

# Изменение характеристик климата на Украине в первой четверти 21 века

В.Н. Хохлов, д.г.н., проф.

А.Н. Полевой, д.г.н., проф.

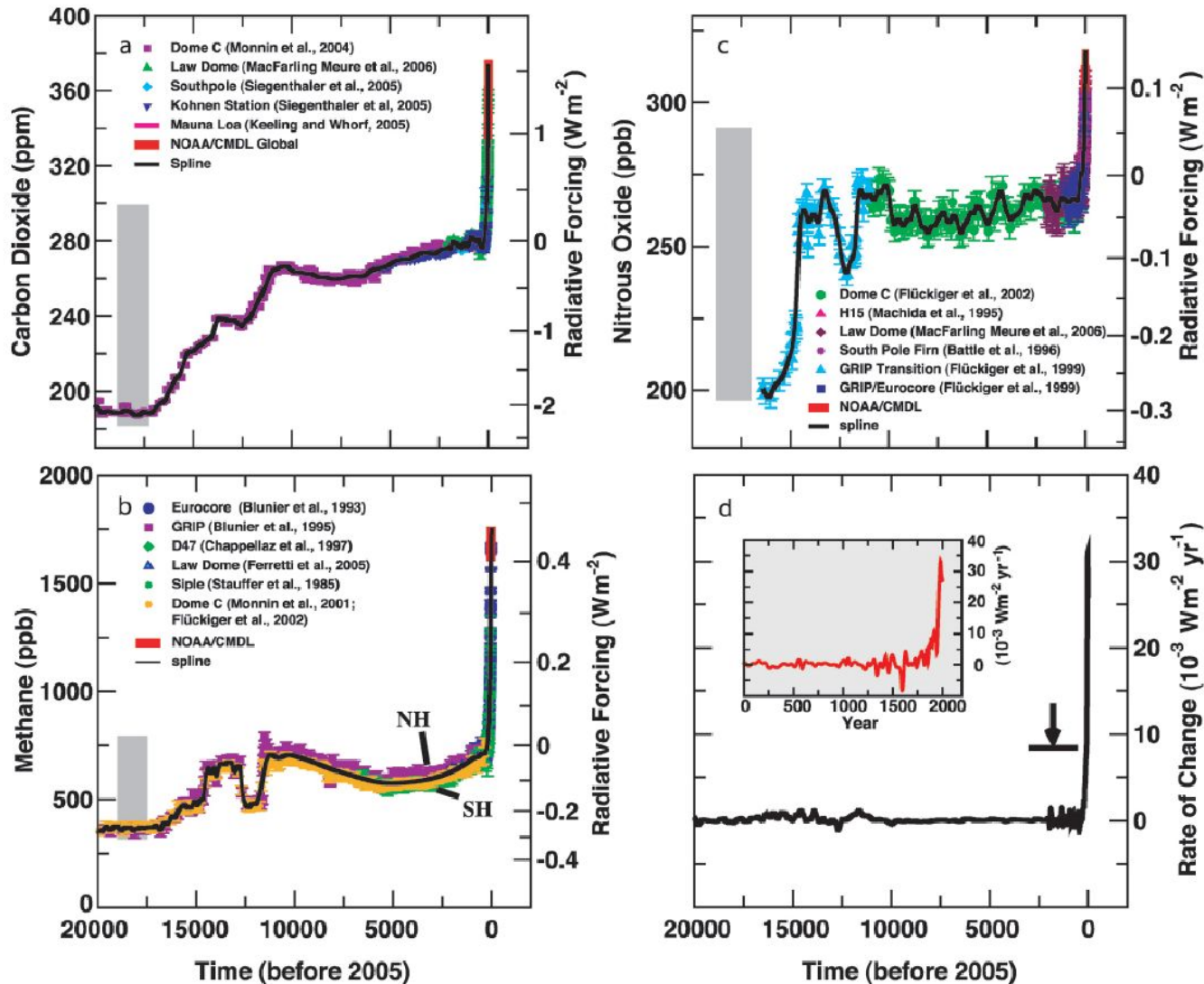
Одесский государственный экологический  
университет

# Вопросы:

- Климат изменяется ?
- Климат моделируется ?
- Что происходит/произойдет в Украине ?

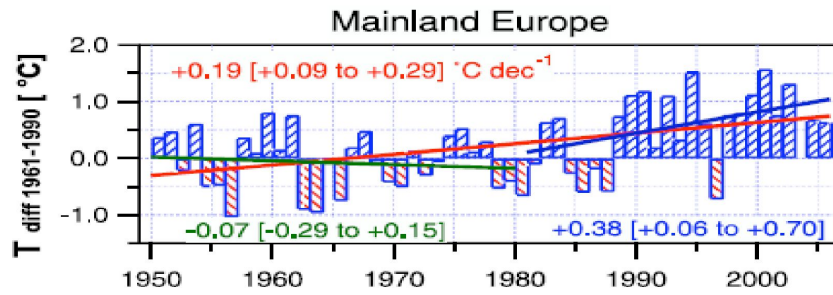
- Климат в узком смысле определяется как статистическое описание с точки зрения средних значений и изменчивости соответствующих количественных показателей (в большинстве случаев, приземной температуры, осадков и т.д.) за период времени от нескольких месяцев до тысяч или миллионов лет, а в более широком смысле – как состояние климатической системы, состоящей из пяти основных компонентов: атмосферы, гидросферы, криосферы, земной поверхности и биосферы
- Изменение климата означает статистически значимую вариацию либо среднего его состояния или его изменчивости, сохраняющуюся в течение продолжительного периода времени (обычно десятилетия или более того), и которое может быть вызвано естественными внутренними процессами или внешними воздействиями, или постоянными антропогенными изменениями в составе атмосферы или землепользовании.

Климат меняется !



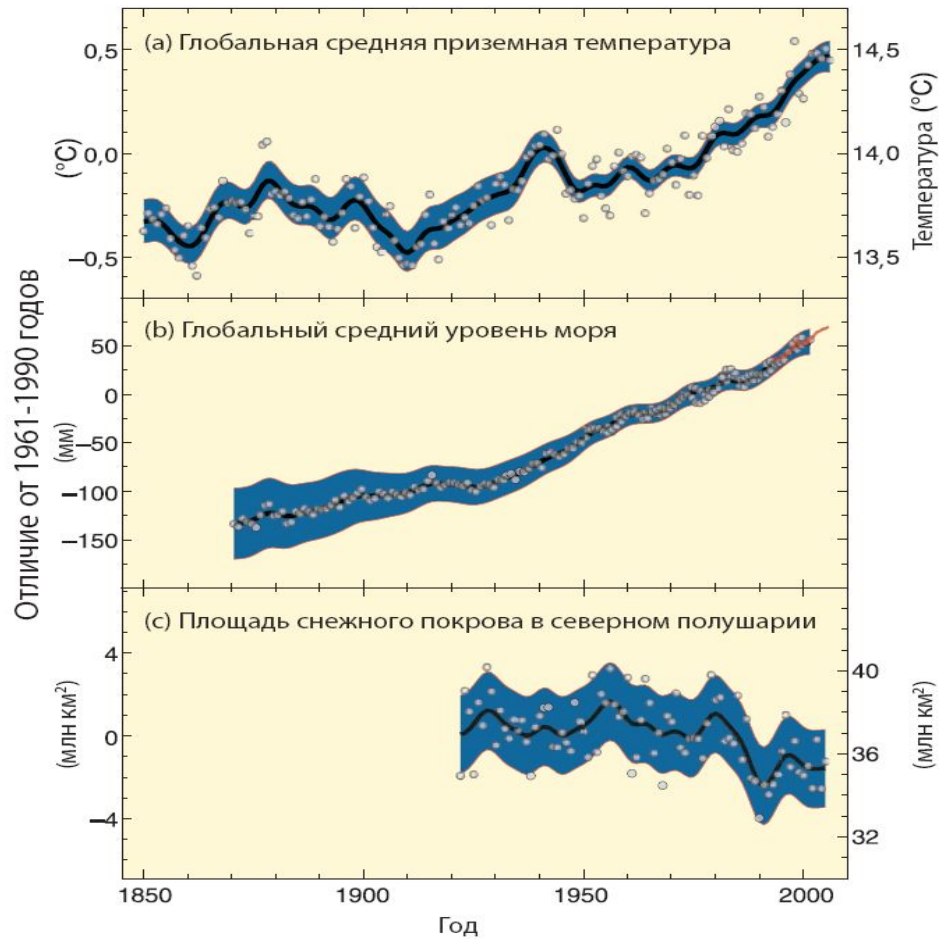
Концентрации углекислого газа (a), метана (b), оксида азота (c) и скорость нагрева климатической системы (d), обусловленная изменением этих концентраций, за последние 20 тыс. лет

Климат меняется !

