

УДК 504.3.05/.06; 551.509.314

**О ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ И РЕЗУЛЬТАТАХ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ВЕРСИИ
СИСТЕМЫ ТОПАЗ**

Канд. физ.-мат. наук	Н.Х. Арыстанбекова
Доктор техн. наук	Э.А. Закарин
	Н.Р. Муратова
Канд. геогр. наук	Г.К. Турулина

Автоматизирован блок выбора метеоситуации системы Текущего Объективного Прогноза Атмосферных Загрязнений (ТОПАЗ). Метеоситуация распознается по полям $H500$, которые были предварительно расклассифицированы на архивной материале для зимнего сезона. Приведены результаты расчетов для некоторых из полученных классов.

Атмосфера большого города, как объект исследования, представляет собой сложную систему, для которой характерно тесное взаимодействие большого количества климатических и антропогенных особенностей. Сложность объекта обуславливает и сложность его компьютерной модели. В связи с этим целесообразно создание не модели в классическом понимании, а программного комплекса, отражающего все многообразие атмосферных процессов.

Система ТОПАЗ [3] разрабатывалась для города Алматы и, следовательно, все ее модели ориентированы на особенности города, расположенного на границе степи и высокогорья. В системе предусмотрены различные режимы эксплуатации: экспертиза проектов развития города (размещение или перемещение предприятий, регулирование выбросов и т.д.); анализ текущего состояния атмосферы; выра-

