



# ПАКЕТЫ ПРОГРАММ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Богомолов В.Ю., Гордов Е.П

*(Институт мониторинга климатических и экологических систем 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 приземного слоя- Eta модель, для земного слоя- NOAH 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, адаптация модели для работы на долгий промежуток времени(downscieing Sfc температуры)**

# Физические опции и схемы

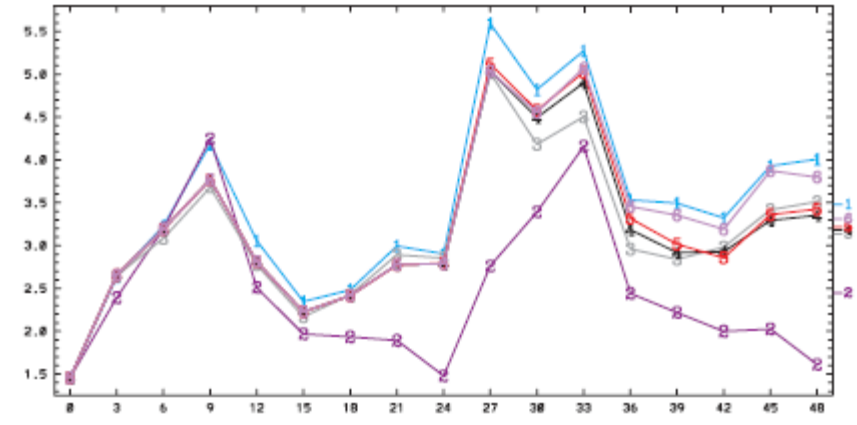
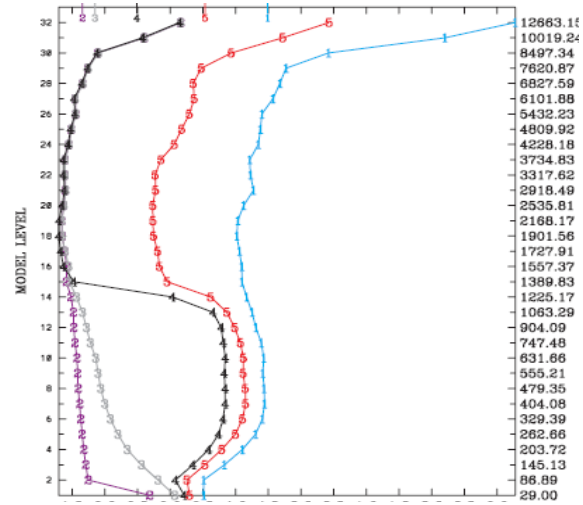
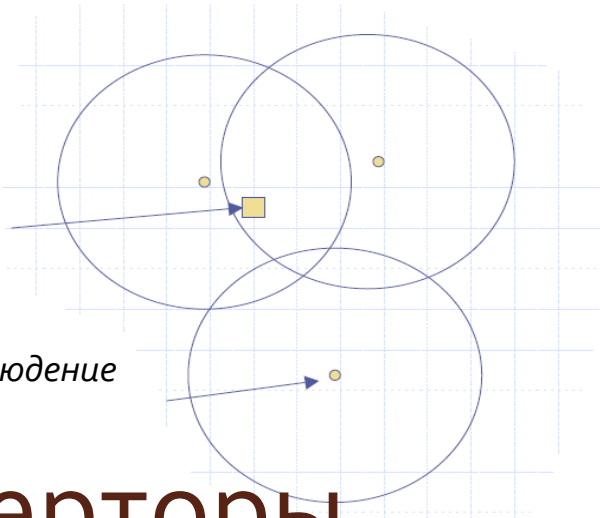
- **11 схем для микрофизики** (схема Кеслера, схема Лина, одномоментная WRF схема 3 го класса, одномоментная WRF схема 5 го класса, NCEP схема, одномоментная WRF схема 6 го класса, схема Годдарда, схема Томпсона, двух моментная схема Мориса, двух моментная WRF схема 5 го класса, двух моментная WRF схема 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

