

# Влияние изменения лесистости на региональные погодные условия: оценка с применением мезомасштабной модели

А.В. Ольчев <sup>1,3</sup>, И.А. Розинкина <sup>2</sup>, Е.В. Кузьмина <sup>2</sup>,  
М.А. Никитин <sup>2</sup>, Г.С. Ривин <sup>1,2</sup>

*(1) Географический факультет МГУ, Москва*

*(2) Гидрометеорологический научно-исследовательский центр  
Российской Федерации, Москва*

*(3) Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова  
РАН, Москва*

**Леса и климат постоянно находятся в тесном взаимодействии, формируемом через сложную систему прямых и обратных связей.**

Климатические условия определяют состав лесных растительных сообществ и их распределение по земной поверхности. Они оказывают влияние на рост и развитие лесов, а также на их продуктивность.

Леса в свою очередь также воздействуют на климат, активно поглощая  $\text{CO}_2$  из атмосферы в процессе фотосинтеза, регулируя поступление влаги в атмосферу в процессе транспирации, влияя на радиационный и тепловой режим земной поверхности.



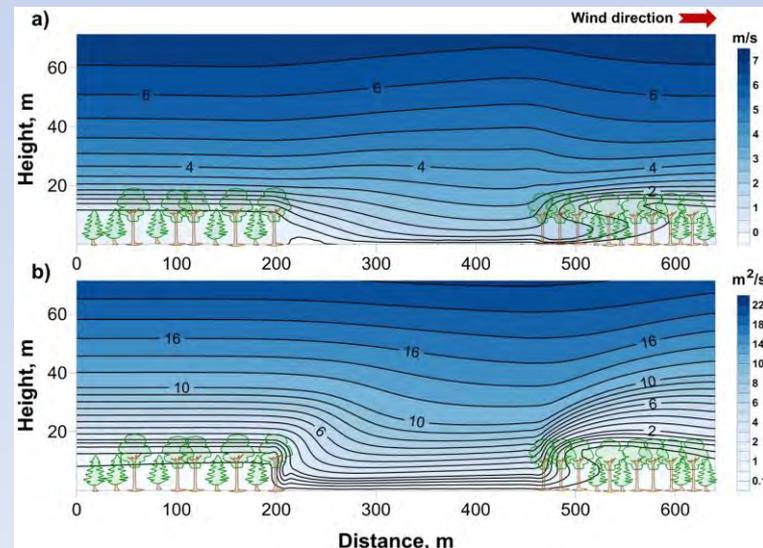
**Задача требующая решения:**

**прогноз воздействия изменений лесной растительного покрова (лесистости, видового состава, ...) на метеорологические и климатические условия (в локальном и региональном масштабе) в разных географических регионах с разными климатическими условиями, видовым составом растительности, условиями почвенного увлажнения, рельефом, и др.**

**Для ответа требуется проведение комплексных экспериментальных и модельных исследований.**

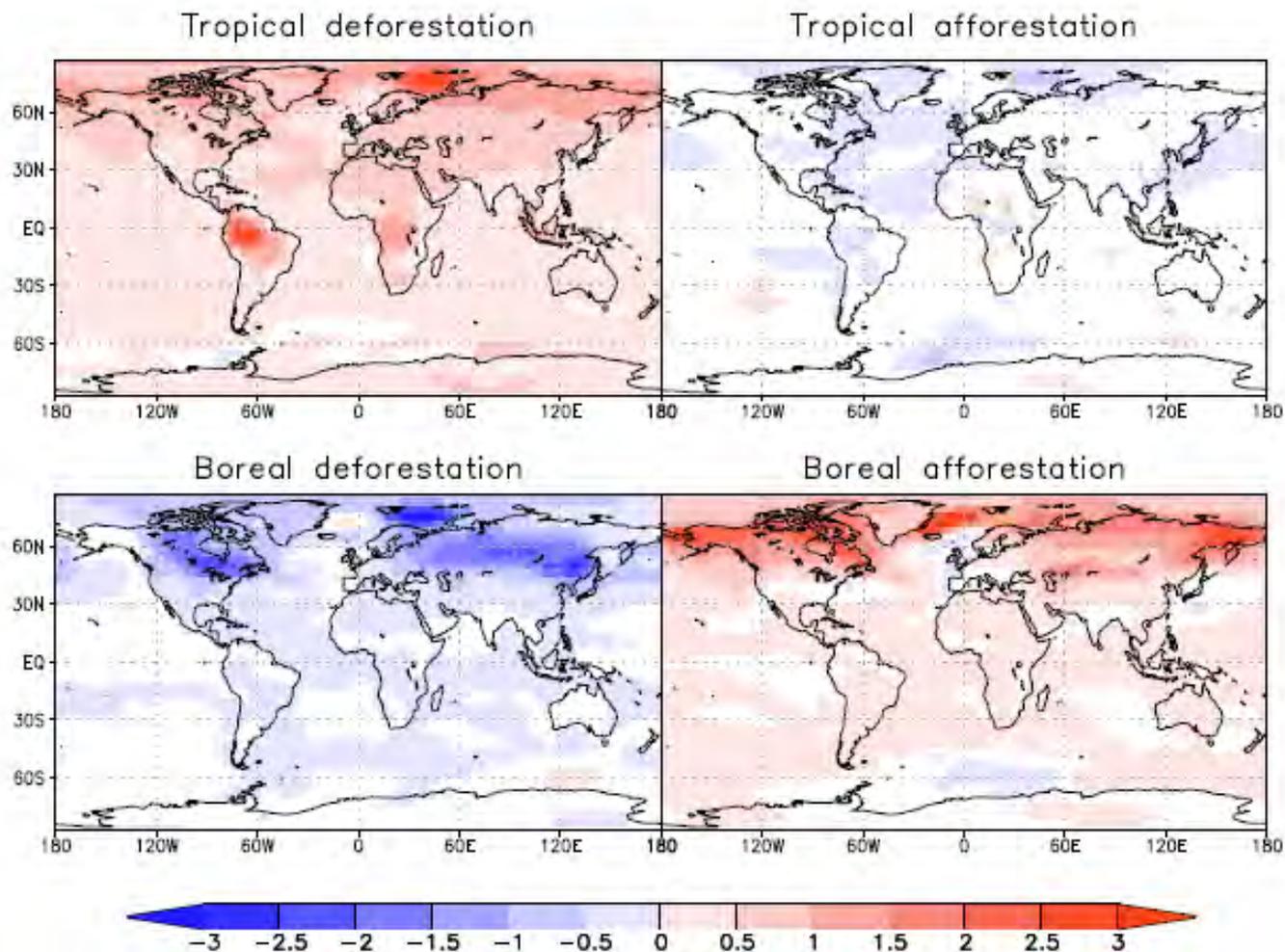
В настоящее время наиболее широкое распространение получили исследования на локальном уровне: как экспериментальные, так и модельные.

