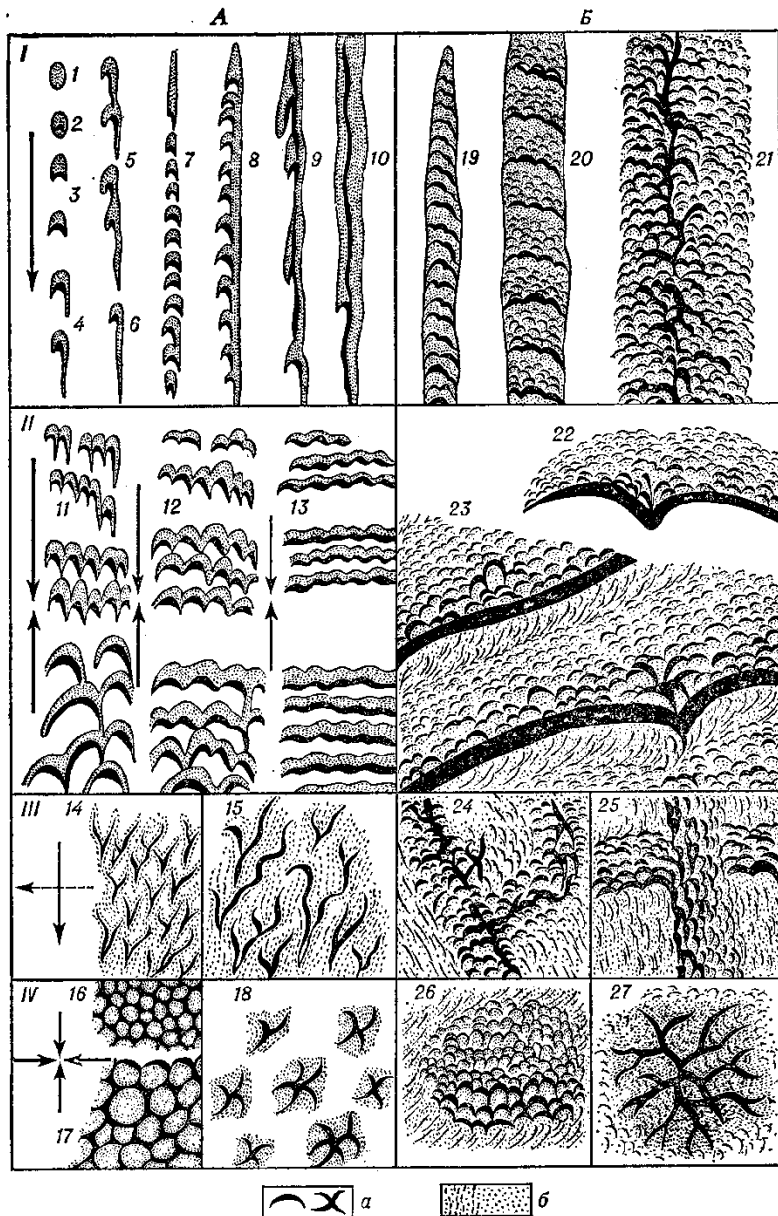
Стадии и механизм образования бархана вблизи куста растения (1), камня (2) и дерева (3).  
Типичный бархан (4)

### 2.3. Барханы –

(пустынные дюны), холмы сыпучего песка, навейные ветром и не закрепленные растительностью, серповидной формы с пологим наветренным и крутым подветренным склоном

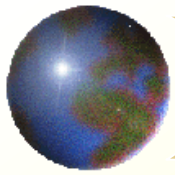


## 2. Эоловые формы рельефа



### 2.4. Типы барханов (по Б.А.Федоровичу):

- ☀ **А – простые формы**  
1,2 – щитовидные; 3,4 – серповидные; 5,6 – продольные; 7-10 – гряды; 11-13 – цепи; 14-15 – клиновидные; 16-18 – ячеистые и пирамидальные
- ☀ **Б – комплексные формы:**  
19-21 – грядовые с ребрами и гребнями; 22-23 – комплексные цепи; 24-25 – коленчатые и скрещенные; 26-27 – вздутия и пирамиды



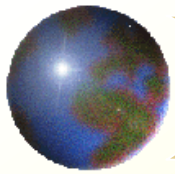
## 2. Эоловые формы рельефа



Барханы Южных  
Каракумов, Репетекский  
заповедник (Туркмения)



