

# Введение в моделирование качества воздуха

*Валтс Вилнитис, Юлия Докторова  
WECOOP2*



**WECOOP2**

EU-Central Asia enhanced regional cooperation on  
Environment, Climate Change and Water

This project is funded by  
The European Union



**Stantec** umweltbundesamt<sup>U</sup>

Union and implemented by the consortium led by Stantec, with the Austrian Environment Agency (Umweltbundesamt)  
and the Regional Environmental Centre for the Caucasus (REC Caucasus) as the consortium partners.



# Содержание

---

- Почему модели, а не измерения? Можем ли мы доверять моделям?
- Правовая основа
- Атмосферное рассеивание – основные принципы
- Типы моделей
- Модели ADMS



## Почему модели, а не измерения?

---

- **КОНТРОЛЬ:** Чтобы оценить соответствие качества воздуха нормативам, необходимо выяснить пространственное распределение концентраций загрязняющих веществ и их изменение во времени
- Ограничение только инструментальными наблюдениями невозможно по техническим и экономическим причинам
- Вывод – необходимо сочетать измерения (стационарные и индикативные) и расчеты
- Можем ли мы доверять моделям? (**Да, но...**)



## Правовая основа

---

*«По возможности следует применять техники моделирования для перевода данных наблюдений в отдельно взятой местности в единицы географического распространения концентрации загрязнения воздуха, что может послужить основой для расчета степени совокупного воздействия загрязнения воздуха на население, проживающее в определенной местности»*

(Директива 2008/50/ЕС Европейского Парламента и Совета Европейского Союза «О качестве атмосферного воздуха и более чистом воздухе для Европы», 6 пункт преамбулы)



# Атмосферное рассеивание – основные принципы

---

- Рассеивание шлейфа
- Что такое пограничный слой атмосферы?
- Описание пограничного слоя
- Сравнение типов стабильности
- Как стабильность пограничного слоя может влиять на рассеивание загрязняющих веществ
- Как рассеивание может влиять на концентрации загрязняющих веществ



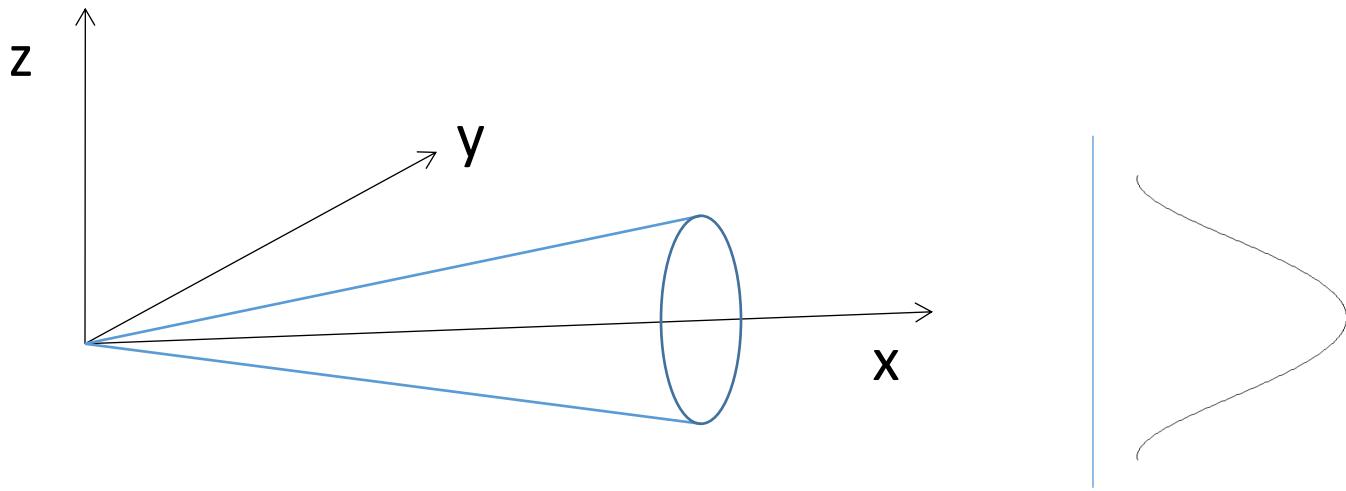
# Атмосферное рассеивание – основные принципы



# Гауссова модель шлейфа

---

- Нормальное (Гауссово) распределение концентраций
- Максимальные концентрации возникающие на геометрической оси шлейфа

