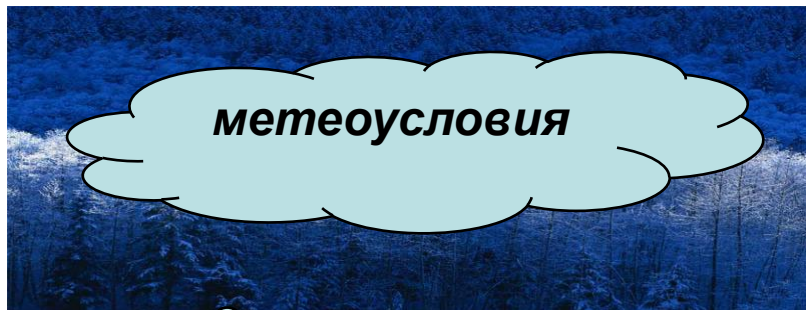


НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ,  
ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА СИБИРИ (к 40-летию образования СибНИГМИ)  
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск

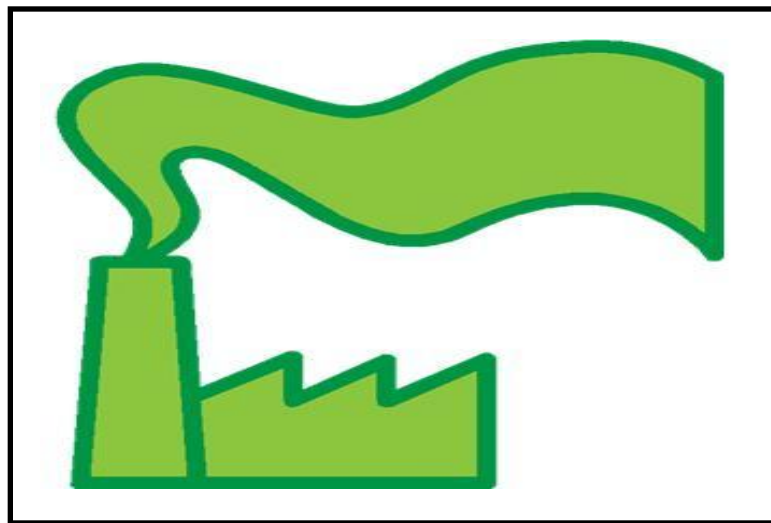
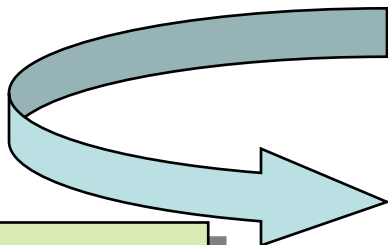
**Метод и технология прогноза повышенных уровней  
загрязнения атмосферы Новосибирска на 1-3 суток.  
Результаты оперативных испытаний.**

Здерева М.Я., Токарев В.М.

ГУ «СибНИГМИ»  
2011



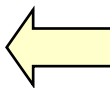
**метеоусловия**



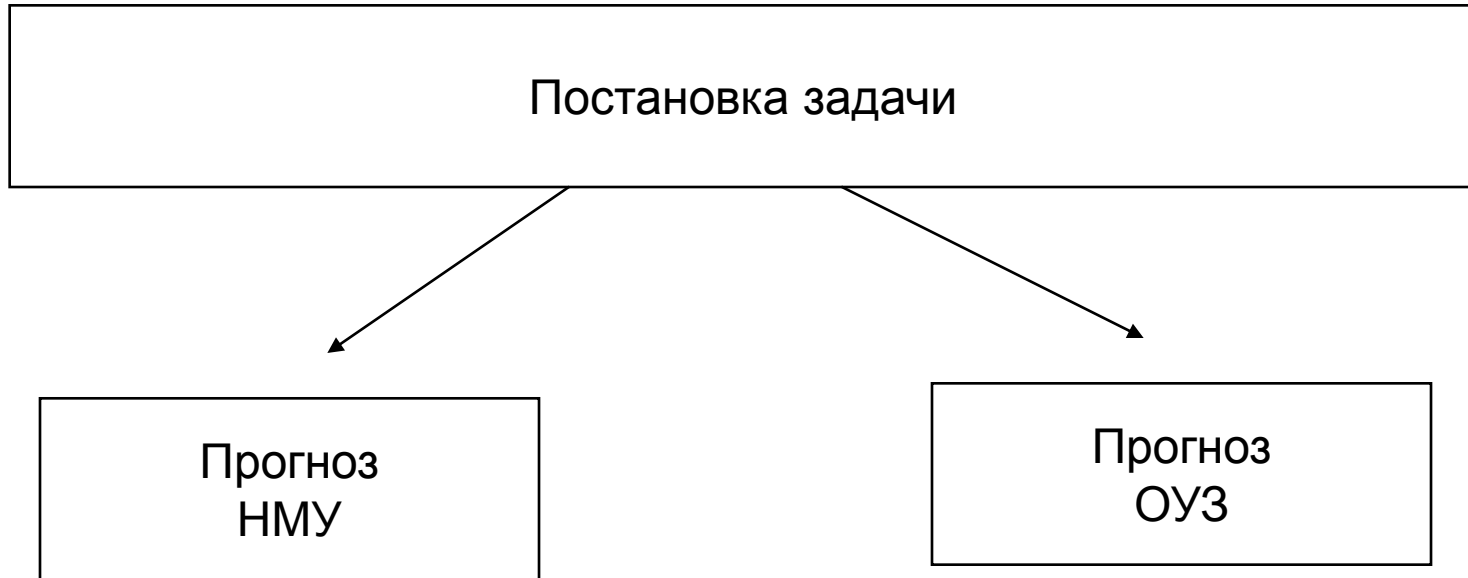
- Устойчивость
- приземного слоя
- Скорость ветра
- Направление ветра
- Облачность
- Наличие снежного
- покрова
- Турбулентность
- Туманы