Они включают: экспериментальные микроклиматические исследования, измерения потоков парниковых газов, экспериментальные и модельные исследования радиационного и турбулентного (ветрового) режима, и др.



# Влияние изменения лесистости на глобальный климат (оценки с помощью модели земной системы MPI-ESM)

Модель Института Макса Планка (MPI-ESM): модель атмосферы ECHAM5, модели поверхности суши, включающей модуль динамики растительного покрова JSBACH, модель океана MRIOM, модель биохимии океана HAMOCC5, и др.

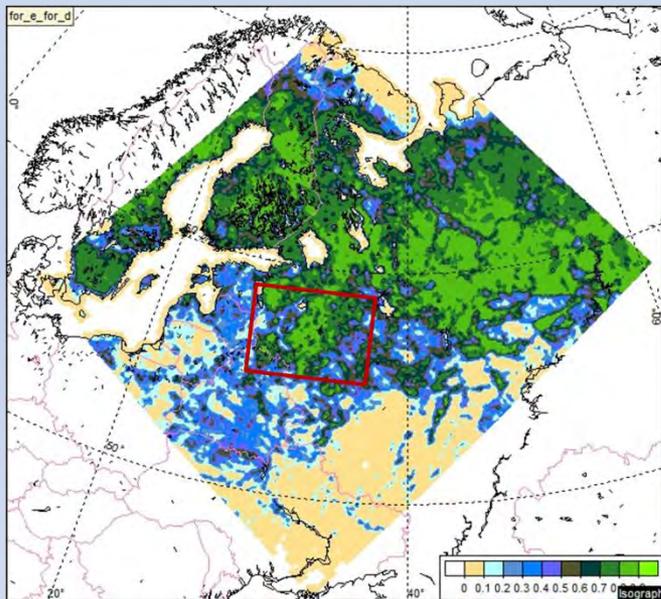


## Значительная неопределенность при описании процессов взаимодействия земной поверхности и атмосферы в глобальных и региональных моделях связана с:

- ✓ Многообразием процессов, влияющих на процессы взаимодействия земной поверхности и атмосферы, и использованием многочисленных модельных упрощений (особенно при описании взаимодействия атмосферы и земной поверхности покрытой растительностью).
- ✓ Неоднородностью подстилающей поверхности (рельеф, растительность, почвы);
- ✓ Дефицитом необходимых входных данных (биофизические свойства растительности и почвы);
- ✓ и др.

## Основная цель исследования:

оценить влияние изменения лесистости при обезлесении или облесении на региональные метеорологические условия на примере центральных районов Восточно-Европейской равнины (ВЕР) с применением климатической версии мезомасштабной модели COSMO.



## Район исследований:

- ✓ модельная область между  $50^{\circ}$  -  $70^{\circ}$  с.ш. и  $15^{\circ}$  -  $55^{\circ}$  в.д., охватывающая большую часть ВЕР.
  - ✓ центральная часть ВЕР ( $55$ - $59$  с.ш.,  $28$ - $37$  в.д.) в пределах которой имитировалось изменение степени облесенности,
- Временной интервал:** теплый период года (с мая по сентябрь 2010 г.).

*Географическое распространение хвойных и широколиственных лесов в пределах исследуемой модельной области.*

*Красным квадратом обозначена территория в пределах которой имитировалось изменение лесистости.*

*Современная степень облесенности выбранной территории составляет около 50%*

## Сценарии модельных экспериментов:

- ✓ полное обезлесение модельной области;
- ✓ полное облесение модельной области, главным образом за счет увеличения доли пионерных мелколиственных пород деревьев (береза, осина).

## Модель:

Климатическая версия негидростатической мезомасштабной модели COSMO (COSMO-CLM). Шаг сетки составлял 13 и 6 км. Описание процессов взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью в COSMO-CLM осуществляется блоком моделей подстилающей поверхности суши (TERRA). В расчетной схеме растительность представлена несколькими типами сообществ, включая леса и травянистую растительность. Включено дополнительное разделение лесов на хвойные, широколиственные и смешанные. В модели задается механический состав почвы, гидравлическая проводимость и теплопроводность почвенных горизонтов, и др.

## **Начальные и граничные условия :**

Начальные данные и граничные условия – данные реанализа ERA Interim с 6-часовым разрешением по времени и  $0.75^{\circ} \times 0.75^{\circ}$  по пространству (т.е. *модельные глобальные поля метеорологических величин, полученных с использованием всей совокупности доступных данных наблюдений по земному шару*). Прогнозы рассчитывались в непрерывном цикле для нескольких месяцев с «подпиткой» данными на боковых границах модельной области, охватывающей большую часть Восточно-Европейской равнины, результатами реанализа ERA Interim.

