

Особенности современных изменений условий недостаточного увлажнения на севере Европейской части России

INSTITUTE OF GEOGRAPHY
Russian Academy of Sciences



Черенкова Е.А., Сидорова М.А.

Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия,
cherenkova@igras.ru

Данные: для исследования условий недостаточного атмосферного увлажнения на севере Европейской части России (ЕЧР) использован 12-ти месячный стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, SPEI) (Vicente-Serrano et al., 2010). SPEI при определении засухи в масштабах года принимает в расчет не только годовые осадки, но и суммарную за год испаряемость (потенциально возможное испарение, не ограниченное запасами воды). При расчете SPEI использованы данные о месячных суммах осадков и среднемесячной эвапотранспирации из глобального архива CRU TS 4.3 (Climatic Research Unit, Time Series) пространственного разрешения $0.5^\circ \times 0.5^\circ$, подготовленного в Университете Восточной Англии (Harris et al., 2014). Исследована связь между SPEI в бассейне рек и суммарным годовым стоком, измеренным для рек: Северной Двины (Усть-Пинега) и Печоры (в пос. Усть-Цильма) (Государственный водный кадастр, ежегодное издание).

Цели: изучить региональные особенности изменений условий недостаточного годового атмосферного увлажнения на севере Европейской части России (ЕЧР) в условиях современных изменений климата, выявить годы с условиями существенного дефицита увлажнения в бассейнах Печоры и Северной Двины во второй половине XX в. - начале XXI в., а также исследовать связь речного стока с условиями недостаточного увлажнения в бассейнах.

