

Современные и ожидаемые изменения площадей неблагоприятных с/х земель, обусловленных климатическими экстремумами, на территории России

Е.А. Черенкова

Институт географии РАН
Институт физики атмосферы имени А. М. Обухова РАН

Правила отнесения территорий к неблагоприятным для сельскохозяйственного производства (постановление Правительства РФ от 27.01. 2015, № 5) базируются на оценках:

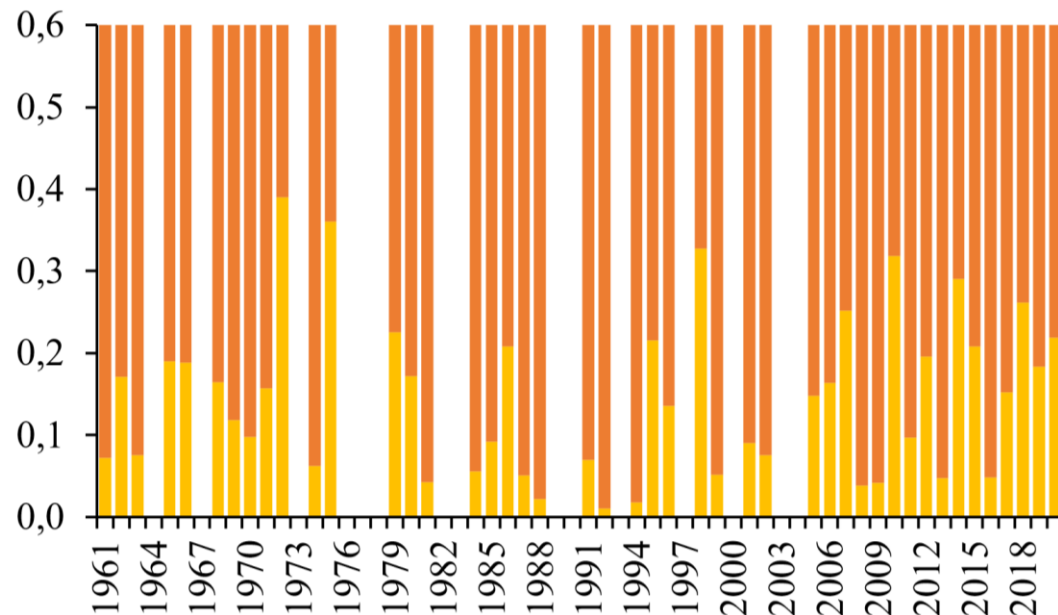
- состояния почв (гранулометрический состав, мощность почв, влажность и т.д.),
- природных (орографические особенности) и климатических (засухи в вегетационный период и переувлажнение в период уборки с/х культур) условий сельскохозяйственных угодий,
- совокупности социально-экономических факторов (относительный прирост численности сельского населения, отношение среднедушевых располагаемых ресурсов сельских домохозяйств к региональной величине прожиточного минимума, уровень безработицы в сельской местности).

Критерии неблагоприятных для сельскохозяйственного производства территорий, обусловленных климатическими факторами

- Критерии основаны на оценке ГТК Г.Т. Селянинова, рассчитанного по формуле $ГТК = \Sigma P / 0.1 \Sigma T > 10^{\circ}\text{C}$, где P – суточная сумма осадков (мм) в период с температурой более 10°C , T – сумма среднесуточных приземных температур воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в тот же период.
- Неблагоприятной считается территория, где наблюдаются климатические экстремумы: сильная засуха с мая по август в течение более половины лет периода (длительностью не менее 20-ти лет) и/или ее переувлажнение в августе-сентябре в 30% лет и более;
- Засуха классифицируется как сильная, если значения ГТК ≤ 0.6 ;
- Переувлажнение наблюдается, если выполняется условие ГТК ≥ 2 .

Изменения увлажнения территории на юге земледельческой зоны России в сезон вегетации в 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг.