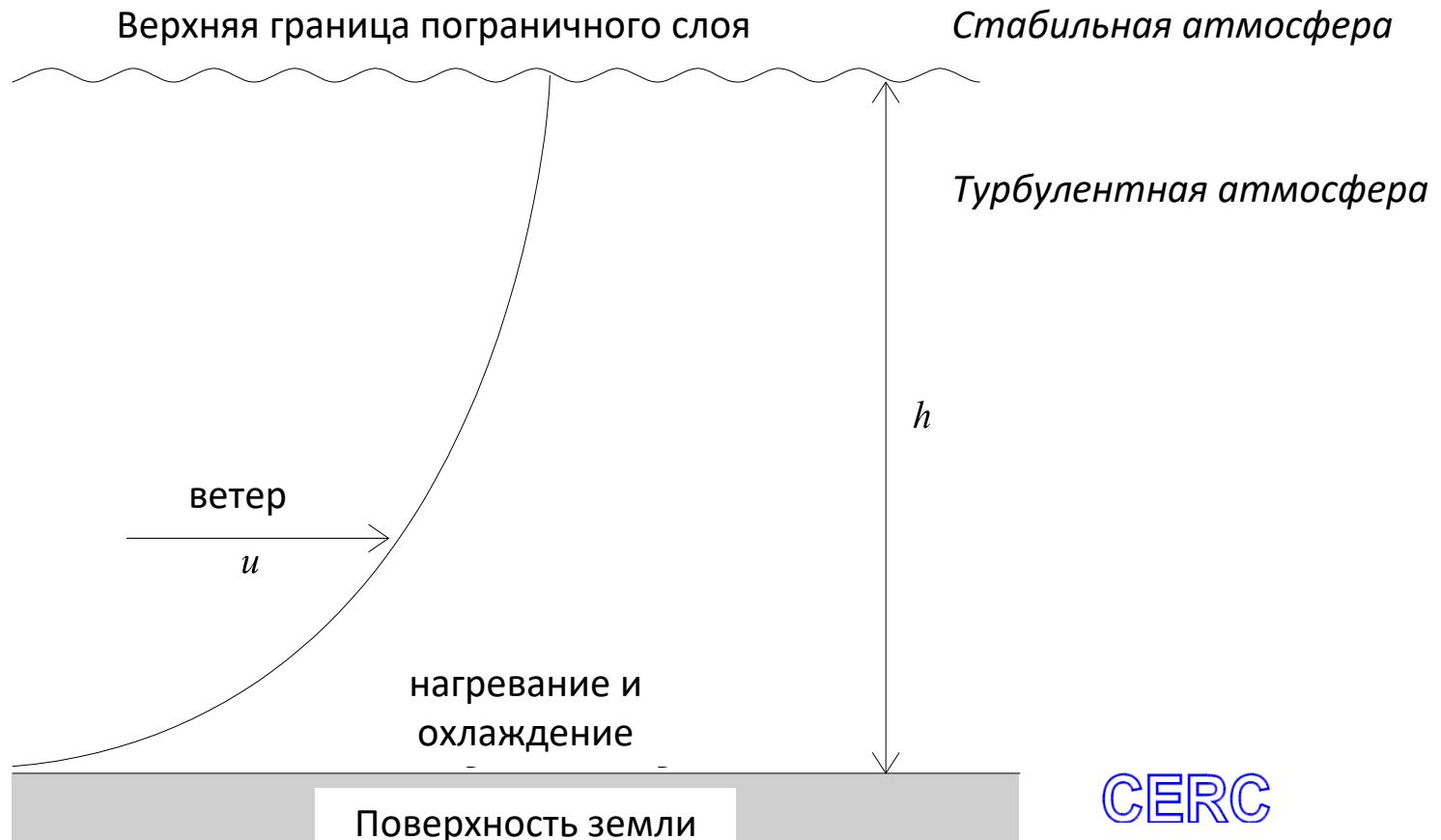


# Пограничный слой атмосферы (1)

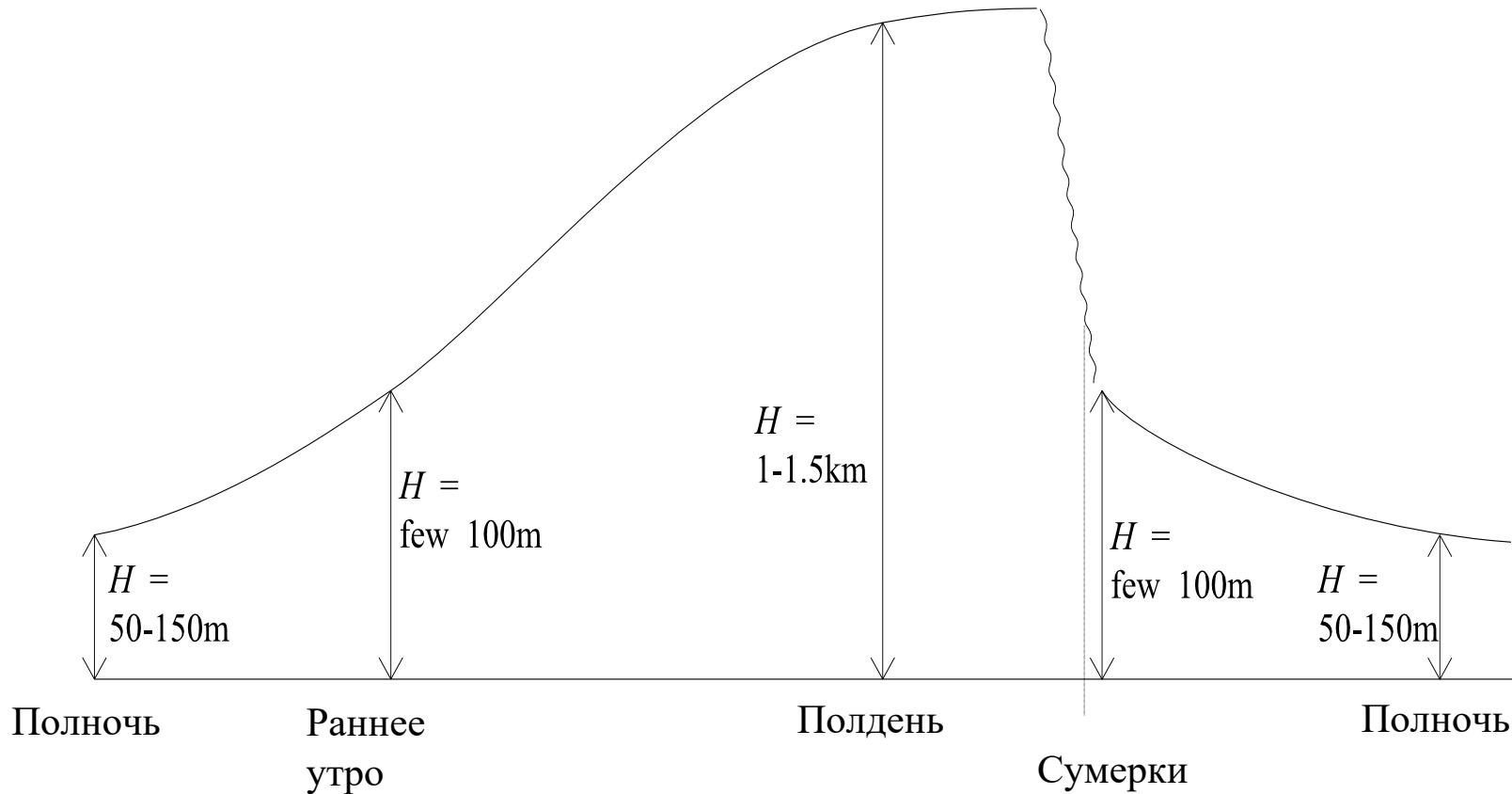
- Прилегающий к земной поверхности слой атмосферы, свойства которого в основном определяются динамичными и тепловыми воздействиями земной поверхности
- На поведение приземного слоя непосредственно влияет присутствие поверхности Земли
- Турулентность
- Воздействия нагревания и трения
- Изменения по всему приземному слою во временном масштабе нескольких часов
- Источники и рецепторы находятся в пограничном слое