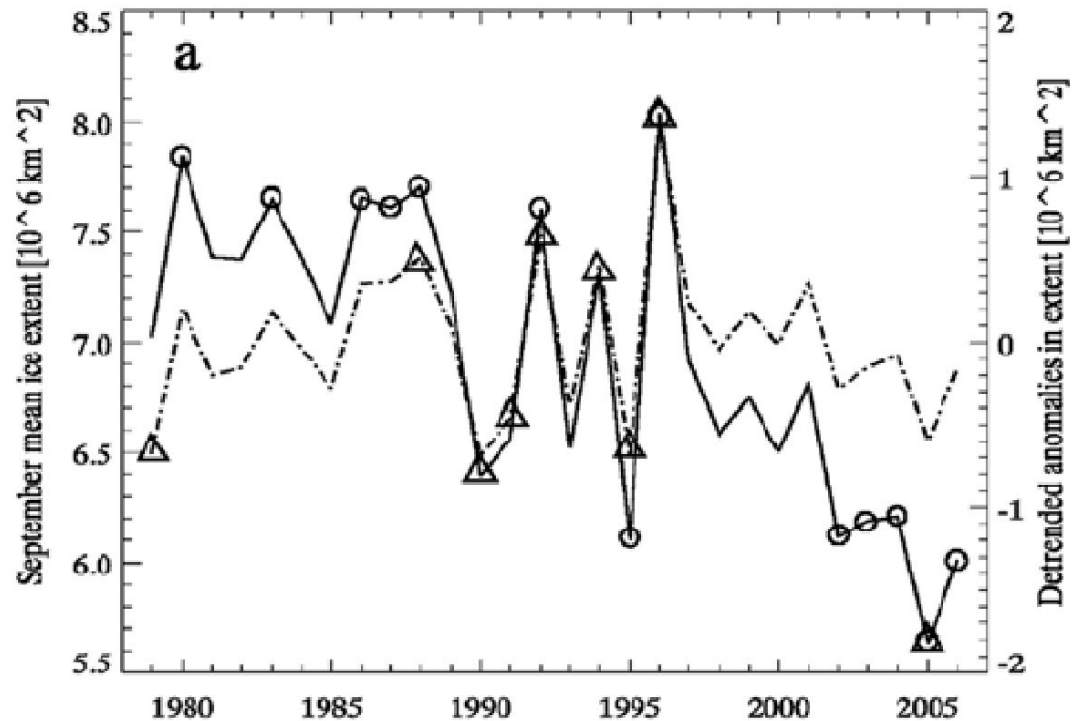


Температура в Европе и тренды за разные периоды

Изменения температуры, уровня моря и площади снежного покрова в северном полушарии



Климат меняется !

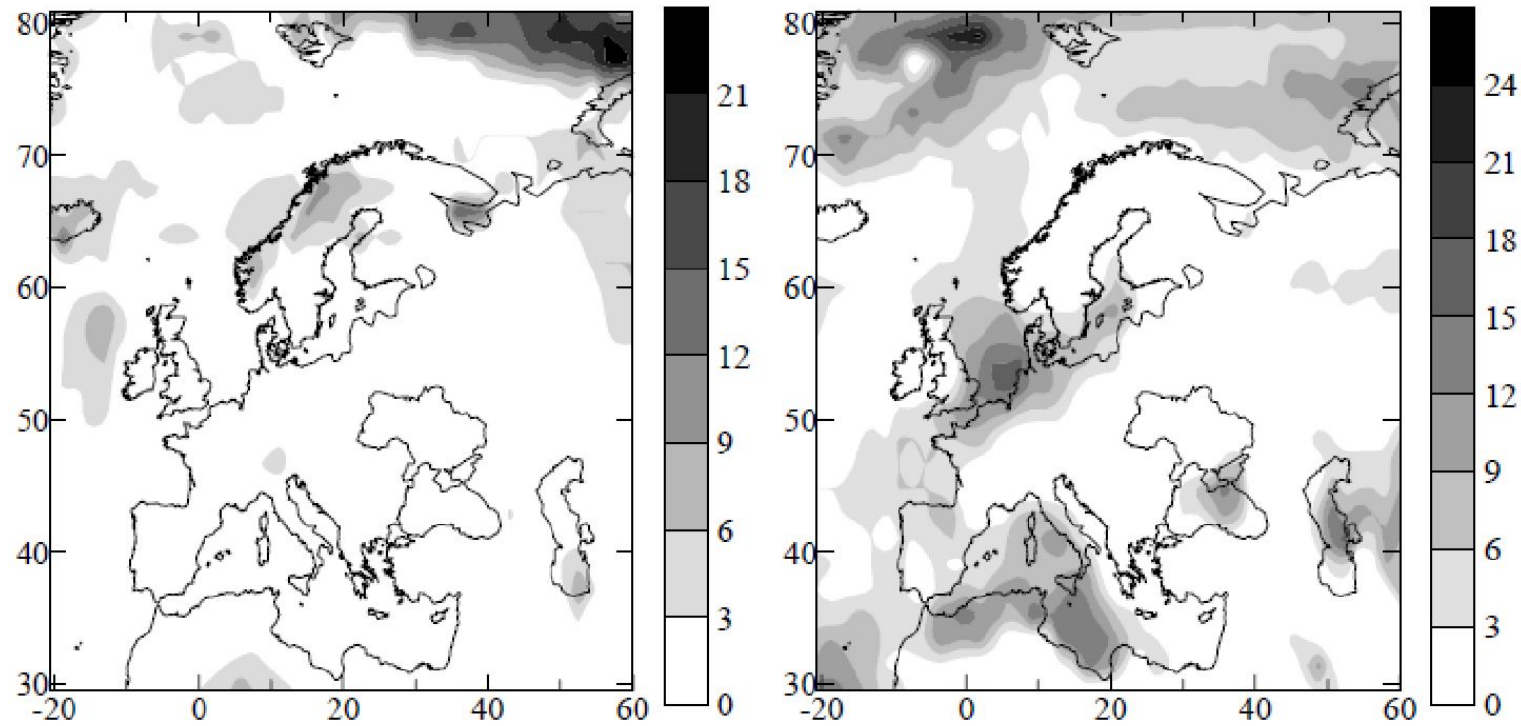


Площадь, покрытая льдом в Арктике в сентябре  
– резкое уменьшение после 1996 года

## Климат меняется !

- Глобальные выбросы ПГ в результате деятельности человека увеличились на 70% между 1970 и 2004 годами.
- Глобальные концентрации углекислого газа, метана и закиси азота в атмосфере намного превосходят доиндустриальные значения, определенные по кернам льда, охватывающим многие тысячи лет.
- *Весьма вероятно (> 90%)*, что наблюдаемое с 1950-х гг. повышение глобальных средних температур вызвано большей частью повышением концентраций ПГ.
- Антропогенное влияние *весьма вероятно* способствовало повышению уровня моря в течение второй половины XX века.
- Антропогенное влияние *вероятно (> 66%)* способствовало изменениям циркуляции, влияя на траектории внетропических циклонов и режимы температуры.
- Антропогенное влияние *вероятно* привело к повышению температуры экстремально жарких ночей, холодных ночей и холодных дней.
- Антропогенное влияние *скорее вероятно, чем нет, (> 50%)* увеличило риск волн тепла, площади, пораженные засухой с 1970-х гг., и повторяемость выпадения сильных осадков.

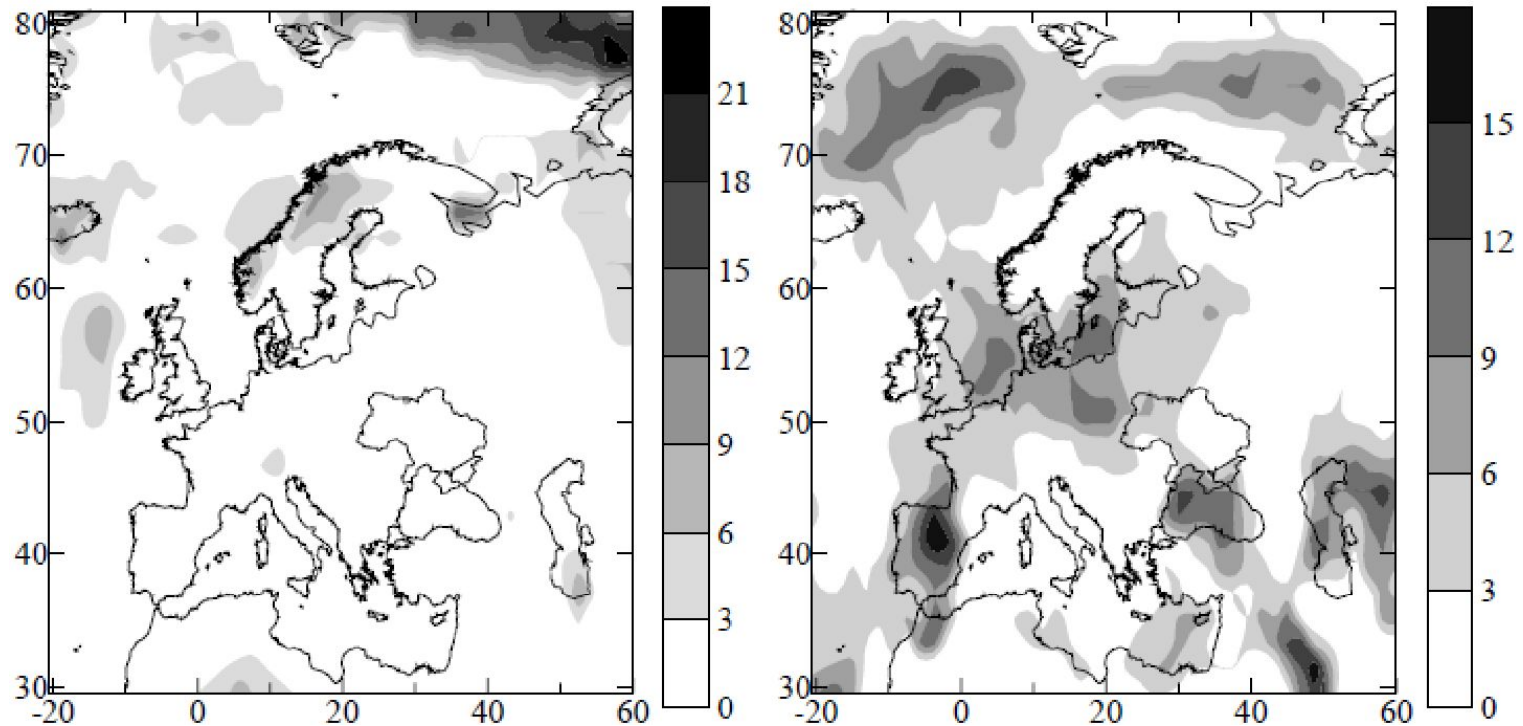
## Климат меняется !