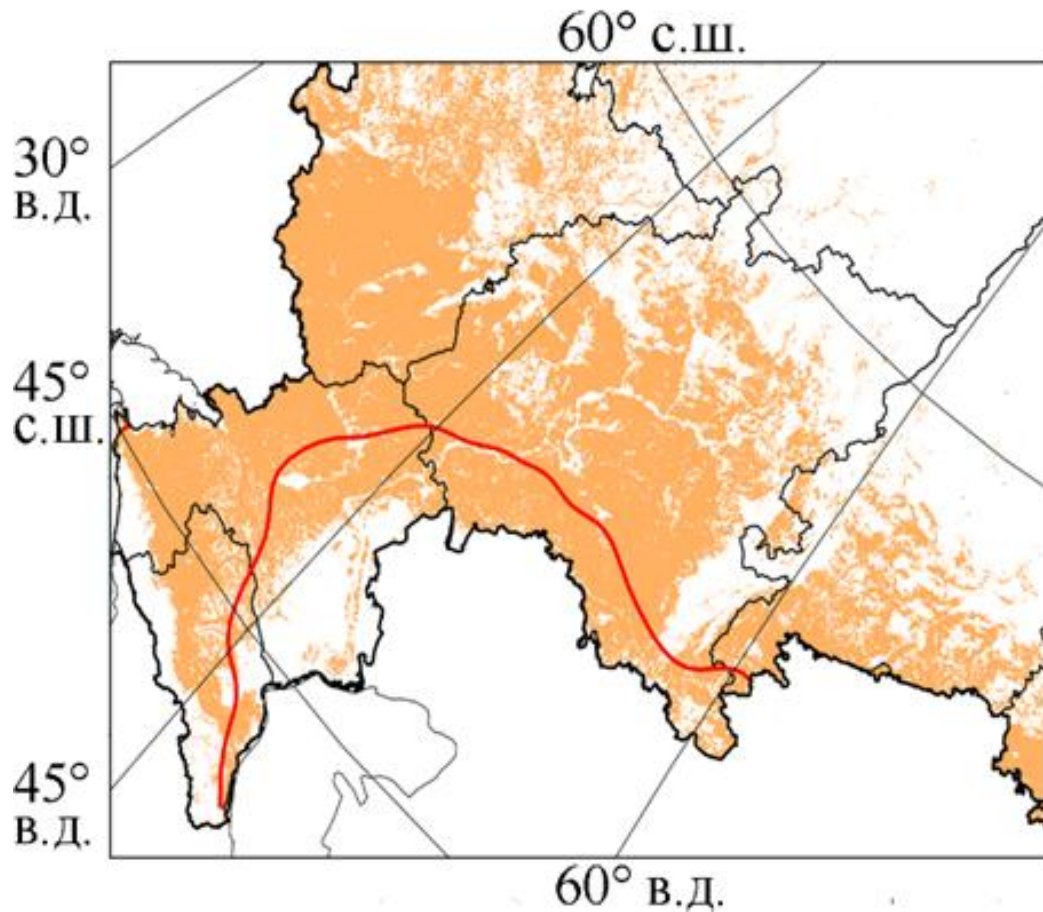
- сильные засухи в мае-августе на территории неблагоприятных для сельского хозяйства земель на юге ЕТР наблюдаются практически каждый год;
- повторяемость сильных засух в мае-августе на юге земледельческой зоны на ЕТР статистически значимо возросла на 25% в среднем за период в 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг.;



Изменения увлажнения на юге ЕТР в сезон вегетации в 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. происходили согласно аридному типу потепления.

