

**Международная научная конференция по региональным проблемам
гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды**

Первые шаги численных прогнозов погоды в Казахстане

Докладчик: Ескалиева М.

Казань, 2012 г.

История развития численных прогнозов погоды в Казахстане

Глобальные изменения окружающей среды и климата вызвали насущную необходимость обладания современными технологиями прогнозирования, на что в последние годы обращают большое внимание многие страны мира. В связи с бурным развитием вычислительных технологий численные методы расчета стали основным инструментом прогнозирования погоды и климата.

Модель WRF – гибкая и современная система моделирования атмосферы. Она учитывает конфигурацию многих компьютерных систем и поэтому является эффективной для высокопроизводительных вычислительных кластерных систем. Область применения системы WRF обширна – это прогноз погоды, моделирование текущего и будущего климата, загрязнения окружающей среды, моделирование реальных и идеализированных процессов в масштабах от сотен метров до тысяч километров.

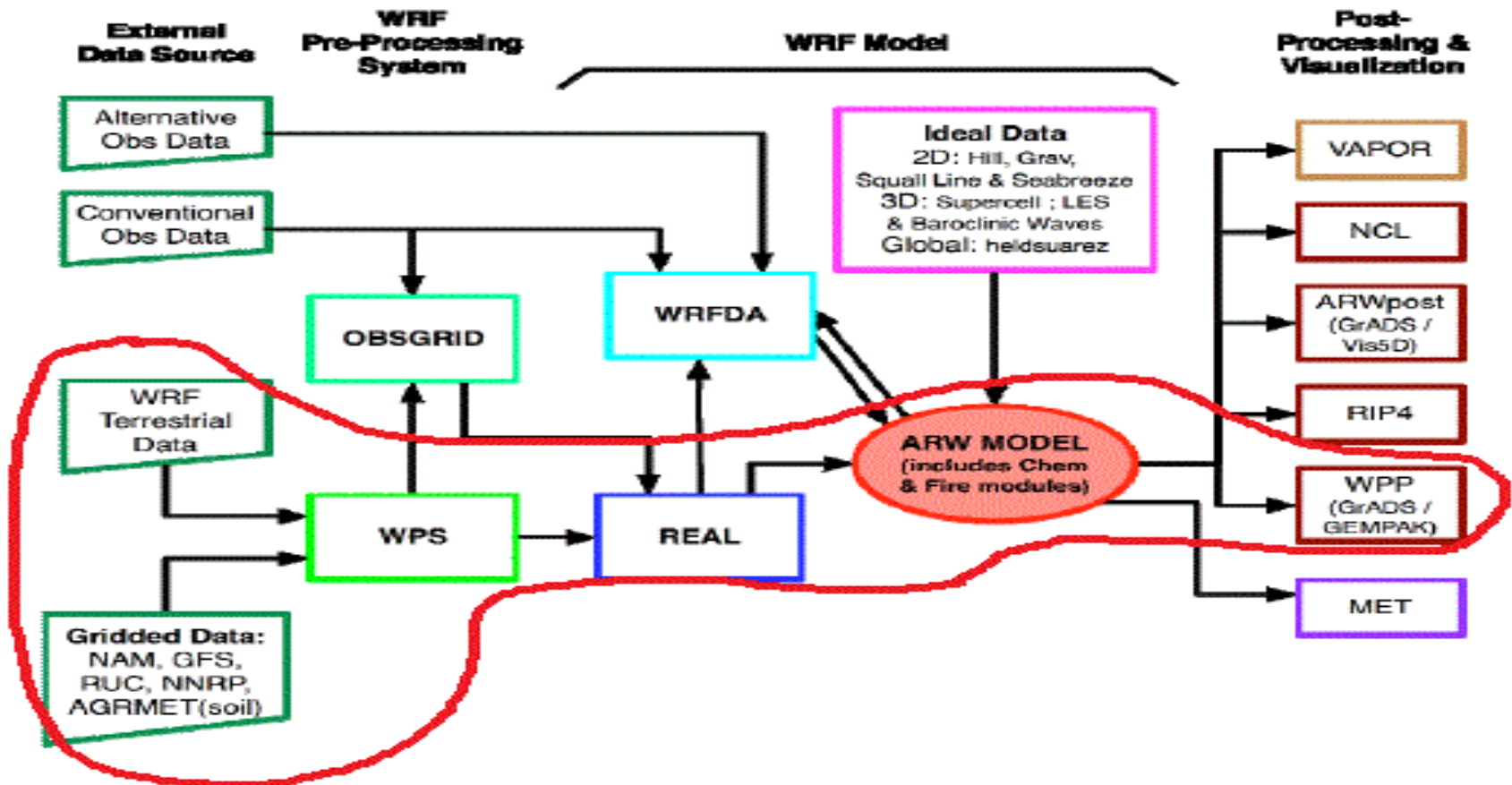
Модель WRF является одной из наиболее универсальных и современных систем моделирования атмосферы. Являясь свободно распространяемым программным продуктом, она широко и успешно используется для метеорологического прогнозирования в научных центрах и метеослужбах различных стран и продолжает непрерывно развиваться.

Функциональная блок-схема WRF модели

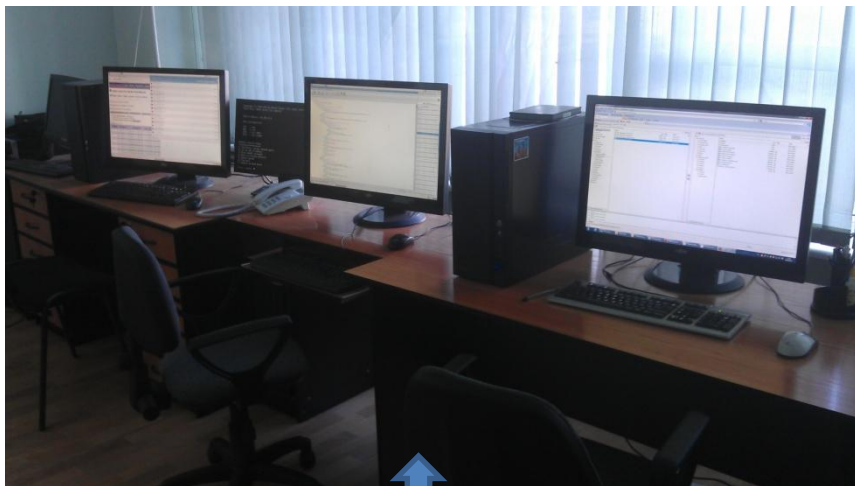
Программный комплекс WRF состоит из следующих систем:

- Система предварительной обработки данных WPS (WRF Preprocessing System)
- Система вариационной ассимиляции данных WRF-DA (Data Assimilation)
- Модель WRF-ARW (Weather Research & Forecast - Advanced Research WRF)
- Средства постобработки и визуализации данных.

WRF Modeling System Flow Chart



В 2010 году было приобретено оборудование для создания автоматизированных рабочих мест инженера синоптика и высокопроизводительного вычислительного кластера.



Комната с автоматизированными рабочими местами синоптиков и системой удаленного управления вычислительным кластером

Вычислительный кластер: процессоры Intel Xeon 5500, общее количество ядер 64.

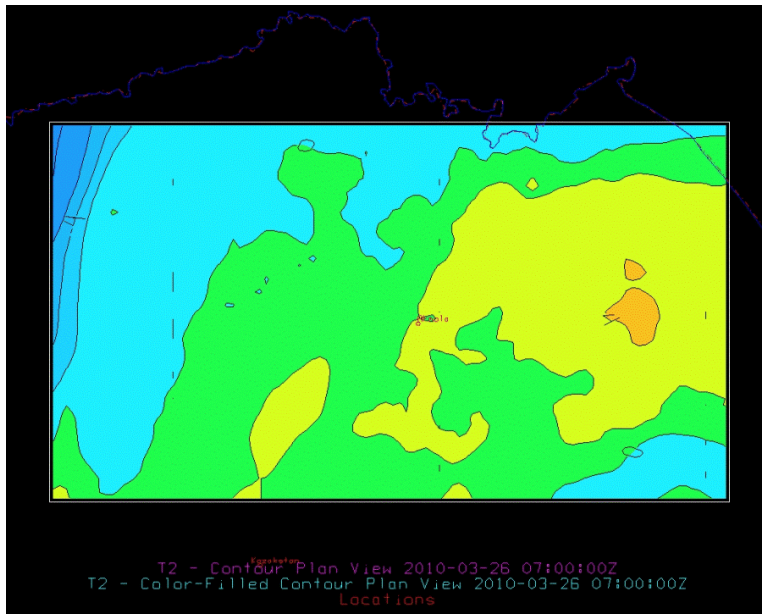


С марта 2010 года в РГП «Казгидромет» начат расчет метеорологических величин в оперативном режиме с заблаговременностью в 24 часов по WRF модели. Расчет производился для территории Казахстана с детализацией по Акмолинской и Алматинской областям следующих метеорологических параметров:

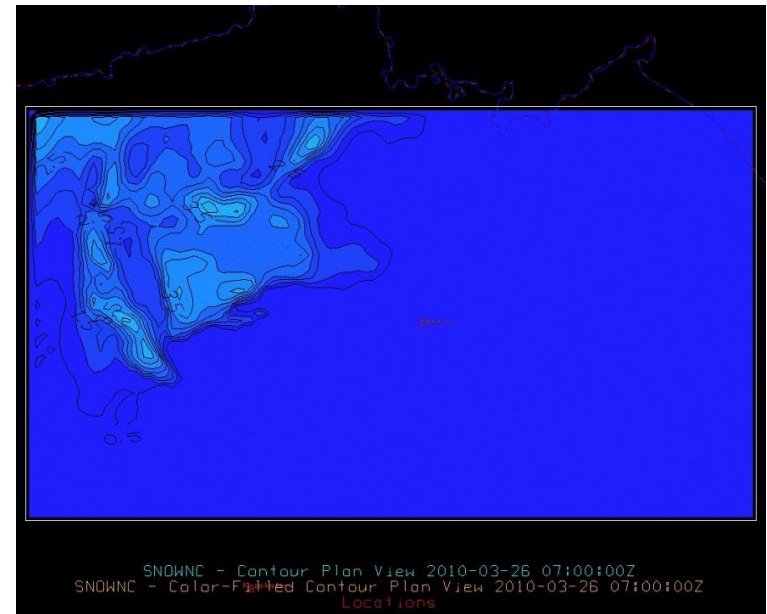
- 1) поля температуры воздуха у земли и на высоте АТ 850 гПа,
- 2) поля общих накопленных осадков и осадков по схеме конвективной облачности (для теплого полугодия),
- 3) поле приземного давления, поле приземного ветра.

Примеры первых анимации; а) температура воздуха для Акмолинской области; б) осадки для Акмолинской области .

а)



б)



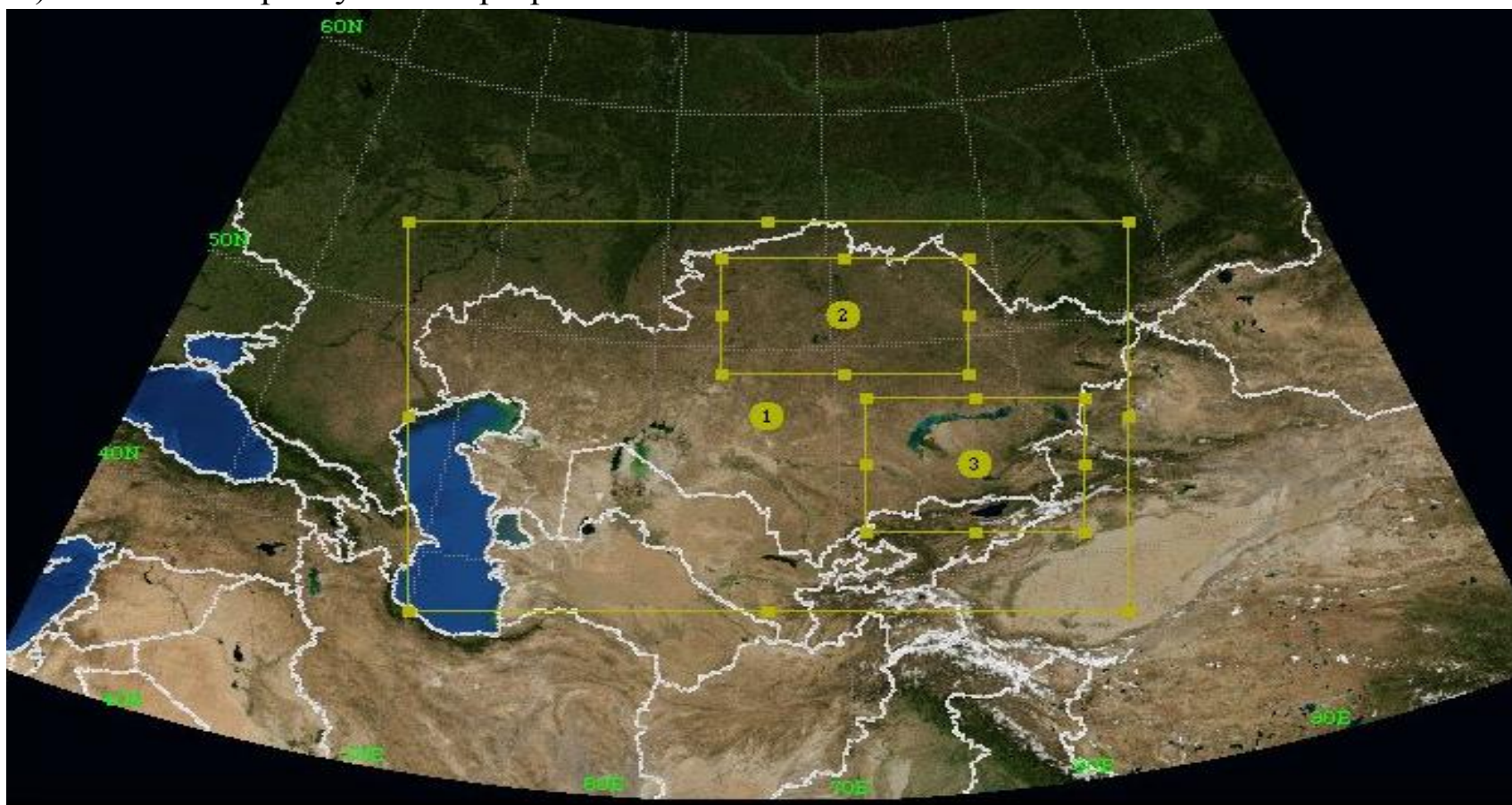
В настоящее время ежедневно производится расчет следующих метеопараметров:

- **температура воздуха у земли;**
- **температура воздуха на высоте АТ-850 гПа;**
- **поля общих накопленных осадков и осадков по конвективной облачности (для теплого полугодия);**
- **поле приземного давления;**
- **поле приземного ветра и его порывы;**
- **прогноз горизонтальной видимости у земли;**
- **первые заморозки в воздухе и на почве (осенью);**
- **поле облачности;**
- **опасная жара (летом) и опасный мороз (зимой);**
- **прогноз струйных течений на поверхности АТ-500 гПа.**

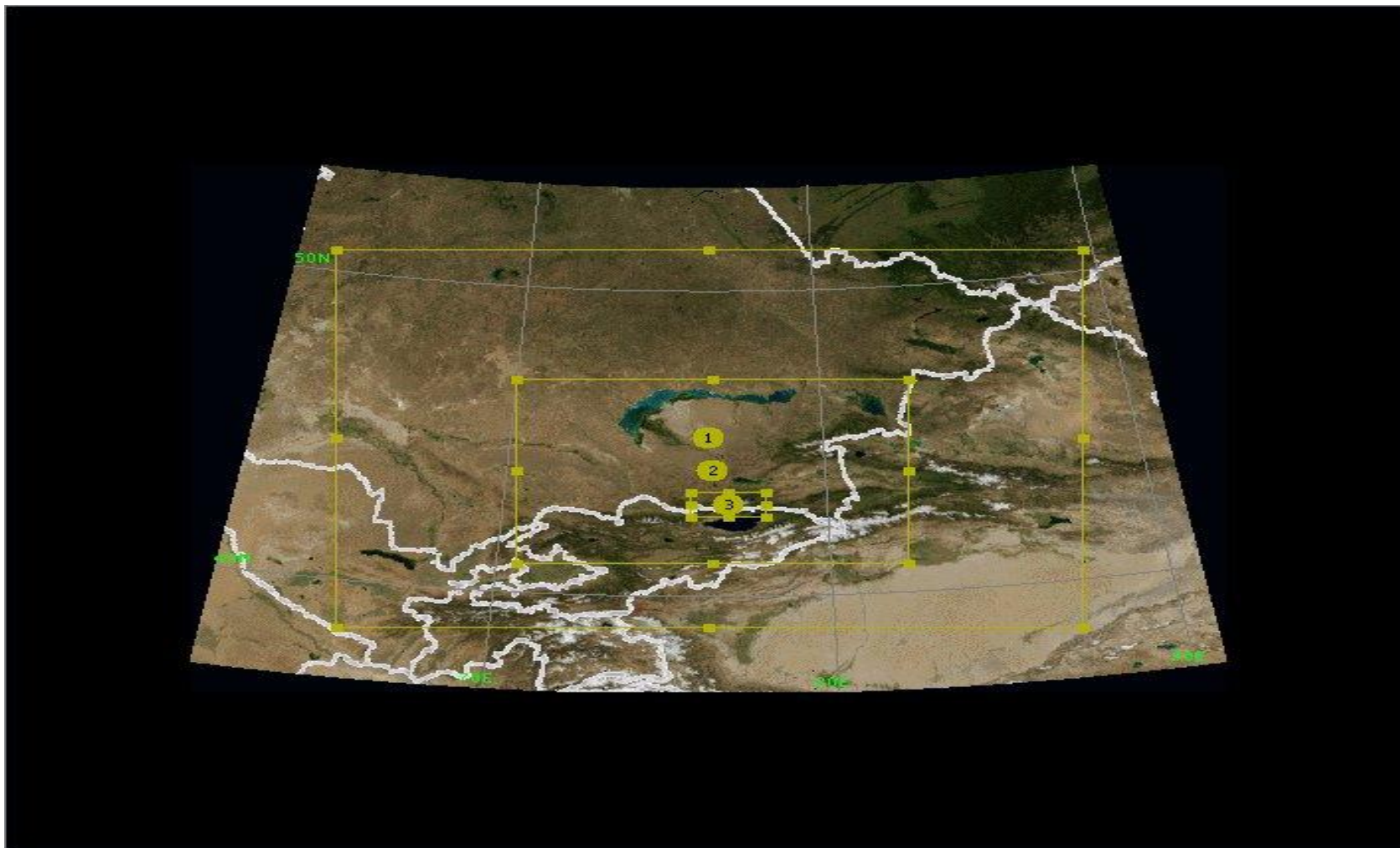
Расчет прогноза погоды производится по трем доменам – регионам прогнозирования с разрешением от 18 до 6 километров, с заблаговременностью прогноза до 72 часов.