Глиняная пустыня «Долина  
смерти» в США с развитыми  
процессами дефляции



## 2. Эоловые формы рельефа

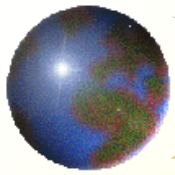


Скорость перемещения  
бархана достигает до 30-40  
м/год

Барханы Сахары

Прибрежные (пассатные)  
дюны Сахары





## 2. Эоловые формы рельефа



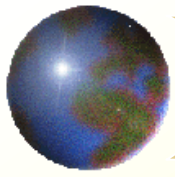
Свойства  
барханных песков:

$$n = 50\%$$

$$\rho < 1,4 \text{ г/см}^3$$

$$\varphi \approx 32-39^\circ$$

Барханные пески и  
дефляционные  
котловины в  
Сахаре, Египет



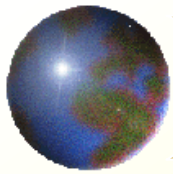
## 2. Эоловые формы рельефа



Барханы пустыни Тар,  
Пакистан

Барханные пески пустыни  
Гоби, северный Китай

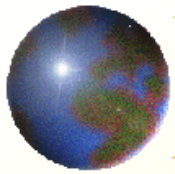




## *2. Эоловые формы рельефа*



Барханные пески в провинции Ганьсу, Китай

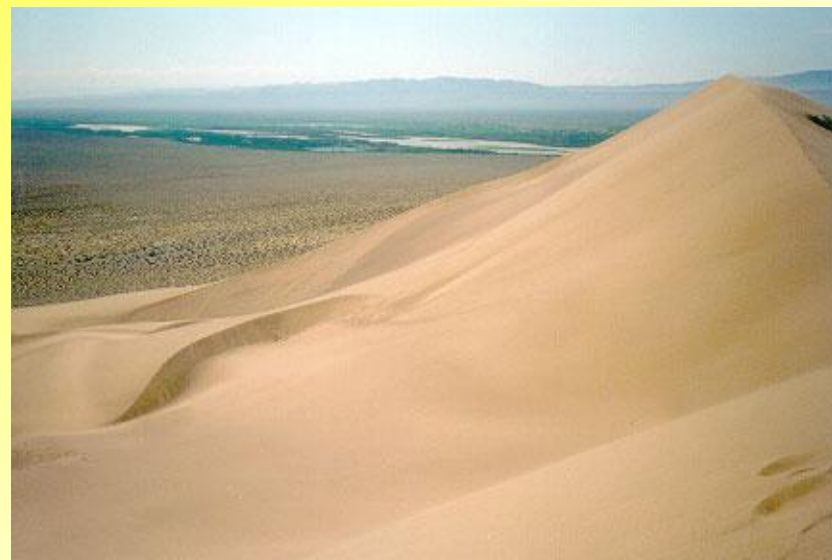


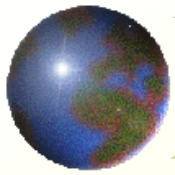
## 2. Эоловые формы рельефа



**Поющий бархан в долине  
р. Или вблизи Алма-  
Аты, Казахстан**

Впервые описал поющие пески  
Марко Поло во время путешествия  
в Китай в 1271-1275 гг.





## 3. Факторы формирования



Барханы Прикаспийской пустыни  
в окр. Красноводска, Туркмения

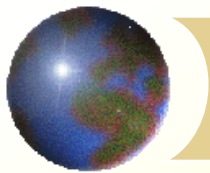
### 3.1. Необходимые условия:

1. Наличие (песчано-пылеватого материала)
2. Открытые пространства
3. Сильный ветер
4. Аридный климат