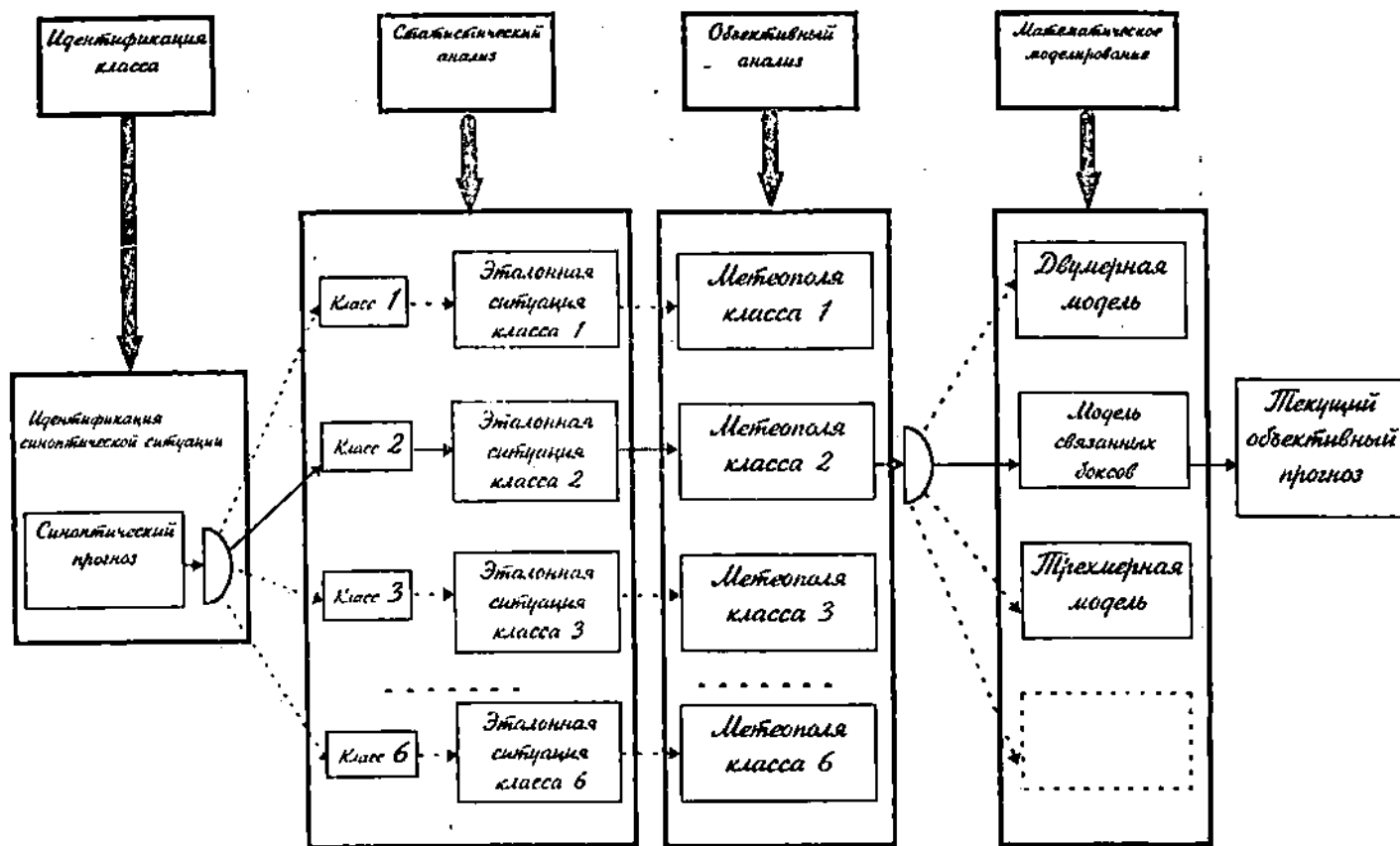


Рис. 1. Технология выработки прогноза загрязнения атмосферы в системе ТОАЗ

ботка краткосрочного прогноза качества воздуха. При анализе текущего состояния воздушной среды и выработке прогноза управляющая программа системы включает блок выбора метеоситуации (см. рис.1).

На основании исследований, описанных в [6], методом объективной классификации на выборке из 420 векторов, характеризующих поля H500 в зимний период с 1976 по 1981 годы, было выделено 6 классов синоптических процессов. Ежесуточные данные поля H500 задавались значениями геопотенциала в 36 точках, расположенных в узлах географической сетки между $35 - 75^{\circ}$ с.ш. и 10° з.д. - 90° в.д. за срок 0 часов гринвического времени. Последнее немаловажно, так как дает возможность использовать прогностические карты этой геопотенциальной поверхности как основы для выбора эталонной ситуации при краткосрочном прогнозе загрязненности атмосферы в системе ТОПАЗ.

Рассмотрим каждый из шести классов по расположению барических образований у поверхности земли и ориентации высотной фронтальной зоны на поверхности H500 для эталонных полей. Для того, чтобы проследить за эволюцией и перемещением барических образований, используем материалы для предыдущего и последующего дня каждого конкретного случая.

На рис. 2 показаны схема синоптических процессов у земли (а) и на уровне H500 (б) для выделенных шести классов.

I класс

У поверхности земли юго-восток Казахстана находится под влиянием юго-западной периферии отрога сибирского антициклона (рис.2-1а), центр которого расположен над районами Монголии. Это мощный стационарный антициклон. Отрог его распространяется на всю территорию республики. Европейская территория России находится в области низкого давления. Центр циклона расположен над Скандинавией. Циклон смещается по потокам в северо-восточном направлении и начинает заполняться.