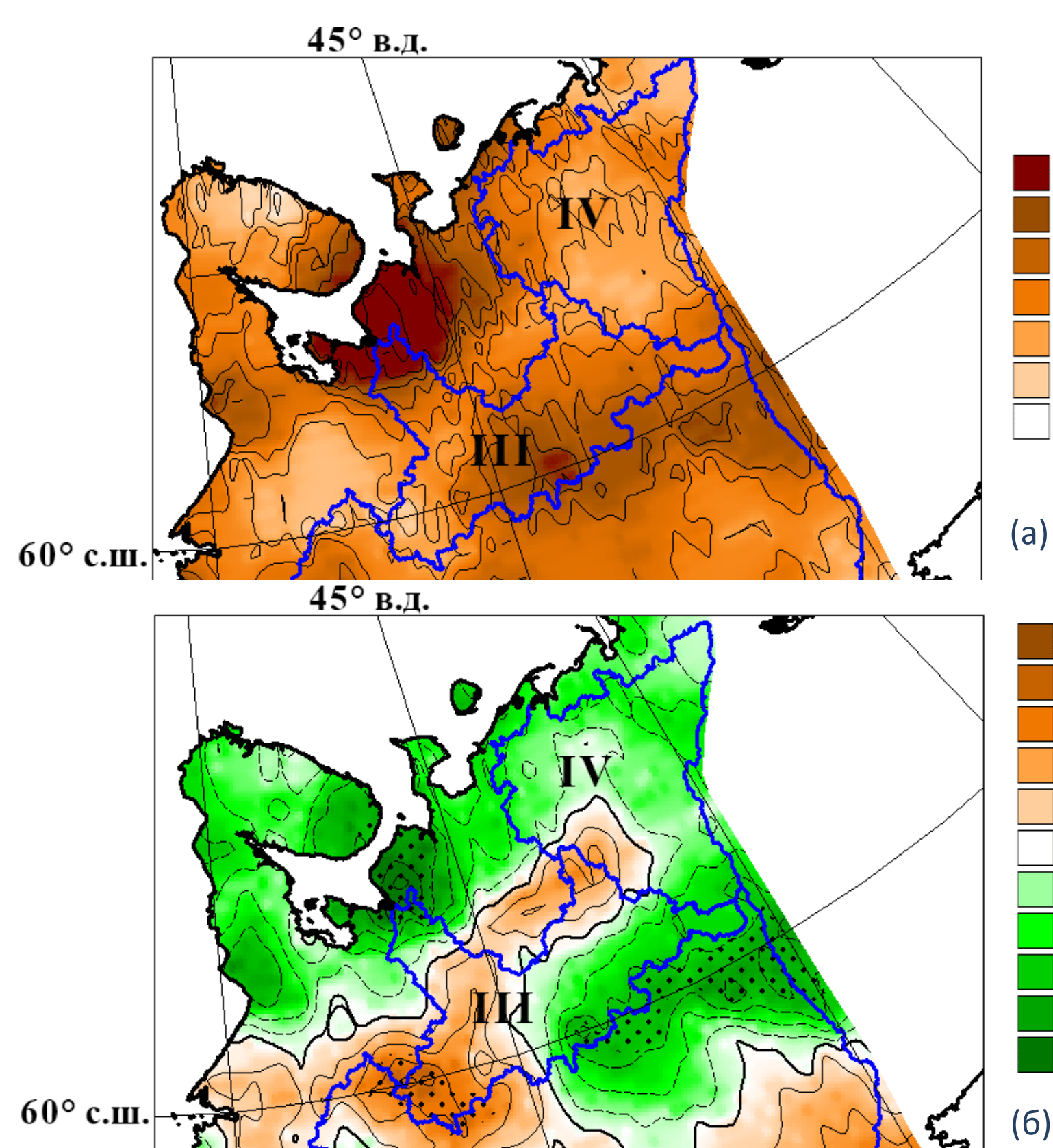


Рис. 1. Повторяемость лет с существенным недостатком увлажнения (число случаев/100 лет) в период 1961-1990 гг. (а) и ее изменения повторяемости лет с существенным недостатком увлажнения (число случаев/100 лет) в период 1991-2018 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. в бассейнах рек Северная Двина и Печора. Статистически значимые изменения на уровне 0.05 отмечены точками.

Все шесть маловодных лет на Печоре в период 1961-2012 гг. (рис. 2а) и 80% из двадцати маловодных лет на Северной Двине в 1961-2014 гг. (рис. 2б), состоялись на фоне увлажнения ниже климатической нормы. При этом в половине маловодных лет на Печоре и в 57% маловодных лет на Северной Двине существенный недостаток увлажнения ощущался и в текущем, и в предшествующем году. Выявлено, что недостаточное увлажнение в бассейне Северной Двины в 1,6 раза повышает вероятность маловодности реки в следующем году. Для Печоры увеличение вероятности составило 1.4 раза. Экстремально низкий сток Печоры в 1.3 раза ниже нормы в 1970 г. и в 1.4 раза - в 1980 г. фиксировался на фоне недостаточного увлажнения в том же году. Экстремальное понижение стока Северной Двины в 1.4 раза по сравнению с нормой в 1967 и 1975 гг.

Благодарности: Анализ связи стока рек Печоры и Северной Двины с условиями недостаточного увлажнения в речных бассейнах проведен в рамках проекта РФФИ (№18-05-00891), Исследование изменений экстремумов годового увлажнения на севере Европейской части России выполнено при поддержке Российского Научного фонда (проект №19-17-00242).

Вторая всероссийская научная конференция с международным участием «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Экосистемы и климат Арктической зоны» 25-27 ноября 2020 г.

Изменения повторяемости лет с существенным дефицитом увлажнения в период 1991-2018 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. были неоднородными на севере ЕЧР (рис. 1б) и наибольшими в регионах наибольшей повторяемости подобных лет в 1961-1990 гг. (рис. 1а). В целом на севере ЕЧР климат в современный период стал более влажным по сравнению со второй половиной XX-го века. Что согласуется с ростом циклонической активности на севере ЕЧР (рис. 2с). Наибольшее статистически значимое снижение повторяемости лет с существенным дефицитом увлажнения отмечалось в устье Северной Двины в среднем на 22 случая/100 лет и на юге в бассейне ее притока, - реки Луза, в среднем на 16 случаев/100 лет, статистически значимый рост повторяемости наблюдался на западе бассейна (до 21-го случая/100 лет в бассейне реки Вологда). Уменьшение повторяемости обозначенных лет преобладало на большей части территории бассейна Печоры, однако оно было статистически незначимым. Интенсивность наблюдаемого существенного недостатка увлажнения понизилась на всей территории исследования и, в частности, на 9% в бассейне Печоры и на 13% в бассейне Северной Двины. На основе выявленной связи обнаружено, что речной сток в годы дефицита увлажнения может снизиться по сравнению с нормой: в среднем на 8.7% для Печоры и 10.9% для Северной Двины.