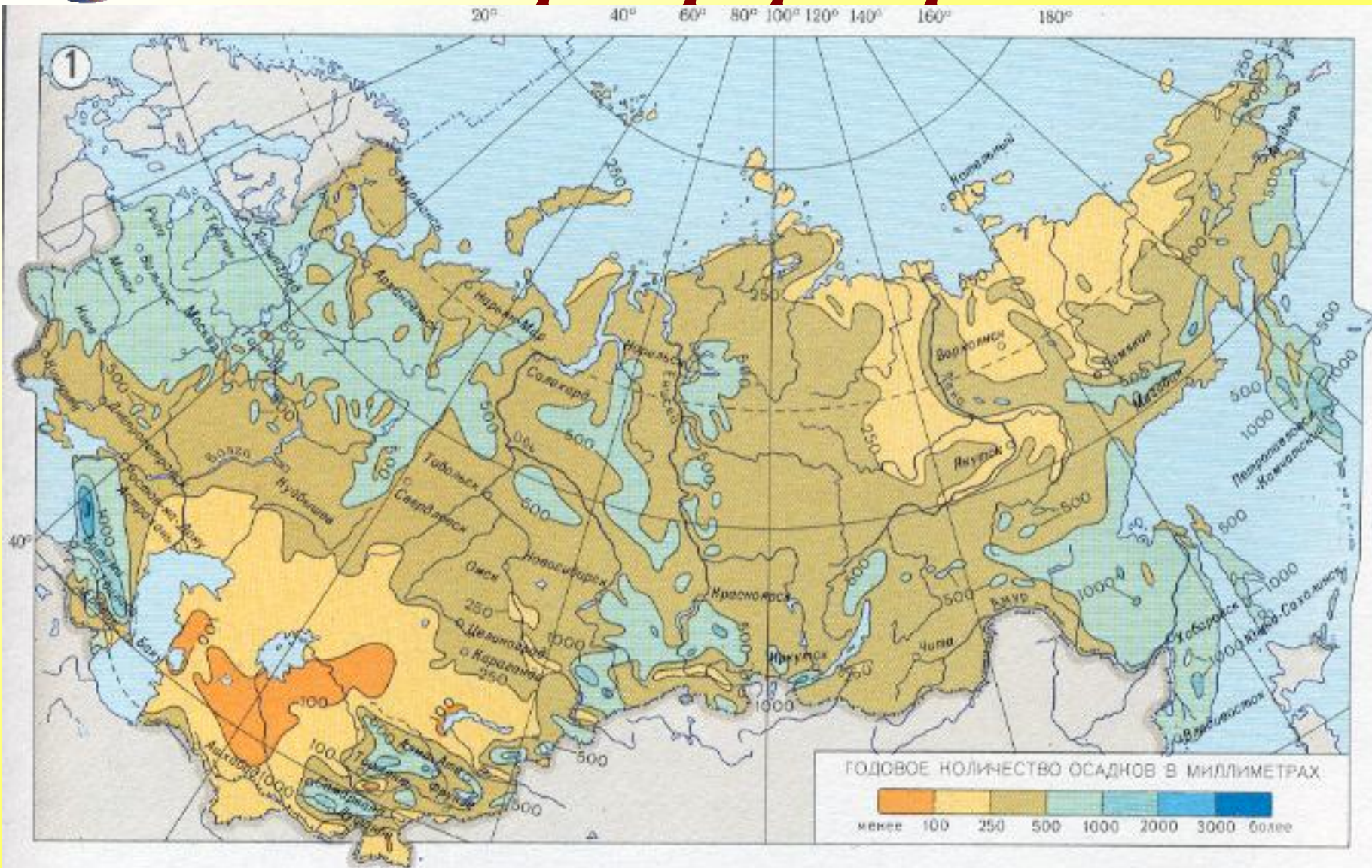
### 3.2. Ведущие факторы:

#### Природные:

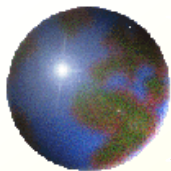
- ☉ Сила и направление ветра
- ☉ Структура ветрового потока (турбулентность)
- ☉ Ветровой режим