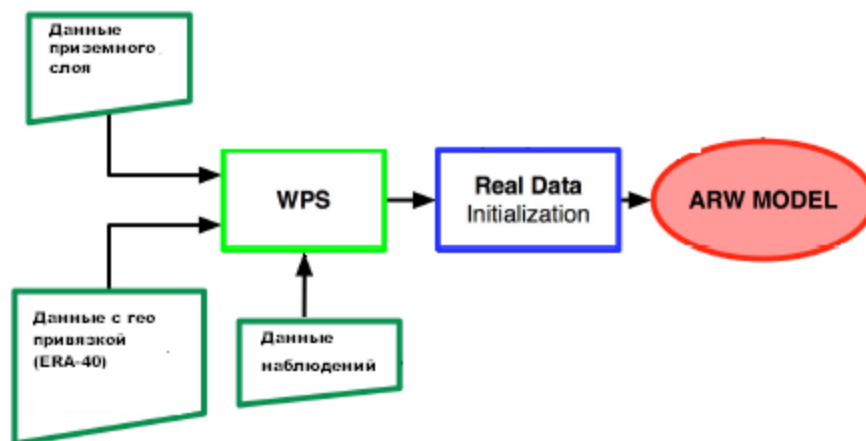
## Конверторы



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	200161414000			
22200036034	02.01.1936	1936010220	15,90	-95,70		
22200036034	05.01.1936	1936010302	4001			
22200036034	05.01.1936	1936010306	FM-12 STMP	0, F F I		
22200036034	05.01.1936	1936010314	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000
22200036034	05.01.1936	1936010320	101260,000	0,000	400000,000	300,000
22200036034	04.01.1936	1936010402	200161414000			
22200036034	04.01.1936	1936010406	15,90	-95,70		
22200036034	04.01.1936	1936010414	4000			
22200036034	04.01.1936	1936010420	FM-12 STMP	0, F F I		
22200036034	05.01.1936	1936010502	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000
22200036034	05.01.1936	1936010506	101260,000	0,000	400000,000	301,000
22200036034	05.01.1936	1936010506	200161414000			
22200036034	05.01.1936	1936010514	17,50	-91,50		
22200036034	05.01.1936	1936010520	4091			
22200036034	05.01.1936	1936010520	FM-12 STMP	0, F F I		
22200036034	05.01.1936	1936010520	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000
22200036034	05.01.1936	1936010520	101260,000	0,000	400000,000	300,000
22200036034	05.01.1936	1936010520	200161414000			
22200036034	05.01.1936	1936010520	17,50	-91,50		
22200036034	05.01.1936	1936010520	4091			
22200036034	05.01.1936	1936010520	FM-12 STMP	0, F F I		
22200036034	05.01.1936	1936010520	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000
22200036034	05.01.1936	1936010520	101260,000	0,000	400000,000	302,000
22200036034	05.01.1936	1936010520	200161414000			
22200036034	05.01.1936	1936010520	17,50	-91,50		
22200036034	05.01.1936	1936010520	4091			
22200036034	05.01.1936	1936010520	FM-12 STMP	0, F F I		
22200036034	05.01.1936	1936010520	101260,000	0,000	-888888,000	-888888,000
22200036034	05.01.1936	1936010520	101260,000	0,000	400000,000	302,000
22200036034	05.01.1936	1936010520	200161414000			
22200036034	05.01.1936	1936010520	17,50	-91,50		
22200036034	05.01.1936	1936010520	4091			