Количество anomalously холодных (слева) и теплых (справа) годов для 1980-2010 гг. по отношению к периоду 1949-1979 гг.

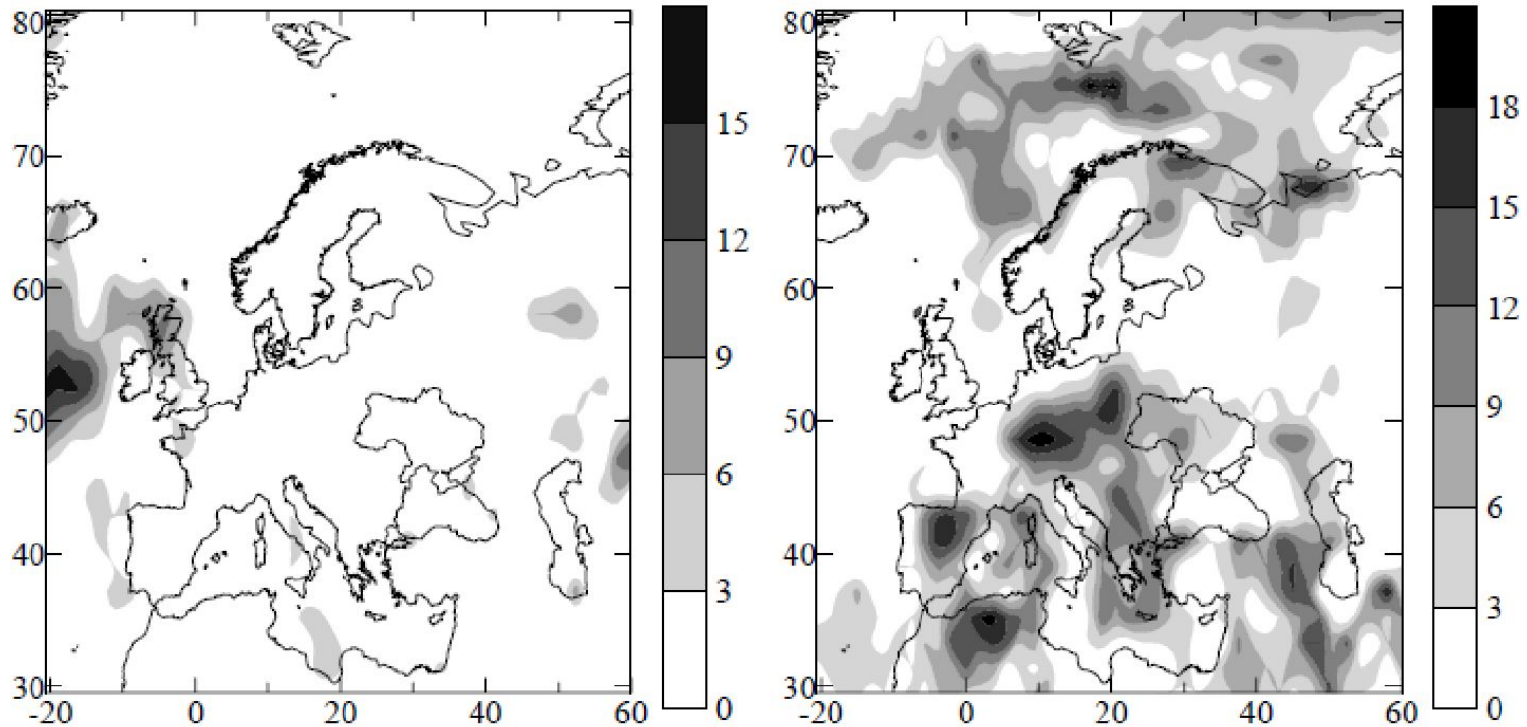
Почти каждый третий год на побережье Северного и Балтийского морей, в Италии и Крыму был anomalously жарким





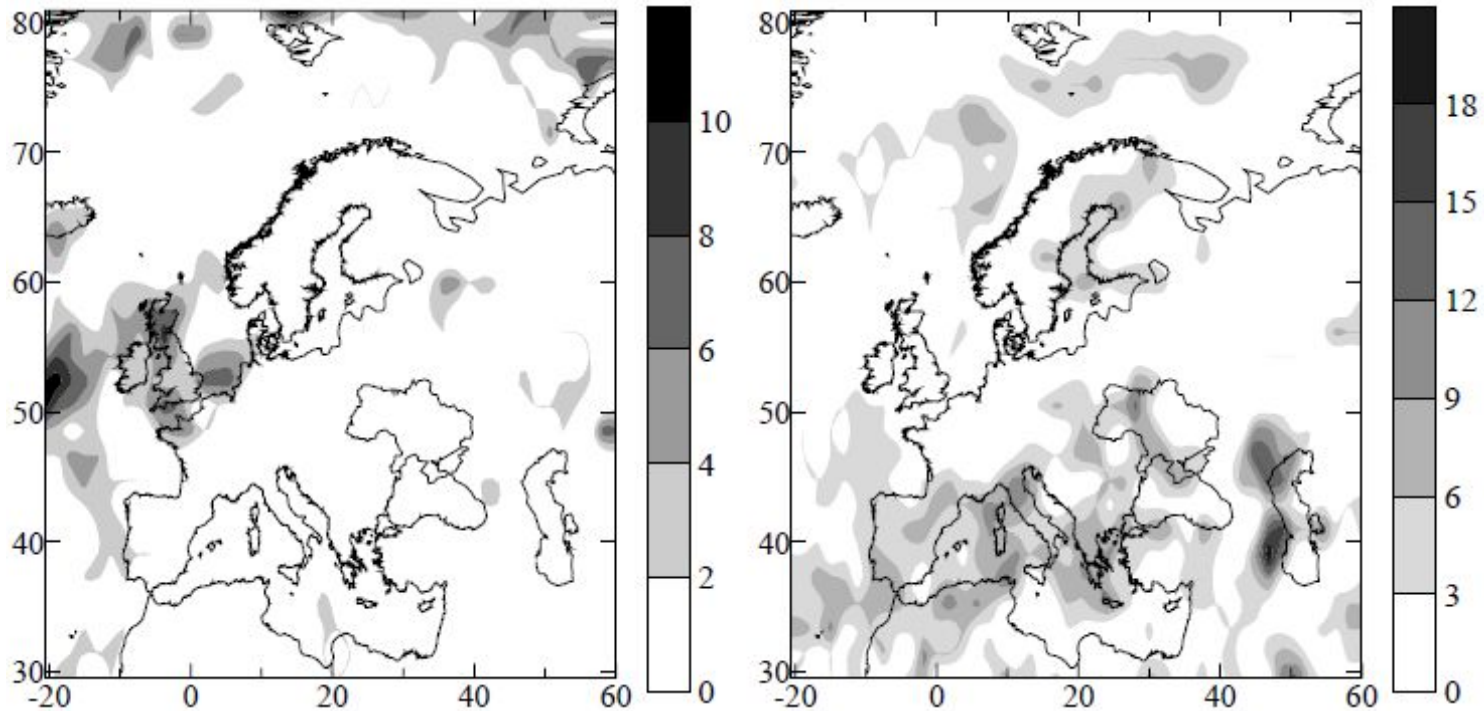
Количество anomalously холодных (слева) и теплых (справа) лет для 1980-2010 гг. по отношению к периоду 1949-1979 гг.

Практически во всей континентальной Европе не наблюдалось anomalously холодных зим и лет. Очень часто жаркие лета наблюдались в Испании, а также на значительных территориях Центральной и Восточной Европы.



Количество anomalно влажных (слева) и сухих (справа) годов для 1980-2010 гг. по отношению к периоду 1949-1979 гг.