# Пограничный слой атмосферы (2)



# Пограничный слой атмосферы (3)



CERC



## Описание пограничного слоя

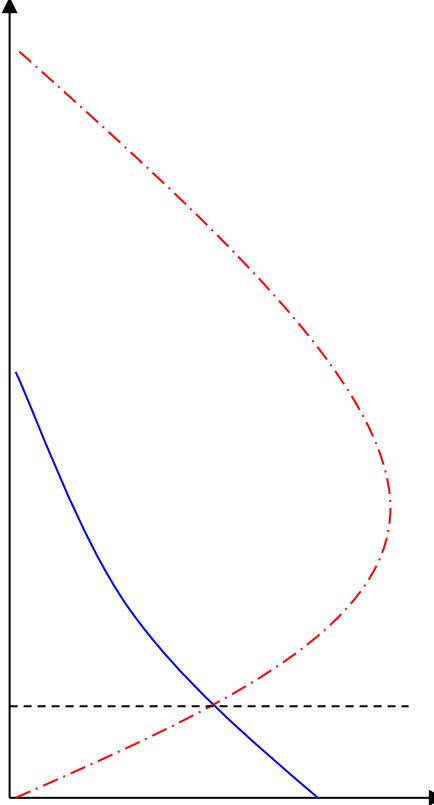
---

- С помощью моделирования рассеивания нам необходимо охарактеризовать пограничный слой
- Существует два основных воздействия:
  - Турублентность, вызванная тепловой конвекцией (нагревание на поверхности Земли) = конвективная турублентность
  - Турублентность, созданная трением на поверхности Земли = механическая турублентность



# Неустойчивый пограничный слой

Энергия турбулентного движения



H=1000-  
2500m

Энергия



Конвективная турбулентность  
вследствие нагревания поверхности

Механическая  
турбулентность, созданная  
трением на поверхности

$$|L_{MO}| < 10m$$

При неустойчивых (конвективных) условиях преобладает конвективная турбулентность, за исключением непосредственно приземного слоя

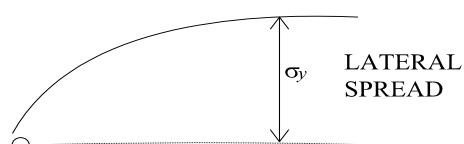
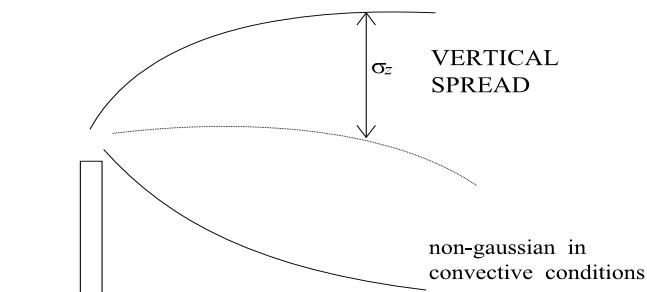
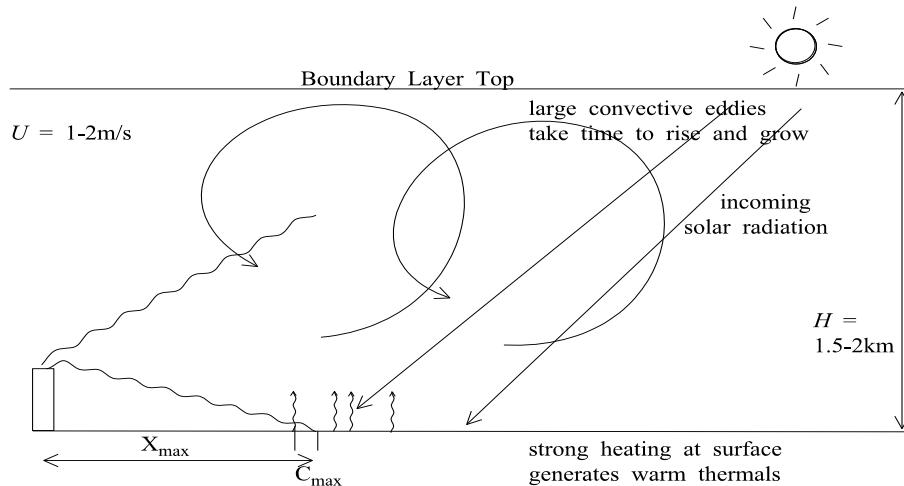