Шаг сетки по регионам прогнозирования:

- 1) Казахстан – разрешение 18 км;
- 2) Север республики – разрешение 6 км;
- 3) Юго-восток республики – разрешение 6 км.



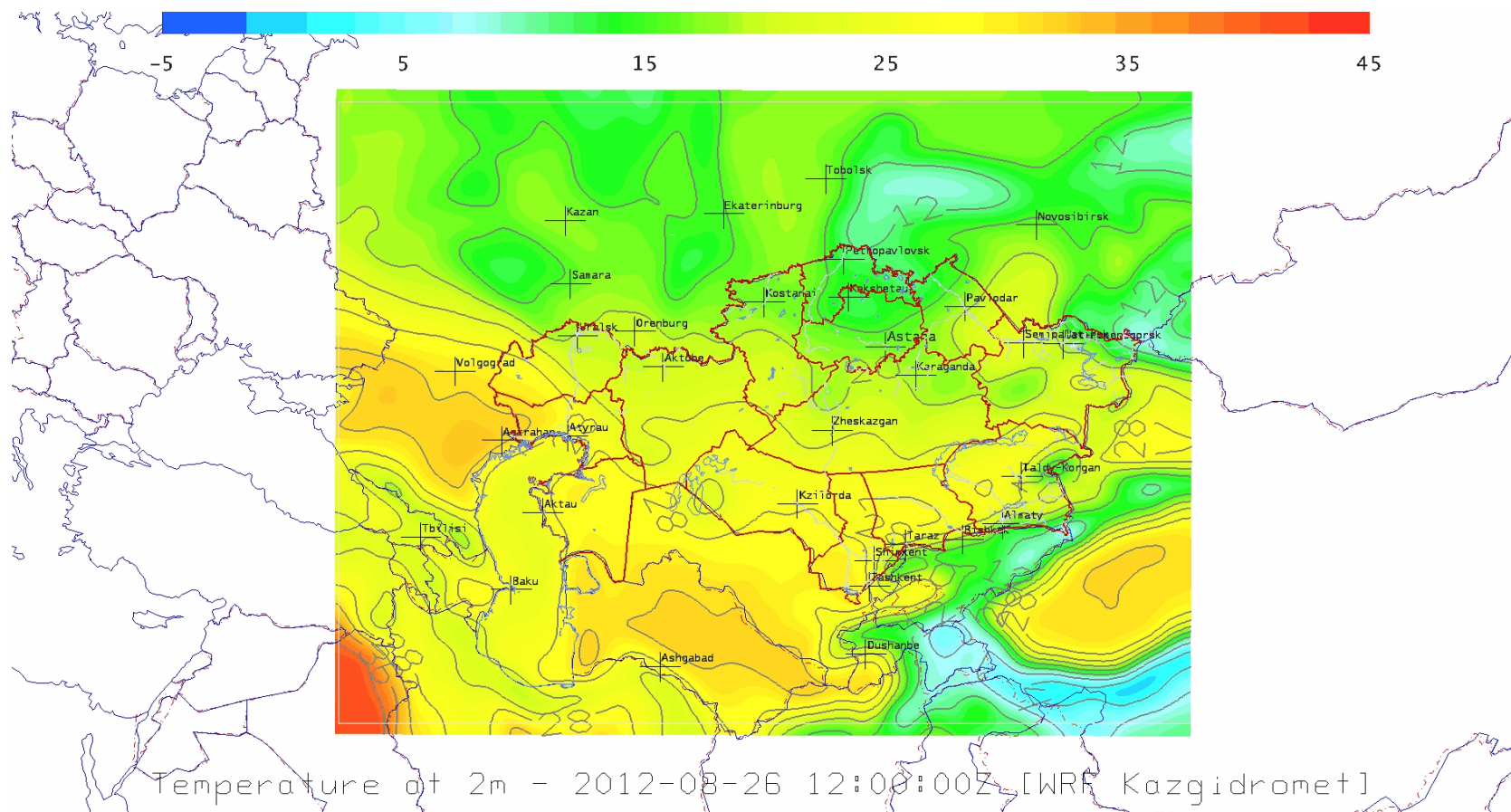
Во время проведения Зимних Азиатских Игр 2011, с целью более точных прогнозов в горной местности, проводилось моделирование атмосферных процессов над территорией охватывающей окрестности города Алматы с пространственным шагом 2 км.



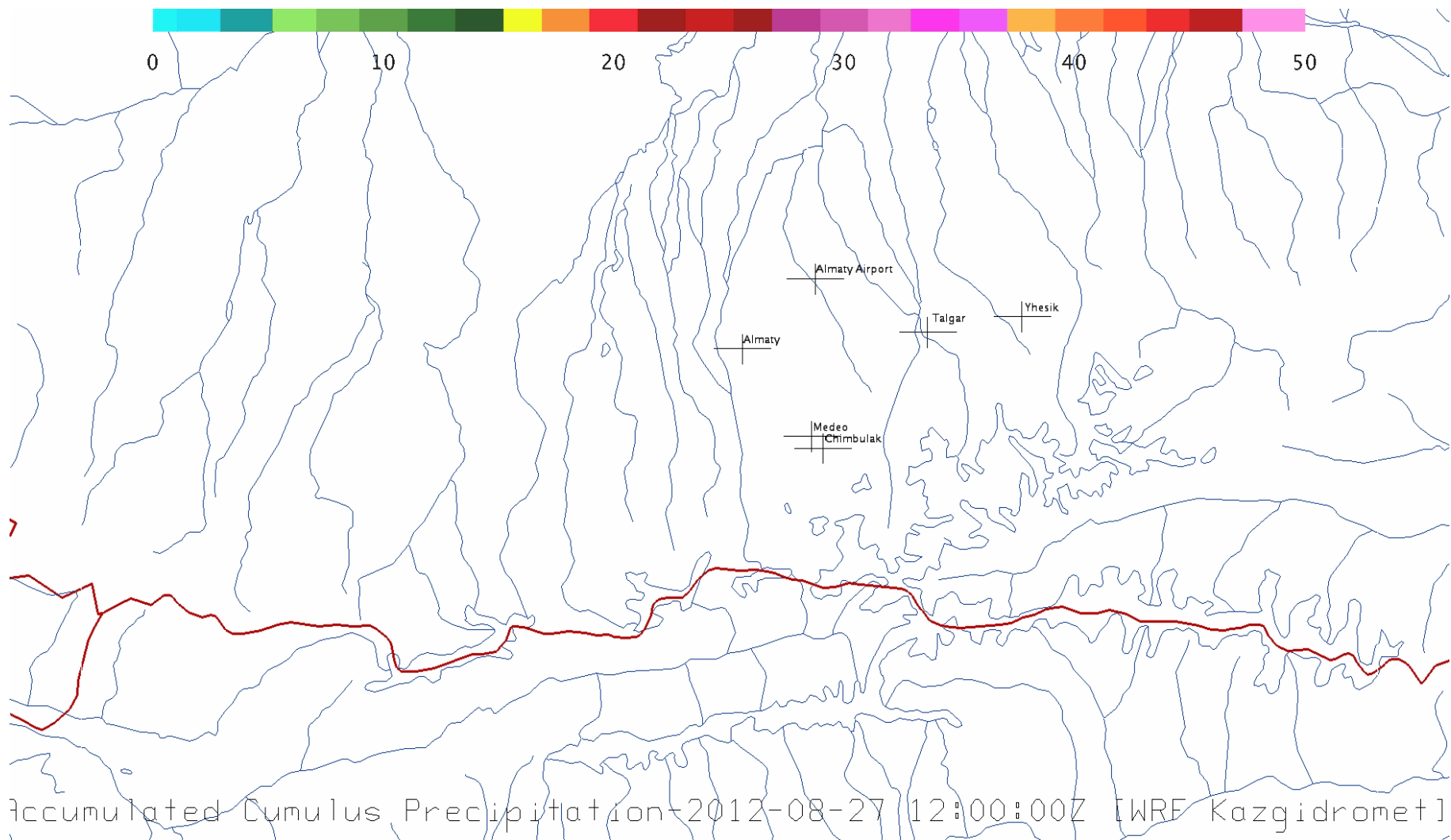
Прогнозы считаются ежедневно 1 раз в сутки от сроков 00 часов СГВ. Результаты прогнозов всех основных параметров состояния атмосферы фиксируются в специально разработанную файловую структуру для дальнейшей обработки, в том числе подготовки выходной продукции (анимации, графики, таблицы) и передачи ее потребителю, а так же для исследовательских целей.

