

Региональные особенности трендов летних осадков в бассейнах крупных рек Европейской территории России по наземным и спутниковым данным в условиях меняющегося климата

Черенкова Е.А.

Данные: 1) архив данных месячных сумм осадков CRU TS4.0 Университета Восточной Англии; 2) архив осадков спутниковых данных GPCP V2.2 (Huffman et al., 2009); 3) данные среднемесячных температур поверхности океана (ТПО) северной части Атлантического океана (СА) архива HadISST1.1; 4) данные аномалий высоты геопотенциала на уровне 500 гПа Северного полушария из архива реанализа NCEP/NCAR (Kalnay et al. 1996); 5) архив индексов крупномасштабной атмосферной циркуляции, характеризующие основные режимы изменчивости барического поля внетропической зоны Северного полушария (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>).

Цель: анализ трендов летних осадков в бассейнах рек Северная Двина и Волга в периоды устойчивых аномалий ТПО СА в более холодный период 1963-1994 гг. и в более теплый период 1995-2015 гг. (рис. 1); исследование изменений крупномасштабной атмосферной циркуляции и выявление их влияния на изменения осадков.

Влияние долгопериодной составляющей Северной Атлантики (СА) на атмосферную циркуляцию в Атлантико-Европейском секторе летом в 1963-2015 гг. проявилось, в частности, в том, что преобладающие отрицательные аномалии ТПО СА с июня по август в период 1963-1994 гг. ассоциировались с положительными фазами североатлантического колебания и колебания центров действия атмосферы «Восточная Атлантика/Западная Россия» (характеризуемые индексами NAO и EA/WR соответственно, рис. 2), а период устойчивых положительных аномалий ТПО СА в 1995-2015 гг. – с отрицательными фазами тех же колебаний. Установлено, что в 1995-2015 гг. наблюдался двукратный рост повторяемости отрицательной фазы индекса EA/WR и его отрицательных экстремумов, для которых характерна повышенная частота эпизодов блокирования на ЕТР. Статистически значимые различия в поле аномалий давления проявились в период холодной СА в усилении интенсивности региональной зональной атмосферной циркуляции и переноса тепла и влаги с Атлантики на континент, в увеличенной повторяемости лет с циклонической циркуляцией и количестве осадков выше климатической нормы в центре ЕТР и ниже нормы на ее севере. В период более теплой СА наблюдалось ослабление зональной циркуляции, повышенная повторяемость эпизодов блокирования над ЕТР и в среднем выше нормы количество осадков на севере Европейской части России на фоне усиления циклонической активности в регионе.

Анализ рисунков 3а и 3б выявил сходство пространственной структуры поля трендов аномалий давления в период 1963-2015 гг. и поля изменений аномалий давления, осредненных за годы отрицательных значений индексов NAO и EA/WR в июне-августе в период 1995-2015 гг. по сравнению с годами их положительных значений в 1963-1994 гг., подтверждающее их связь и определяющее существование влияния североатлантического колебания и колебания «Восточная Атлантика/Западная Россия» на структуру поля давления в Атлантико-Европейском регионе. Как показано на рисунке 4, в то время, как над центром ЕТР в летние месяцы наблюдаются эпизоды блокирования, циклоны вынуждены обходить область стационарирования антициклона в центре ЕТР, в частности, по северу Европы, создавая благоприятные условия для образования осадков в области прохождения циклонов, в том числе, на Европейском Севере России. Преобладающие режимы атмосферной циркуляции с противоположными фазами обозначенных центров действия атмосферы и их противоположными аномалиями давления оказали влияние на формирование средних осадков в регионах ЕТР в июне-августе в периоды 1963-1994 и 1995-2015 гг.