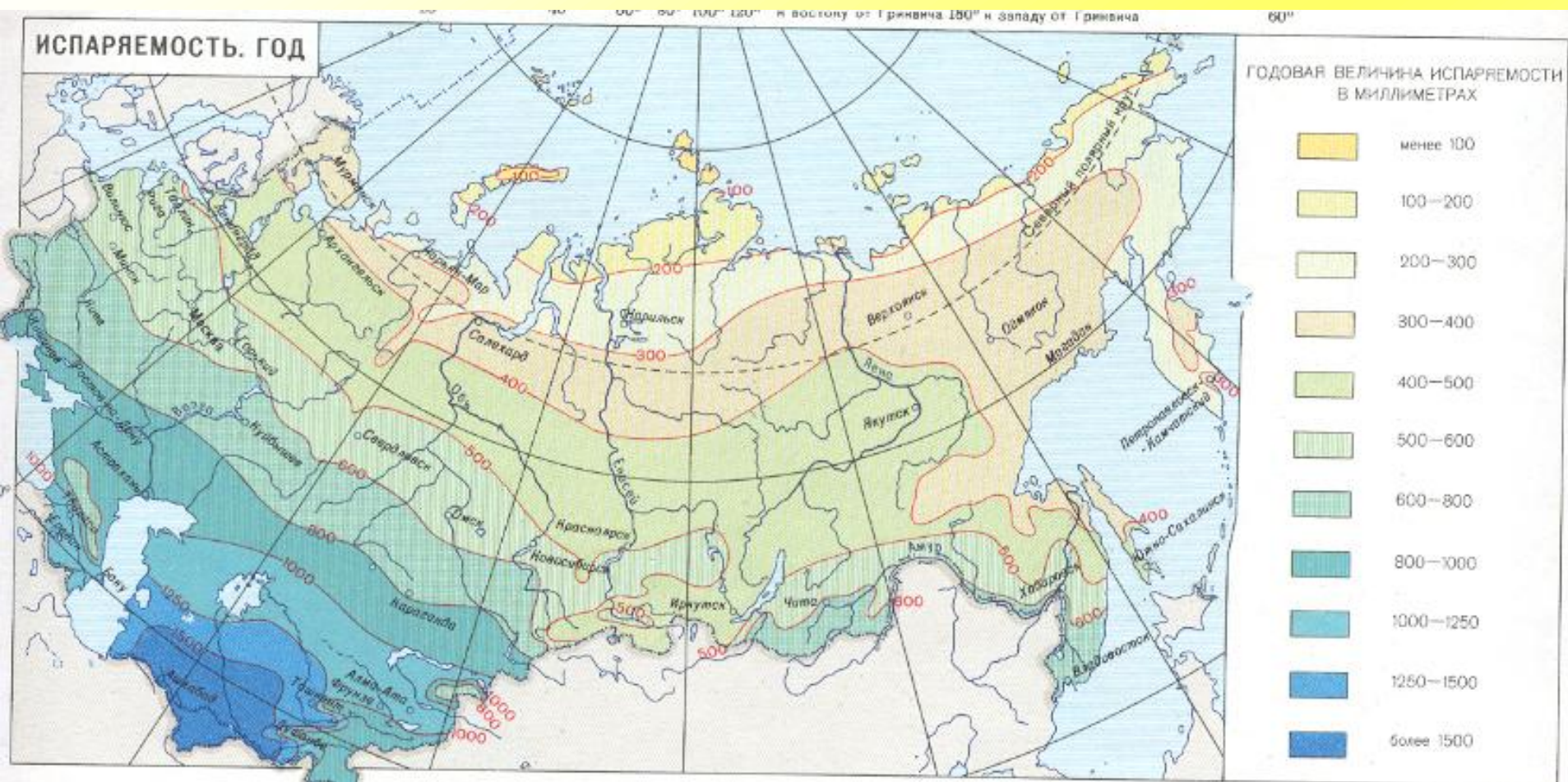
# 3. Факторы формирования



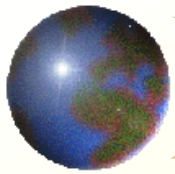
Годовое количество осадков на территории стран СНГ



# 3. Факторы формирования



Испаряемость в год на территории стран СНГ



## 3. Факторы формирования

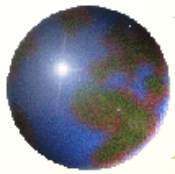


Пустыня Кызылкум в юго-зап. Казахстане (фото Королева В.А.)