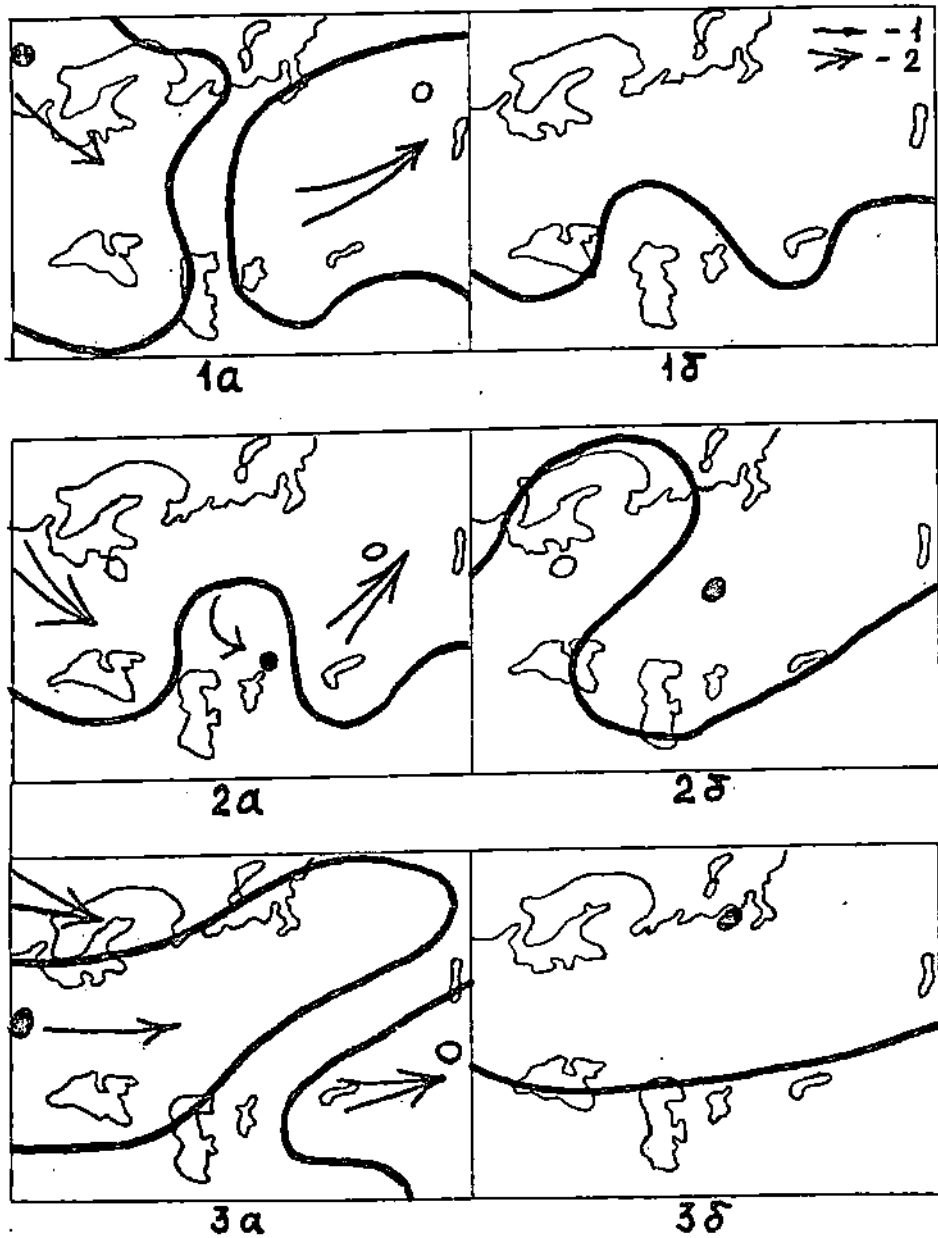


Рис. 2. Схема синоптических процессов у земли (а) и на уровне $H500$ (б) для I-III классов: 1-траектория циклона; 2-траектория антициклона.

Высотное барическое поле (рис.2-1б) при данном типе характеризуется барической ложбиной над Центральной Европой и не ярко выраженным гребнем над Европейской территорией России, Уралом и Западным Казахстаном. Над центром, югом, юго-востоком Казахстана расположена высотная ложбина.

Юго-юго-западные потоки из районов Узбекистана на Алматы определяют интенсивную адвекцию тепла.

II класс

У поверхности земли (рис.2-2а) ядро высокого давления, находящееся над центром Казахстана, обостряется и смещается на восток республики. На центральные и западные районы Казахстана оказывает влияние область пониженного давления с центром циклона над Атырауской областью. Циклон, углубляясь, смещается в северо-восточном направлении на центральные районы республики.

Над Европейской территорией России и Центральной Европой простирается обширный антициклон с центром над районами Прибалтики.

Высотное барическое поле (рис.2-2б) характеризуется хорошо развитым гребнем над Центральной Европой. Над Западной Сибирью и всей территорией Казахстана располагается глубокая ложбина. На поверхности H500 циклон очерчен несколькими замкнутыми изогипсами, и центр находится над Костанайской областью. Юго-восточные районы республики находятся в передней части высотной ложбины.

III класс

Юго-восток Казахстана находится под влиянием юго-западной периферии отрога Монгольского антициклона (рис.2-3а). Отрог распространяется на восточные, юго-восточные и южные районы Казахстана. Остальная территория Казахстана, Западная Сибирь, Европа расположены в области низкого давления. Это обширный двухцентровый циклон, один центр которого находится над Украиной, а второй - над западом Казахстана.