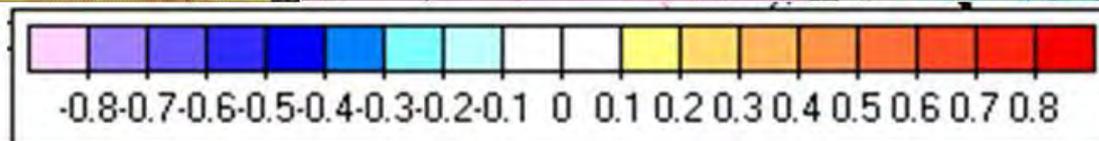
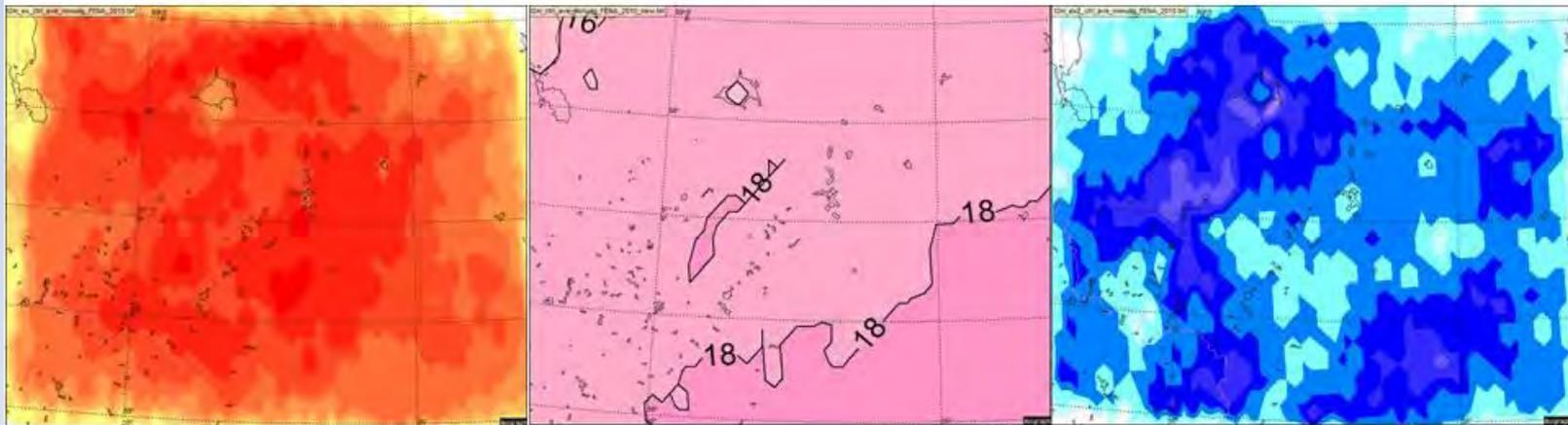
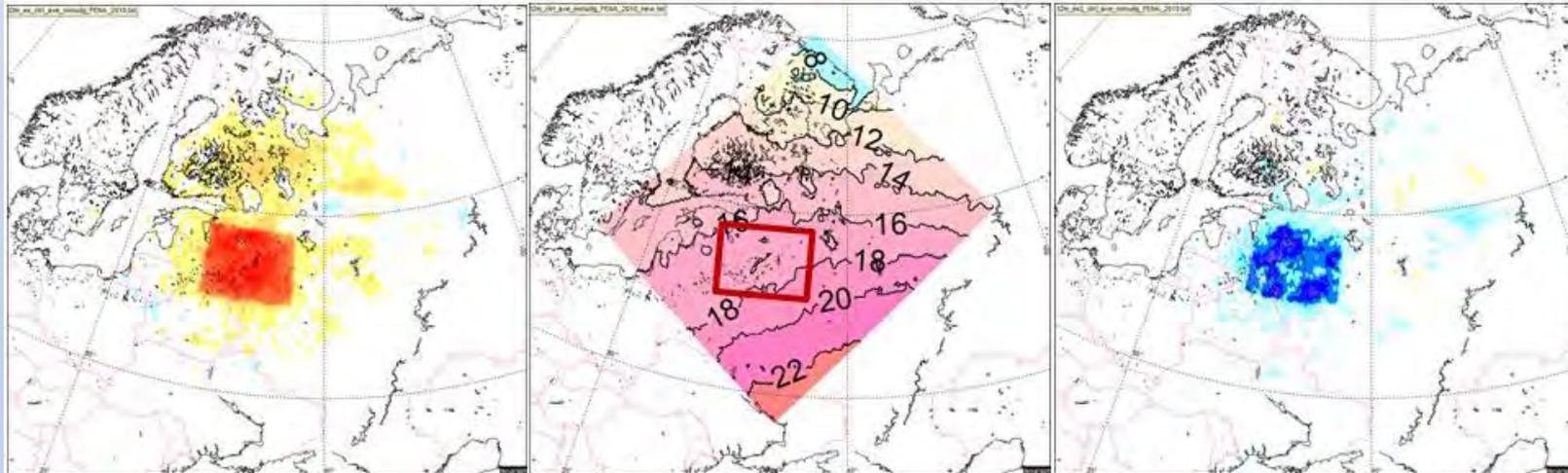
Для имитации в модели процесса обезлесения и облесения был выбран комплекс ключевых модельных параметров COSMO, характеризующих различные типы растительности: листовой индекс, параметр шероховатости, глубина корневой системы растений, доля покрытия территории различными типами леса.

