

«Современное пространственно-временное поведение климатических параметров, оказывающих влияние на растительный покров Западной Сибири»

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ
МЕТЕОВЕЛЕЧИН С ВЫСОКИМ
ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ**

Богомолов В.Ю., Гордов Е.П., Крупчатников В.Н

*(Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН)*

Методология

- Локализация WRF ARW модели на исследуемой области: **Выбор домена. Оценка влияния граничных условий на формирование полей.**
- Настройка флагов и параметризаций: **микрофизика- Схема Томпсона, для длинноволнового излучения- RRTM, для коротковолнового излучения- схема Дудхия, для приземного слоя- Eta модель, для земного слоя- НОАН модель, для планетарных граничных условий- схема Мело-Ямада, схема для параметризации кучевых облаков- схема каина –Фритча. (подборка подходящей диффузионной схемы, микрофизики и граничных условий)**
- Валидация: **сравнение с данными стационарных измерений, (месячного хода и осредненных величин).**
- Организация работы модели на различных архивах данных:
Era-40, Jra -25, Reanalysis -2 NCEP
- Настройка и отладка работы модели в параллельном режиме:
запуск модели с применением библиотек openMP на 8 ядерной машине
- Расчет полей метеовеличин на исторический период с **1990 по 2000** год
- **Усвоение данных стационарных измерений, решение проблемы запуска модели на долгий промежуток времени**

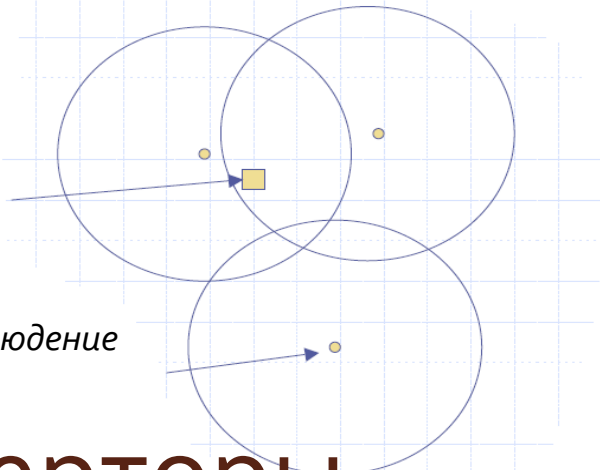
Физические опции и схемы

- **11 схем для микрофизики** (схема Кеслера, схема Лина, одномоментная WRF схема 3 го класса, одномоментная WRF схема 5 го класса, NCEP схема, одномоментная WRF схема 6 го класса, схема Годдарда, схема Томпсона, двух моментная схема Мориса, двух моментная WRF схема 5 го класса, двух моментная WRF схема 6 го класса);
- **4-и схемы для длинноволнового излучения** (RRTMG схема, GFDL схема, CAM схем, RRTM схема);
- **5 схем для коротковолнового излучения** (схема Дудхия, схема Годдарта для коротковолнового излучения, GFDL для коротковолнового излучения, CAM для коротковолнового излучения, RRTMG для коротковолнового излучения);
- **5 схем для поверхностного слоя** (схема MM5 модели, схема ETA модели, схема Плейма-Хью, схема QNSE, схема MYNN),
- **4-и модели подстилающей поверхности** (модель Noah, модель RUC, модель Плейма-Хью, модель XCEC);
- **9 схем планетарного пограничного слоя;**
- **2 схемы для диффузии** (схема горизонтальной диффузии 6 го порядка);
- **18 опций для диффузии;**
- **5 типов боковых граничных условий.**

Усвоение данных стационарных измерений: анализ методов, подготовка и конвертирование входных данных.