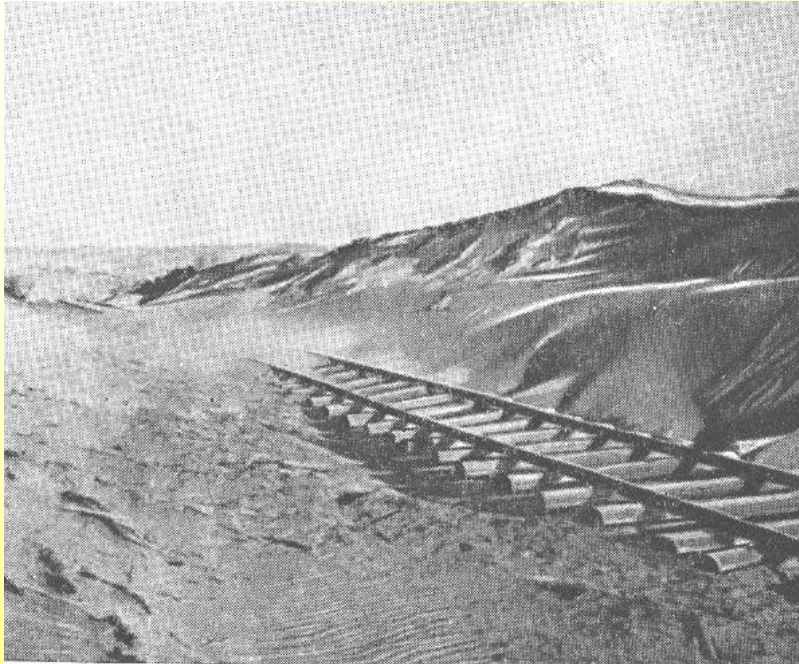


### 3.3. Техногенные факторы формирования эоловых процессов:

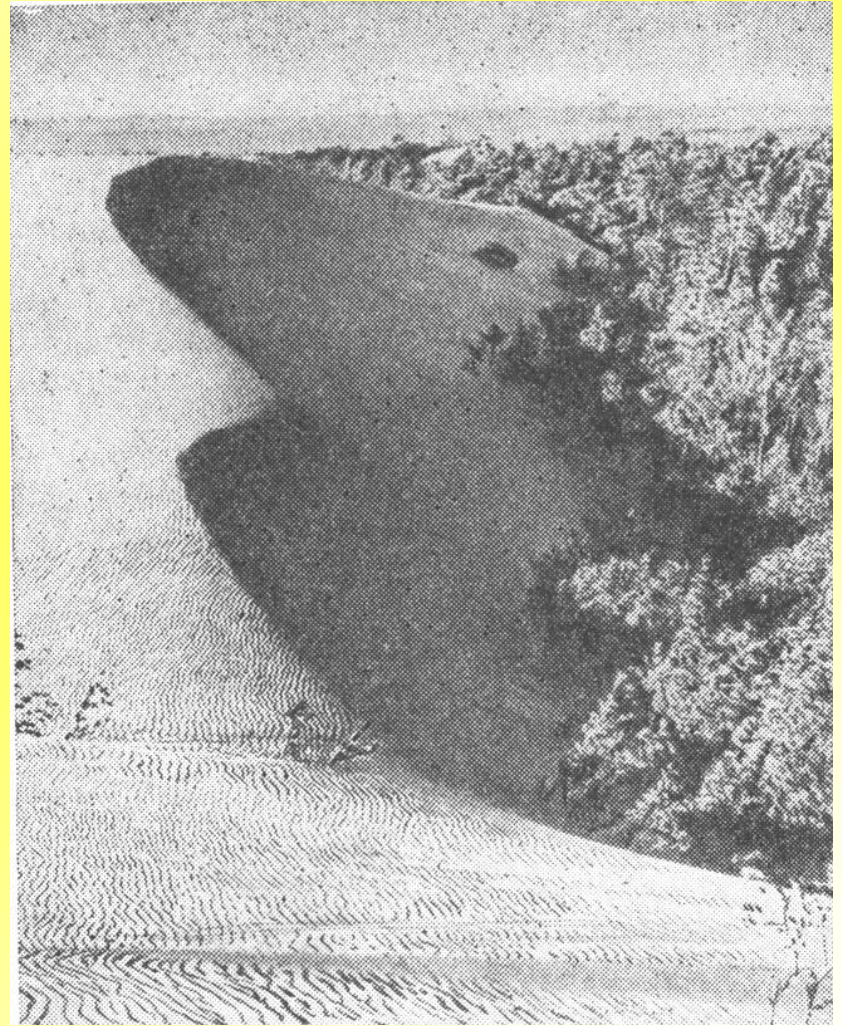
1. Уничтожение растительности
2. Осушение земель
3. Неправильная агротехника на полях
4. Перевыпас скота