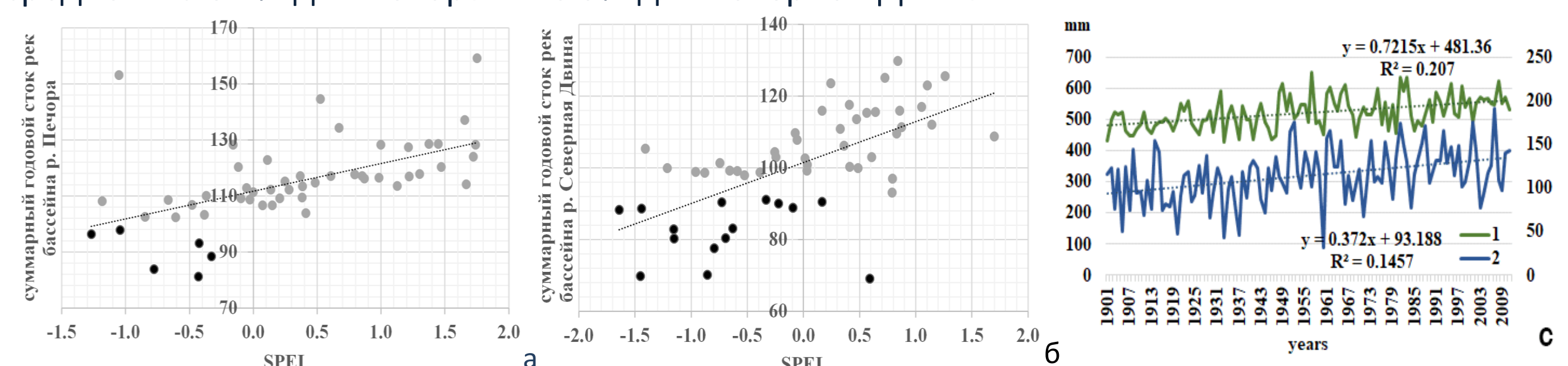


Рис. 2. Связь суммарного годового стока ($\text{км}^3/\text{год}$) рек Печора в 1961-2012 гг. (а), Северная Двина в 1961-2014 гг. (б) с индексом SPEI (безразмерен) за текущий год. Черными кружками отражена связь в маловодные годы на фоне связи во все рассматриваемые годы периода (серые кружки). Многолетние изменения годовых осадков ($\text{мм}/\text{год}$) (1) и суммарной за год повторяемости центров циклонов (2) (с) на севере ЕЧР.

отмечалось при сильном дефиците увлажнения в бассейне реки. Экстремально низкому стоку Северной Двины в 2006 г. (0.7 от нормы), состоявшемуся при отсутствии дефицита увлажнения, предшествовал маловодный год на фоне значительного дефицита увлажнения.

Выводы: - на фоне наблюдения более влажного климата в целом на севере ЕЧР в период 1991-2018 гг. по сравнению с 1961-1990 гг., направленность изменений повторяемости лет с существенным недостатком годового увлажнения была неоднородной в бассейнах рек Северная Двина и Печора;

- подавляющее большинство маловодных лет на Северной Двине, а также все маловодные годы на Печоре наблюдались на фоне дефицита увлажнения в том же году. В половине случаев наблюдения маловодных лет на Печоре и в 57% маловодных лет на Северной Двине, дефицит увлажнения различной интенсивности отмечался и в текущем, и в предыдущем году;

- сток в годы недостаточного увлажнения понижался по сравнению с нормой в среднем на 8.7% для Печоры и 10.9% для Северной Двины.