Многолетняя изменчивость ГТК в период 1961-2020 гг.: интенсивность сильной засухи (столбики красного цвета) в мае-августе на подверженных засухам землях на территории Северо-Западного Прикаспия

Неблагоприятные для сельскохозяйственного производства территории в земледельческой зоне России, обусловленные климатическими факторами

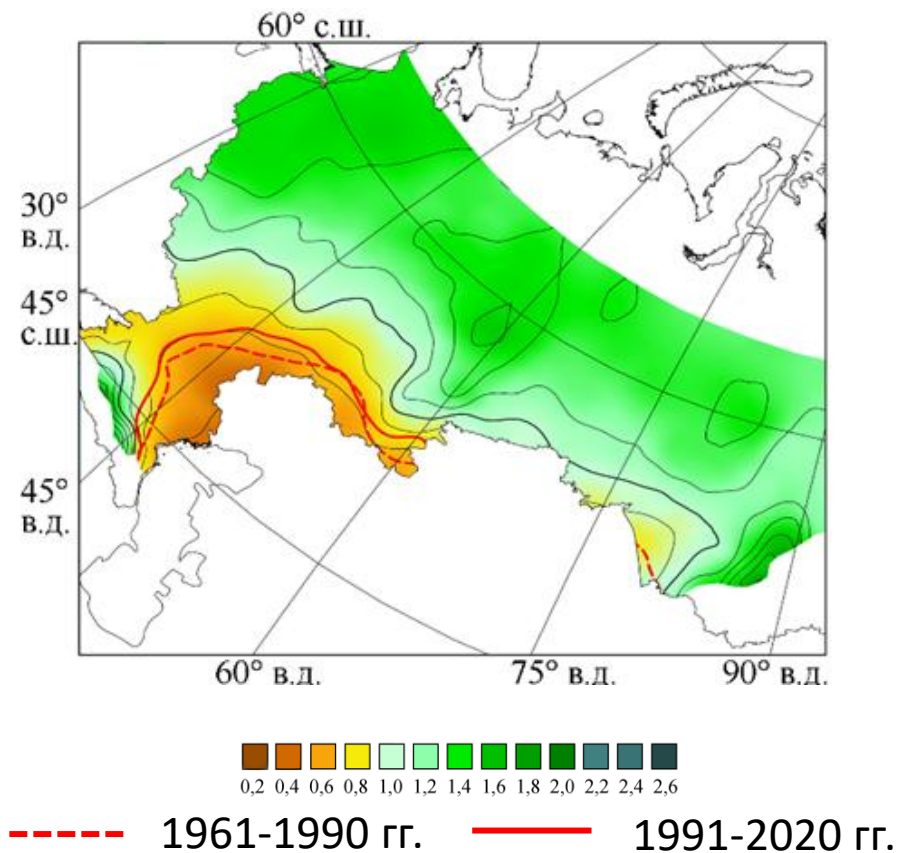


территория пахотных земель, подверженных сильным засухам в августе-сентябре, определялась согласно критерию неблагоприятных для сельскохозяйственного производства территорий, обусловленных климатическими факторами [Правила, 2015]

С/х территории, подверженные сильным засухам с мая по август в течение более половины лет периода длительностью не менее 20-ти лет, расположены на юге и юго-востоке ЕТР.

Граница (красная линия) неблагоприятных с/х территорий, подверженных сильным засухам с мая по август, в период 1991-2020 гг. на фоне пахотных земель по спутниковым данным Landsat [Potapov et al., 2023].