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

# «WRF ARW комплекс»



# 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 землепользовании**

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 землепользовании**

# Ноah модель подстилающей поверхности (NCEP)

- Приземный энергетический баланс

- Аккумуляция воды

- Испарение

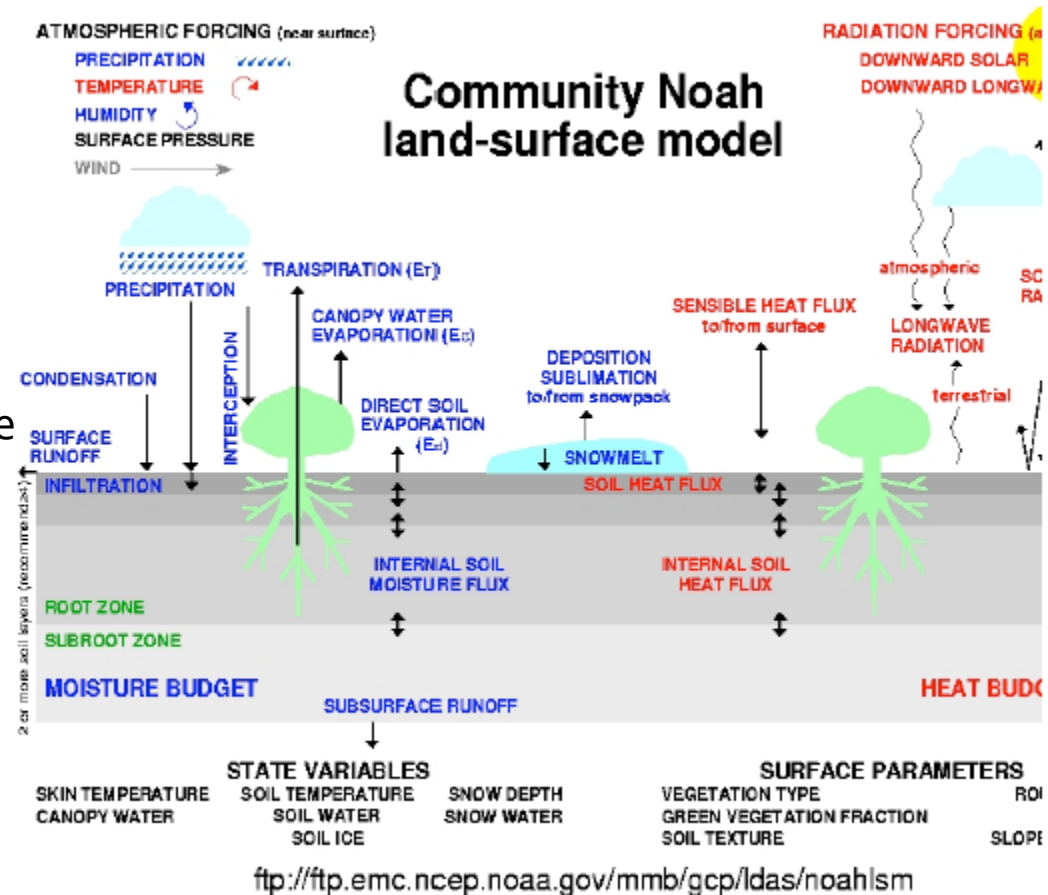
- Теплопроводность почвы

- 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 mode 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