В бассейне Северной Двины в июне-августе в 1995-2015 гг. наблюдалось в среднем количество осадков на 1.4% больше, чем в 1963-1994 гг., об увеличении осадков в 1979-2015 гг. свидетельствуют и спутниковые данные (рис. 5). Рост осадков в 1963-2015 гг. в бассейне Северной Двины составил в среднем 4 мм/10 лет (рис. 6I). В бассейне Волги в 1995-2015 гг. было зафиксировано уменьшение в среднем на 3% суммарных летних осадков, чем в 1963-1994 гг. Как показано на рис. 6II, количество осадков летом в 1963-2015 гг. в бассейне Волги снижалось в среднем со скоростью 2 мм/10 лет. Уменьшение осадков в регионе в 1979-2015 гг. подтвердили и комбинированные данные наземных стационарных измерений осадков и данных косвенных измерений характеристик облачности и яркостной температуры в микроволновом и инфракрасном диапазоне, преобразованные в данные атмосферных осадков.

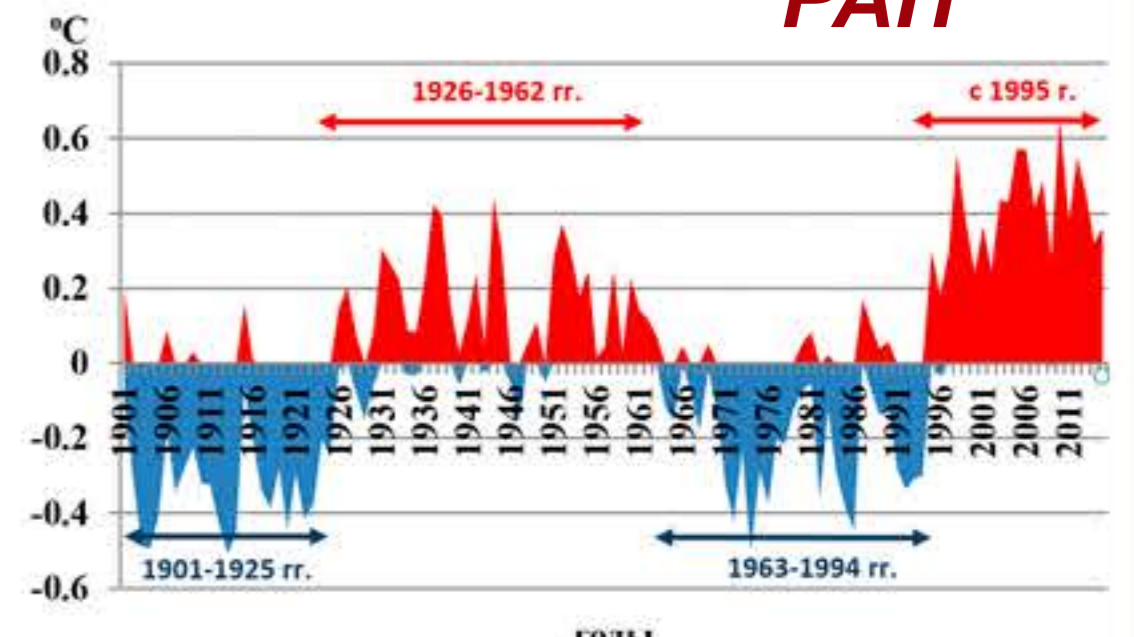


Рис.1. Межгодовая изменчивость: аномалий ТПО Северной Атлантики в 1901-2015 гг.



Рис.2 Межгодовая изменчивость индексов NAO и EA/WR в июне-августе в период 1950-2015 гг.