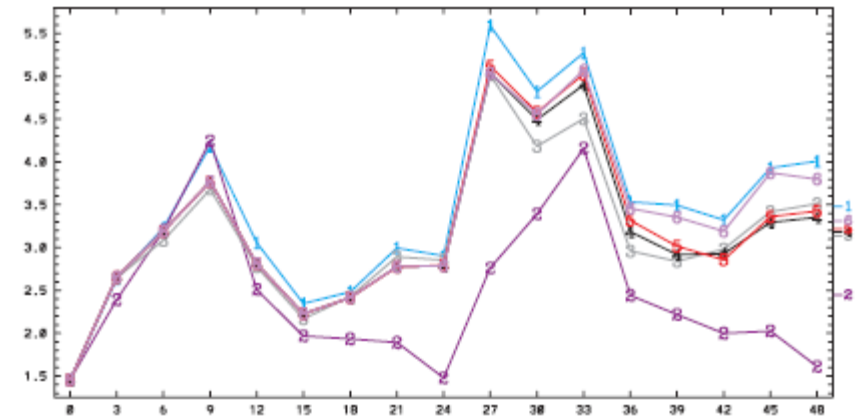
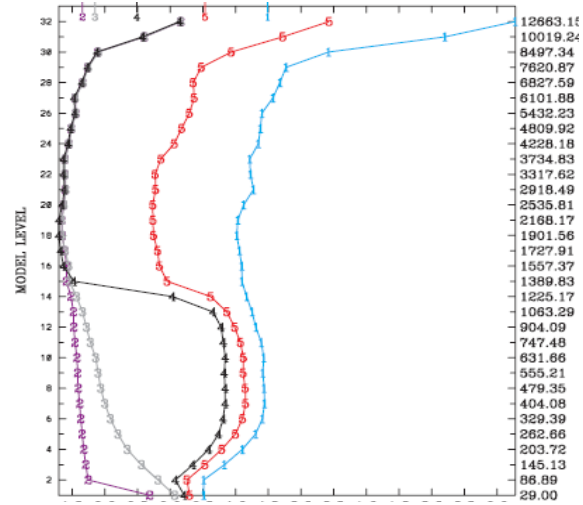
Узел сетки

Наблюдение



Конверторы

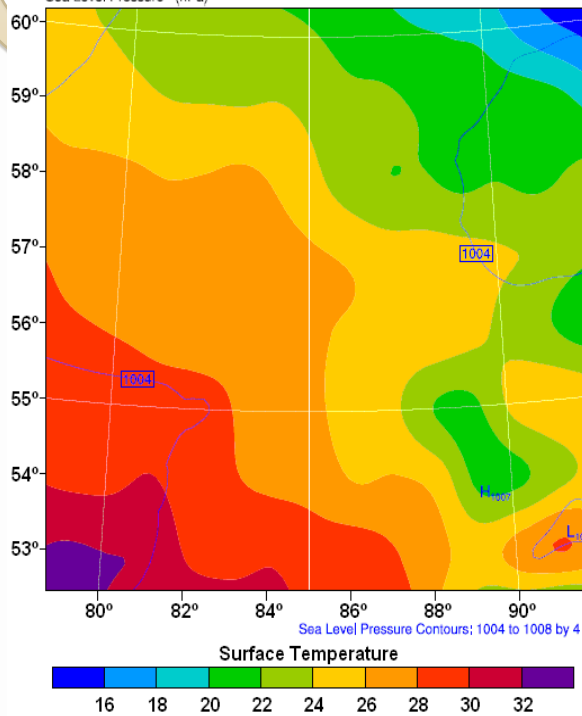
Station Date	Time	SeaPress	StPress	Temperat	VapPress										
22200036034	01.01.1936	193601010235	1041,3	1012,2	-17,6 1,2										
22200036034	01.01.1936	193601010835	1041,3	1011,7	-15,4 1,3										
22200036034	01.01.1936	193601011435	1040,1	1011,5	-13,6 1,5										
22200036034	01.01.1936	193601012035	1039,8	1011,4	-12,9 1,9										
22200036034	02.01.1936	193601020235	1037,9	1009,7	-12,6 1,7										
22200036034	02.01.1936	193601020835	1035,8	1007,5	-13,1 1,6										
22200036034	02.01.1936	1936010214	000016144000												
22200036034	02.01.1936	1936010222	15,90	-99,70											
22200036034	05.01.1936	1936010302	4001		ALL-SFC FROM NUDGED-FDDA WRF-ARW										
22200036034	05.01.1936	1936010306	FM-L2 STOP	0. F F 1											
22200036034	05.01.1936	1936010314	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000	0,000	400000,000	100,000	10,000	-0,231	10,000	-1,591	10,000	7
22200036034	05.01.1936	1936010322	000016144000												
22200036034	04.01.1936	1936010402	16,90	-99,70											
22200036034	04.01.1936	1936010406	4000		ALL-SFC FROM NUDGED-FDDA WRF-ARW										
22200036034	04.01.1936	1936010414	FM-L2 STOP	0. F F 1											
22200036034	05.01.1936	1936010502	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000	0,000	400000,000	101,000	8,000	-0,702	10,000	1,872	10,000	7
22200036034	05.01.1936	1936010506	000016144000												
22200036034	05.01.1936	1936010514	17,50	-99,50											
22200036034	05.01.1936	1936010522	4091		ALL-SFC FROM NUDGED-FDDA WRF-ARW										
22200036034	05.01.1936	1936010526	FM-L2 STOP	0. F F 1											
22200036034	05.01.1936	1936010534	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000	0,000	400000,000	102,000	8,000	-0,535	10,000	1,447	10,000	7
22200036034	05.01.1936	1936010542	000016144000												
22200036034	05.01.1936	1936010550	17,81	-99,05											
22200036034	05.01.1936	1936010558	4072		ALL-SFC FROM NUDGED-FDDA WRF-ARW										
22200036034	05.01.1936	1936010606	FM-L2 STOP	0. F F 1											
22200036034	05.01.1936	1936010614	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000	0,000	400000,000	102,000	8,000	-0,535	10,000	1,447	10,000	7
22200036034	05.01.1936	1936010622	000016144000												
22200036034	05.01.1936	1936010630	17,26	-100,57											