На поверхности H500 (рис.2-3б) над всей территорией Казахстана, югом Западной Сибири, югом и центром Европы высотно-фронтальная зона ориенти-

рована широтно. Над севером Западной Сибири, севером ЕТР и Скандинавией - ложбина циклона. Центр высотного циклона находится над Таймыром и продолжает углубляться. Ось ложбины циклона ориентирована на северные районы ЕТР и Прибалтику.

IV класс

На юго-восток Казахстана оказывает влияние юго-западная периферия антициклона, центр которого расположен над Алтаем (рис.3-4а). Антициклон обширный по площади занимает территории Китая, Монголии, Восточной Сибири, восточные, центральные, южные и юго-восточные районы Казахстана. Над западом и северо-западом Казахстана, Уралом находится циклон, он в стадии максимального развития. Центр циклона начал заполняться и смещаться с центральных районов Урала на районы Таймыра. Над Европой расположен антициклон. Центр антициклона находится над Францией. Область высокого давления, постепенно смещаясь в восточном направлении, начинает оказывать влияние на запад Казахстана и Урал.

В средней тропосфере над Западной Европой располагается высотный гребень. На всю ЕТР, Западную Сибирь и Казахстан распространяется глубокая высотная ложбина (рис.3-4б). Ось ложбины ориентирована на районы Урала и Каспия. Юго-восток Казахстана находится в передней части этой ложбины. Потоки на H500 имеют юго-западное направление и на Алматы осуществляется адвекция теплых воздушных масс с территории Узбекистана.

V класс

Над юго-востоком и востоком Казахстана - малоградиентное поле повышенного давления (рис.3-5а). Над севером и центром Казахстана, Западной Сибирью, Уралом расположен антициклон. Центр антициклона смещается на Актюбинскую область. Антициклон - высокий, прослеживается и на высотах. На поверхности H500 (рис.3-5б) очерчен одной замкнутой изогипсой. Вся территория Европы находится под влиянием поля пониженного давления. Центр циклона расположен над районами Черного мо-