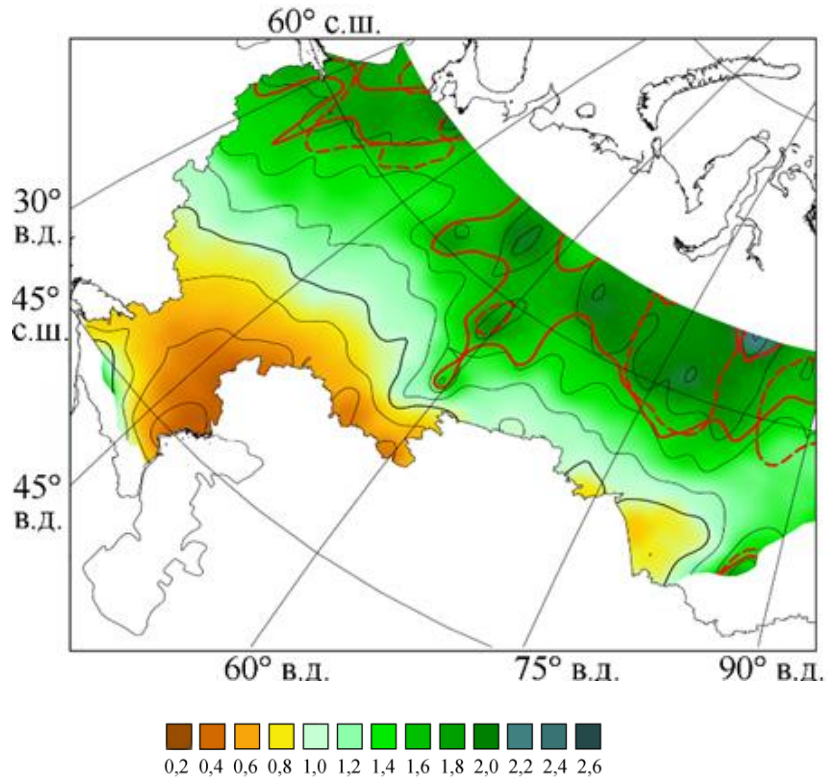
Современные изменения границ и площади неблагоприятных для сельскохозяйственного производства территорий, обусловленных климатическими факторами



- Площадь неблагоприятных пахотных земель, подверженных сильным засухам в вегетационный сезон, в период 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. увеличилась в 1.8 раза в Южном ФО (до 91656 кв. км), в 1.9 раза в Северо-Кавказском ФО (до 14181 кв. км) и в 1.6 раза на юге Приволжского ФО (до 130021 кв. км).
- Граница неблагоприятных земель, фактически совпадающая с границей полупустынных и сухостепных ландшафтов в период 1961-1990 гг., в течение последующих тридцати лет переместилась на территорию сухостепных и типично-степных ландшафтов, а из типично-степных ландшафтов сместилась в степную зону.

К категории неблагоприятных сельскохозяйственных земель в период 1991-2020 гг. теоретически могут быть причислены почти 20% пахотных земель в Северо-Кавказском и Приволжском ФО, а также почти 35% - в Южном ФО.

Неблагоприятные для сельскохозяйственного производства территории в земледельческой зоне России, обусловленные климатическими факторами



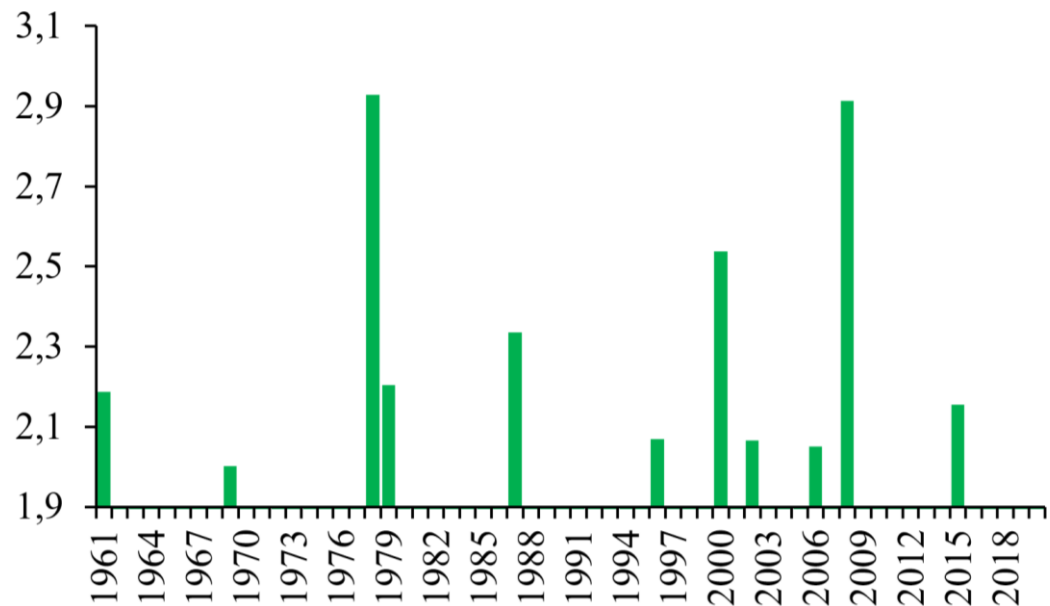
Границы (красные линии) неблагоприятных с/х территорий, подверженных переувлажнению в августе-сентябре, в период 1991-2020 гг.