# Средние за период с мая по сентябрь 2010 г. значения приземной температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и их изменения при сценариях, имитирующих полное обезлесение и облесение территории

Обезлесение

Контрольный эксперимент

Облесение



# Изменение среднемесячных значений температуры воздуха (°C)

Центральная часть моделируемой области ВЕР (с измененной лесистостью)

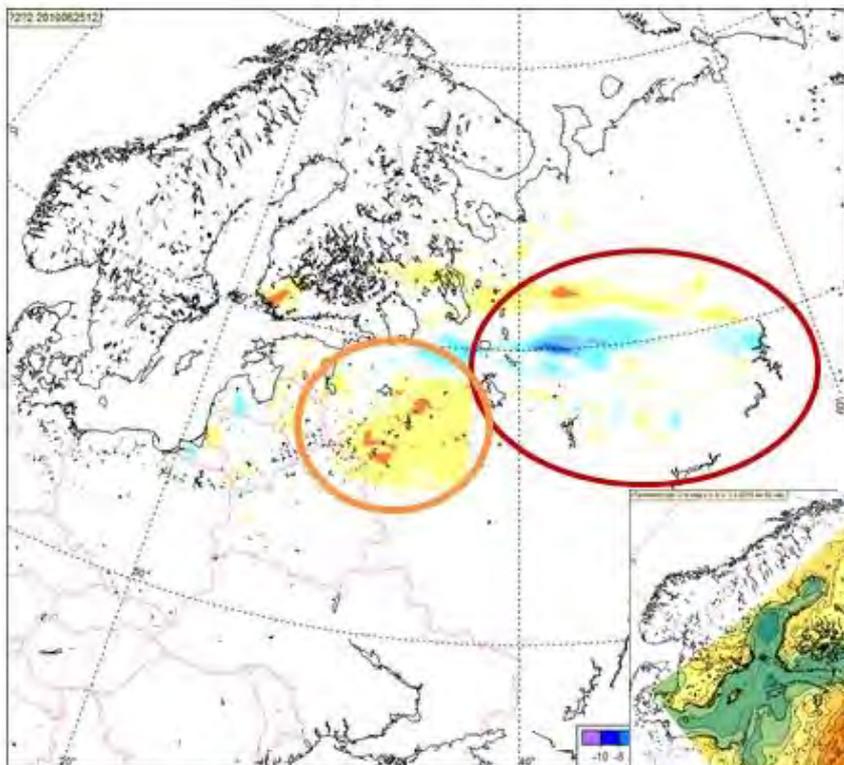
Месяцы 2010 г.						
Эксперименты	5	6	7	8	9	Сред.
Контрольный эксперимент	9.6	11.9	19.0	15.5	9.2	13.0
Полное обезлесение	9.7 (+0.1)	12.1 (+0.2)	19.6 (+0.6)	15.7 (+0.2)	9.2 (0.0)	13.3 (+0.3)
Полное облесение	9.5 (-0.1)	11.8 (-0.1)	18.8 (-0.2)	15.4 (-0.1)	9.1 (-0.1)	12.9 (-0.1)

Вся моделируемая область ВЕР

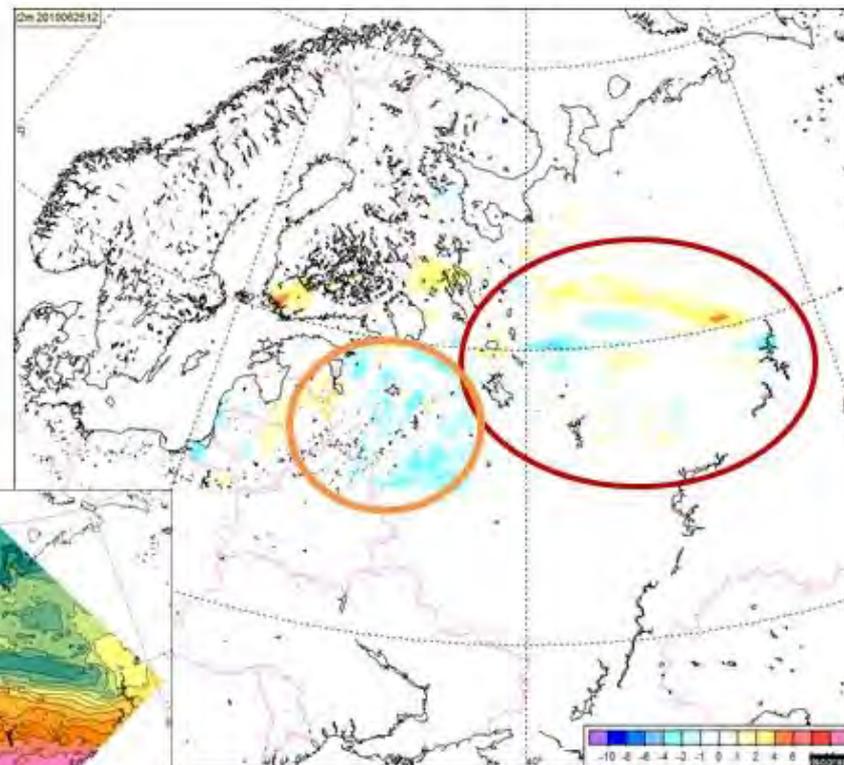
Месяцы 2010 г.						
Эксперименты	5	6	7	8	9	Сред.
Контрольный эксперимент	11.8	14.7	20.9	18.3	10.9	15.3
Полное обезлесение	11.9	14.7	21.1	18.4	10.9	15.4
Полное облесение	11.8	14.7	20.9	18.3	10.9	15.3

# Изменения температуры воздуха (°C) при сценариях, имитирующих полное обезлесение и облесение территории (25 июня 2010 г., 12:00)