Однако, детальные связи концентраций примесей различной природы с погодой не столь очевидны, поскольку:

- условия погоды сами по себе не генерируют примеси, а только способствуют или препятствуют их рассеянию,
- пространственные масштабы загрязнений мегаполиса и синоптических процессов отличаются на 1-2 порядка.



# Автоматизированный прогноз на 1-3 суток для г.Новосибирска

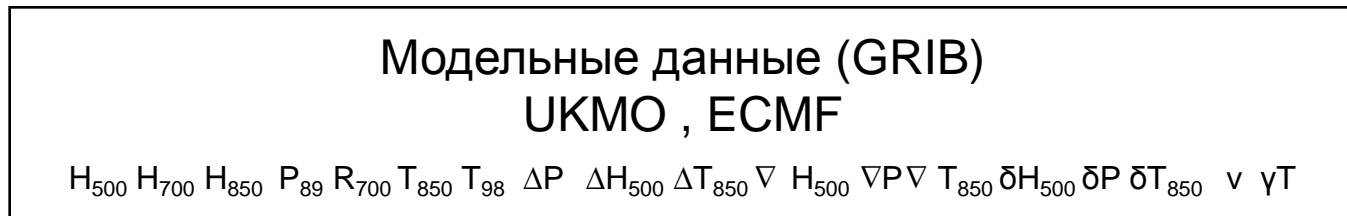


Базовый метод в оперативной работе:

$$K = \frac{\Delta \bar{P} + 1,25 \Delta \bar{H}_{850}}{\gamma - 1,5},$$

Архив 2005-2008 гг.

# Исходные выборки



10 постов

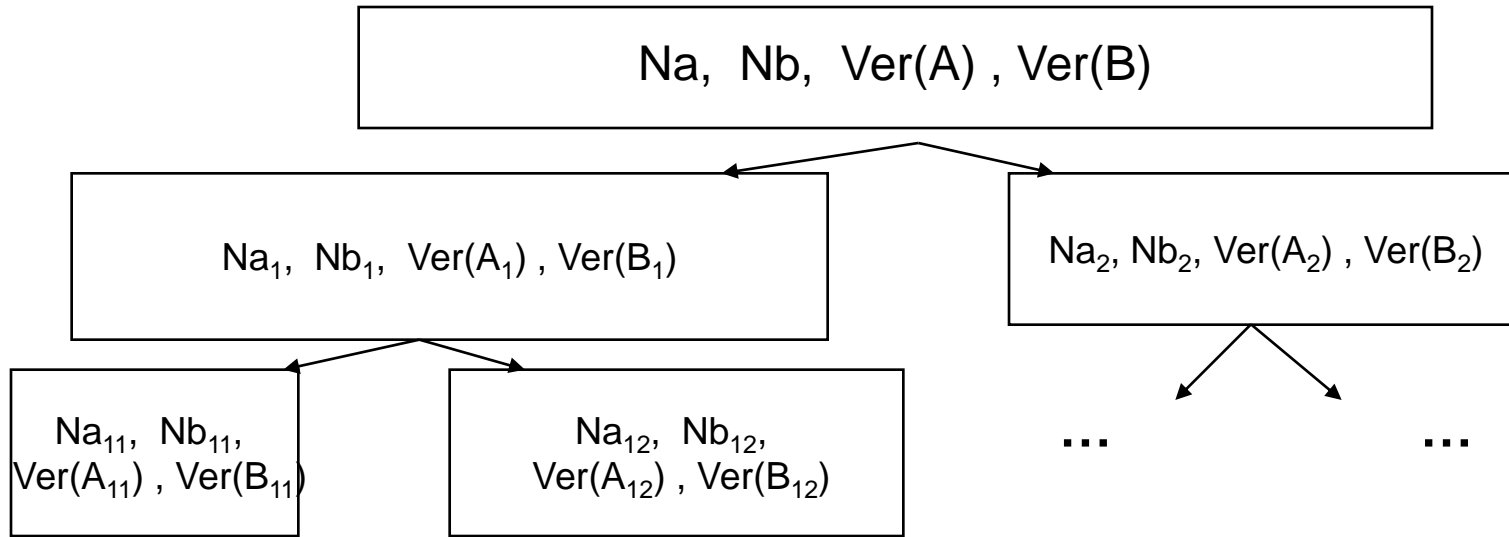
dHinv  
dTinv  
dTinv/dz  
RiHinv  
dT500/dz  
Ri500m