Stantec umweltbundesamt<sup>®</sup>



CERC  
12

# Устойчивость А: конвективная (или неустойчивая)



CERC



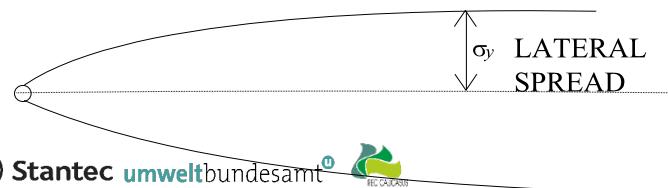
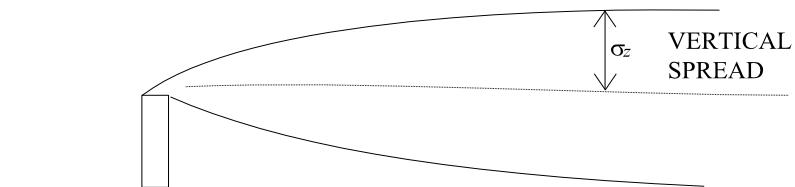
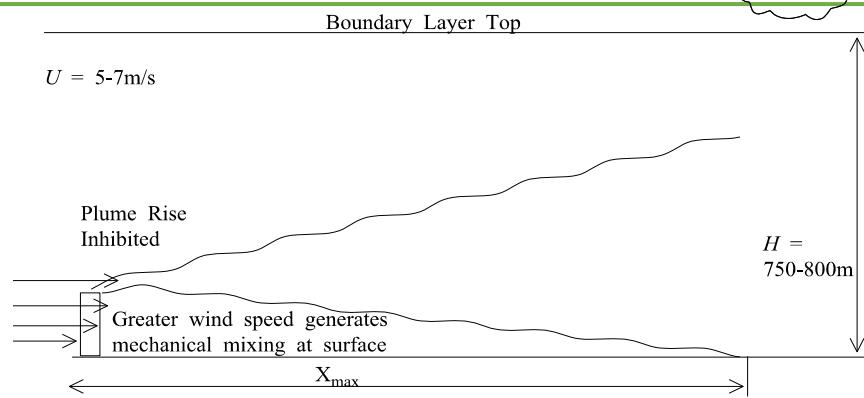
# Нейтральный пограничный слой

Энергия турбулентного  
движения

Высота

$$H \approx 800\text{m}$$

# Устойчивость D: нейтральная



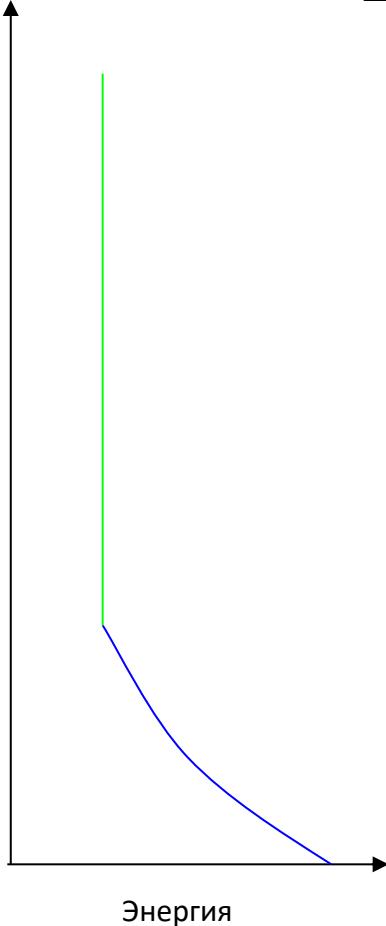
CERC



# Устойчивый пограничный слой

Энергия турбулентного движения

Высота



В устойчивых условиях механическая турбулентность значительна только в непосредственной близости к земле