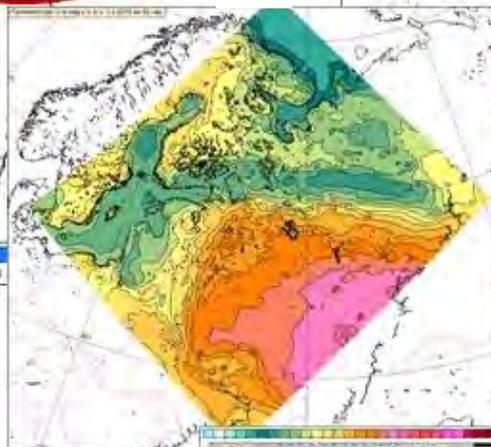
Обезлесение



Облесение



Контрольный эксперимент

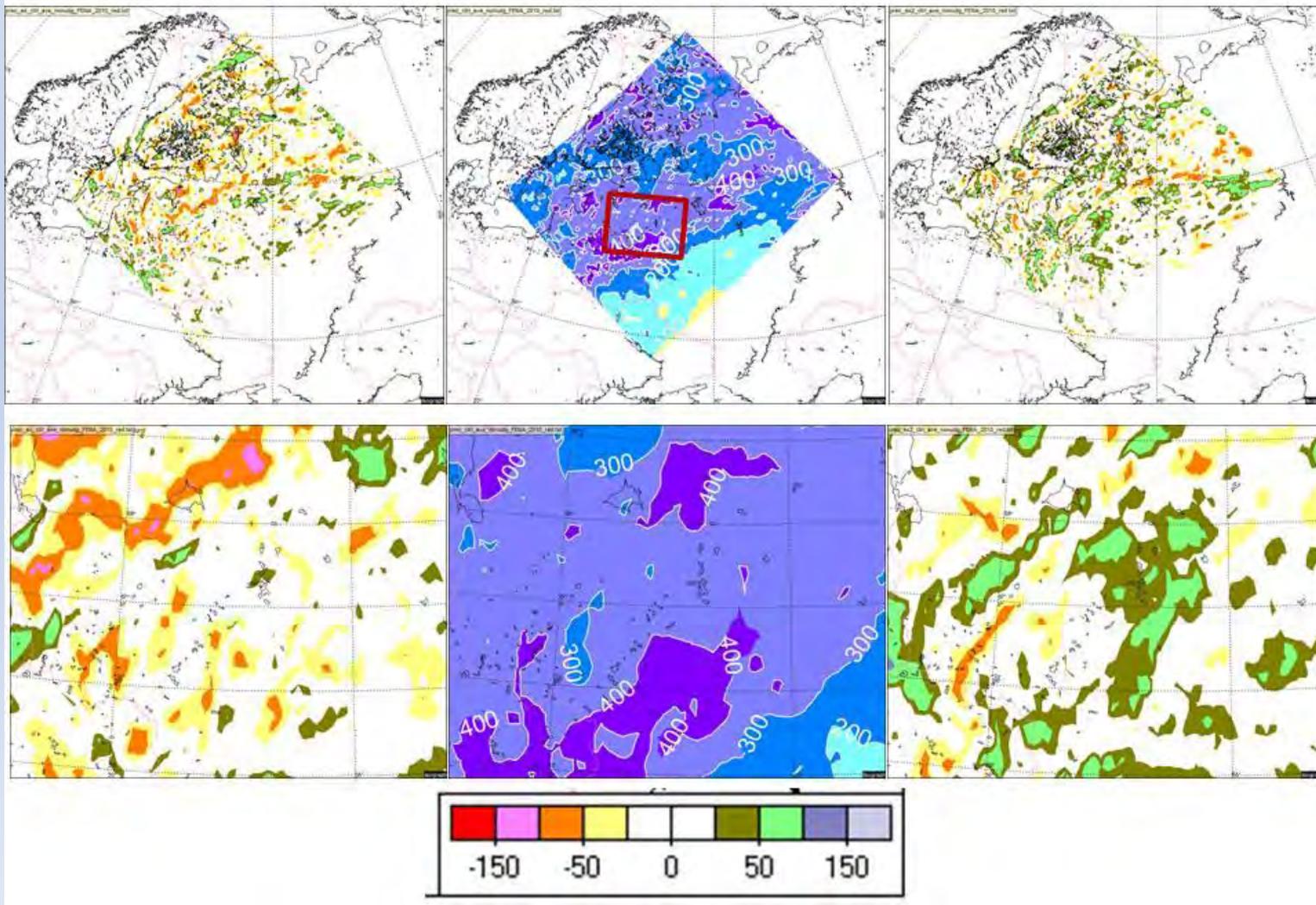


# Суммарное количество осадков за период с мая по сентябрь 2010 г. в мм, и их изменение при сценариях, имитирующих полное обезлесение и облесение территории

Обезлесение

Контрольный эксперимент

Облесение



# Изменение месячных значений количества осадков (мм)

## Центральная часть моделируемой области ВЕР (с измененной лесистостью)

Месяцы 2010 г.						
Эксперименты	5	6	7	8	9	Сред.
Контрольный эксперимент	75.2	79.4	47.4	52.1	68.4	322.5
Полное обезлесение	74.9 (-0.4%)	77.5 (-2.4%)	43.6 (-8.0%)	47.5 (-8.8%)	67.9 (-0.7%)	311.4 (-3.4%)
Полное облесение	75.6 (+0.5%)	83.1 (+4.8%)	49.5 (+4.8%)	53.4 (+2.7%)	69.7 (+1.9%)	331.3 (+2.8%)