Aijun, D. David, R., and D. R. Stauffer, 2004: ANALYSIS NUDGING FDDA IN WRF-ARW. *Appl. Meteor.*, **43**, 1864-1886.

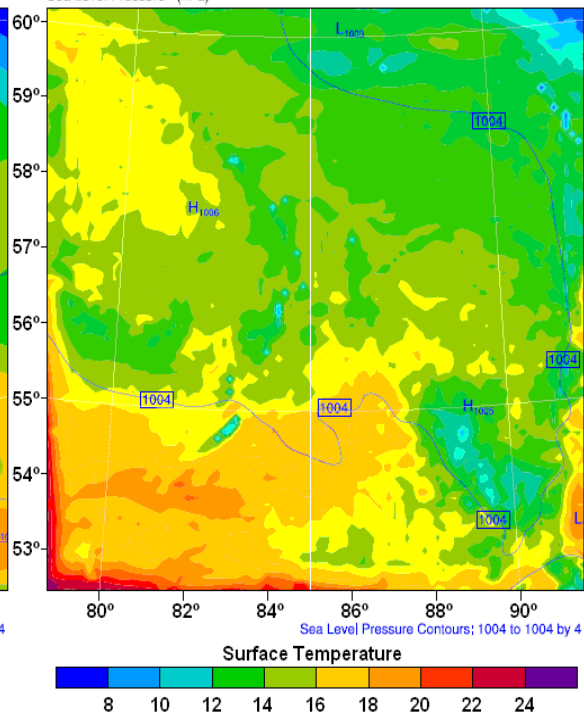
Western Siberia
Surface Temperature
Sea Level Pressure (hPa)

Init: 2008-07-14_12:00:00
Valid: 2008-07-15_18:00:00



Western Siberia
Surface Temperature
Sea Level Pressure (hPa)

Init: 2008-07-14_12:00:00
Valid: 2008-07-15_18:00:00



Western Siberia
Surface Temperature
Sea Level Pressure (hPa)