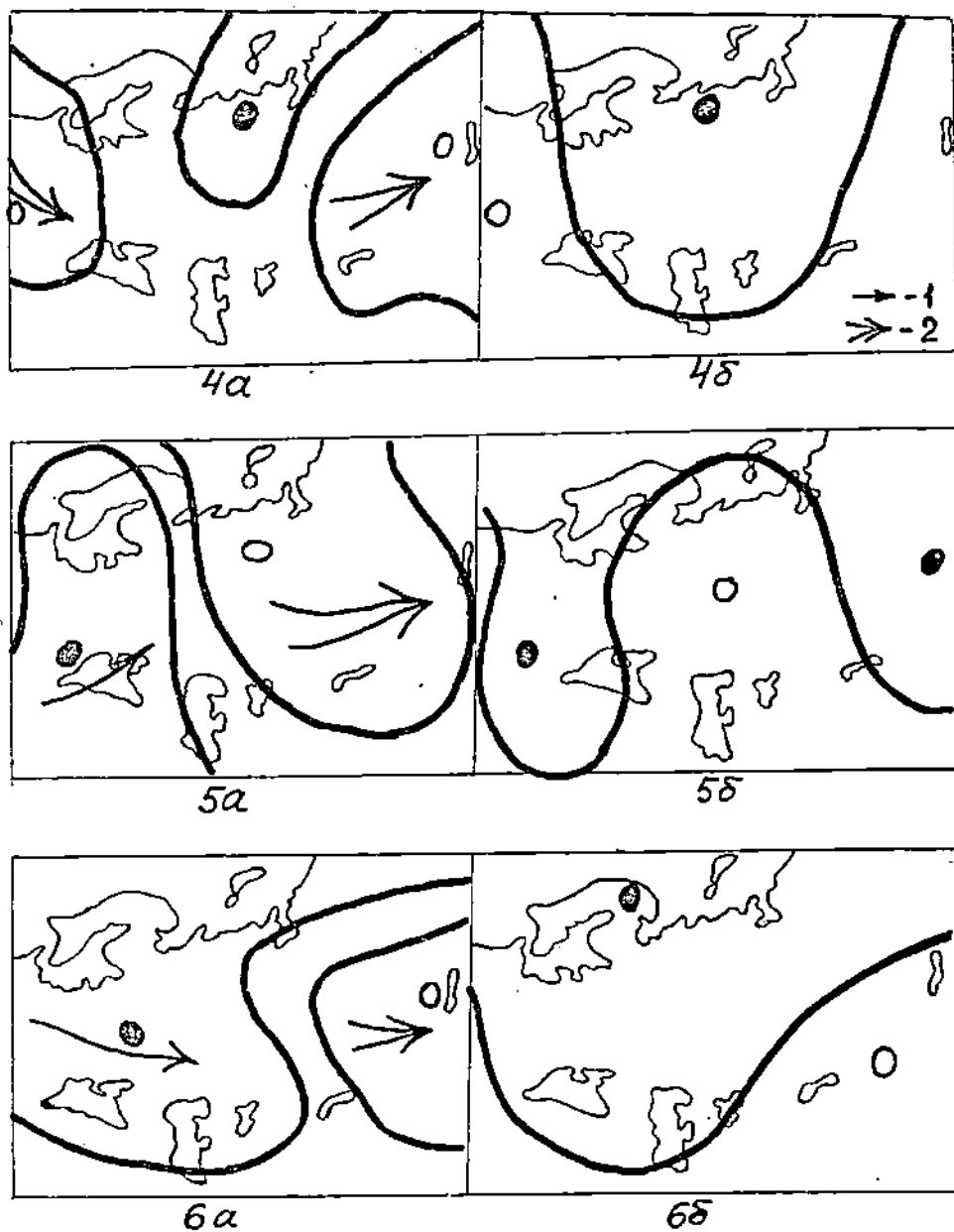


Рис. 3. Схема синоптических процессов у земли (а) и на уровне $H500$ (б) для IV-VI классов: 1-траектория циклона; 2-траектория антициклона.

ря. Циклонический вихрь хорошо выражен на поверхности H500.

Высотное барическое поле характеризуется мощным гребнем над Казахстаном и Западной Сибирью и ложбиной над Европой и Восточной Сибирью. Юго-восток Казахстана находится под влиянием передней части высотного гребня и на эти районы осуществляется адвекция холодного арктического воздуха.

VI класс

Синоптическая ситуация, характерная для этого класса следующая: восточная половина Казахстана, Сибирь, Монголия, Китай находятся в области высокого давления (рис.3-6а). Центр антициклона расположен над Алтаем. Западная половина Казахстана и вся территория Европы находятся под влиянием поля пониженного давления. Циклоны расположены на юге Каспия и над Средиземным морем. Это молодые циклоны, они находятся в стадии развития и продолжают углубляться.

На картах H500 (рис.3-6б) над приземным циклоном наблюдается интенсивная ПВФЗ. Высотно-фронтальная зона сместилась несколько к югу и давление на высоте, соответствующее приземному центру, понижается. Высотный центр циклона на поверхности H500 расположен на севере Кольского полуострова. Глубокая ложбина распространяется на всю территорию Европы. Над западной Сибирью и Казахстаном расположен высотный гребень. Центр высотного антициклона смещается с районов Аральского моря в северо-восточном направлении на Семипалатинскую область, постепенно разрушаясь и приближаясь к приземному центру.

Рассмотренные нами синоптические ситуации показывают, что во всех случаях повышенного уровня загрязнения юго-восток Казахстана, в частности Алматы, находится под влиянием поля высокого давления. В основном это юго-западная периферия антициклона или отрога сибирского максимума, лишь в случае 5-го класса на Алматы оказывает влияние малоградиентное поле повышенного давления.

Из анализа распределения по классам интегральной характеристики состояния загрязнения воздушного бассейна в городе [5] параметра $P > 0,15$ и $P > 0,30$, следует, что вероятность возникновения высокого уровня загрязнения существует в любой из вышеописанных синоптических ситуаций, но наиболее высокий уровень наблюдается, когда территория Казахстана находится в условиях I и IV классов.

Представляется интересным сравнить результаты расчетов для классов, равновероятных по степени загрязнения, а ими являются I и V классы; и для классов, равновероятных по степени загрязнения, т.е. I и IV классы. Также было бы интересно сравнить между собой концентрации примеси, рассчитанные по модели, и результаты измерений. Однако, к сожалению, в те периоды времени, для которых были построены эталонные поля, измерения производились эпизодически, поэтому ограничимся сравнением полей концентрации, полученных в процессе расчета.