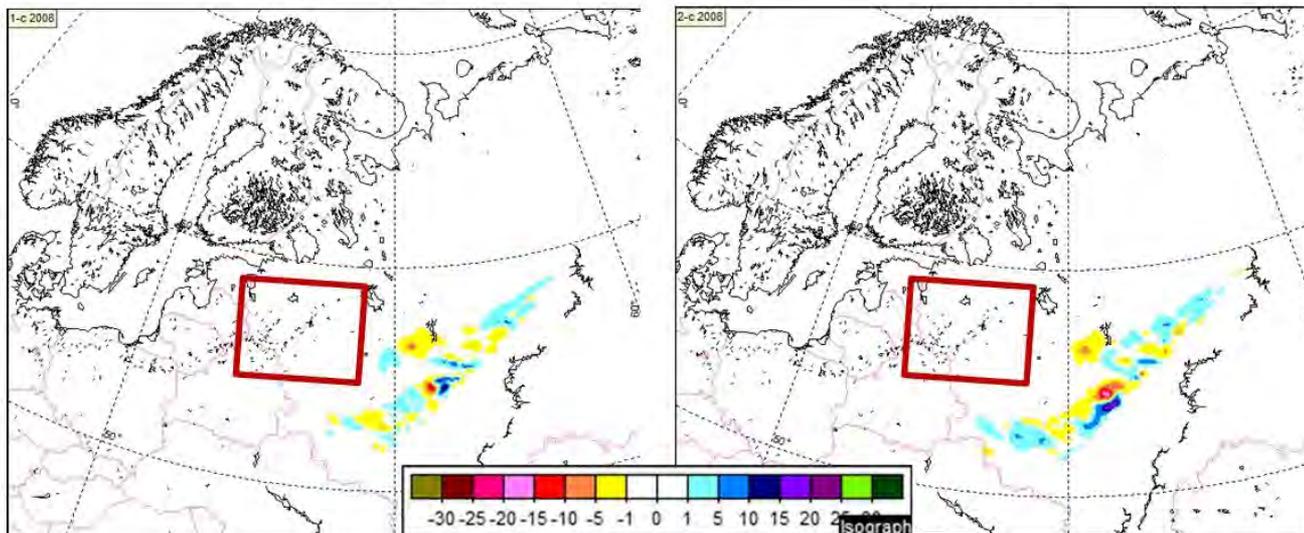
## Вся моделируемая область ВЕР

Месяцы 2010 г.						
Эксперименты	5	6	7	8	9	Сред.
Контрольный эксперимент	50.5	57.8	37.4	49.0	57.6	252.3
Полное обезлесение	51.0 (+1.0%)	56.1 (-2.9%)	35.9 (-4.0%)	47.3 (-3.5%)	57.5 (-0.2%)	247.8 (-1.8%)
Полное облесение	50.6 (+0.2%)	58.3 (+0.9%)	37.8 (+1.1%)	48.9 (-0.2%)	57.8 (+0.3%)	253.4 (+0.4%)

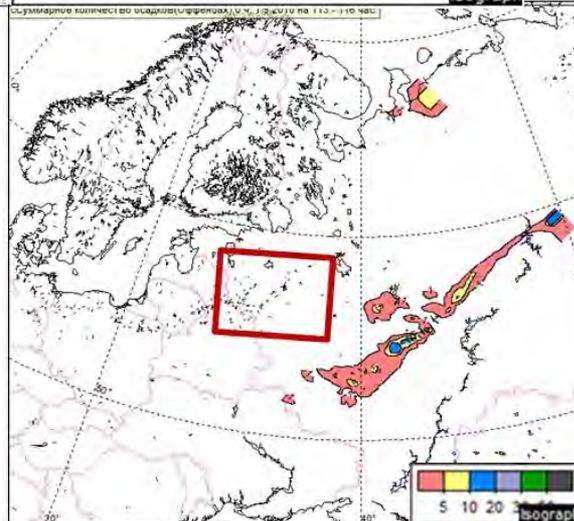
# Изменение количества выпадающих осадков (мм) при сценариях, имитирующих полное обезлесение и облесение территории (20 августа 2010 г., 12:00)