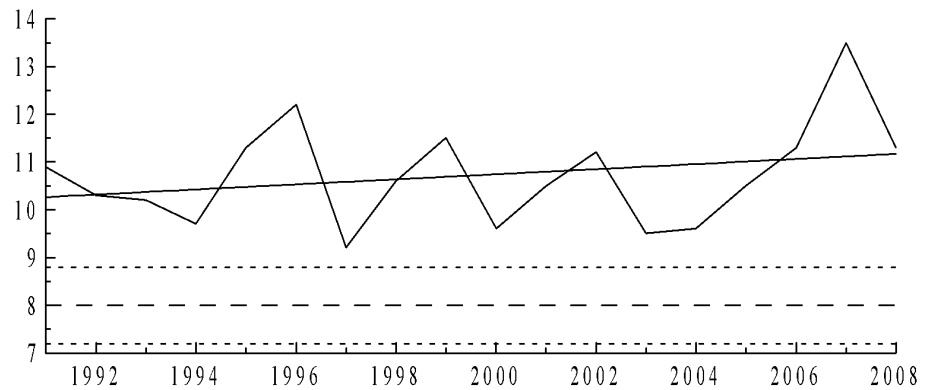
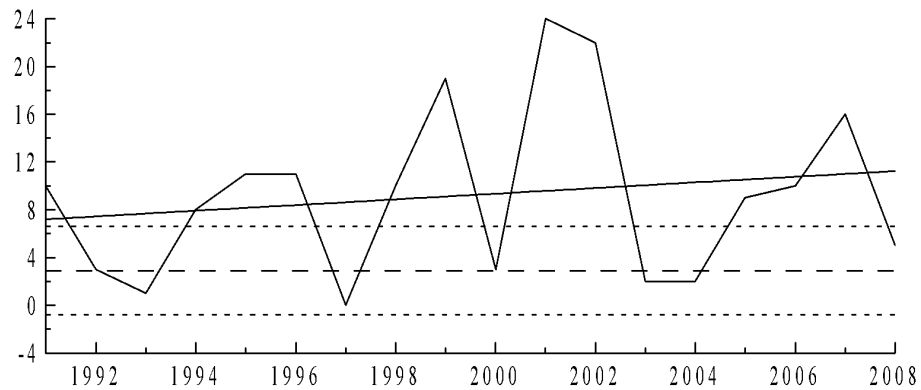
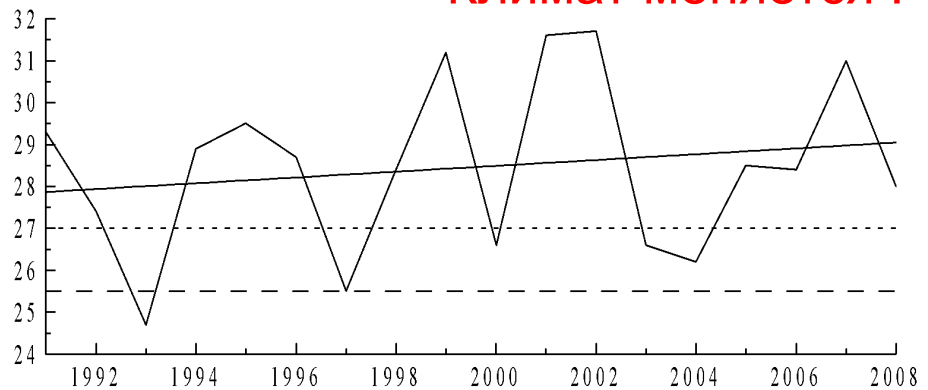
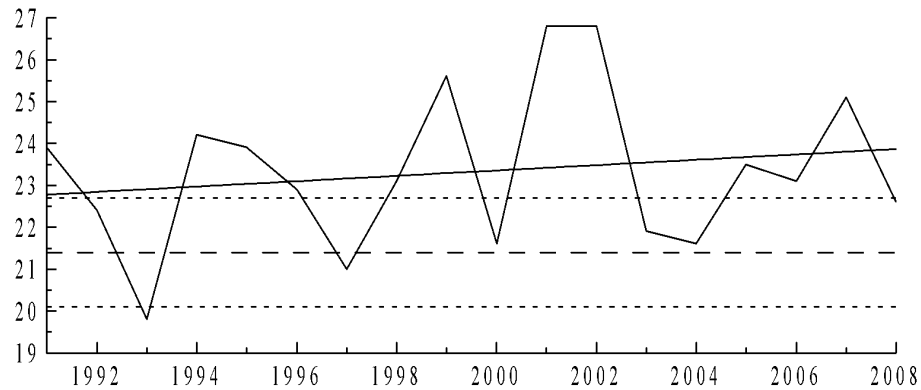
В Центральной Европе и Испании каждый второй год был anomalно сухим (в Винницкой области – каждый третий).



Количество anomalно влажных (слева) и сухих (справа) зим для 1980-2010 гг. по отношению к периоду 1949-1979 гг.

Аномально влажные зимы очень редко отмечались над континентом. Намного большую территорию Европы занимают регионы, где и зимы, и лета, были anomalно сухими, причем в Житомирской области такую была каждая 2-3 зима

Климат меняется !



Средняя температура (слева вверху), максимальная температура (справа вверху), кол-во температур >30 (слева внизу) и амплитуда (справа внизу) в июле в Одессе.

Пунктиры – климатические норма и дисперсия за период 1961-90 гг

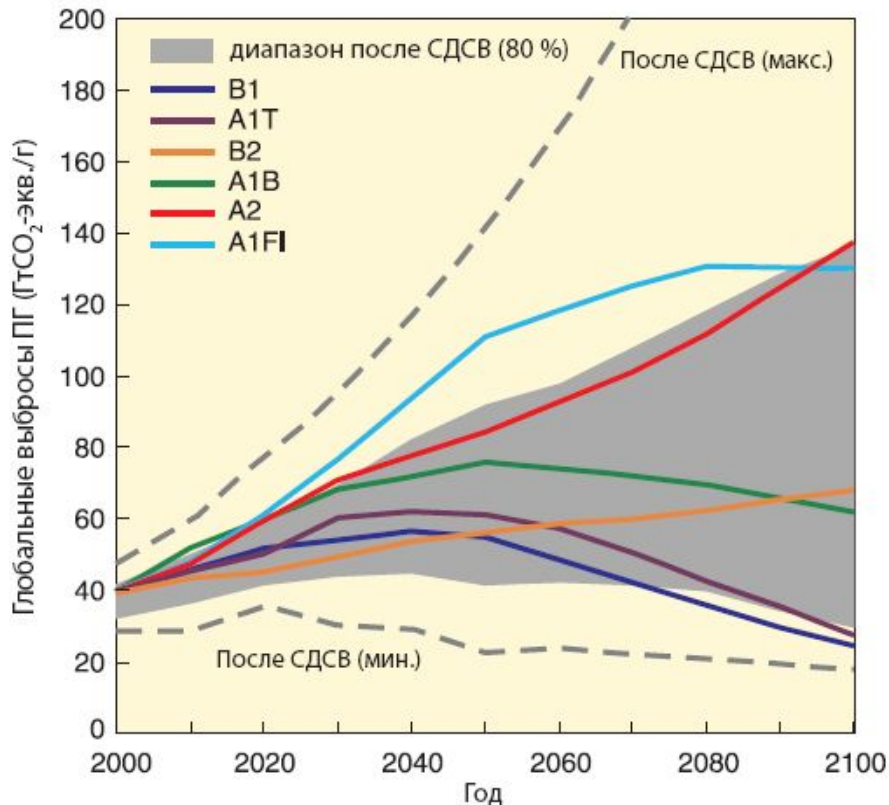
Тренды на этих графиках находятся в зоне, где по климатическим нормам события отмечаются 1 раз в пять лет и реже

- Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата – Изменение Климата – 2007.
- 23 модели общей циркуляции сопряженной системы «атмосфера-океан» (Австралия, Великобритания, Германия, Канада, Китай, Норвегия, Россия, США, Франция, Япония).
- Численное описание климатической системы (пять компонентов – атмосфера, гидросфера, криосфера, поверхность суши и биосфера – и взаимодействия между ними) на основе физических, химических и биологических свойств ее компонентов, их взаимосвязей и процессов обратных связей.



## Климат моделируется

Сценарии выбросов ПГ с 2000 по 2100 годы в случае отсутствия дополнительной климатической политики



Сценарии выбросов – четыре сюжетных линии A1, A2, B1, B2.

Линия A1 – мир с очень быстрым экономическим ростом, глобальным народонаселением, численность которого достигает максимума к середине 21 века и быстрым внедрением новых и более эффективных технологий. A1FI – интенсивное использование ископаемого топлива, A1T – без ископаемого топлива, A1B – баланс по источникам энергии.

Линия B1 – конвергентный мир с таким же народонаселением, что и в A1, однако с более быстрыми изменениями в экономике в сторону сфер обслуживания и информационной экономики.

B2 – мир с промежуточным народонаселением и экономическим ростом, проблемы экономической, социальной и экологической устойчивости решаются локально.

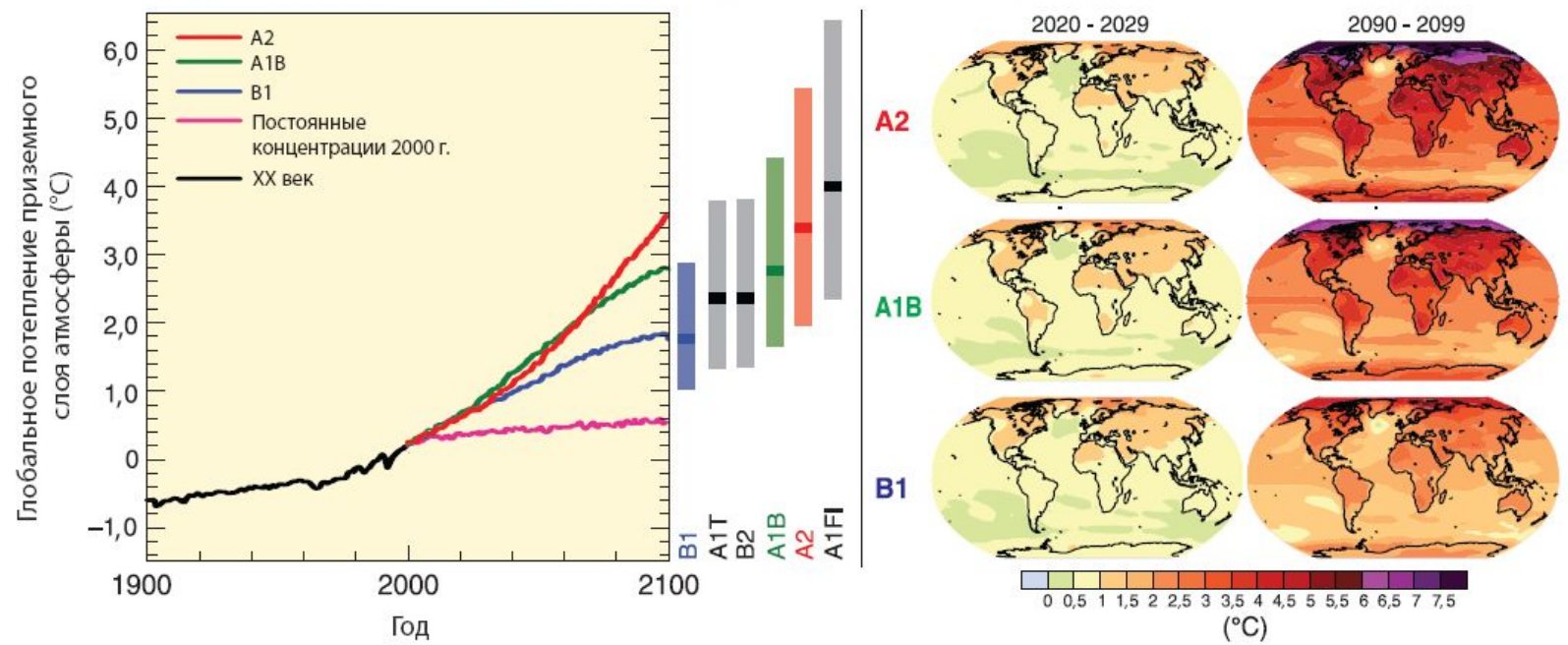
A2 – очень неоднородный мир с высокими темпами роста народонаселения, медленным экономическим развитием и медленным технологическим прогрессом.