$$H \approx 100 \text{ m}$$

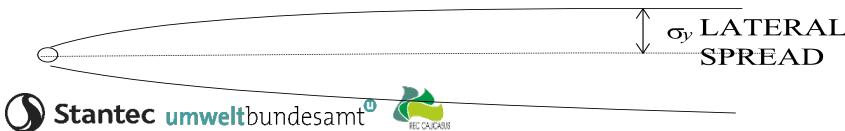
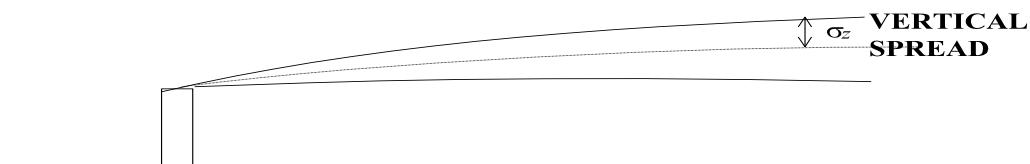
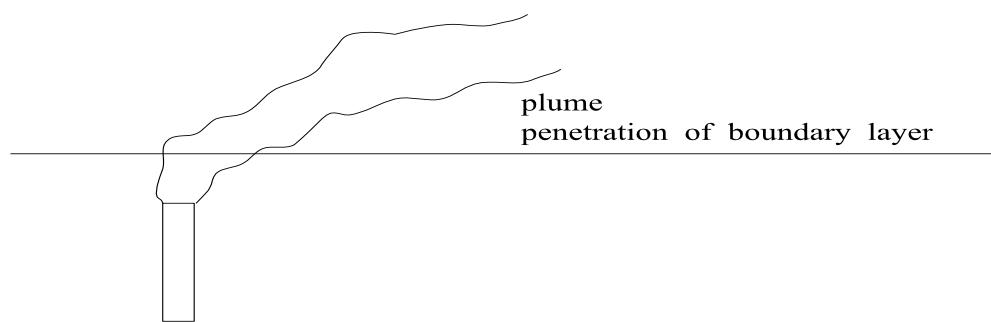
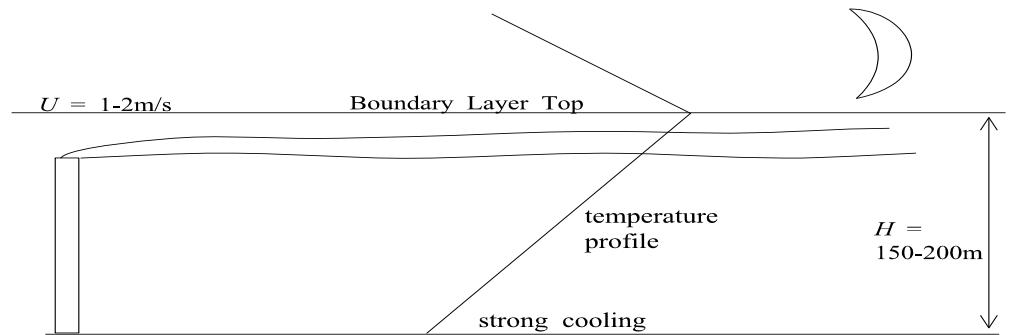
$$L_{MO} \sim 2-20 \text{ m}$$

Механическая турбулентность, созданная трением на поверхности

$$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 > \dots$$



# Устойчивость F/G: стабильная





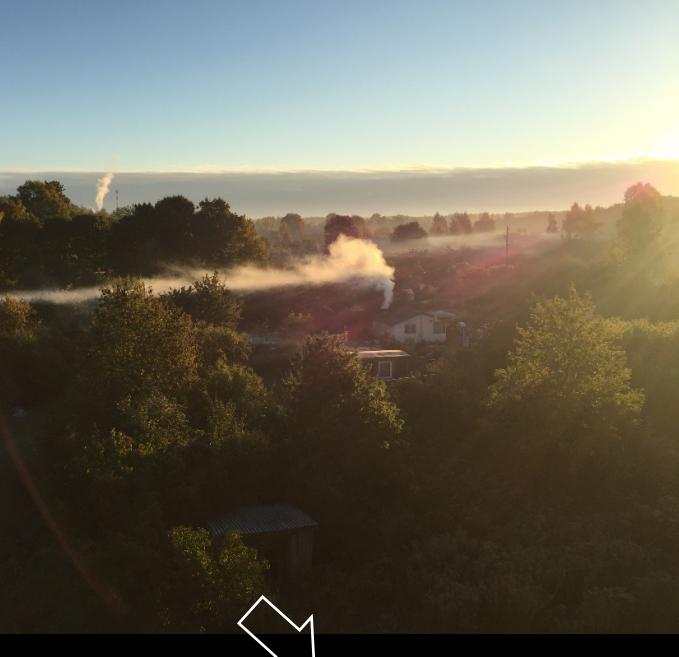
Нейтральный



Нестабильный (конвективный)