Примеры анимации с заблаговременностью в 24 часов:

а) анимация температуры воздуха для территории Казахстана



б) анимация осадков для гор Заилийского Алатау

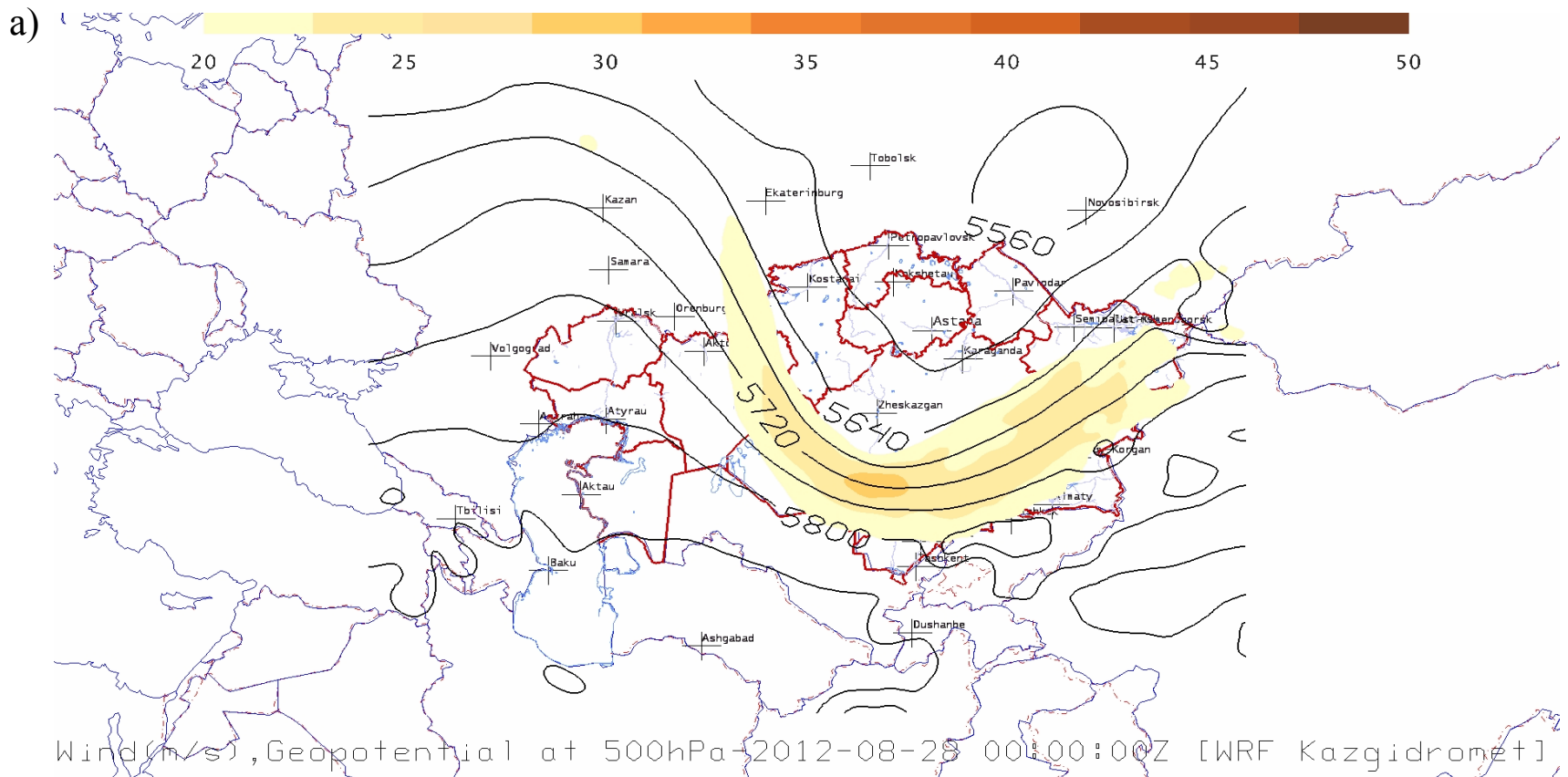


Accumulated Cumulus Precipitation-2012-08-27 12:00:00Z [WRF Kazgidromet]