Для испытания в рамках системы ТОПАЗ в соответствии с эталонными полями в базу данных были занесены данные по 9 метеорологическим станциям, выбранным согласно рекомендациям, данными автором модели комплекса по объективному анализу [4].

Для восстановления приземных полей ветра использовались данные восьмисрочных наблюдений на станциях. Методом объективного анализа данные наблюдений были восстановлены на регулярную километровую сетку и получены поля приземного ветра на 8 сроков (через каждые три часа).

А далее расчет проводился в 5 этапов [2]:

- 1) разбиение расчетной области на боксы в соответствии с полями ветра на данный период;
- 2) построение матриц скоростей ветра, соответствующих восьмисрочным наблюдениям;
- 3) линейная интерполяция полей ветра на моменты времени, соответствующие шагу по времени;
- 4) расчет по многоящичной модели [1];
- 5) детализация полей концентрации на мелкую сетку.

В расчет были включены все городские источники, выбрасывающие оксид углерода: автомобильный транспорт, трубы промышленных предприятий. Общее количество источников составило 773. Количество учтенных источников, в выбросы которых входит сернистый ангидрид, равно 99. В основном это трубы промышленных предприятий и ТЭЦ.

На рис. 4 приведены результаты расчета на 3 часа местного времени полей концентраций сернистого ангидрида на фоне заданного ветрового режима (см. рис.5) для I (а) и IV (б) классов. Изолинии концентраций в единицах ПДК отражают следующие величины: рис 4а - 1 -0,6; 2 -1,7; 3 -2,9; 4 -4,0; рис 4б - 1 -0,7; 2 -2,7; 3 -4,5; 4 -6,3.

Суточный ход высоты слоя перемешивания для каждого класса определялся по натурным измерениям на станции Алма-Ата, ГМО.

Расчеты [7] показали, что при одинаковых режимах работы совокупности источников выбросов в метеоусловиях класса I (приземная инверсия стационарирует круглосуточно, ветровой режим характерен сменой штиля слабым ветром в южном и юго-восточном направлениях) происходит накопление примеси около поверхности земли (концентрация SO_2 достигает $8,3 \text{ мг/м}^3$), а в метеоусловиях класса V (приподнятая инверсия, высота нижней границы в течение дня меняется от 80 до 112 м, ветровой режим характерен слабыми ветрами до 2 м/с в утренние часы) средняя концентрация оксида углерода изменяется от 0,7 до $3,1 \text{ мг/м}^3$.

Расчеты для I и IV классов по SO_2 показывают, что в условиях обоих классов происходит накопление примеси в подынверсионном слое до 8 ПДК в I классе и до 10 ПДК в IV классе.

Таким образом можно сделать вывод, что предлагаемая прогностическая версия системы ТОПАЗ может использоваться для оперативного прогноза в реальном режиме времени.