Вариант	Изменение температуры (°C, за 2090-2099 гг. по сравнению с 1980-1999 гг.) <sup>a, d</sup>		Повышение уровня моря (м, за 2090-2099 гг. по сравнению с 1980-1999 гг.)
	Наилучшая оценка	Вероятный диапазон	Диапазон на основе модели, исключая будущие быстрые динамические изменения в движении льда
Постоянные концентрации на уровне 2000 г. <sup>b</sup>	0,6	0,3 - 0,9	Данные отсутствуют
Сценарий B1	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
Сценарий A1T	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
Сценарий B2	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
Сценарий A1B	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
Сценарий A2	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
Сценарий A1FI	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

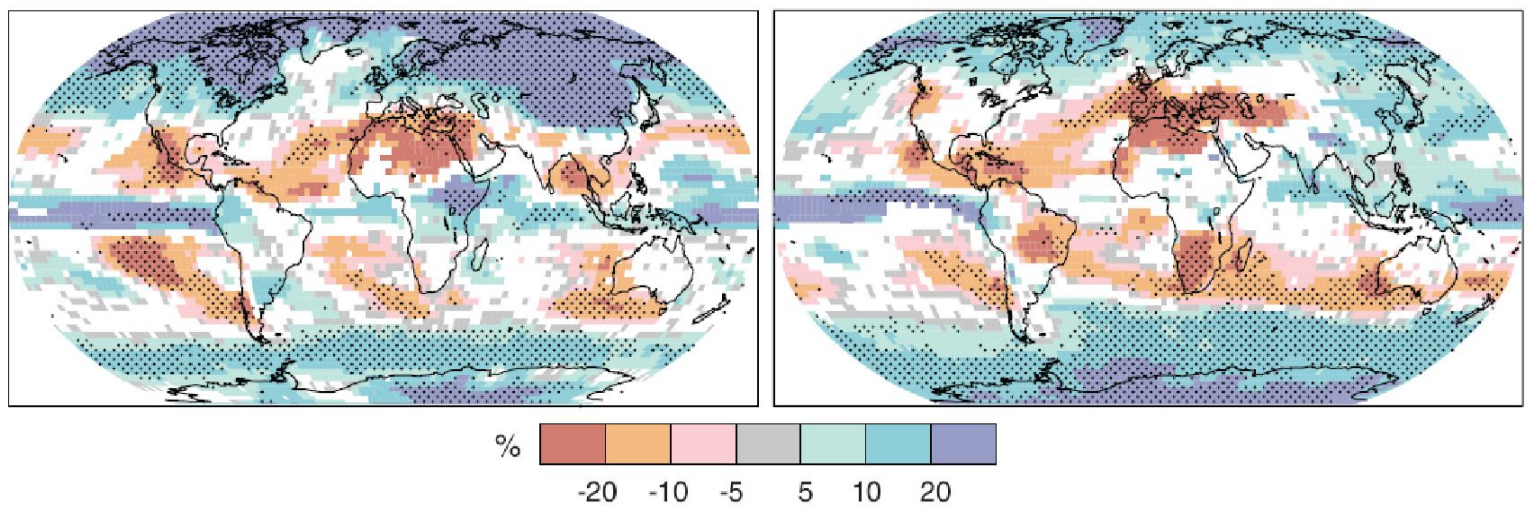
Примечания:

# Климат моделируется

Потепление приземного слоя атмосферы согласно проекциям модели общей циркуляции система атмосфера-океан

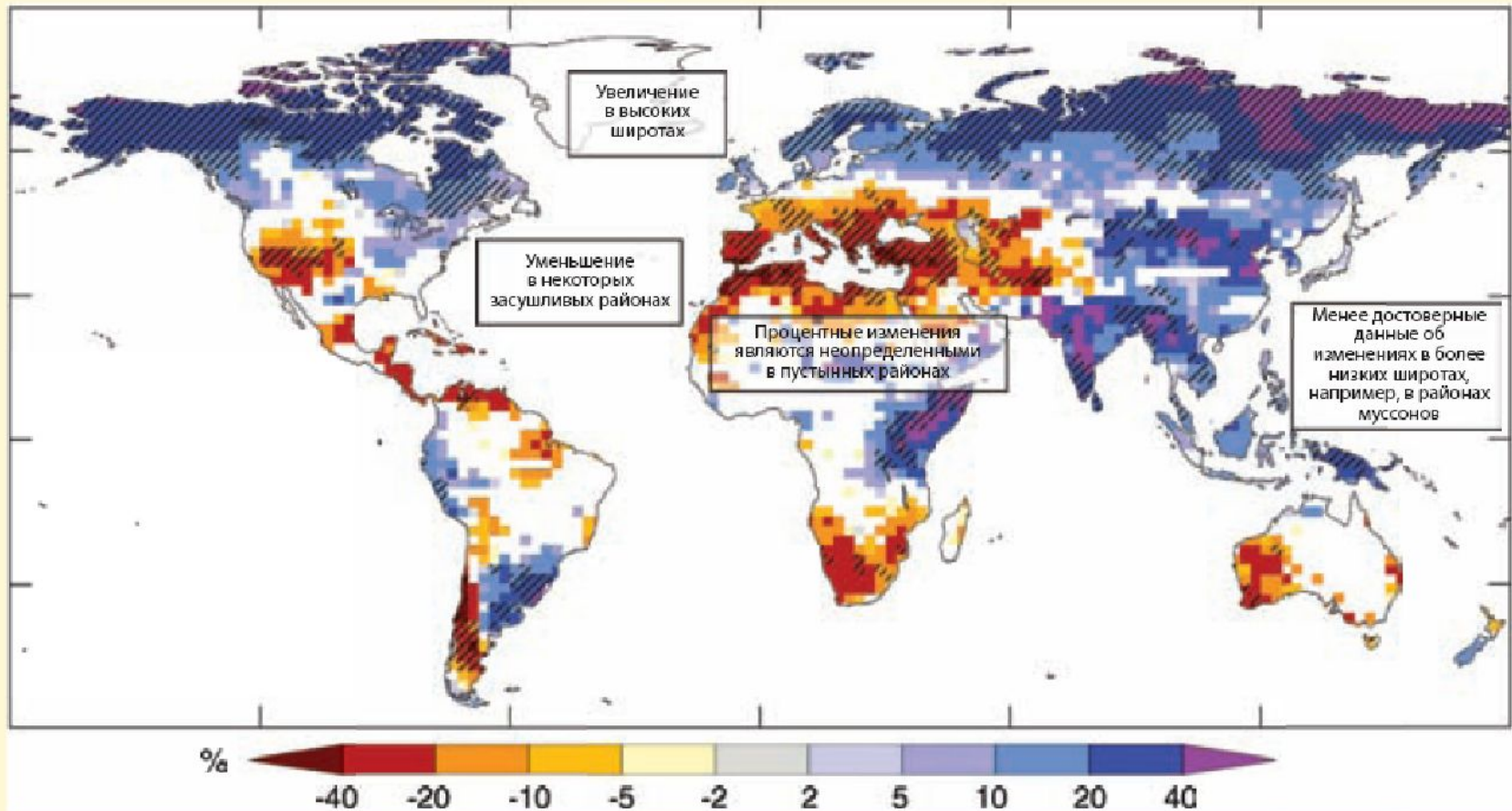


Изменение в количестве осадков зимой (слева) и летом (справа) по сценарию A1B





## Изменения стока к концу 21-го века





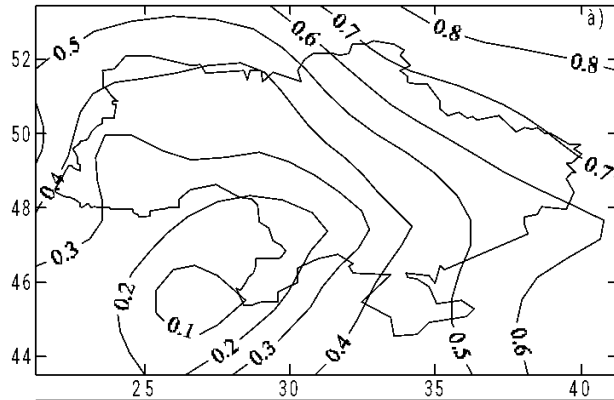
### В Европе

- Ожидается, что изменения климата усилят региональные различия в природных ресурсах и активах. Негативные последствия будут включать повышенный риск бурных паводков на водных объектах, более частые затопления прибрежных областей и усиление эрозии (вследствие повышения интенсивности и частоты штормов и повышения уровня моря)
- В горных районах будет наблюдаться отступление ледников, уменьшение площади снежного покрова и сокращения масштабов зимнего туризма, а также значительные потери биологических видов (по некоторым сценариям до 1980 потери составят до 60%)
- В южной части Европы изменение климата ухудшит условия (высокие температуры, засухи) в регионе, снизит водообеспеченность, гидроэнергетический потенциал, масштабы летнего туризма и, в целом, продуктивность сельскохозяйственных культур
- Изменение климата повысит риск для здоровья из-за волн тепла и учащения пожаров на неосвоенной территории.