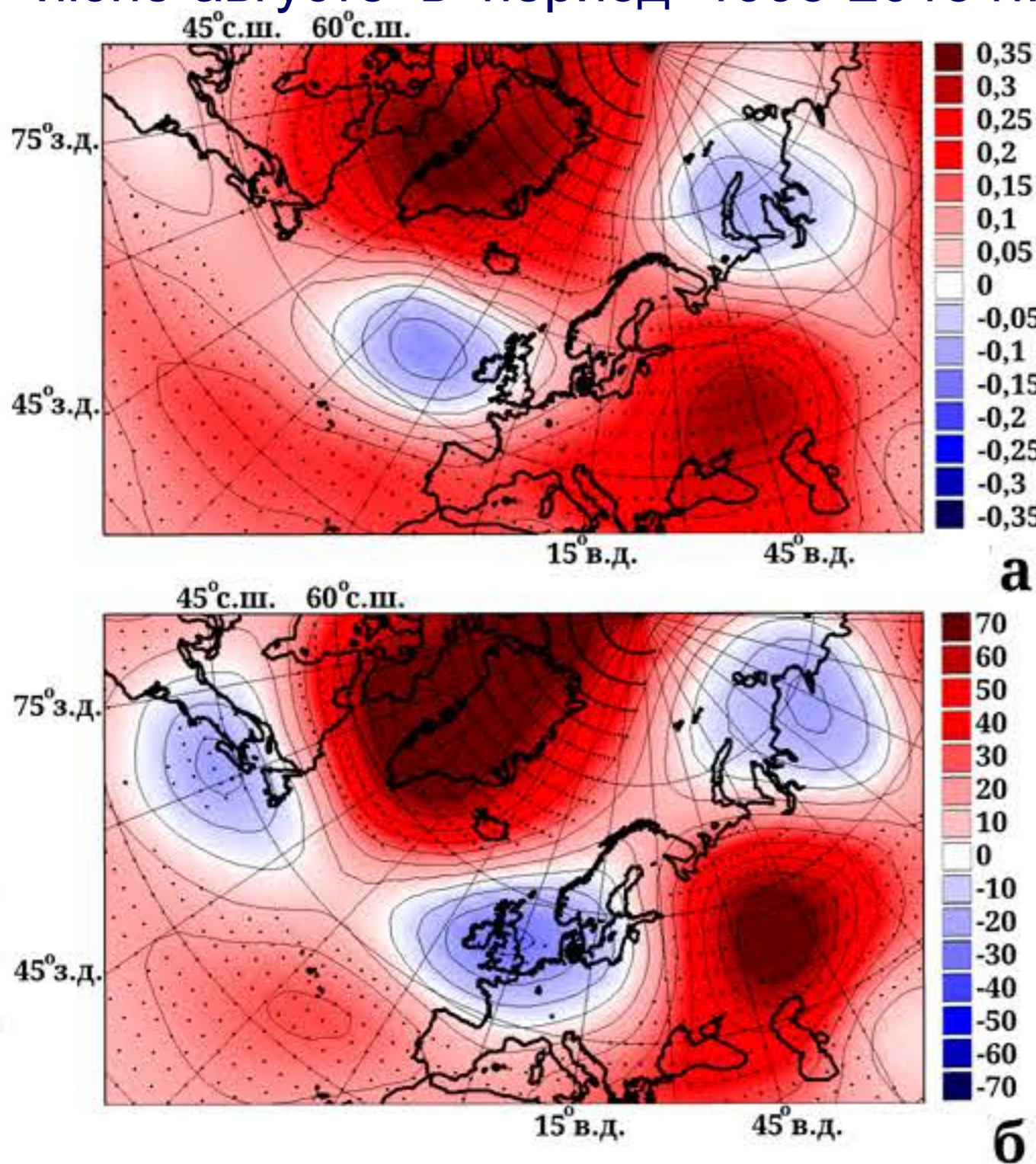


Рис.3. Рисунок 3. Коэффициенты тренда (гПа/год) аномалий Z500 с июня по август за период 1963-2015 гг. (а) и изменение аномалий Z500, осредненных за годы отрицательных значений индексов NAO и EA/WR с июня по август в период 1995-2015 гг. по сравнению с годами их положительных значений в 1963-1994 гг. (б)..