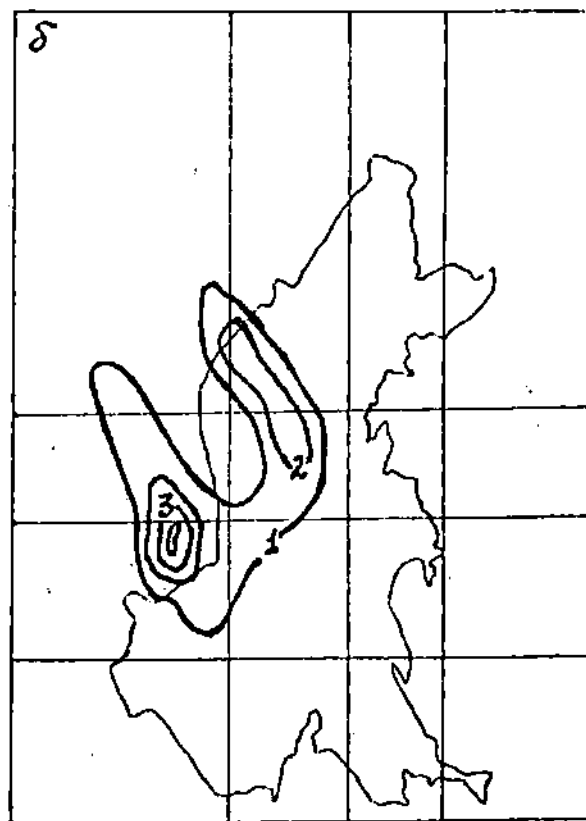
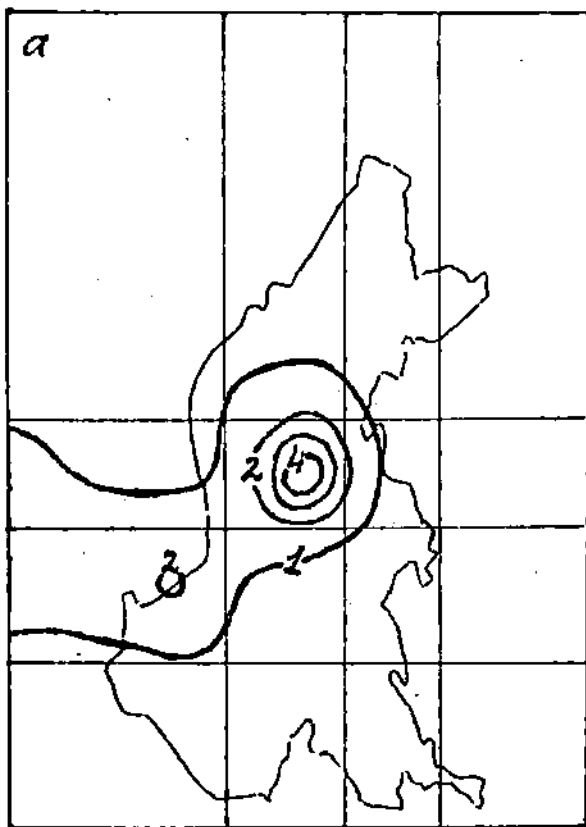