Устойчивый

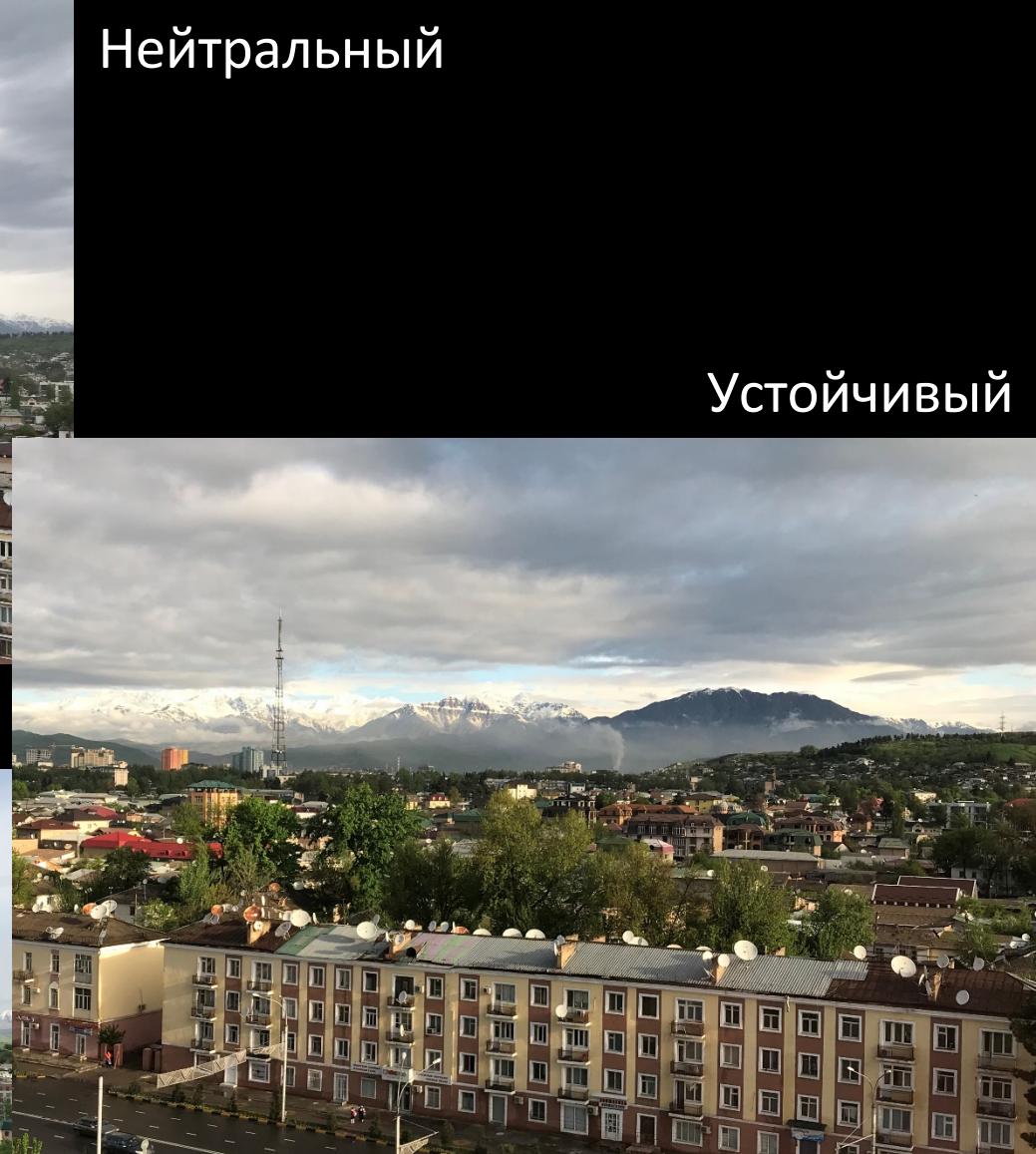


Устойчивый пограничный слой



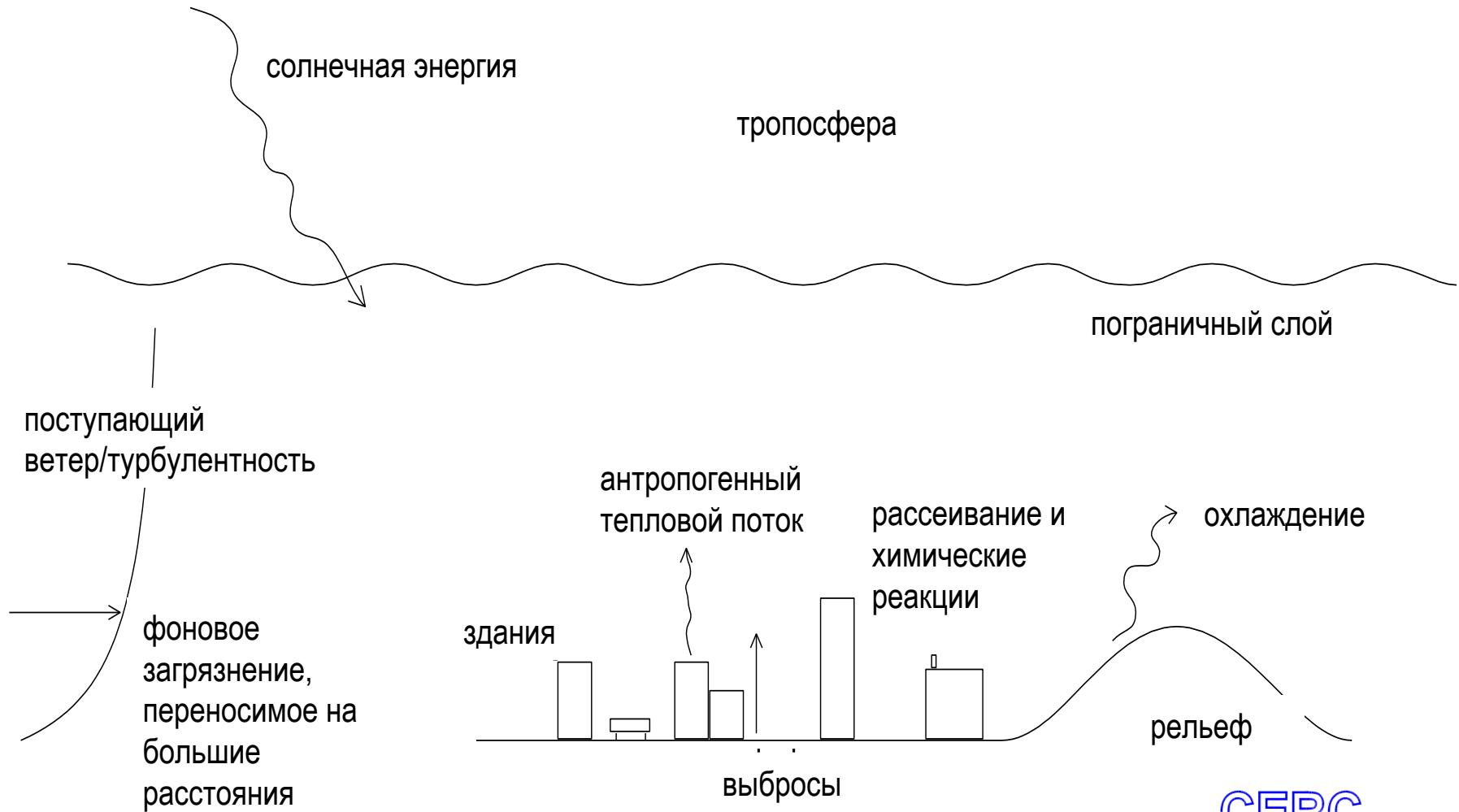


Нейтральный



Устойчивый  
Нестабильный (конвективный)

# Факторы, определяющие качество атмосферного воздуха



## Типы моделей (1)

---

- Модели для экспресс-оценки (скрининга)
- Модели местного масштаба для промышленных источников и/или дорожных систем
- Модели для планирования в городском или региональном масштабе
- Специализированные модели – случайные выбросы, плотные газы, пожары...



## Типы моделей (2)

---

- Важно выбрать правильную модель для каждого применения:
  - оптимальное разрешение
  - соответствующие методы расчетов
  - соответствующие типы источников выбросов



## Типы моделей (2)

---



- ADMS-Screen – единственный точечный источник, типичная метеорология (не может использоваться для нормативных целей)
- ADMS 5 – промышленная модель (разработана для нормативных целей – выдачи разрешений и ОВОС)
- ADMS-Roads – моделирование загрязнения от автомобильного транспорта (используется для нормативных целей и планирования)
- ADMS-Urban – оценка качества атмосферного воздуха в масштабе города или региона (крупномасштабная оценка и планирование, расчет фоновых уровней, оптимизация сетей мониторинга)
- ADMS-Airport – управление качеством атмосферного воздуха в аэропортах (используется для нормативных целей и планирования)
- GASTAR, ADMS-STAR, ADMS-Fire, LSMS – расчет рассеивания случайных выбросов



# Благодарю за внимание!

[www.wecoop2.eu](http://www.wecoop2.eu)



**WECOOP2**  
EU-Central Asia enhanced regional cooperation on  
Environment, Climate Change and Water

This project is funded by  
The European Union



Union and implemented by the consortium led by Stantec, with the Austrian Environment Agency (Umweltbundesamt) and the Regional Environmental Centre for the Caucasus (REC Caucasus) as the consortium partners.