Init: 2008-07-14_12:00:00
Valid: 2008-07-15_18:00:00

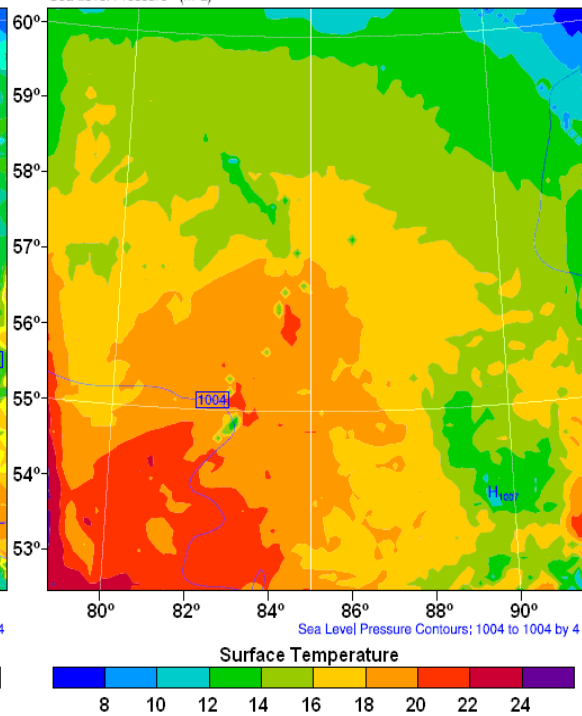
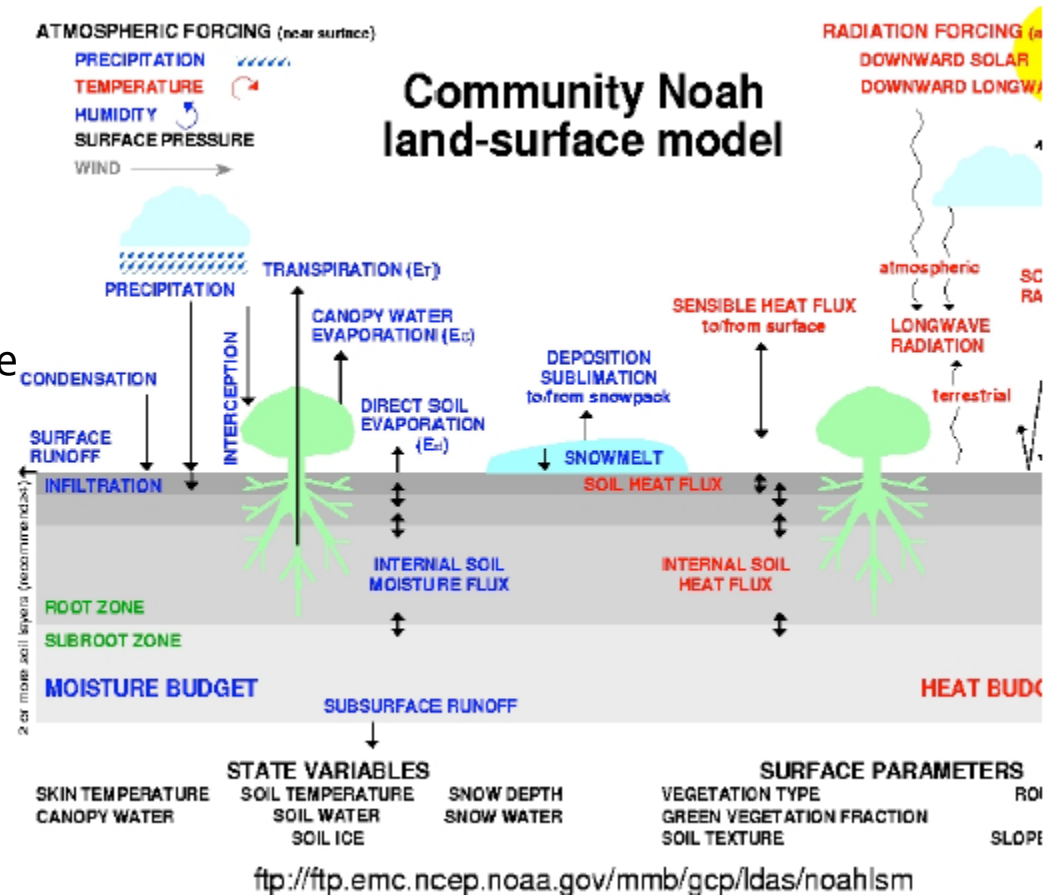


Рис. 1. Поле температуры на высоте 2 метра, полученное: а – процедурой восстановления на основе глобального прогноза; б – на основе 36 часового прогноза WRF модели; в – на основе 36 часового прогноза WRF модели и 12 часовой процедуры усвоения данных УАМС АМК-03