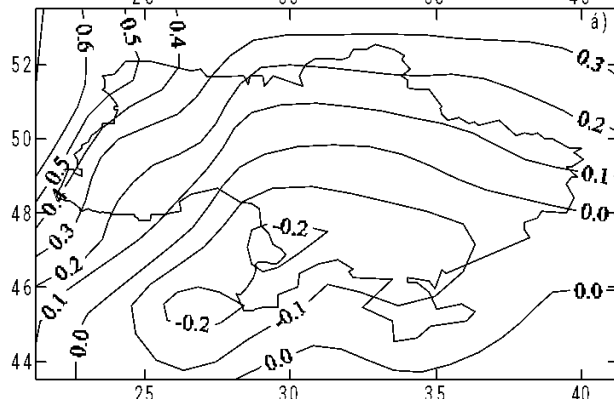
## Изменение климата в Украине

Изменение средней для 2011-2025 гг температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) относительно периода 1986-2000 гг.

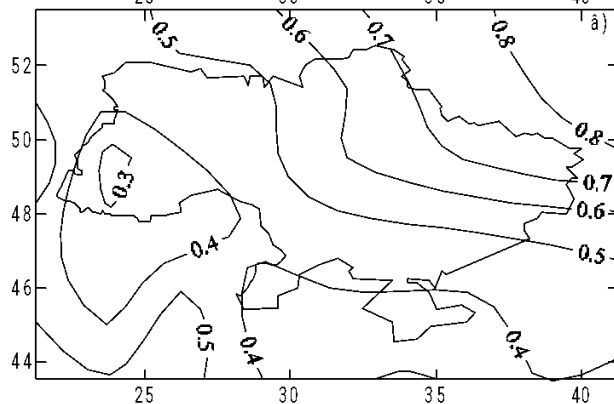
A1B



A2



B1

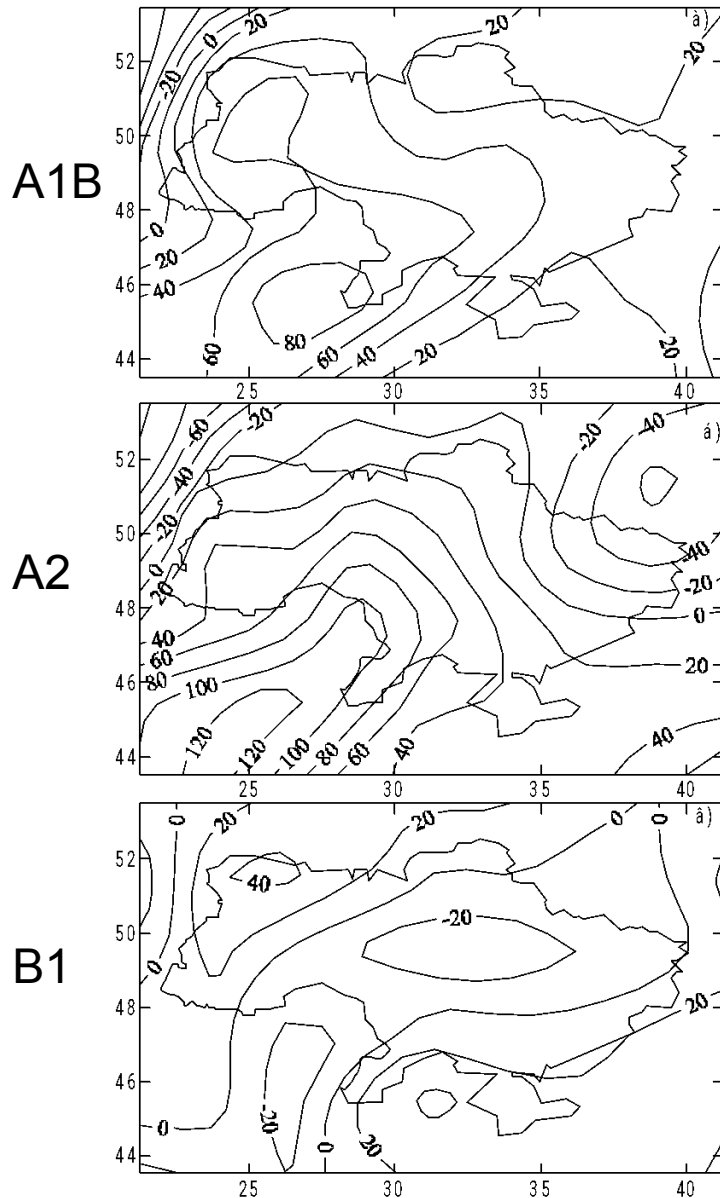


Изменения температурного режима по сюжетным линиям A1B и A2 очень схожи и отличаются только величинами изменений: потепление (для сценария A2 – даже похолодание) наименьшее на юго-западе Украины и увеличивается в направлении восточных и западных областей. По сценарию B1 наименьшее потепление будет наблюдаться над югом и западом Украины, а наибольшее – над восточной Украиной.

Таким образом, на фоне глобального потепления до 2025 г. на примерно  $0,5^{\circ}\text{C}$ , в Украине будут отмечаться достаточно неравномерные изменения температурного режима, причем наименее существенными они будут по «неблагоприятному» сценарию A2, когда почти для всей Украины температура в среднем увеличится не более, чем на  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Температура

## Изменение климата в Украине



Осадки

Изменение средней для 2011-2025 гг  
годовой суммы осадков (мм)  
относительно периода 1986-2000 гг.

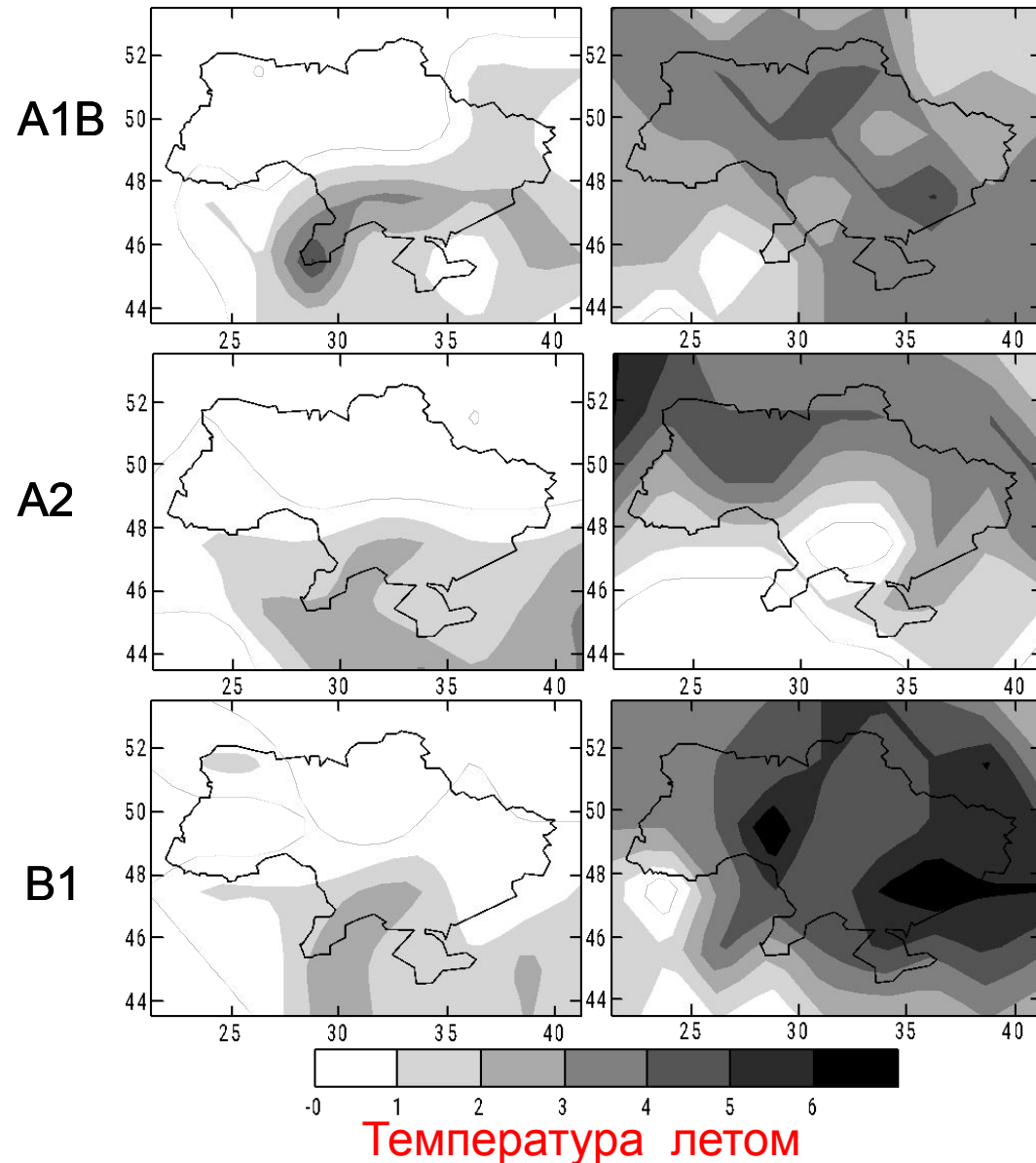
По сюжетным линиям A1B и A2 почти над всей Украиной осадки будут увеличиваться, особенно над юго-западом, но по сценарию A2 над востоком Украины будет отмечаться небольшое уменьшение годовой суммы осадков. По сценарию B1 изменения в режиме осадков можно считать несущественными (максимум 40 мм в год, тогда как в настоящее время их величина превышает в среднем 600 мм в год).