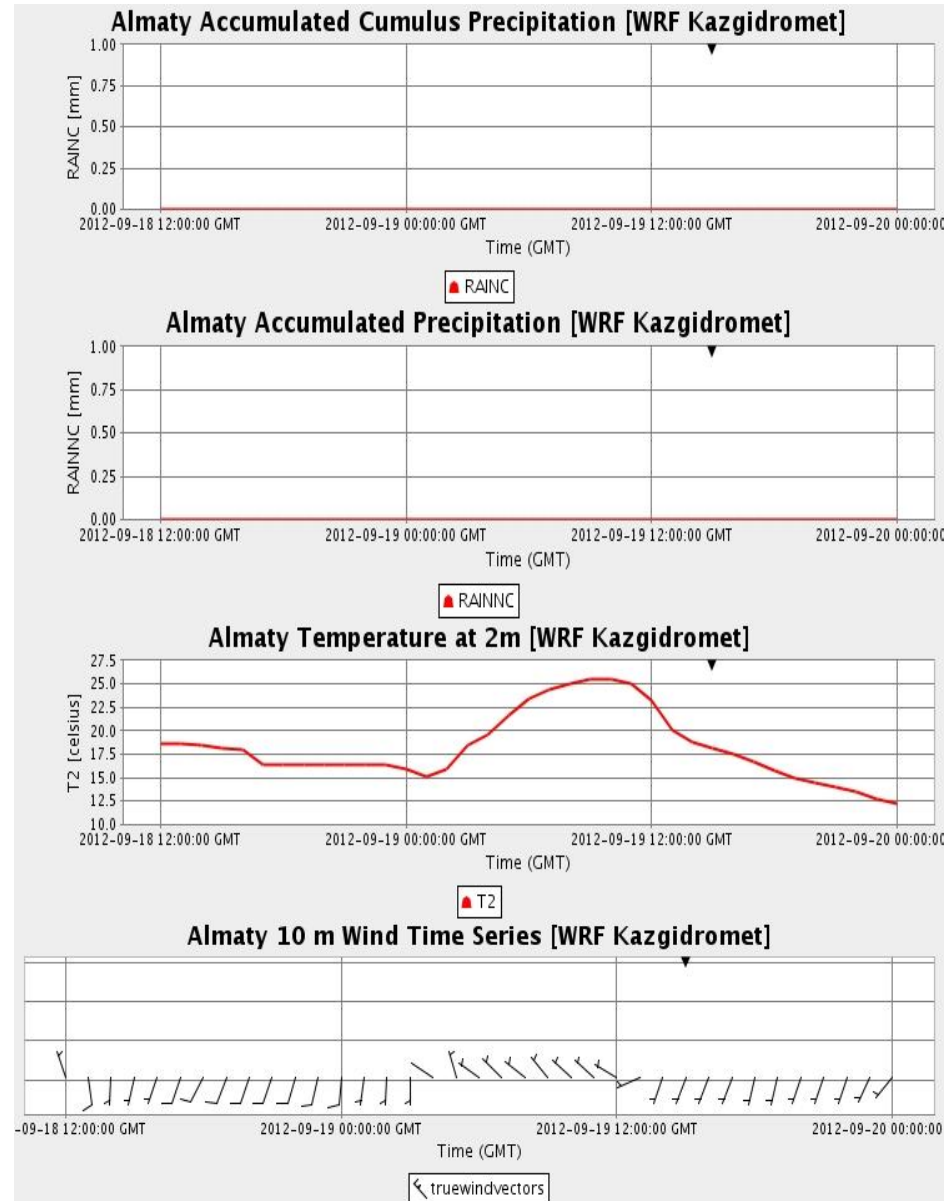
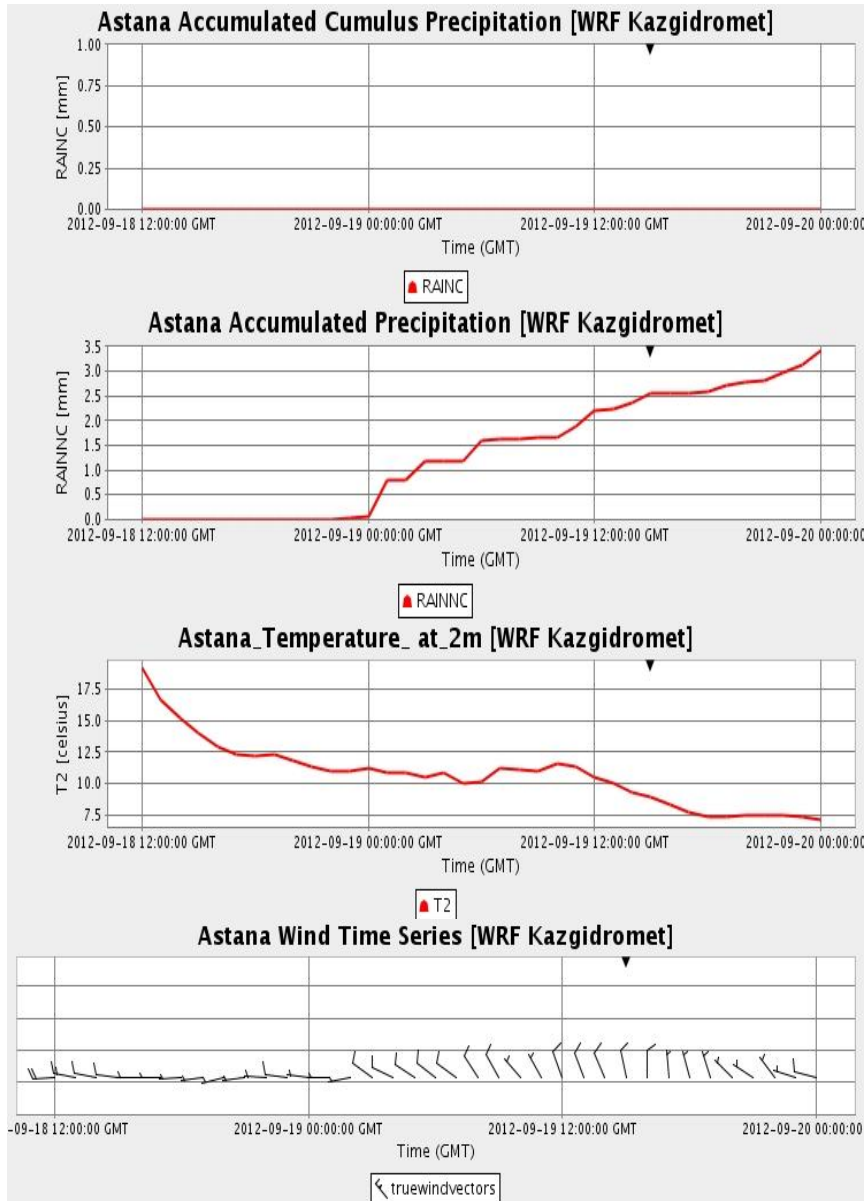
С мая 2011 года по настоящее время расчет метеопараметров производится на 72 часа.

В Казгидромете подготовлена оперативная технология расчета прогнозов по модели WRF-ARW с горизонтальным разрешением 18 км с заблаговременностью расчетов до 72 часов по территории Казахстана. Технология функционирует в оперативном режиме на вычислительной платформе на базе кластера Intel Hion 5500.

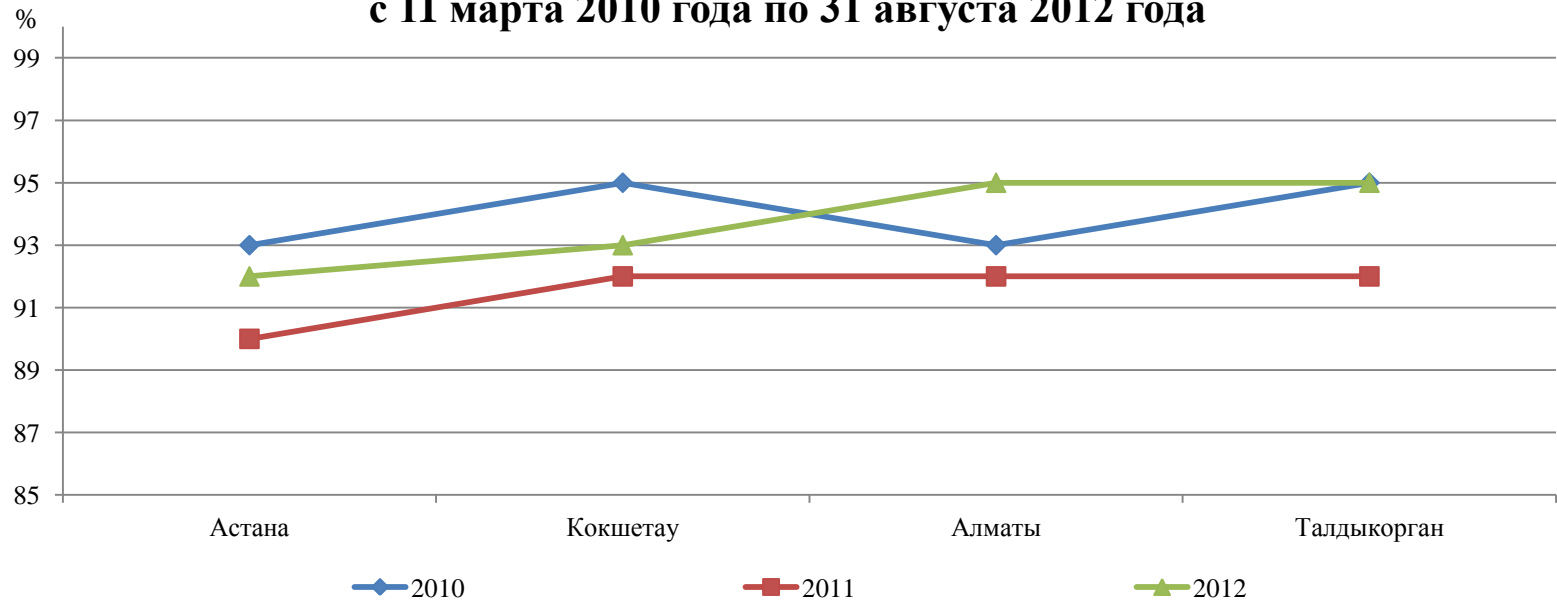
Пример анимации заблаговременностью 48 и 72 часа; а) прогноз струйных течений на поверхности АТ-500 гПа