Ноah модель подстилающей поверхности (NCEP)

- Приземный энергетический баланс
- Аккумулирование воды
- Испарение
- Многоуровневая модель почвы (диффузия, накопление тепла для различных почвенных текстур)
- Процессы замерзания
- Одноуровневая модель снежного покрова и его распределения
- Влияние неоднородного снежного покрытия на приземные потоки



• Noah LSM tested in various land-surface model intercomparison projects, e.g., PILPS 2a, 2c, 2d, GSWP 1 & 2, Rhone, DMIP, GLACE.

Формат. Исследуемая область. Разрешение. Начальные и граничные условия

- Данные хранятся в формате NetCDF
- Западная Сибирь С.-Ю. 2500 км З.-В. 2000 км
- Пространственное разрешение 20 км (во вложенных областях 10 км)
- Временной шаг полей 6 часов
- Исторический период 1990-2000
- ERA 40 + ERA 40 Interim (Surface)
- Данные NCEP
- Карта типов землепользования **USGS (24 типа)**
- Валидируемые переменные в приземном слое:
температура, скорость ветра, водяной пар

Анализ имеющихся карт типов землепользования

- **USGS** с пространственным разрешением: *55 км, 18.5 км., 9.25 км., 3.75 км., 0.925 км.*

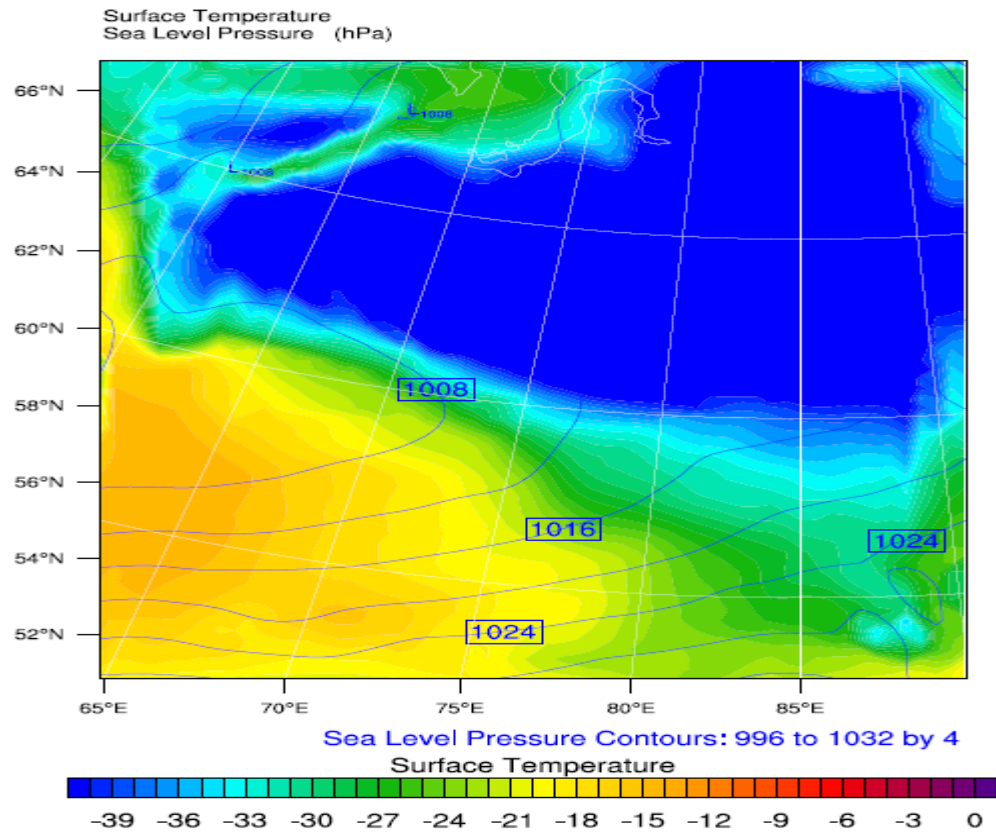
24 – типа землепользования

Land Use and Land Cover Characterization within Air Quality Management Decision Support Systems: Limitations and Opportunities. Maudood N. Khan, William L. Crosson. February 2007

- **Данные MODIS для модели подстилающей поверхности NOAH** с пространственным разрешением: *0.925 км.*

20 – типа землепользования

Примеры полей



Метод вложенных областей: Большое васюганское болото.