Обезлесение

Облесение



Контрольный эксперимент

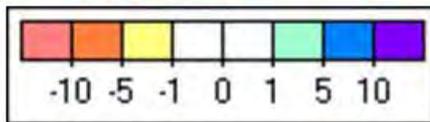
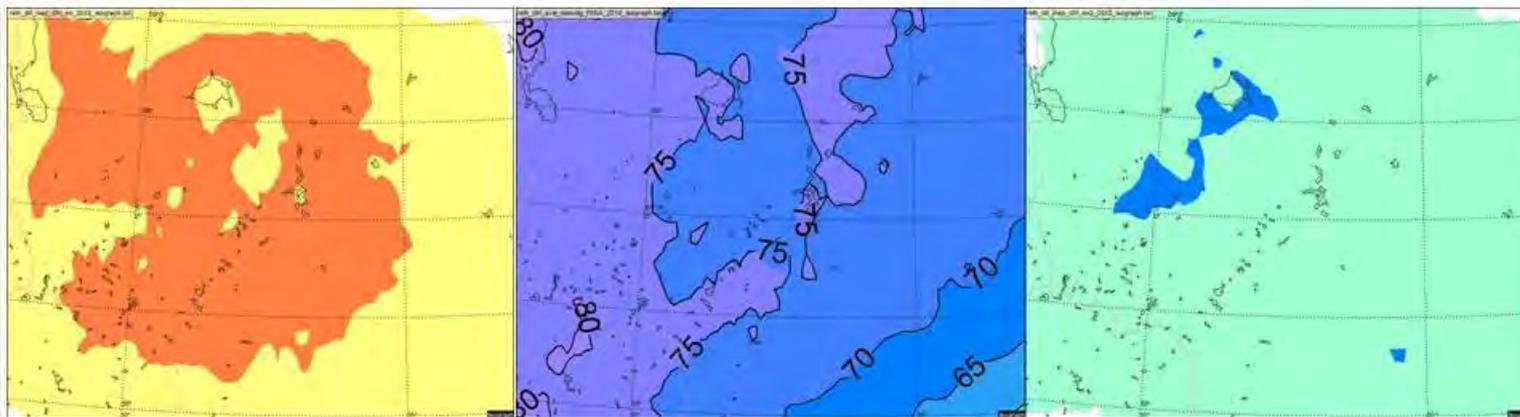
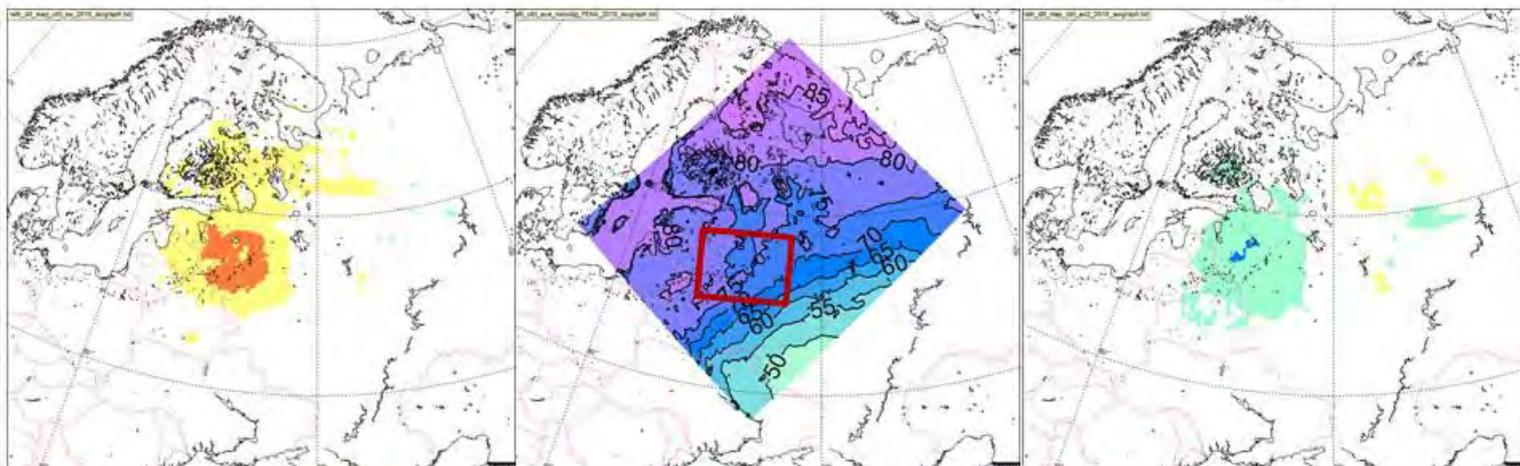


Средние за период с мая по сентябрь 2010 г. значения относ. влажности воздуха (%) и их изменения при сценариях, имитирующих полное обезлесение и облесение территории