# Получаемые переменные

## **3D fields (3 hourly)**

U: x-wind component

V: y-wind component

W: z-wind component

H: Geopotential Height

T: Potential Temperature

P: Pressure

QVAPOR: Water Vapor Mixing Ratio

QCLOUD: cloud water mixing ratio

QRAIN: Rain Water Mixing Ratio

QICE: Ice Mixing Ratio

QSNOW: Snow Mixing Ratio

## **3D fields (hourly)**

TSLB: Soil Temperature

SMOIS: Soil Moisture

SH2O: Soil Liquid Water

## **fields (3 hourly) 2D fields (hourly)**

Fraction of Frozen Precipitation

SST: Sea Surface Temperature

POTEVP: accumulated potential evaporation

SNOPCX: snow phase change heat flux

SOILTB: bottom soil temperature

Q2: QV at 2 M

T2: TEMP at 2 M

TH2: POT TEMP at 2 M

PSFC: SFC PRESSURE

U10: U at 10 M

V10: V at 10 M

SMSTAV: Moisture Availability

SMSTOT: Total Soil Moisture

SFROFF: Surface Runoff

UDROFF: Underground Runoff

SFCEVP: Surface Evaporation

GRDFLX: Ground Heat Flux

ACGRDFLX: Accumulated Ground Heat Flux

ACSNOW: Accumulated Snow

ACSNOM: Accumulated Melted Snow

SNOW: Snow Water Equivalent

SNOWH: Physical Snow Depth

## **2D fields (hourly)**

RHOSN: Snow Density

CANWAT: Canopy Water

TSK: Surface Skin Temperature

RAINC: Accumulated Total Cumulus Precipitation

RAINNC: Accumulated Total Grid Scale Precipitation

SNOWNC: Accumulated Total Grid Scale Snow And Ice

GRAUPELNC: Accumulated Total Grid Scale Graupel

SWDOWN: Downward Short Wave Flux At Ground Surface

GLW: Downward Long Wave Flux At Ground Surface

ACSWUPT: Accumulated Upwelling Shortwave Flux At Top

ACSWUPTC: Accumulated Upwelling Clear Sky SW Flux At Top

ACSWDNT: Accumulated Downwelling Shortwave Flux At Top