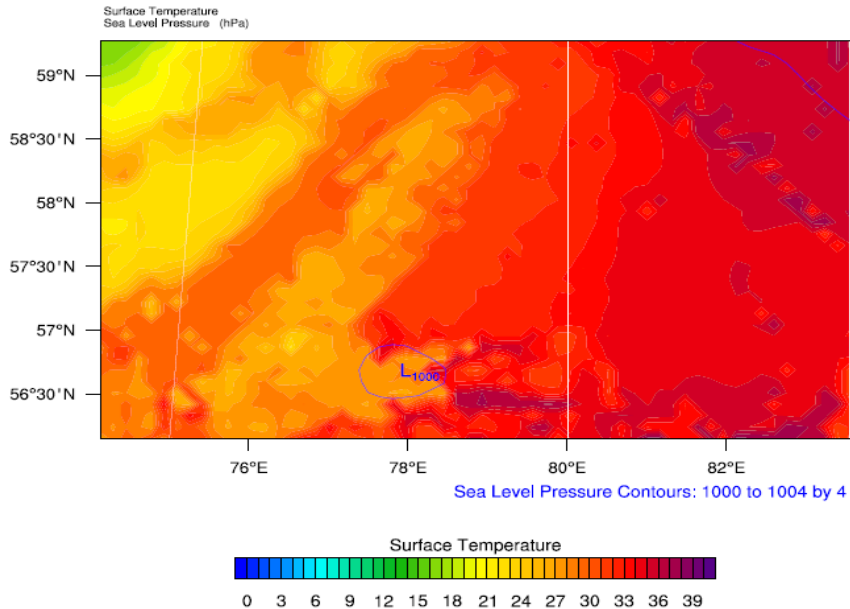


Рис. 2. температура на поверхности, 12 часов дня 20.06.2006 г., Модель WRF, пространственное разрешение - 10 км.

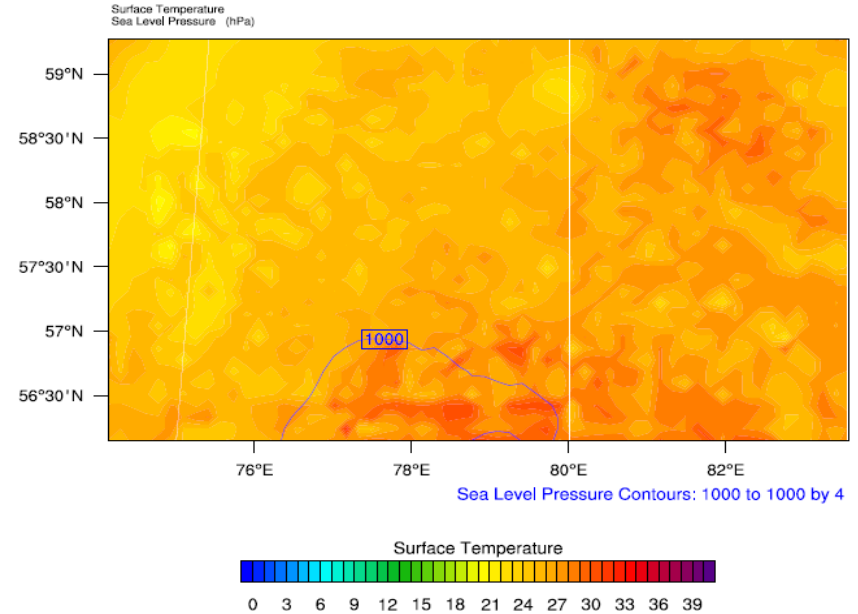
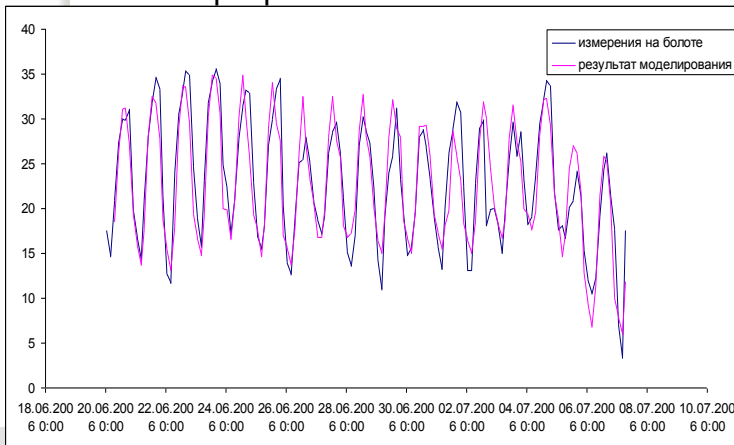