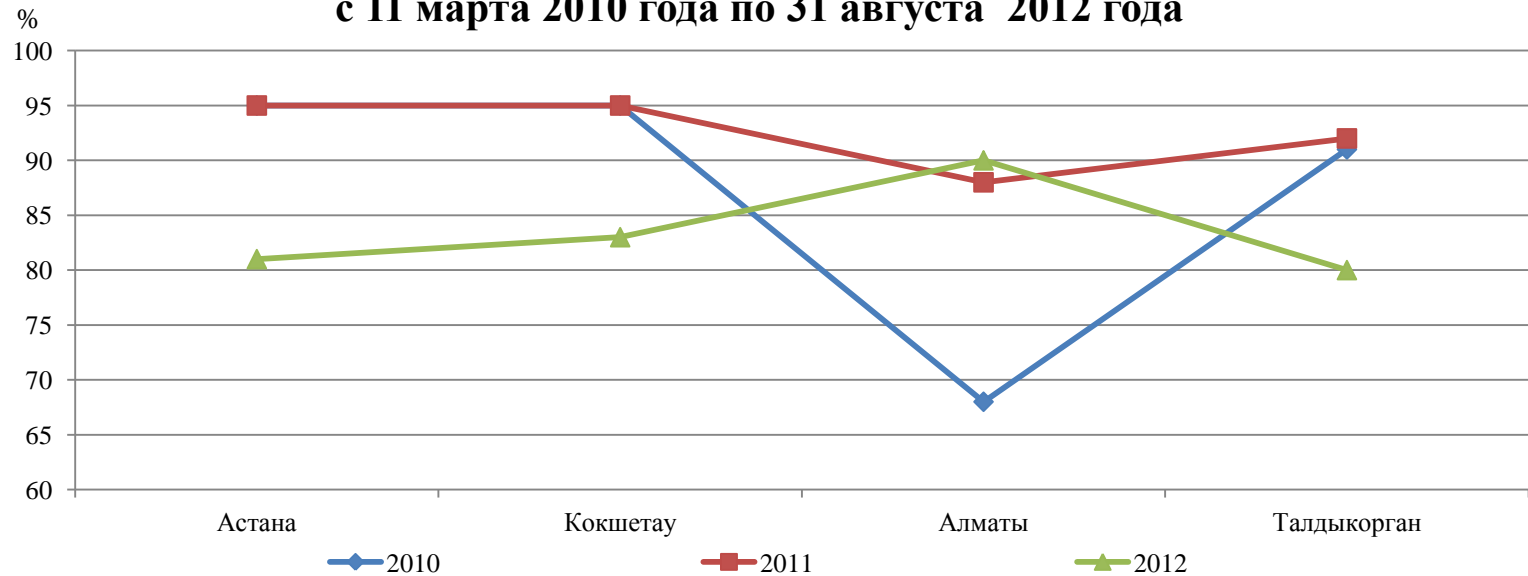
Пример метеограмм для городов Астана и Алматы



Средняя оправдываемость прогнозов осадков за период с 11 марта 2010 года по 31 августа 2012 года



Средняя оправдываемость прогноза температур за период с 11 марта 2010 года по 31 августа 2012 года



Прогностическая продукция мезомасштабной модели WRF используются в качестве дополнительного материала при подготовке краткосрочных прогнозов погоды в РГП «Казгидромет». Ежедневно информация ЧПП докладывается, анализируется и принимается к сведению инженера-синоптика для составления прогноза.

Просмотрим работу модели WRF на настоящем этапе развития на примере одного опасного явления, такого как сильный дождь, имевшим место

31 июля-1 августа в 2012 г. в северной части Казахстана.

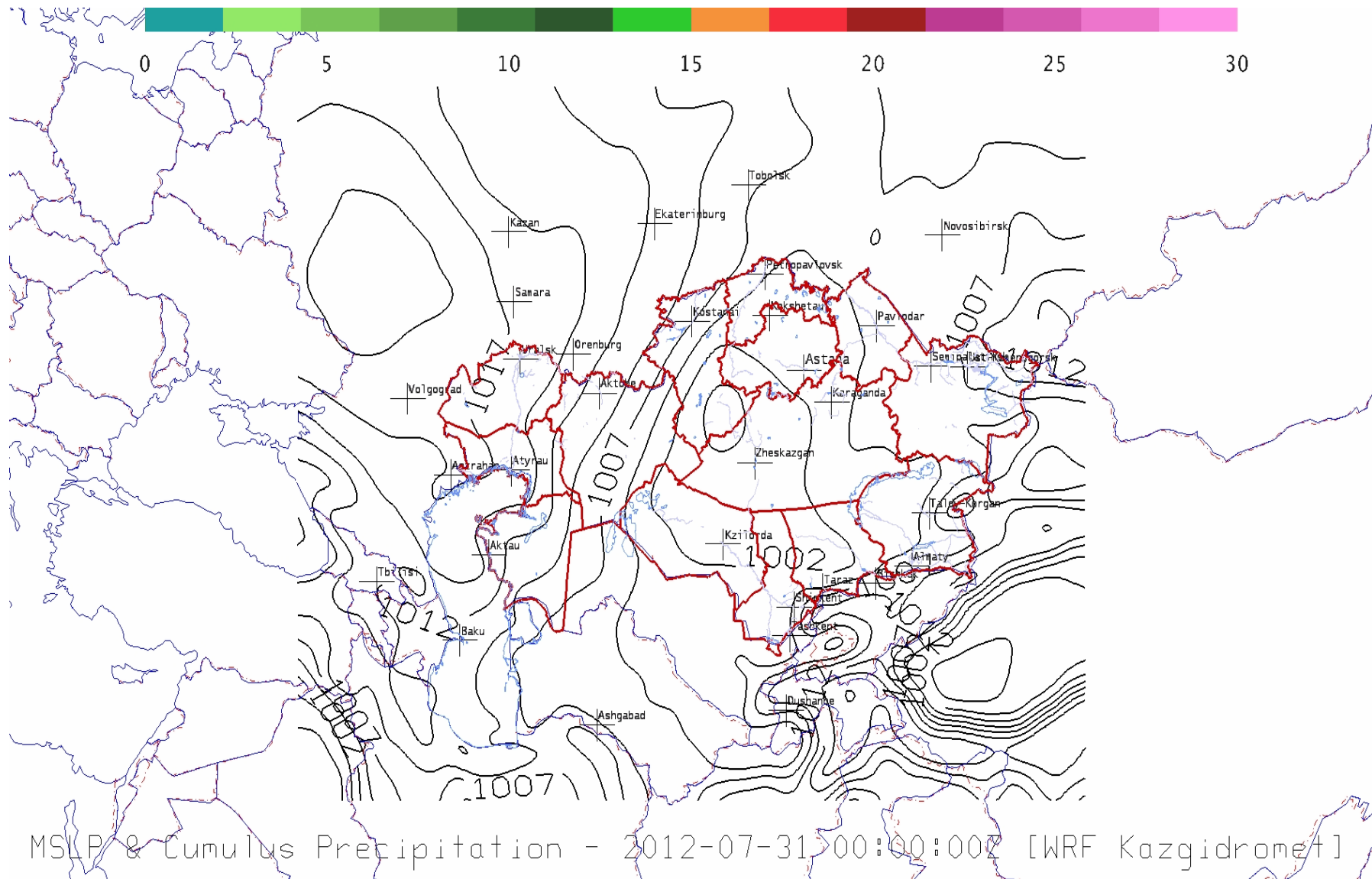
При нашем моделировании расчет проводился с более крупной - по всей территории Казахстана, и более мелкой сетками по Акмолинской области. Горизонтальное разрешение сетки внешней области – 18 км, внутренней – 6 км. В качестве начальных условий задаются трехмерные распределения полей температуры, давления, влажности и компонент скорости. В качестве граничных условий должны задаваться значения температуры, влажности и компонент скорости на боковых и верхней границах области, а также значения потоков тепла, влаги и импульса на нижней границе области, прилегающей к поверхности Земли. В нашем случае используются данные оперативных прогнозов Национального центра прогнозирования атмосферы NCEP (США). Прогностические поля модели NCEP сроком на 96 ч прогнозного времени определяют начальные и граничные условия для метеорологических переменных. Граничные условия на нижней границе зависят от свойств подстилающей поверхности.

Анализ синоптических карт за 00 ч среднего гринвистического времени (СГВ) 31 июля 2012 г. показал, что территория северной части Казахстана находилась в передней части активного циклона, центр циклона находился на юге Костанайской области с давлением в центре 996,7 гПа. В течение дня циклон смещался на северо-восток, вместе с циклоном смещался и фронт. Днем 31 июля на рассматриваемой территории наблюдались шквалистые ветра, грозы, град и ливневые осадки. В северной и центральной частях территории наблюдались сильные осадки. Температура воздуха менялась по территории от 15 до 32 °С. Сутки 1 августа по анализам синоптических карт за 00 СГВ территория была под влиянием обширного циклона, центр циклона находился в районе г. Кокшетау. Осадки прошли на большей части территории, температура не изменилась, отмечались отдельные порывы ветра со скоростью 15-18 м/с.

Прогноз конвективных явлений, в том числе ливневых осадков достаточно труден. Не всегда удается составить вовремя штормовое предупреждение о надвигающемся стихийном явлении.