Рис. 4. Распределение концентрации SO_2 для I (а) и IV (б) классов

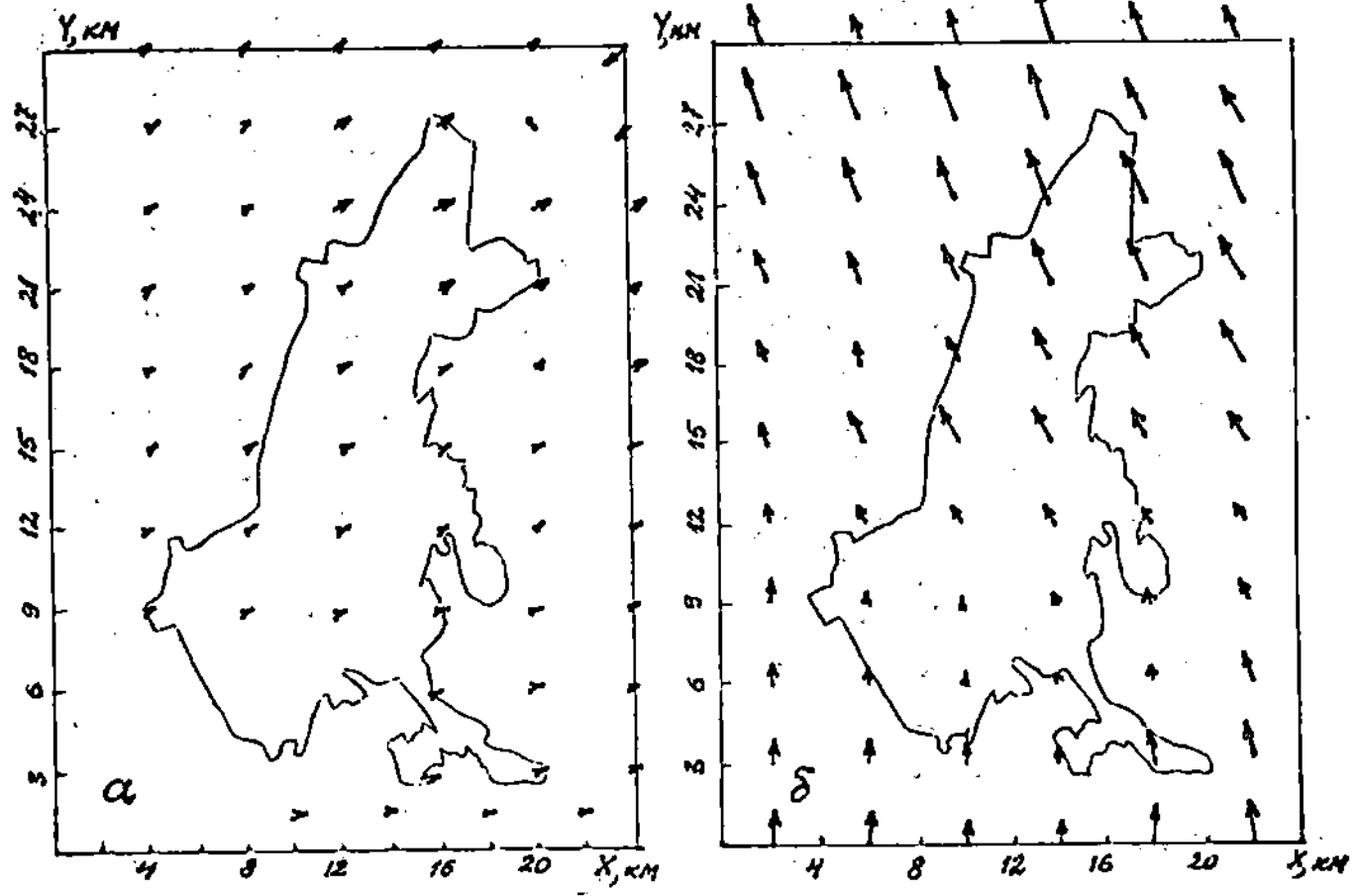


Рис. 5. Поля ветра для I (а) и IV (б) классов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аманова Н.Т. Многоящичная модель расчета загрязненности атмосферы города // Теоретические и прикладные вопросы математического моделирования. - Алма-Ата: Наука, 1986. - С. 178-180.
2. Арыстанбекова Н.Х. Разработка и эксплуатация модели переноса в атмосфере города загрязняющей примеси, выбрасываемой множественными источниками. Дисс. на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук. - КазГУ. - Алма-Ата: 1992. - 125 с.
3. Закарин Э.А., Крамар В.Ф. Программный комплекс моделирования случаев высокого загрязнения атмосферы города Алма-Аты // Метеорология и гидрология. - 1991. - N 12. - С. 11-19.
4. Менжулина Т.В. Объективный анализ метеорологических полей в зоне влияния горного хребта. - Алма-Ата: 1991. - 88 с.
5. Методические указания по прогнозу загрязнения воздуха в городах. - Л.: Гидрометеоздат, 1979. - 79 с.
6. Муратова Н.Р., Турулина Г.К. Классификация синоптических процессов для предсказания повышенного уровня загрязнения воздуха г. Алматы. / Депонир. Рукопись КазНИИНКИ, рег. N4535/K-93, 1993. - 17 с.
7. Arystanbekova N.Kh., Muratova N.R., Zakarin E.A. Algorithm for short-term prognosis of Almaty air pollution in the TOPAZ system // Доклады НАН РК. - 1994. - N 5. - С. 11-15.

Институт космических исследований
Министерства Науки и Академии Наук РК

Казахский Государственный Национальный
Университет им. аль-Фараби

ТОПАЗ ЖҮЙЕСІ БОЛЖАМДЫҚ ӘРЕКЕТІНІҢ
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ТАРАЛЫМЫ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ
НӘТИЖЕЛЕРІ ТУРАЛЫ

Физ-мат. ф. канд.	Н.Х. Арыстанбекова
Техн. ф. докторы	Э.А. Закарян.
	Н.Р. Муратова
Геогр. ф. канд.	Г.К. Турулина

ТОПАЗ (Атмосфераның ластануын ағымдағы объективті болжау) жүйесімен метеожағдайларды іріктеу блогы автоматтандырылды. Метеожағдайлар H500 бойлықтар бойынша, алдын ала сұрыпталған қысқы мерзімдік мұрағаттық материалдар арқылы анықталады. Алынған сыныптардың бірқатары үшін есептік нәтижелер келтірілген.