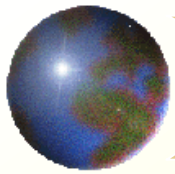
## 4. Прогноз и инж. геол. изучение



Двигающиеся пески,  
засыпавшие железную  
дорогу



Дюна, засыпающая лес  
(Прибалтика)



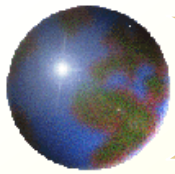
## 4. Прогноз и инж. геол. изучение



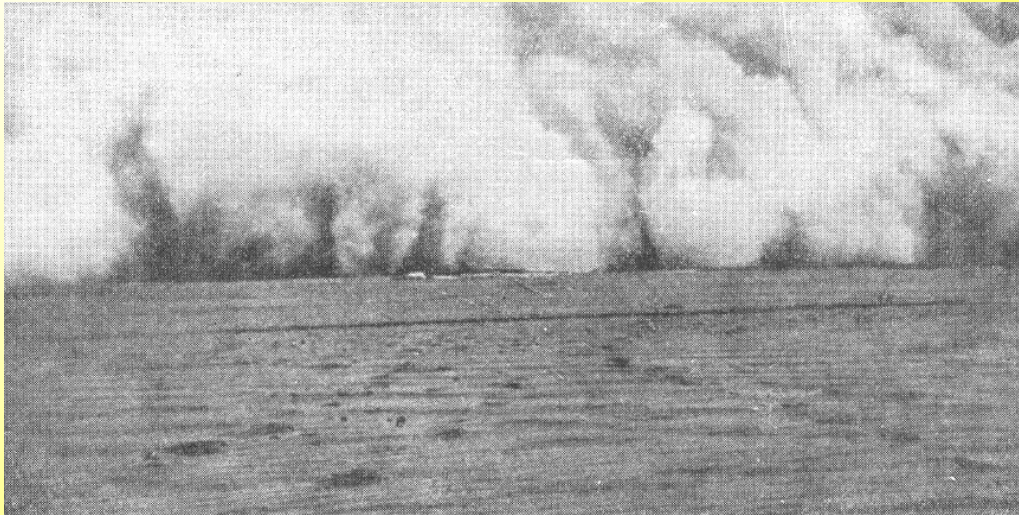
Рис. 13.4. Схема образования песчаных заносов в железнодорожной выемке в Каракумах (по М. П. Петрову)

### 4.1. Параметры:

1. Скорость движения бархана (м/год)
2. Направление(ния) перемещения
3. Скорость ветра (м/с)
4. Преобладающие направления ветров (роза ветров)

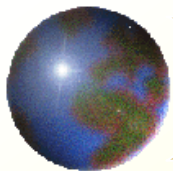


## 4. Прогноз и инж. геол. изучение



Самум в пустыне

- ☉ Методы прогноза:
  1. На основе оценки действующих факторов
  2. Моделирование (натурное, математическое и др.)
  3. Методом аналогий

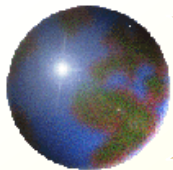


## 4. Прогноз и инж. геол. изучение



**Скорость эоловой аккумуляции иллюстрируют раскопки «Терракотового войска» в Китае, созданного из 7 тыс. фигур вблизи горобницы императора Цинь Ши-Хуана более 2 тыс. лет назад, погребенного лёссом и найденного в 1974 г.**