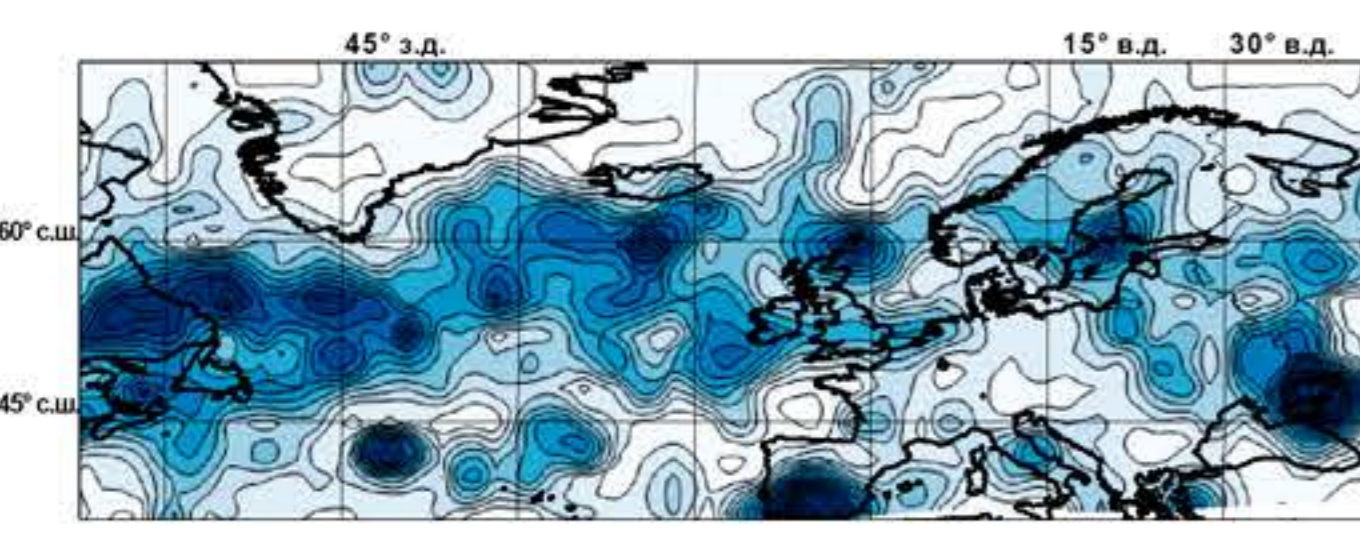


Рис.4.Повторяемость циклонов в Атлантико-Европейском секторе в июне-августе в годы экстремальных отрицательных значений индекса EA/WR в 1995-2015 гг..

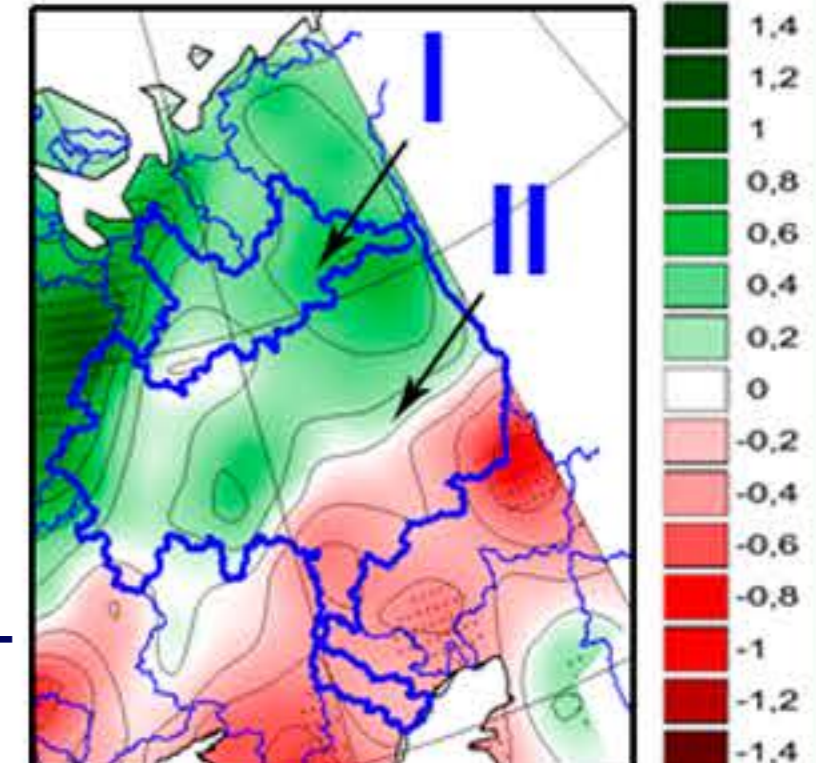


Рис.5. Пространственное распределение коэффициентов тренда осадков (мм/год) с июня по август в бассейнах рек Северная Двина (I) и Волга (II) в 1963-2015 гг. по данным CRU TS4.0.Статистически значимые тренды отмечены точками.