ACSWDNTC: Accumulated Downwelling Clear Sky SW Flux At Top

ACSWUPB: Accumulated Upwelling Shortwave Flux At Bottom

ACSWUPBC: Accumulated Upwelling Clear Sky SW Flux At Bottom

ACSWDNB: Accumulated Downwelling Shortwave Flux At Bottom

CSWDNBC: Accumulated Downwelling Clear Sky SW Flux At Bottom

ACLWUPT: Accumulated Upwelling Longwave Flux At Top

ACLWUPTC: Accumulated Upwelling Clear Sky Longwave Flux At Top

ACLWDNT: Accumulated Downwelling Longwave Flux At Top

ACLWDNTC: Accumulated Downwelling Clear Sky Longwave Flux At Top

ACLWUPB: Accumulated Upwelling Longwave Flux At Bottom

ACLWUPBC: Accumulated Upwelling Clear Sky Longwave Flux At Bottom

ACLWDNB: Accumulated Downwelling Longwave Flux At Bottom

ACLWDNBC: Accumulated Downwelling Clear Sky Longwave Flux At Bottom

OLR: TOA Outgoing Long Wave

EMISS: Surface Emissivity

PBLH: PBL Height

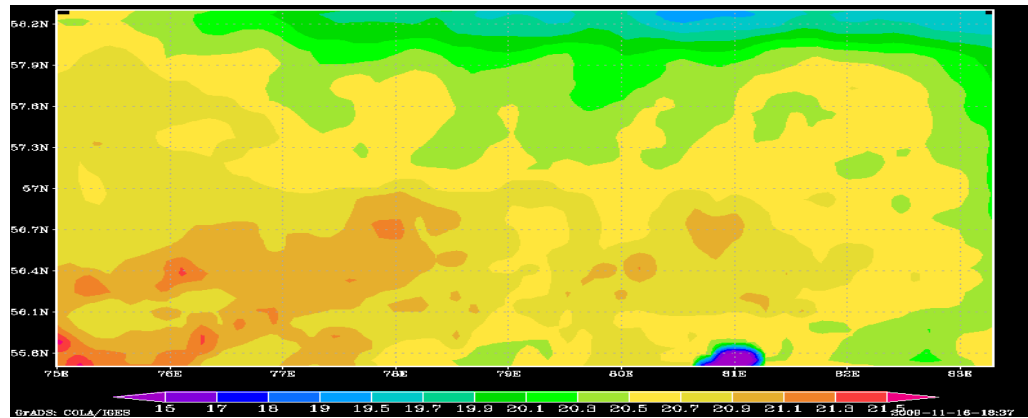
HFX: Upward Heat Flux At The Surface

QFX: Upward Moisture Flux At The Surface

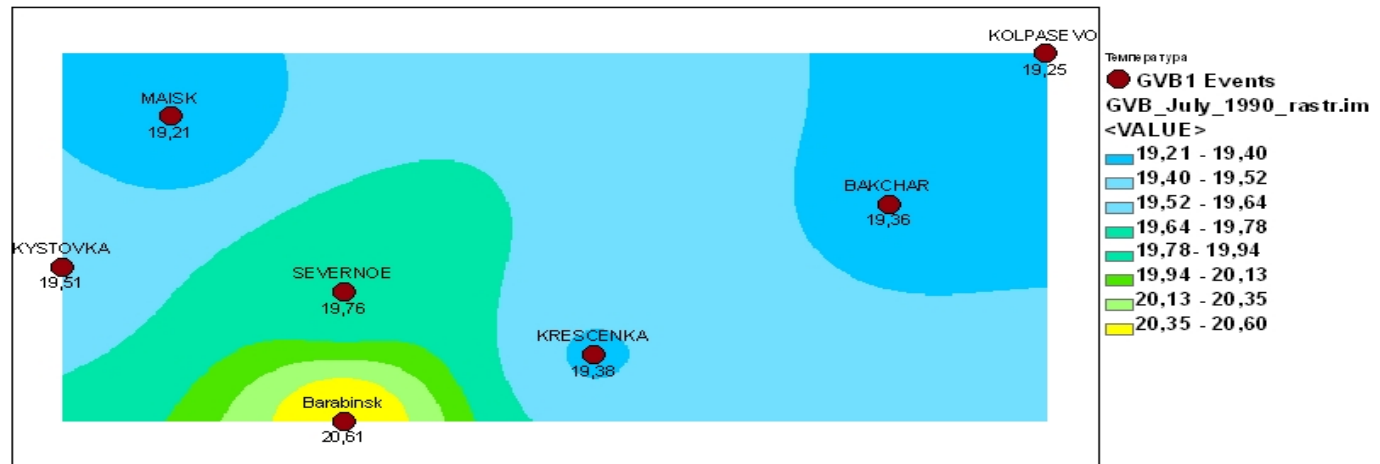
LH: Latent Heat Flux At The Surface

ACHFX: Accumulated Upward Heat Flux At The Surface

ACLHF: Accumulated Upward Latent Heat Flux At The Surface



поле средней температуры за июль 1990 год на основе модели WRF ARW



поле средней температуры за июль 1990 год на основе ГИС интерполяции

# Метод вложенных областей: Большое васюганское болото.

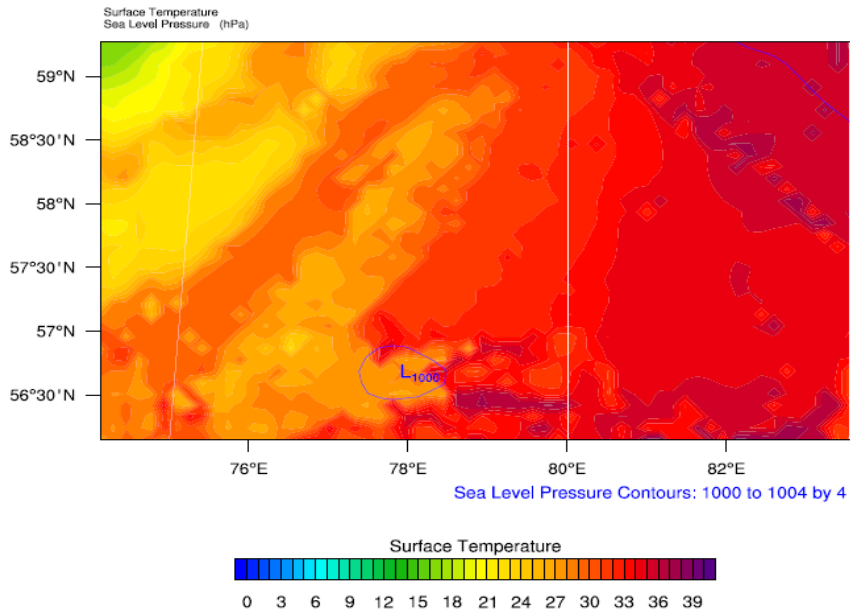


Рис. 2. температура на поверхности, 12 часов дня 20.06.2006 г., Модель WRF, пространственное разрешение - 10 км.

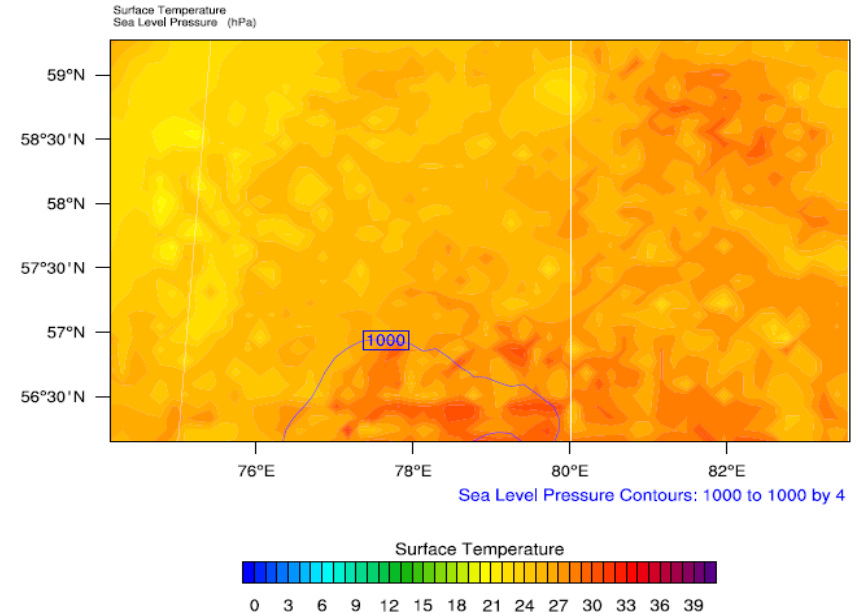
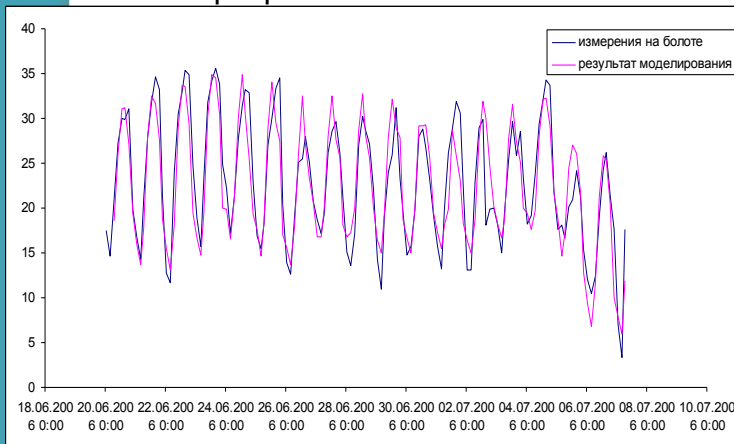