Таким образом, в Украине будут иметь место достаточно неравномерные изменения режима осадков, причем наименее существенными они будут по «мягкому» сценарию B1, когда почти для всей Украины годовая сумма осадков изменится в среднем не более чем на 7% от наблюдаемой в настоящее время. По двум другим сценариям наиболее существенный изменения (увеличение на 10-15%) будут иметь место на юго-западе Украины

## Изменение климата в Украине

Количество аномально холодных (слева) и теплых (справа) лет в 2011-2025 гг относительно 1986-2000 гг.

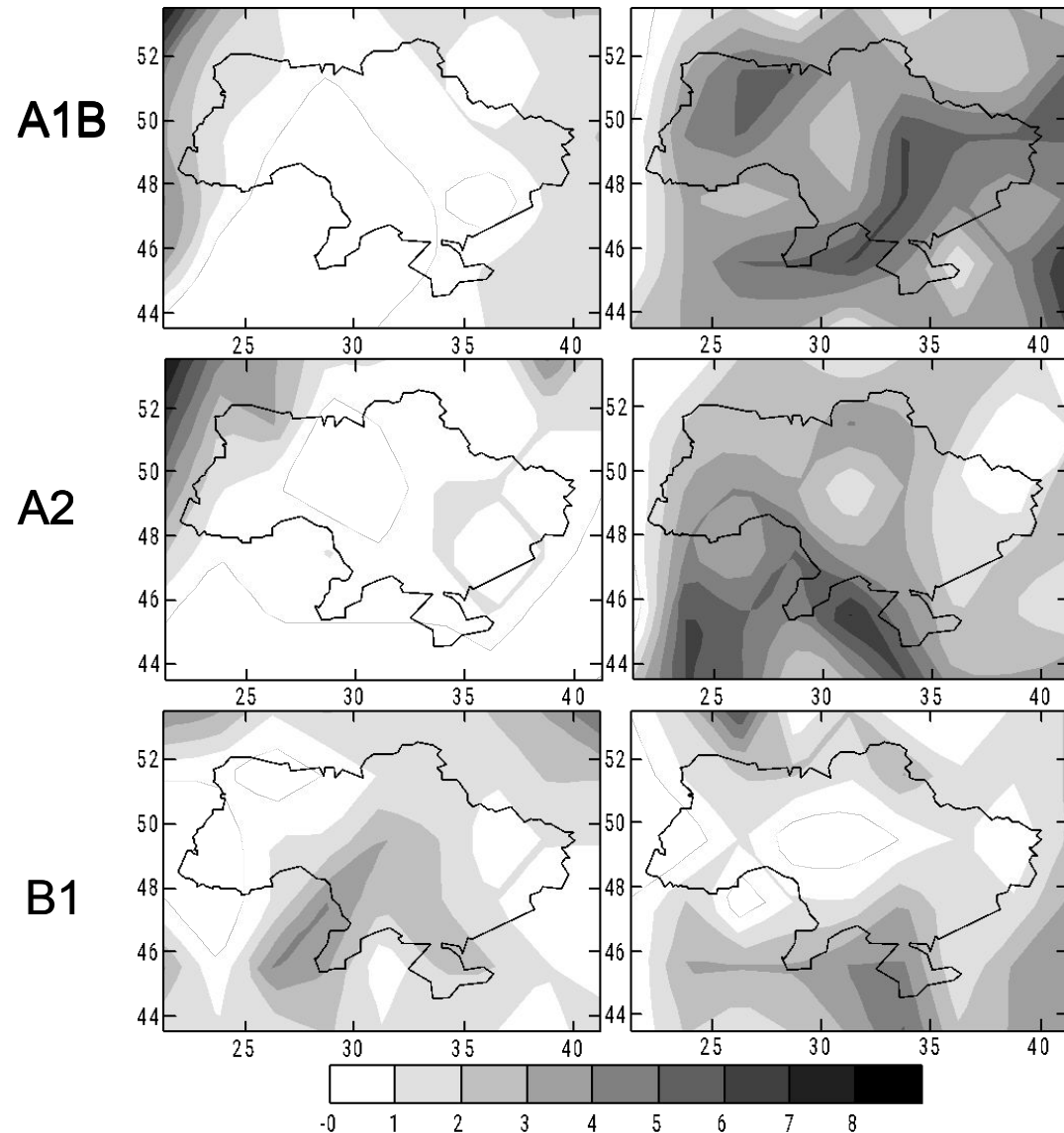
Количество аномально холодных лет увеличится главным образом на юге Украины, особенно в Одесской обл. Существенно увеличивается количество аномально теплых лет, причому для сценария В1 в Винницкой и Донецкой областях почти каждое второе лето будет аномально жарким. Для сценария А2 почти над всем югом Украины лето будет преимущественно аномально холодным, а не аномально теплым.



## Изменение климата в Украине

Количество аномально сухих (слева) и влажных (справа) лет в 2011-2025 гг относительно 1986-2000 гг.

Количество аномально сухих лет остается почти неизменным, за исключением сценария В1 для юго-запада Украины, где оно несколько увеличится; также для этого сценария будет иметь место и небольшое увеличение лет с аномально большим количеством осадков. Больше влажных лет будет на правобережной Украину по сценарию А2, но наибольшее увеличение аномально влажных лет будет наблюдаться по сценарию А1В, когда в некоторых областях их количество увеличится на 5 случаев.

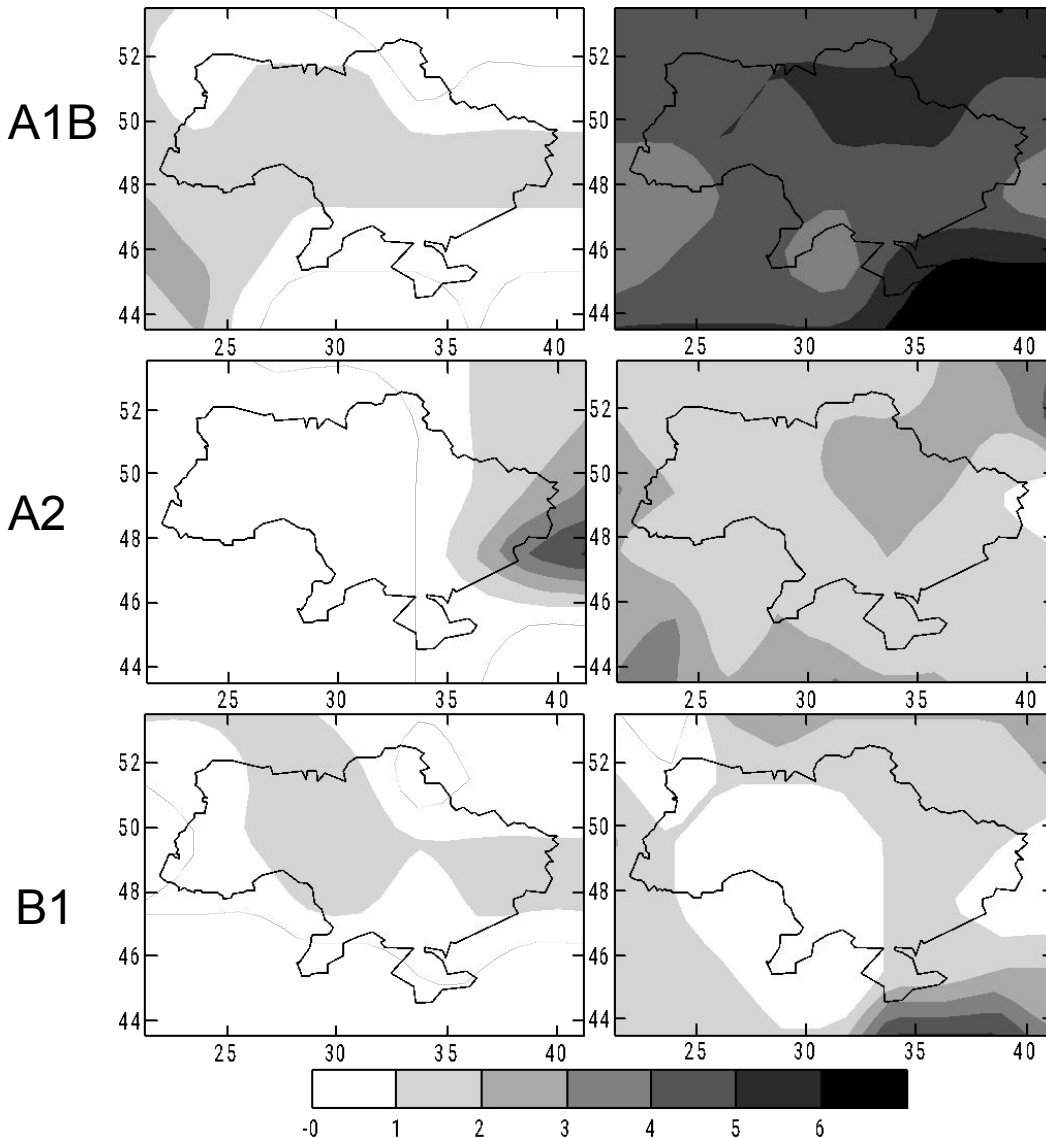


Осадки летом

## Изменение климата в Украине

Количество аномально холодных (слева) и теплых (справа) зим в 2011-2025 гг относительно 1986-2000 гг.

Количество аномально холодных зим будет незначительной почти для всей Украины. Только в некоторых районах востока Украины по сценарию A2 каждая четвертая или пятая зима будет аномально холодной. Также незначительным будет количество аномально теплых зим по сценариям B1 и A2, но для сценария A1B почти для всей Украины будет аномально теплой каждая четвертая зима, а на севере Украины – и каждая третья.