территория переувлажненных пахотных земель в августе-сентябре, выявлена по критерию неблагоприятных для сельскохозяйственного производства территорий, обусловленных климатическими факторами [Правила, 2015]

С/х территории, подверженные переувлажнению в августе-сентябре в течение в 30% лет и более в период длительностью не менее 20-ти лет, расположены на севере ЕТР и Западной Сибири. Граница территории проходит преимущественно по среднетаежным ландшафтам.

Изменения увлажнения территории на севере земледельческой зоны России в сезон вегетации в 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг.

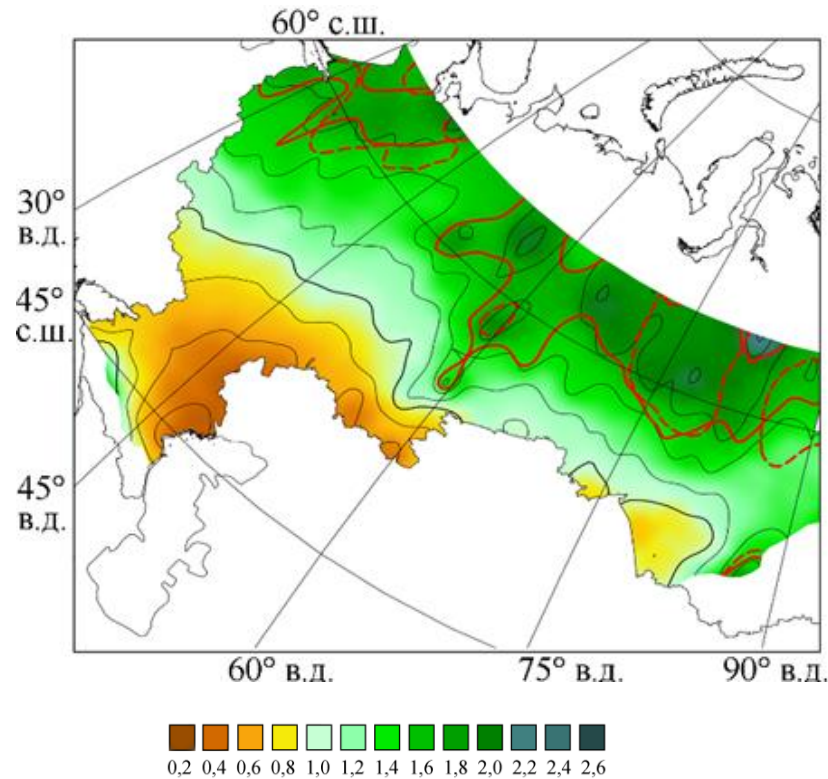
- Повторяемость переувлажненных лет в конце лета-начале осени на севере земледельческой зоны России существенно уступает повторяемости сильных засух в сезон вегетации на юге ЕТР ;
- Значимое увеличение повторяемости переувлажненных лет на 20% в период 1991-2020 гг. по сравнению с предыдущим тридцатилетием;



Изменения увлажнения на севере земледельческой зоны России в сезон вегетации в 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. происходили согласно гумидному типу наблюдаемого потепления

Многолетняя изменчивость ГТК в период 1961-2020 гг.: интенсивность сильного переувлажнения (столбики зеленого цвета) в августе-сентябре на территории переувлажненных земель на севере земледельческой зоны России.