Рис. 3. температура на поверхности, 18 часов вечера 22.06.2006 г., Модель WRF, пространственное разрешение - 10 км.



Данные как часть портала

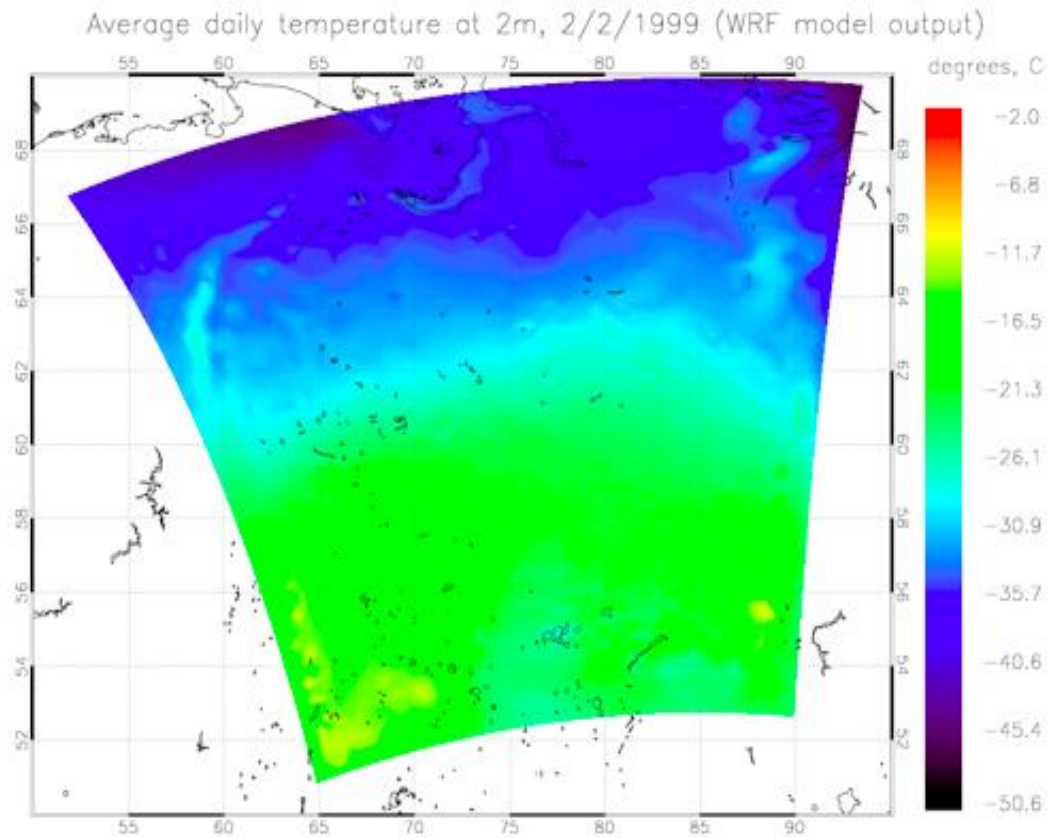


Рис. 4. Среднесуточная температура на 2 м, 2 фев. 1999 г., Модель WRF, пространственное разрешение - 20 км.

Планы

- Получение архива данных на исторический промежуток (1960 г.-2000 г.)
- Получение климатических проекций на исторический промежуток (2000 г.-2050 г.)