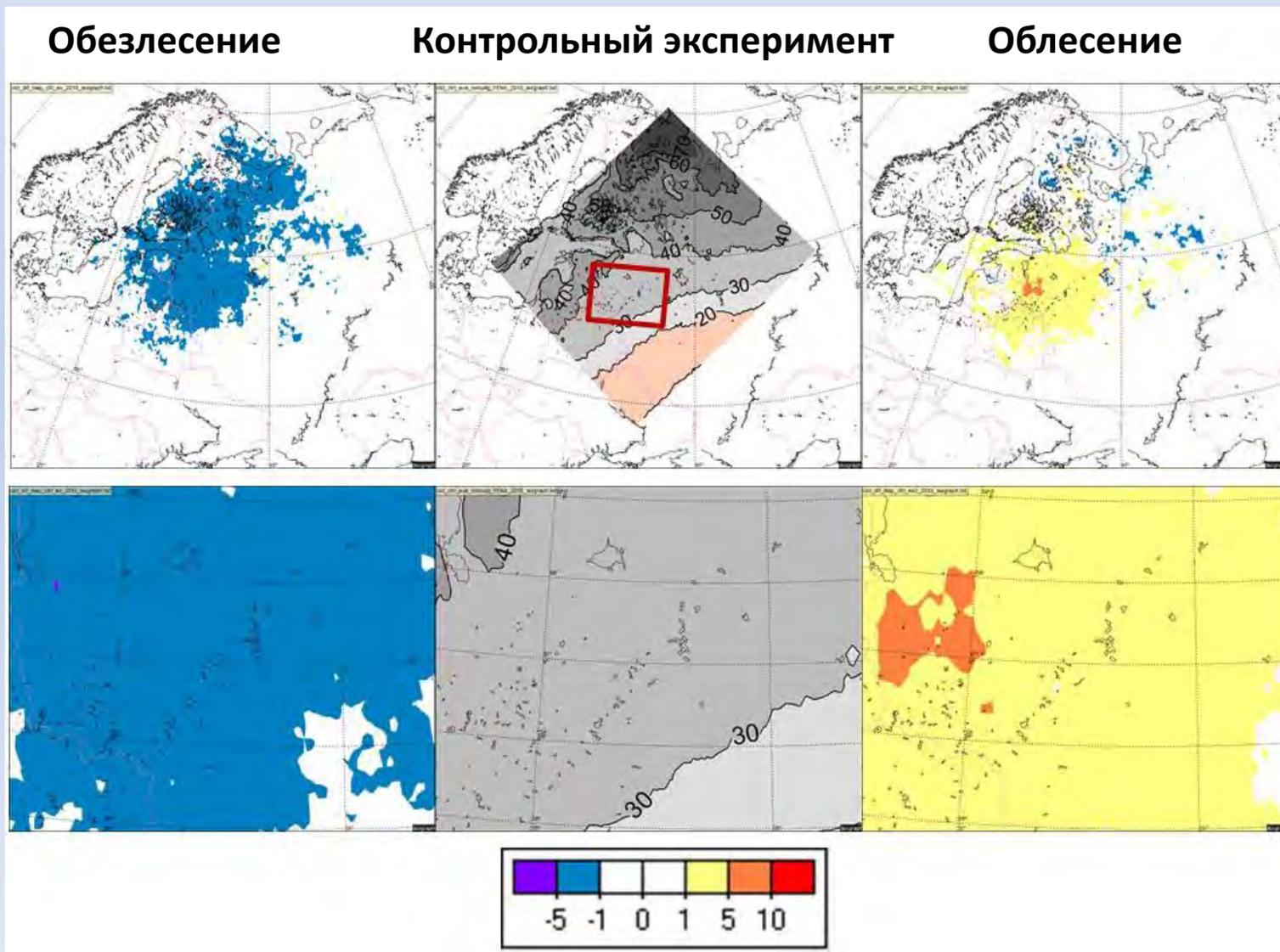
Обезлесение

Контрольный эксперимент

Облесение

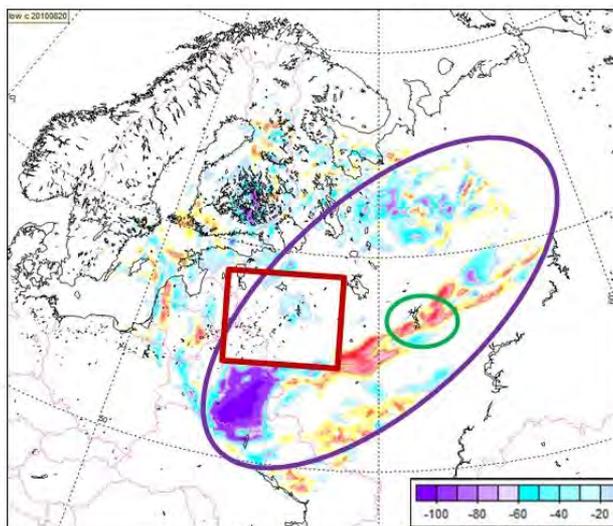


# Средние за период с мая по сентябрь 2010 г. значения облачности нижнего яруса (%) и их изменения при сценариях, имитирующих полное обезлесение и облесение территории

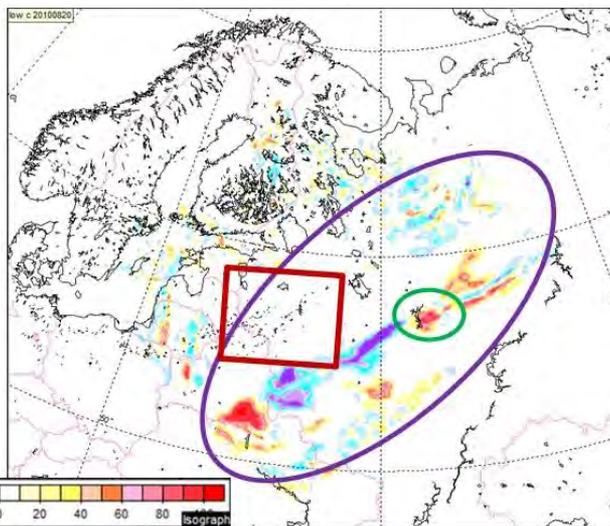


# Изменение балла облачности нижнего яруса (%) при сценариях, имитирующих полное обезлесение и облесение территории (20 августа 2010 г., 12:00)

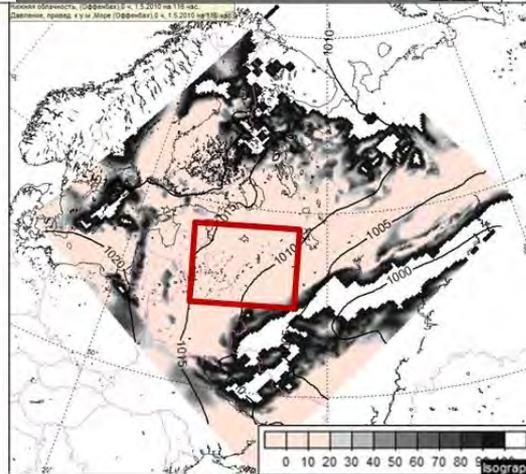
Обезлесение



Облесение



Контрольный эксперимент



# Количество случаев тумана за 5 месяцев 2010 г. при разных сценариях изменения лесистости

станция	Все случаи туманов			Кол-во сильных туманов		
	Контроль	Обезлесение	Облесение	Контроль	Обезлесение	Облесение
Валдай	39	30	62	22	19	41
Новгород	38	18	57	23	11	36
Псков	33	25	55	21	15	36
Тверь	32	28	48	19	20	25

## Максимальная скорость ветра на 10 м (в м/с) за 5 месяцев 2010 г.

станция	Скорость ветра, м/с		
	Контроль	Обезлесение	Облесение
Валдай	7	9	6
Новгород	8	10	6
Псков	10	10	8
Тверь	8	10	6

# Основные выводы

Результаты проведенного модельного исследования на примере летнего периода 2010 года показали значительное влияние, оказываемое процессами обезлесения и облесения на региональные метеорологические условия как для исследуемого региона, так и в прилегающих к исследуемому району областях Восточно-Европейской равнины. Изменения произошли в полях температуры воздуха, облачности нижнего яруса, скорости ветра, осадков, относительной влажности воздуха, и др. метеопараметров.

Процессы обезлесения для теплого периода года могут привести к росту температуры и скоростей ветра, уменьшению количества осадков, количества нижней облачности и относительной влажности. Процессы облесения приводят к обратным эффектам. Максимальные изменения наблюдались в летние месяцы (июль, август).