Современные изменения границ и площади неблагоприятных для сельскохозяйственного производства территорий, обусловленных климатическими факторами

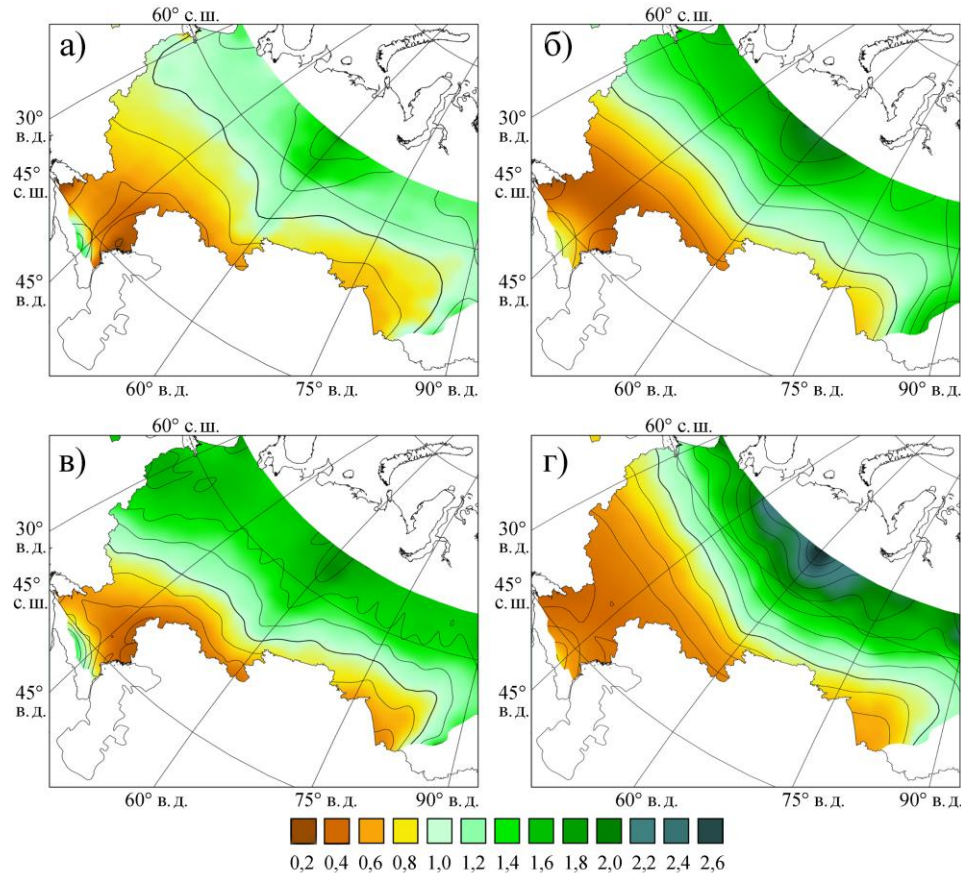


- Негативные изменения увлажнения территории неблагоприятных земель, подверженных переувлажнению в августе-сентябре, в период 1991-2020 гг. наиболее сильно затронули Северо-Западный и Уральский ФО, где границы переувлажненных земель значительно расширились, заняв более 40% и более половины территории округов соответственно.

----- 1961-1990 гг. — 1991-2020 гг.

Границы неблагоприятных земель (красные линии), подверженных переувлажнению в августе-сентябре на фоне ГТК в августе-сентябре в период 1991-2020 гг. по данным метеостанций.