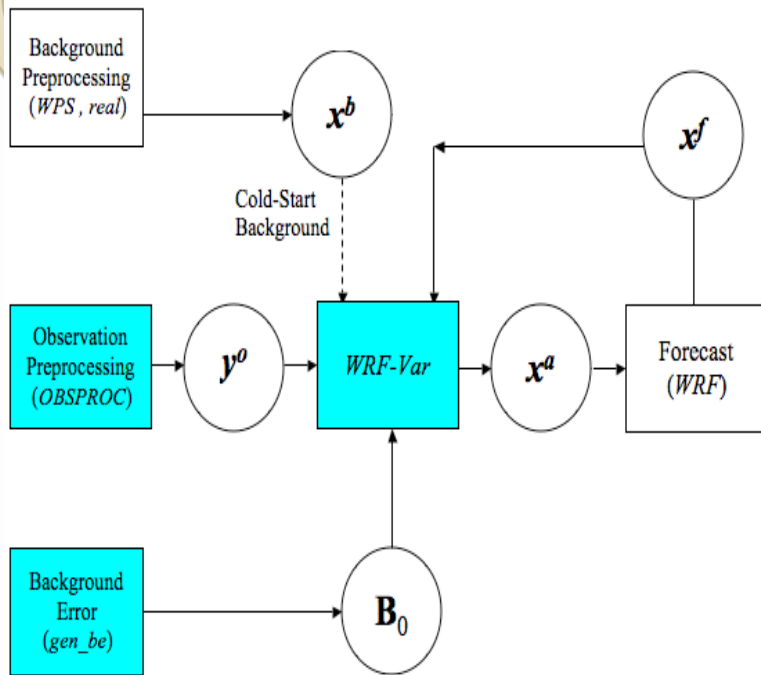
Спасибо за внимание!

bogomolov@scert.ru

Физические опции и схемы

- **11 схем для микрофизики** (схема Кеслера, схема Лина, одномоментная WRF схема 3 го класса, одномоментная WRF схема 5 го класса, NCEP схема, одномоментная WRF схема 6 го класса, схема Годдарда, схема Томпсона, двух моментная схема Мориса, двух моментная WRF схема 5 го класса, двух моментная WRF схема 6 го класса);
- **4-и схемы для длинноволнового излучения** (RRTMG схема, GFDL схема, CAM схем, RRTM схема);
- **5 схем для коротковолнового излучения** (схема Дудхия, схема Годдарта для коротковолнового излучения, GFDL для коротковолнового излучения, CAM для коротковолнового излучения, RRTMG для коротковолнового излучения);
- **5 схем для поверхностного слоя** (схема MM5 модели, схема ETA модели, схема Плейма-Хью, схема QNSE, схема MYNN),
- **4-и модели подстилающей поверхности** (модель Noah, модель RUC, модель Плейма-Хью, модель XCEC);
- **9 схем планетарного пограничного слоя;**
- **2 схемы для диффузии** (схема горизонтальной диффузии 6 го порядка);
- **18 опций для диффузии;**
- **5 типов боковых граничных условий.**

3DVAR усвоение



- x^b - первое приближение, восстановленные поля на основе глобальных данных, из WPS
- x^a -«анализ», из WRF VAR
- x^f - прогноз, из WRF
- y^o -обработанные данные наблюдений, из ряда скриптов WRF VAR
- B_0 -статистика ошибки модели

Barker, D.M., W. Huang, Y. R. Guo, and Q. N. Xiao., 2004: A Three-Dimensional (3DVAR) Data Assimilation System For Use With MM5: Implementation and Initial Results. *Mon. Wea. Rev.*, **132**, 897-914.

Huang, X.Y., Q. Xiao, D.M. Barker, X. Zhang, J. Michalakes, W. Huang, T. Henderson, J. Bray, Y. Chen, Z. Ma, J. Dudhia, Y. Guo, X. Zhang, D.J. Won, H.C. Lin, and Y.H. Kuo, 2009: Four-Dimensional Variational Data Assimilation for WRF: Formulation and Preliminary Results. *Mon. Wea. Rev.*, **137**, 299-314.