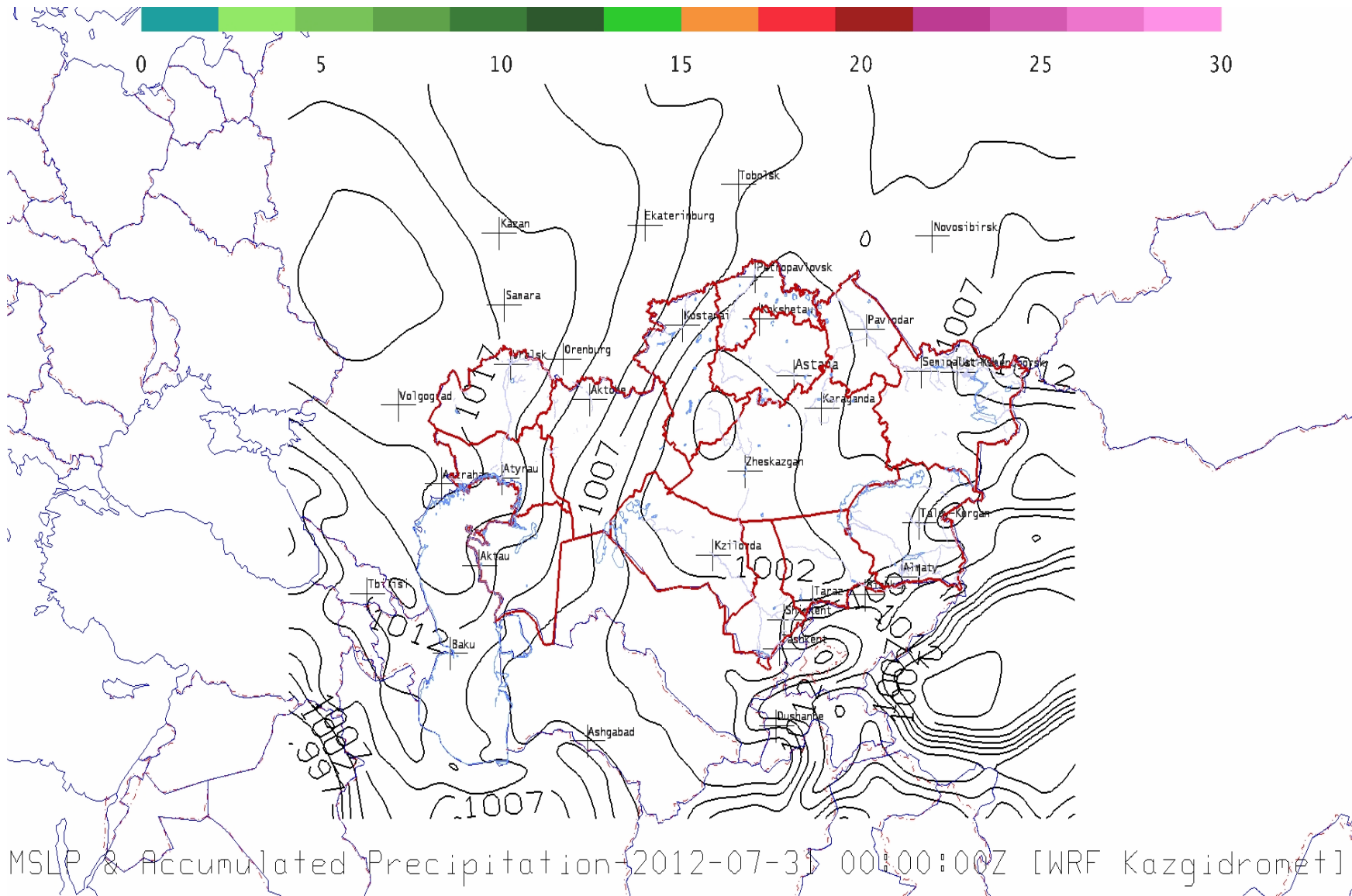
Гидрометцентром РГП «Казгидромет» на 31 июля-1 августа 2012 г. был оставлен прогноз с заблаговременностью в 24-48 часов по Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской областям с текстом: дождь, местами сильный, гроза, возможен град, ветер 17-22 м/с.

Прогноз конвективных осадков по территории Казахстана



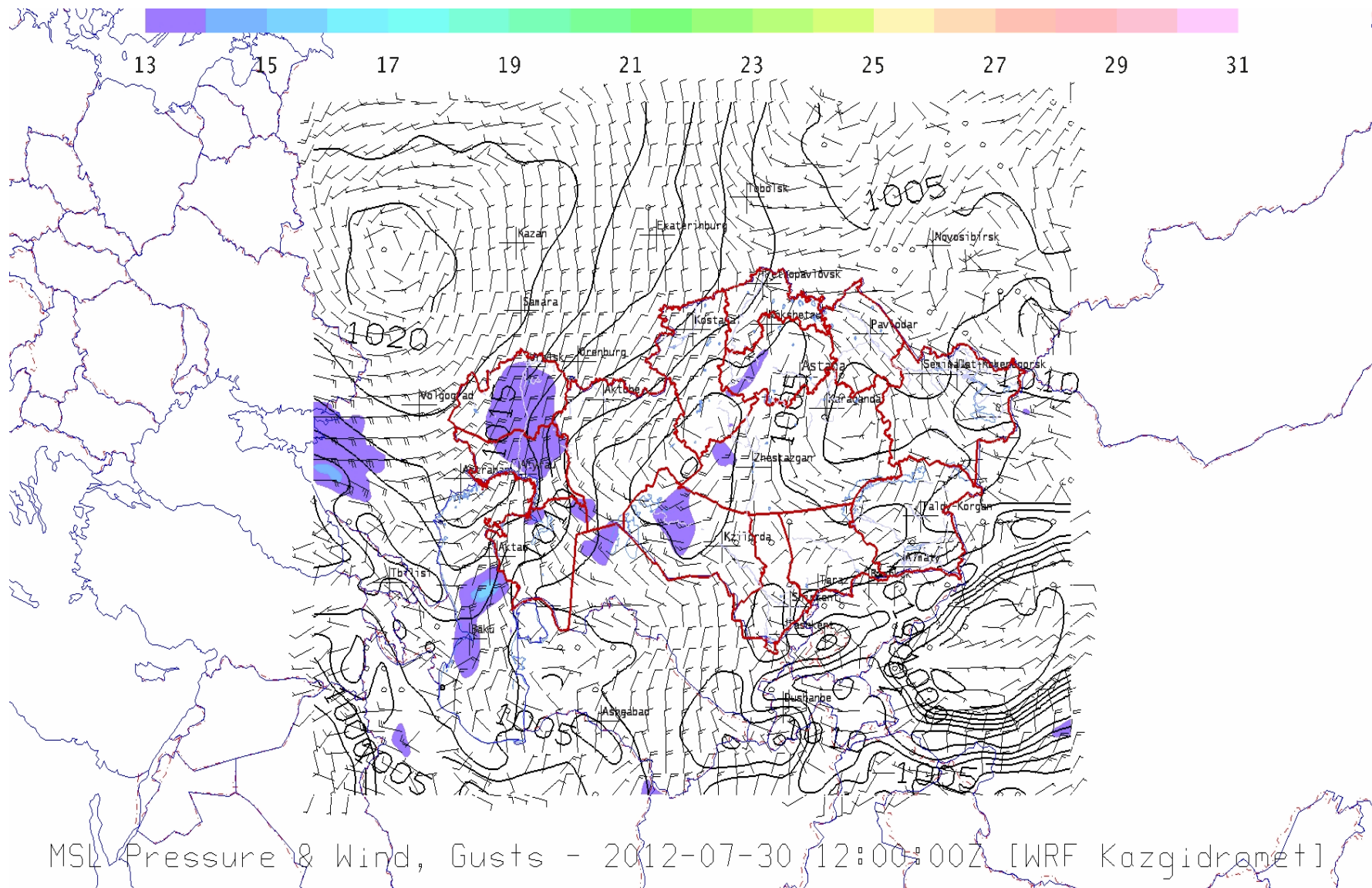
MSLP & Cumulus Precipitation - 2012-07-31 00:00:00 [WRF Kazgidromet]