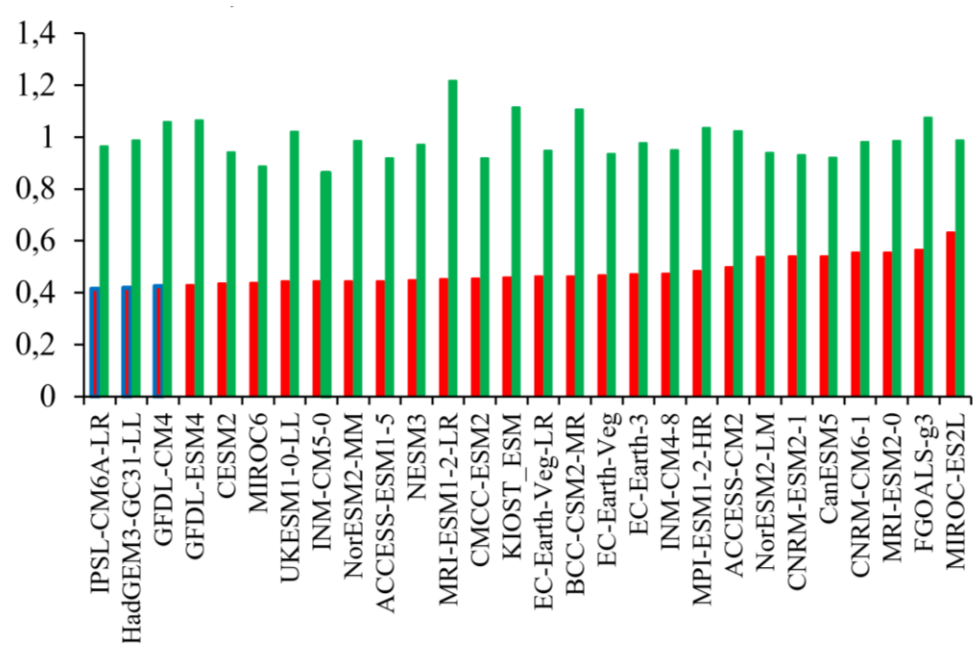
Воспроизведение границ неблагоприятных для производства сельскохозяйственной продукции земель, обусловленных климатическими условиями, по данным климатических моделей



Пространственное распределение средних значений ГТК за период 1991-2020 гг. на территории земледельческой зоны ЕЧР и Западной Сибири: в мае-августе по данным климатических моделей IPSL-CM6A-LR (а), HadGEM3-GC31-LL (б) и GFDL-CM4 (в), а также в августе-сентябре по данным INM-CM5-0 (г). Изолиния со значением 1 показана жирной линией черного цвета.

- несмотря на адекватное воспроизведение большинством климатических моделей проекта CMIP6 широтной зональности распределения соотношения тепла и влаги, а также повышенной увлажненности горных территорий Урала и Кавказских гор, практически все они отражают в целом более засушливый климат на исследуемой территории.
- способность отображать географические особенности увлажнения территории Прикаспийской низменности продемонстрировали климатические модели IPSL-CM6A-LR и GFDL-CM4. Наибольшая несогласованность значений ГТК по данным моделей и наблюдений в августе-сентябре в период 1991-2020 гг. отмечалась к северу от 60° с.ш., где, по сравнению с эмпирическими данными, моделируется как более существенная засушливость, так и более ярко выраженное переувлажнение.

Воспроизведение границ неблагоприятных для производства сельскохозяйственной продукции земель, обусловленных климатическими условиями, по данным климатических моделей



Абсолютная ошибка воспроизведения ГТК (безразмерная) в мае-августе (столбики красного цвета) на ЕТР к югу от 54° с.ш. и августе-сентябре (столбики зеленого цвета) в меридионально ориентированной полосе, ограниченной 57° с.ш. и 64° с.ш., за период 1991-2020 гг. по данным климатических моделей проекта CMIP6. Столбики с ошибкой для отобранных моделей обведены синим контуром.

- На основании значений абсолютной ошибки для оценки перспективных изменений границ неблагоприятных для производства сельскохозяйственной продукции земель, обусловленных сильными засухами, были отобраны модели IPSL-CM6A-LR, HadGEM3-GC31-LL и GFDL-CM4. Для перспективных оценок переувлажненных земель выбрана модель INM-CM5-0.