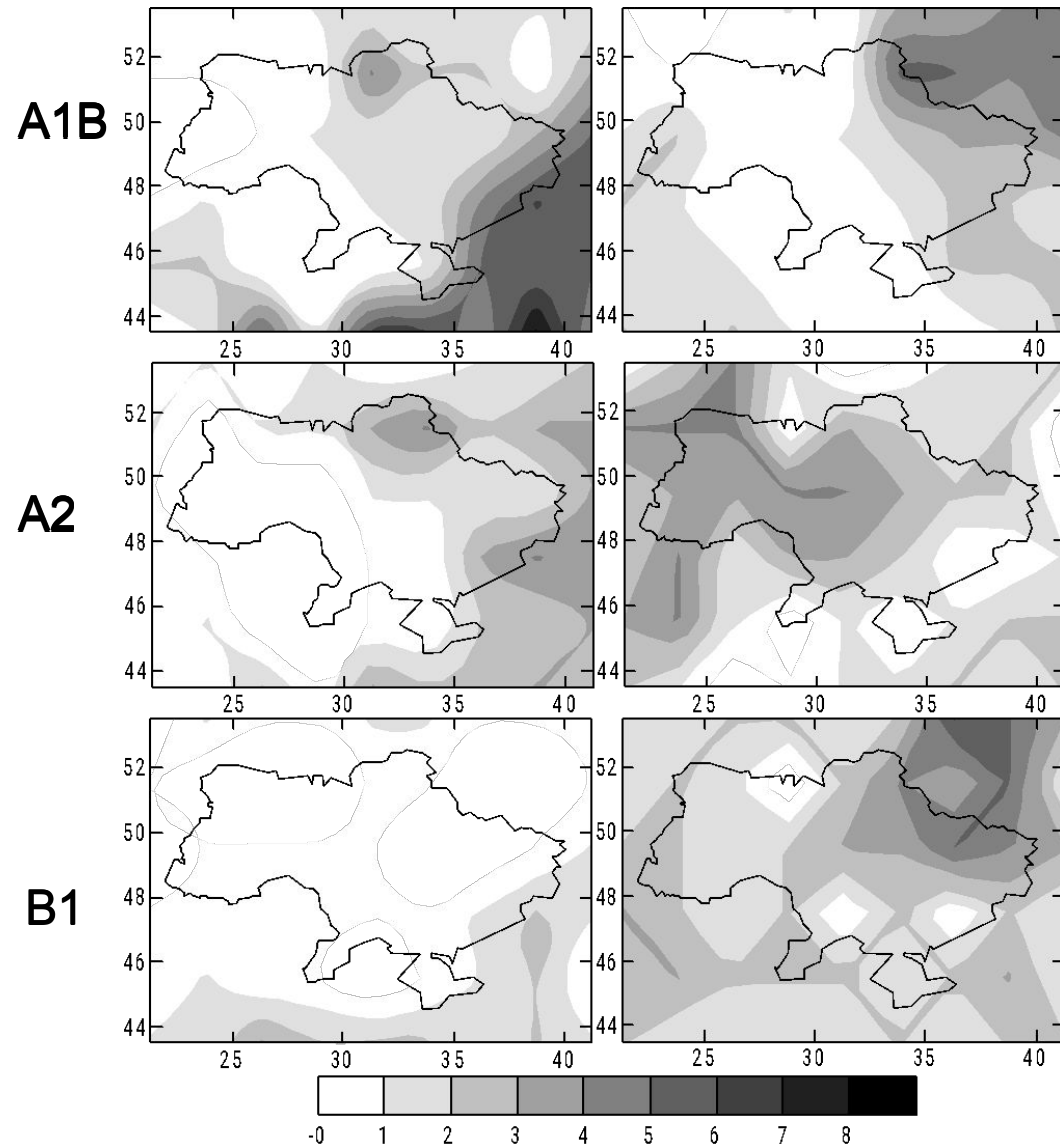
Температура зимой



## Изменение климата в Украине

Количество аномально сухих (слева) и влажных (справа) зим в 2011-2025 гг относительно 1986-2000 гг.

Количество аномально сухих зим не изменится почти для всей Украины для сценария В1, а для остальных сценариев увеличение количества сухих зим будет иметь место преимущественно над левобережной Украиной, причем на востоке аномально сухой может быть каждая третья зима по сценарию А1В. Наибольших изменений режим осадков зимой претерпит по сценарию А2 для правобережной Украины, когда почти каждая 3-4 зима будет аномально влажной, тогда как для сценариев А1В и В1 количество аномально влажных зим изменится незначительно.

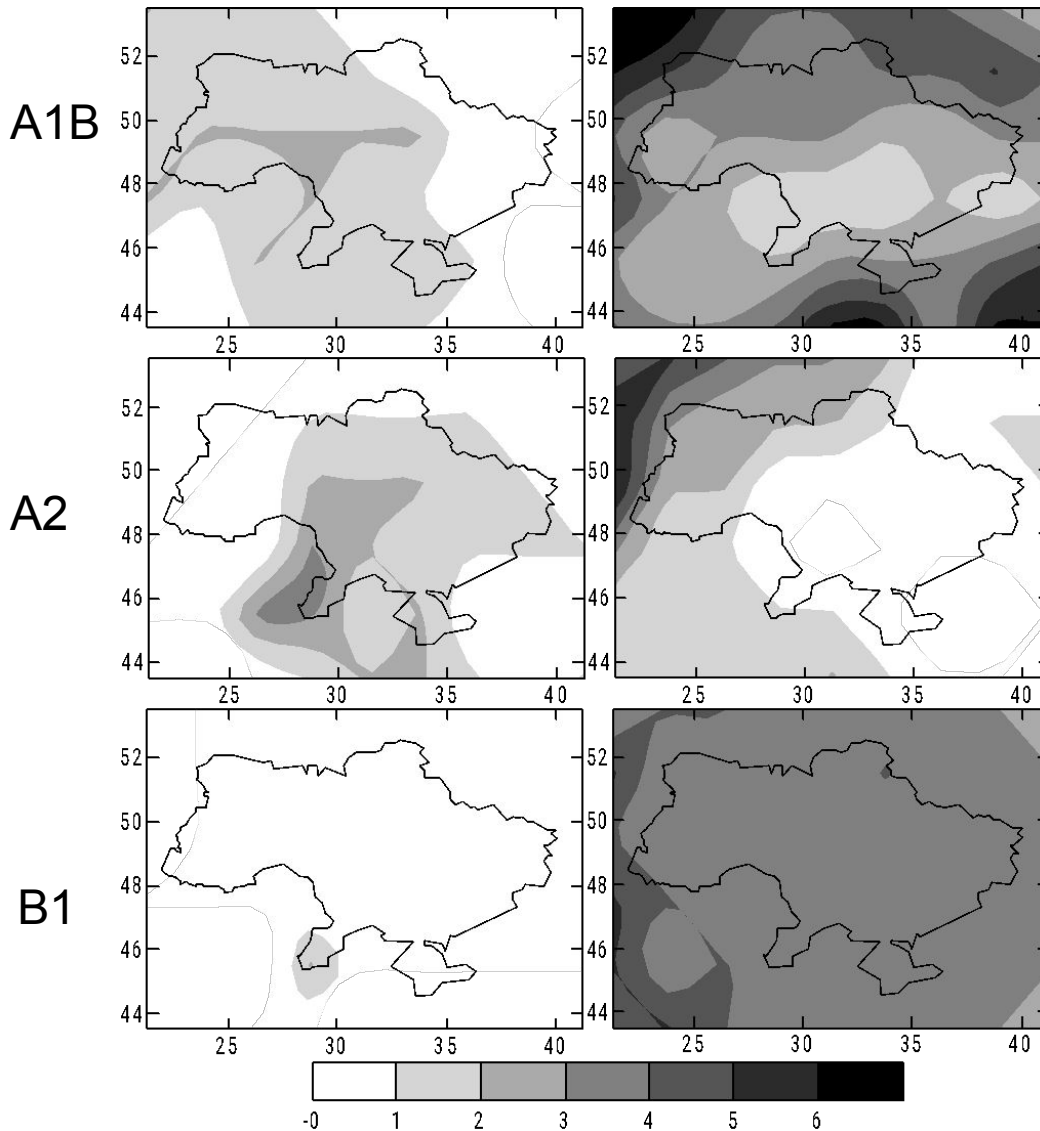


Осадки зимой

## Изменение климата в Украине

Количество anomalно холодных (слева) и теплых (справа) годов в 2011-2025 гг относительно 1986-2000 гг.

Количество anomalно холодных лет увеличится главным образом на юге Украины, особенно в Одесской обл. Существенно увеличивается количество anomalно теплых лет, причому для сценария В1 в Винницкой и Донецкой областях почти каждое второе лето будет anomalно жарким. Для сценария А2 почти над всем югом Украины лето будет преимущественно anomalно холодным, а не anomalно теплым.



Температура год



## Изменение климата в Украине

Количество anomalно сухих (слева) и влажных (справа) годов в 2011-2025 гг относительно 1986-2000 гг.

Незначительно увеличится количество anomalно сухих годов; только в отдельных областях (например, в Одесской для сценария В1), будет иметь место увеличение их количества. Также несущественно увеличится количество годов с anomalно большим количеством осадков по сценарию В1 и сценарию А2 за исключением юга Украины. Для сценария А1В будет характерной «пятнистость» в изменениях количества anomalно влажных годов, причем их количество может достигать больших значений, например, почти каждый второй год будет anomalно влажным на юге Одесской области, каждый третий – в Волинской области.