Прогноз общих накопленных осадков по территории Казахстана

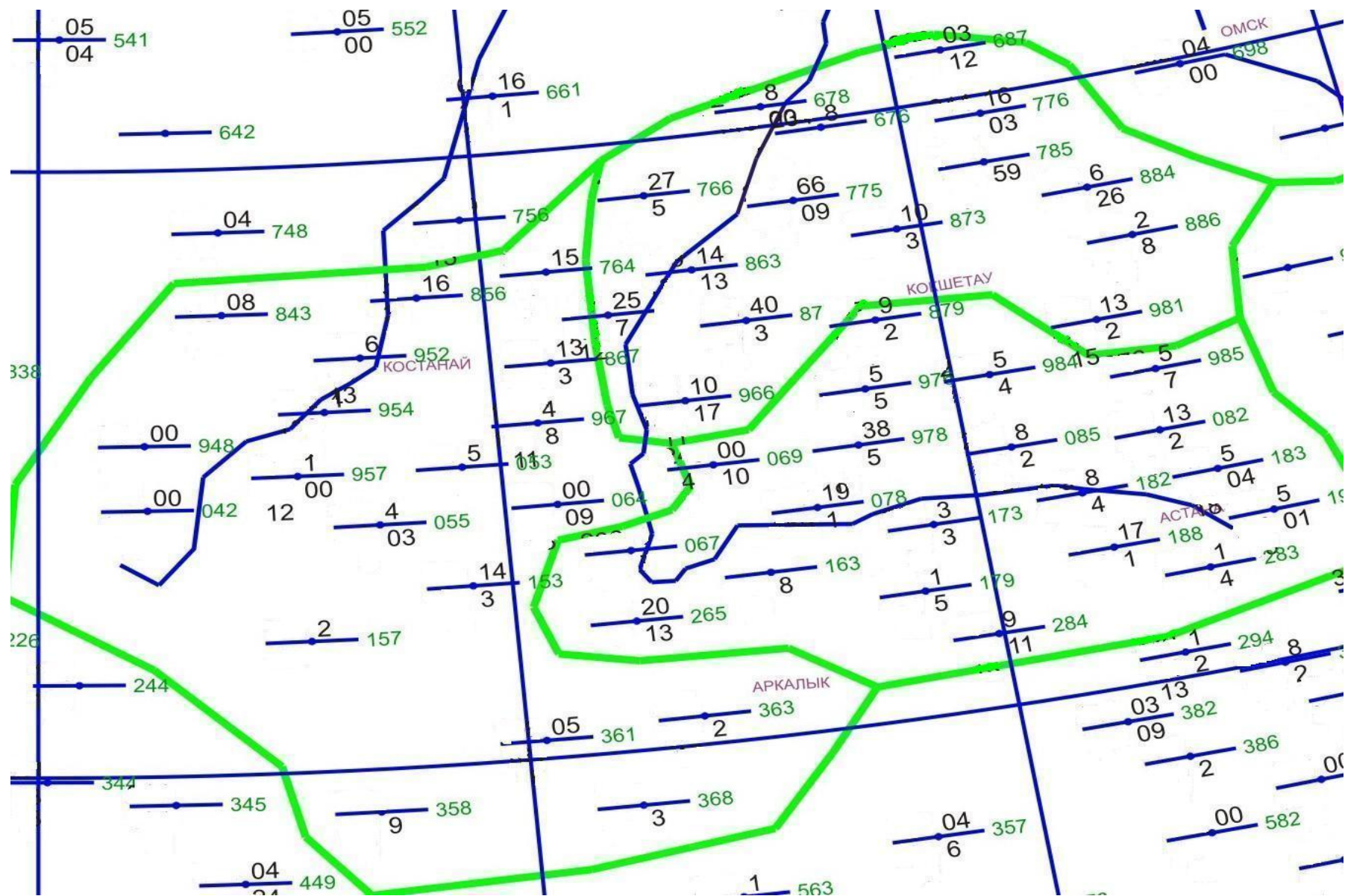


MSLP & Accumulated Precipitation-2012-07-31 00:00:00Z [WRF Kazgidromet]

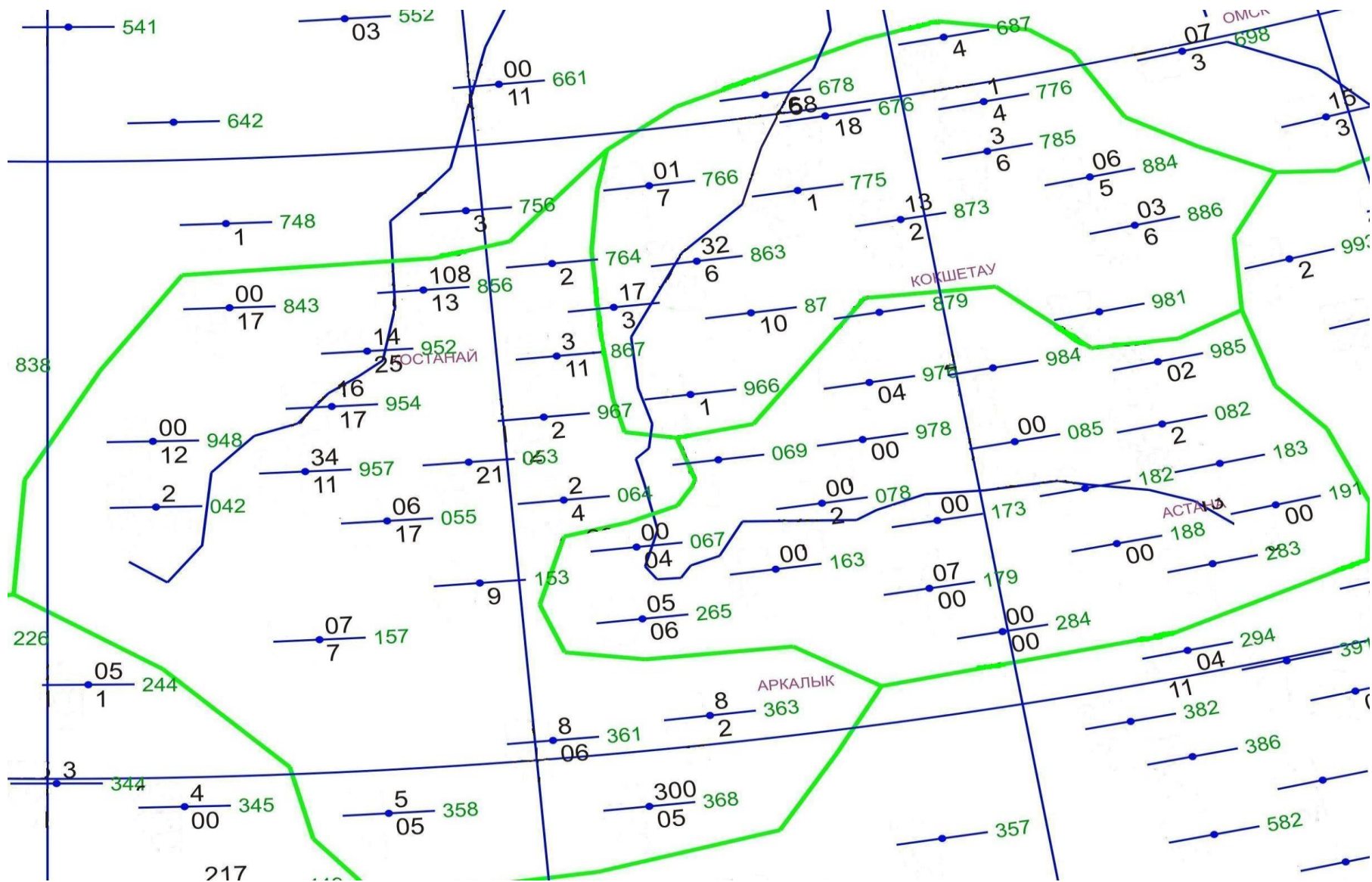
Прогноз приземного ветра и его порывы по территории Казахстана



Экстремальная карта выпавших осадков по Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областям за 31 июля 2012 г. (день/ночь)



Экстремальная карта выпавших осадков по Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областям за 1 августа 2012 г. (день/ночь)



В соответствии с прогностическими данными получено, что максимальная температура воздуха менялась от 16 °С на западе до 30 °С на востоке. Атмосферное давление в центре циклона составляло 997,0 гПа. Сильные ливневые осадки ожидалось в центральной части рассматриваемой территории Казахстана.

При сравнении фактических данных метеовеличин с данными, рассчитанными по модели WRF, были получены следующие результаты: разница между фактической и прогностической температурами воздуха составила 1 °С, атмосферное давление в точности совпало с прогнозируемым, прогноз осадков соответствует фактическим данным.

Модель WRF успешно воспроизвела выпадение очень сильных осадков и показала превышение критерия опасного явления.

Реализация модели прогноза для Казахстана показала хорошие перспективы использования при разных метеорологических условиях, в том числе при неблагоприятных и опасных явлениях погоды.

Рассчитанные характеристики точности модели представляются удовлетворительным на данном этапе.

В ближайшем будущем планируется следующее:

- проводить расчеты основных метеорологических параметров для всех областей и областных центров Казахстана с заблаговременностью 72 часа и более;**
- улучшить качества прогноза за счет расширения расчетной схемы WRF модели, дополнив ее 2х мерной и 3х мерной интерполяцией наземных метеорологических наблюдений, аэрологических данных и данных спутниковой информации;**
- начать адаптацию других расчетных схем и моделей таких как RAMS и RSM и в частности, мезомасштабной модели европейского консорциума COSMO.**

Спасибо за внимание!