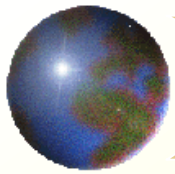




## *4. Прогноз и инж. геол. изучение*



Поле, засыпанное песком после песчаной бури, США



# 5. Меры борьбы с эоловыми процессами

## 5.1. Фитомелиорация

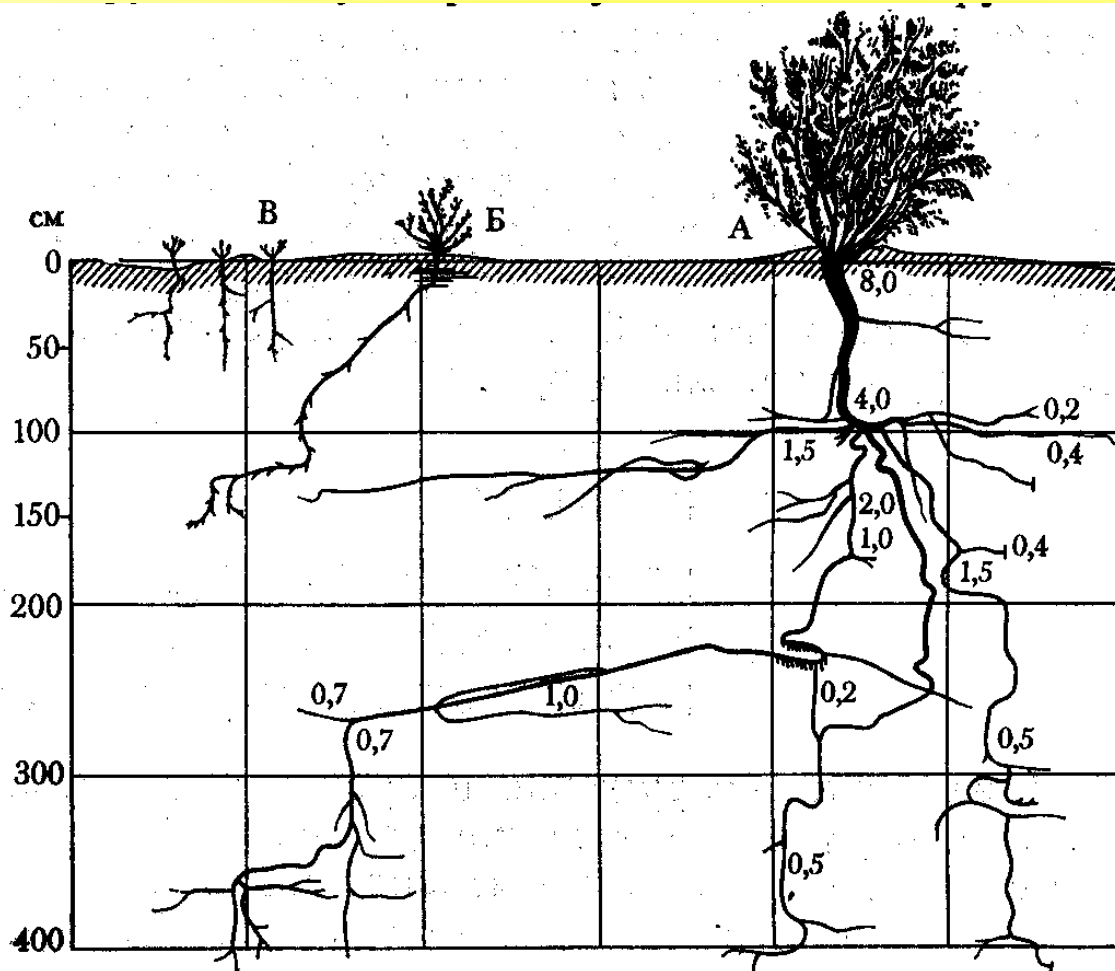
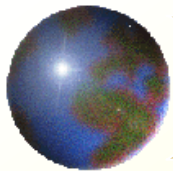


Рис. 13.3. Закрепление подвижных песков белым саксаулом с разветвленной корневой системой.

А — старый куст; Б — трехлетний и В — однолетний (по М. П. Петрову, 1950); цифры указывают диаметр корней (мм)



# 5. Меры борьбы с эоловыми процессами

## 5.1. Фитомелиорация



Борьба с дюнами высадкой кустарников



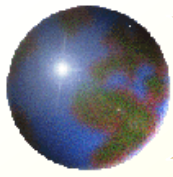
Саксауловый лес



Аристида на бархане



Шоссе Каир-Александрия, проложенное через Сахару (фото Королева В.А., 1991)



## *5. Меры борьбы с эоловыми процессами*



Пустыня Кызылкум в  
Казахстане (фото  
Королева В.А., 1990 г.)

- 5.2. Искусственные преграды (щиты, стенки, заборы и т.п.)
- 5.3. Закрепление верхнего слоя песков (методами технической мелиорации - битумизация)
- 5.4. Создание почвенного слоя
- 5.5. Изменение грансостава пород верхнего слоя