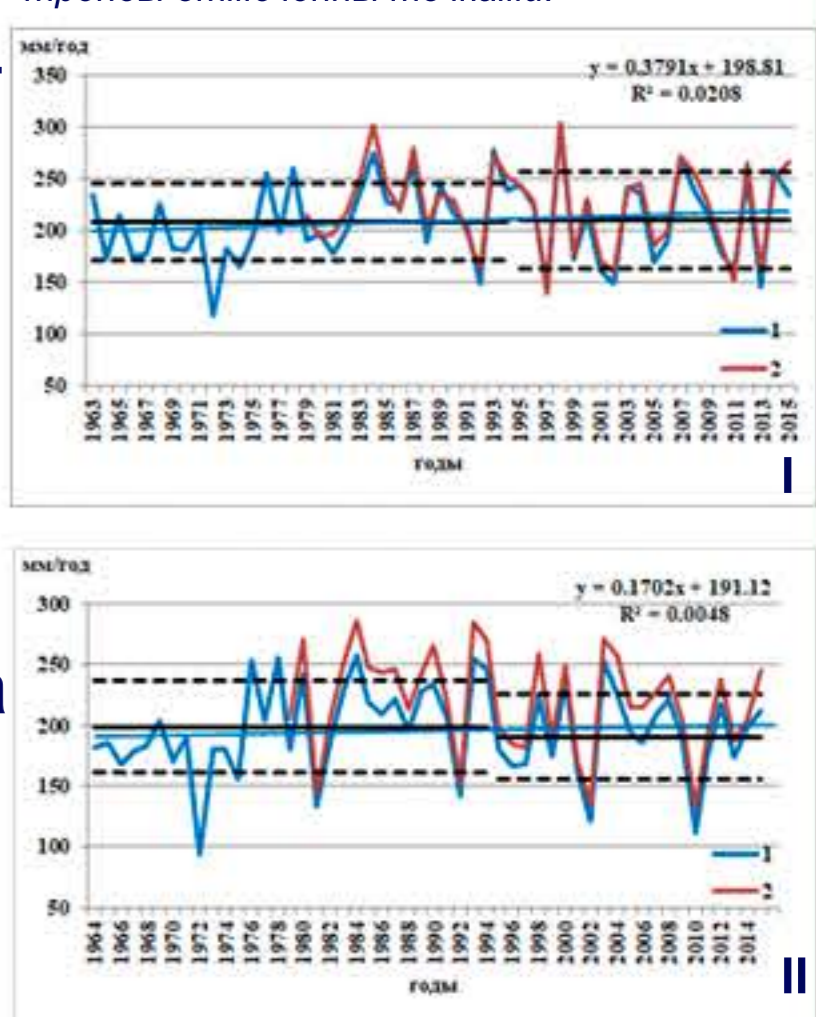


Рис.6. Изменчивость осадков в июне-августе в бассейне рек Сев. Двина (I) и Волга (II) по наземным (1) и спутниковым (2) данным в период 1963-2015 гг. Линейный тренд показан сплошной линией синего цвета, средние значения осадков и коридоры среднеквадратического отклонения в периоды 1963-1994 и 1995-2015 гг. очерчены черными сплошными линиями.

Благодарности. Исследование трендов сезонных осадков на севере Европейской части России проведено при финансовой поддержке РФФ (проект № 17-77-20123). Анализ изменений крупномасштабной атмосферной циркуляции в высоких широтах Северного полушария выполнен в рамках проекта РФФИ № 18-05-60216.

Выводы. Преобладание положительной фазы колебания «Восточная Атлантика/Европейская Россия» летом в период 1963-1994 гг. более холодной СА отразилось в более частой повторяемости лет с циклонической циркуляцией и более благоприятными условиями для образования осадков в бассейне Волги, в то время как в бассейне Сев.Двины наблюдалось количество осадков в среднем ниже климатической нормы. Период 1995-2015 гг. в Атлантико-Европейском секторе характеризовался ослаблением зональной атмосферной циркуляции, повышением повторяемости эпизодов блокирования над ЕТР, количеством осадков в среднем ниже нормы в бассейне Волги и выше нормы на севере ЕТР в среднем на фоне повышенной циклонической активности в регионе.