Рис. 3. температура на поверхности, 18 часов вечера 22.06.2006 г., Модель WRF, пространственное разрешение - 10 км.



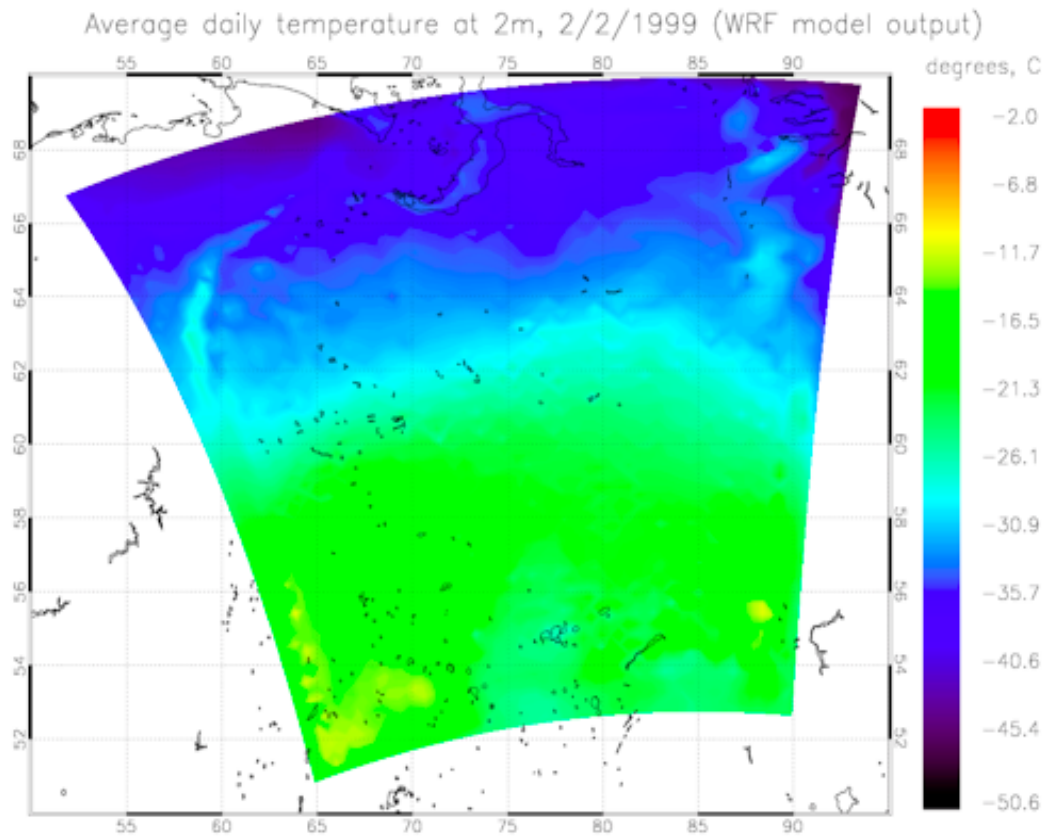


Рис. 4. Среднесуточная температура на 2 м, 2 фев. 1999 г., Модель WRF, пространственное разрешение - 20 км.

# Планы

- Валидация, оценка получаемых архивов Профилей скорости ветра
- Использование данного архива в качестве основы для выполнения тематических проектов, исследования мелкомасштабных структур и неоднородностей в приземном слое.



Спасибо за внимание!

[bogomolov@scert.ru](mailto:bogomolov@scert.ru)