Ожидаемые в XXI-м веке изменения границ и площади неблагоприятных для сельскохозяйственного производства территорий, обусловленных климатическими факторами

Изменения (кратность) площадей территории неблагоприятных для производства сельскохозяйственной продукции в Федеральных округах РФ на ЕЧР и в Западной Сибири, ожидаемых в 2021-2050 гг. (II) и в 2051-2080 гг. (III) по сравнению с 1991-2020 гг. по данным климатических моделей по сценариям SSP245 и SSP585.

С/х земли, охваченные сильными засухами												Переувлажненные с/х земли								
Федеральные округа РФ	HadGEM3-GC31-LL				GFDL-CM4				IPSL-CM6A-LR				Федеральные округа РФ				INM-CM5-0			
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II					I	II	I	II
	SSP245		SSP585		SSP245		SSP585		SSP245		SSP585						SSP245		SSP585	
Приволжский	1.2	1.6	1.2	2.1	1.3	1.4	1.3	1.1	2.6	4.9	2.5	6.4	Приволжский				2.9	1.6	3.8	2.3
Южный	1	1	1	1	1.3	1	1.1	1.2	1.9	1.9	1.7	2	Северо-Западный				1.1	1.4	1.2	2.4
Северо-Кавказский	1.2	1.7	1.2	1.5	1.4	1.8	1.2	1.6	2.1	4.7	2.4	4.7	Уральский				1.1	1.5	3.1	3

увеличение площадей

уменьшение площадей

К середине и к концу XXI в. ожидается дальнейшая аридизация на юге ЕТР и расширение территории неблагоприятных земель, охваченных засухами, а также уменьшение переувлажненных территорий на севере земледельческой зоны.

По данным моделей HadGEM3-GC31-LL, GFDL-CM4 и IPSL-CM6A-LR следует ожидать большего охвата засухами Южного, Северо-Кавказского и в Приволжского ФО. Наибольший рост таких площадей ожидается по данным IPSL-CM6A-LR в 2051-2080 гг. по сравнению с 1991-2020 гг.: на юге Приволжского ФО, а также в Северо-Кавказском ФО почти в пять раз по сценарию SSP245 и в 5-6 раз по SSP585. При этом моделью INM-CM5-0 прогнозируется преимущественно сокращение площади переувлажненных территорий в августе-сентябре в диапазоне от 1.1 до 3.8 раз в зависимости от выбранного сценария.

Выводы:

В период 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. наблюдалось расширение территорий, неблагоприятных для сельскохозяйственной деятельности на пахотных землях в Европейской части России и Западной Сибири. Это связано с двумя основными тенденциями:

- *Увеличение засух:* На юге и юго-востоке исследуемой территории, включая Северо-Западный Прикаспий, Оренбуржье, юг Поволжья и Северо-Кавказский ФО, отмечался рост повторяемости сильных засух в мае-августе. Площадь земель, подверженных засухам, увеличилась почти вдвое в некоторых регионах.
- *Увеличение переувлажнения:* На севере земледельческой зоны наблюдался рост частоты переувлажнения в августе-сентябре. Площадь таких земель также значительно увеличилась, в некоторых регионах - в 1.3-6 раз.

Результаты моделирования с помощью некоторых климатических моделей (IPSL-CM6A-LR, HadGEM3-GC31-LL, GFDL-CM4, INM-CM5-0) свидетельствуют о дальнейшем расширении территории неблагоприятных пахотных земель в будущие периоды (2021-2050 гг. и 2051-2080 гг.):

- *Аридизация южных регионов:* Прогнозируется дальнейшее увеличение площади земель, подверженных сильным засухам, особенно на юге и юго-востоке ЕТР. Согласно самому неблагоприятному сценарию, почти все пахотные земли Южного округа могут стать непригодными для сельского хозяйства в ближайшие 30 лет.
- *Уменьшение переувлажнения на севере:* Модели предполагают возможное уменьшение площади переувлажненных земель на севере из-за прогнозируемой аридизации.