Пыль  
Сажа  
SO  
CO  
NO  
NO<sub>2</sub>  
H<sub>2</sub>S  
C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH  
HF  
NH<sub>3</sub>  
CH<sub>2</sub>O

# Методическая база

- Исключение при обучении точечных данных превышений уровней ПДК
- Алгоритм построения логического дерева решений (DW) с уточненным критерием разделения ветвей
- Статистическое обучение на данных Grib нулевой заблаговременности
- Технология прогноза предусматривает программное обеспечение выборки в автоматическом режиме данных ГРИБ, расчет прогноза и выдачу результата на связной сервер для пользователей

# Выбор критерия сбалансированного разделения ветвей



Варианты критерия:

$\text{Max}(\text{Abs}(\text{Ver}(A_1) - \text{Ver}(A_2)))$

$dV12 = dV1 + dV2$ , где

$dV1 = (\text{Ver}(A) - \text{Ver}(A_1)) / \text{Ver}(A)$

$dV2 = (\text{Ver}(A) - \text{Ver}(A_2)) / \text{Ver}(A)$

$dV12n = dV1n + dV2n$ , где

$dV1n = (\text{Na}_1 + \text{Nb}_1) / (\text{Na} + \text{Nb}) * dV1$  ,

$dV2n = (\text{Na}_2 + \text{Nb}_2) / (\text{Na} + \text{Nb}) * dV2$

# DW-дерево распознавания превышения уровня ПДК для концентрации пыли (Новосибирск)

|   |                           |                               |                            |                           |                          |                          |
|---|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Пыль (>0.5) число случаев=141/1160 вероятность=0.12 |                           |                               |                            |                           |                          |                          |
| H500(12)  |                           |                               |                            |                           |                          |                          |
| <=549(0.43)<br>27/497=0.05                          |                           |                               | >549(0.57)<br>114/663=0.17 |                           |                          |                          |
| r(00)   |                           |                               | VV(00)                     |                           |                          |                          |
| >72(0.18)<br>5/214=0.02                             | <=72(0.24)<br>22/283=0.08 |                               | >5(0.31)<br>41/354=0.12    |                           | <=5(0.27)<br>73/309=0.24 |                          |
|   | H500(12)                  |                               | r(00)                      |                           | Tz-T850                  |                          |
|   | <=533(0.07)<br>0/81=0.00  | 533..549(0.17)<br>22/202=0.11 | >64(0.13)<br>8/148=0.05    | <=64(0.18)<br>33/206=0.16 | >2(0.17)<br>33/198=0.17  | <=2(0.10)<br>40/111=0.36 |
|   |                           |                               |                            |                           |                          |                          |

|     |     |      |                            |
|-----|-----|------|----------------------------|
| 106 | 35  | 141  | Предупрежденность: 75%     |
| 409 | 610 | 1019 |                            |
| 515 | 645 | 1160 | Общая оправдываемость: 62% |



# Технология автоматизированного прогноза

- оперативный доступ разработанного ПО к прогностическим данным ГРИБ на 1-3 суток
- вычисление признаков и оценка вероятностей превышения ПДК по соответствующим ветвям логического дерева
- формирование прогностического сообщения и передача его в канал связи для доставки пользователям

## Прогноз МУЗ на 1-3 сутки

НОВОСИБИРСК- СибНИГМИ

2011-02-02 04:10:02

ОЦЕНКА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ SROK 00 НА 02.02.11-05.02.11

=====  
Ver0- климатическая вероятность

Ver1- расчетная вероятность (999.99-нет расчета)

=====  
**НА 03.02.11 + 1**

Лапласиан  $P_m = 3.3$

Градиент  $P_m = 3.2$

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ: Ver0 Ver1 Reshen

: 10 :  $dH_{inv} < 85$  : 0.30 0.78 : да

: 11 :  $dT_{inv} < 0.2$  : 0.30 0.77 : да

: 12 :  $dT_{inv}/dz < 0.0$  : 0.24 0.46 : да

: 13 :  $Ri_{H_{inv}} < 0.2$  : 0.28 0.69 : да

: 14 :  $dT_{500}/dz < -0.3$  : 0.26 0.69 : да

: 15 :  $Ri_{500m} < 0.9$  : 0.27 0.76 : да

=====  
УСТОЙЧИВОСТЬ:

: 16 :  $dH_{inv} \geq 500$  : 0.28 0.07 : нет

: 17 :  $dT_{inv} \geq 4.6$  : 0.29 0.10 : нет

: 18 :  $dT_{inv}/dz \geq 0.9$  : 0.30 0.06 : нет

: 19 :  $Ri_{H_{inv}} \geq 2.5$  : 0.30 0.08 : нет

: 20 :  $dT_{500}/dz \geq 0.7$  : 0.29 0.01 : нет

: 21 :  $Ri_{500m} \geq 5.0$  : 0.29 0.06 : нет

# Прогноз ОУЗ на 1-3 сутки

НОВОСИБИРСК- СибНИГМИ

2011-02-02 04:10:02

ПРОГНОЗ ПРЕВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПДК ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПРИМЕСЯМ НА 02.02.11-05.02.11

=====  
Ver0- климатическая вероятность

Ver1- расчетная вероятность (999.99-нет расчета)

=====  
НА 02.02.11 + 0                      Ver0   Ver1   Reshen

|                        |        |      |       |
|------------------------|--------|------|-------|
| : 1 : Пыль             | : 0.12 | 0.05 | : нет |
| : 2 : Окись_углерода   | : 0.09 | 0.03 | : нет |
| : 3 : Двуокись_азота   | : 0.09 | 0.03 | : нет |
| : 4 : Фенол>=2_постов  | : 0.05 | 0.12 | : да  |
| : 5 : Фенол>=1_постов  | : 0.22 | 0.17 | : нет |
| : 6 : Сажа             | : 0.04 | 0.01 | : нет |
| : 7 : Аммиак>=2_постов | : 0.04 | 0.00 | : нет |
| : 8 : Аммиак>=1_постов | : 0.18 | 0.13 | : нет |
| : 9 : Формальдегид     | : 0.06 | 0.09 | : нет |

Общий уровень:    да, 4

- Производственные испытания метода проводились в Западно-Сибирском ЦМС ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ»
- Оперативные испытания метода осуществлялись в период с 14.01.2010 г. по 30.12.2010 г.

Всего 286 ежедневных расчетов прогнозов на 1-3 сутки

## Оценка метода и технологии:

- Оценка прогнозов метеорологических условий загрязнений производилась путем сопоставления фактических (по объективному анализу) и прогностических классов, по характеристикам термодинамической устойчивости атмосферы.
- Прогнозы общего уровня загрязнения оценивались согласно РД 52.04.667-2005 «Документам о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения.»
- Оценка прогнозов ОУЗ производилась путем сравнения с фактическими данными концентраций загрязняющих веществ г. Новосибирска:  
наличие соседних принятых градаций уровня загрязнения по отношению к прогностическим имеет 50% оправдываемости, а попадание -100%; предупреденность составляет 0 и 100% соответственно при не попадании или попадании в градацию.
- Параллельно были оценены оперативность и удобство разработанной технологии.



## Предупрежденность повышенного уровня загрязнения

| сутки | Месяц/предупрежденность в % |     |     |     |     |     |     |      |     |    |    |     | год |
|-------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|----|-----|-----|
|       | I                           | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X  | XI | XII |     |
| 0     | 92                          | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 96  | 91 | 98 | 97  | 91  |
| 1     | 100                         | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 92  | 86 | 95 | 93  | 97  |
| 2     | 100                         | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 88  | 86 | 92 | 91  | 96  |
| 3     | 100                         | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97   | 100 | 82 | 94 | 95  | 97  |

# ВЫВОДЫ

- Прогноз общего уровня загрязнения города складывается из прогноза вероятности попадания отдельных примесей в классы с не/превышением ПДК (“нет”/“да”).
- Прогноз осуществляется по построенным логическим деревьям распознавания образов.
- Предикторами являются барические и термические параметры атмосферы, горизонтальные градиенты и лапласианы давления, вертикальные градиенты температуры, значения влажности и приземного ветра, полученные на базе выходной продукции гидродинамической модели УКМО.
- Увеличена заблаговременность объективного прогноза до 3-х суток (раньше =1).
- Метод полностью автоматизирован. Технология объективна и экономична.
- Имеется возможность ориентироваться на ожидаемые значения параметров устойчивости (неустойчивости) нижних слоев атмосферы, полученные на базе статистической обработки данных зондирования .
- Оценка прогнозов в среднем составила 87-94% .
- Предупрежденность повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха составила 88-100%
- Метод рекомендован к использованию в ЗапСиб ЦМС как основной расчетный.