

Тренды изменений атмосферного и почвенного увлажнения в начале XXI-го века на Европейской территории России по спутниковым и наземным данным

Черенкова Е.А.

Институт географии РАН, Москва, Россия

ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
Российской академии наук



основан в 1918 году

Актуальность:

Согласно выводам, опубликованным в Пятом докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), современное глобальное потепление ассоциируется с ростом опасных гидрометеорологических явлений, приводящих, в частности, к засухам и наводнениям, продолжительным волнам тепла в разных районах мира [IPCC, 2014]. Предварительные выводы рабочей группы Шестого доклада МГЭИК неутешительны, поскольку свидетельствуют об усугублении негативных последствий изменений климата [IPCC, 2021]. Об увеличении числа опасных гидрометеорологических явлений на территории России в последние десятилетия свидетельствуют данные Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Второй оценочный доклад, 2014]. По данным Всемирной Метеорологической Организации, в России в период 1970–2019 гг. было зарегистрировано 164 стихийных бедствия [WMO, 2021].

Современное потепление, наблюдающееся на Европейской территории России (ЕТР) с середины 1970-х годов, характеризуется статистически значимым ростом в весенний и летний сезон в период 1976–2020 гг. со скоростью $0.44^{\circ}\text{C}/10$ лет и $0.46^{\circ}\text{C}/10$ лет соответственно [Доклад об особенностях климата на территории РФ за 2020 год, 2021]. При этом увеличение количества атмосферных осадков весной летом на той же территории было незначительным. Хорошо известно, что наблюдаемые изменения климата сопровождаются усилением его экстремальности. Рост повторяемости сильных сезонных засух, наибольший в центральных и юго-восточных зерносеющих областях ЕТР с середины 1990-х гг. [Черенкова и др., 2020] привели к ухудшению продуктивности агроценозов на этой территории.

Проблема исследования тенденций атмосферного и почвенного увлажнения в регионах ЕТР приобрела повышенную актуальность в последние десятилетия в связи с ростом темпов сезонного потепления.

Исследование является важным как для регионов юга ЕТР, так и для северных регионов территории. Часто повторяющиеся весной и летом метеорологические и сельскохозяйственные засухи в зерновой зоне на юге ЕТР представляют наибольшую угрозу для сельскохозяйственной отрасли России, связанную со значительным снижением урожайности зерновых культур. Последствия засух, помимо угрозы продовольственной безопасности, могут проявляться в экономической стабильности российских регионов из-за уменьшения экспорта зерновых культур. В годы сильных и обширных засух прошлых лет снижение валовых сборов зерна в основных зернопроизводящих регионах России достигало 40–50% и более по сравнению с годами с благоприятными условиями увлажнения [Уланова, 2000]. С другой стороны, актуальность проблемы изменений сезонного увлажнения в регионах достаточного увлажнения на европейском севере России связана с угнетением прироста годичных колец деревьев, ухудшением условий произрастания деревьев и заболачиванием территории в условиях переувлажнения.



Цель исследования

состоит в изучении региональных особенностей тенденций весенне-летнего атмосферного и почвенного увлажнения в начале текущего столетия на ЕТР по наземным и спутниковым данным.

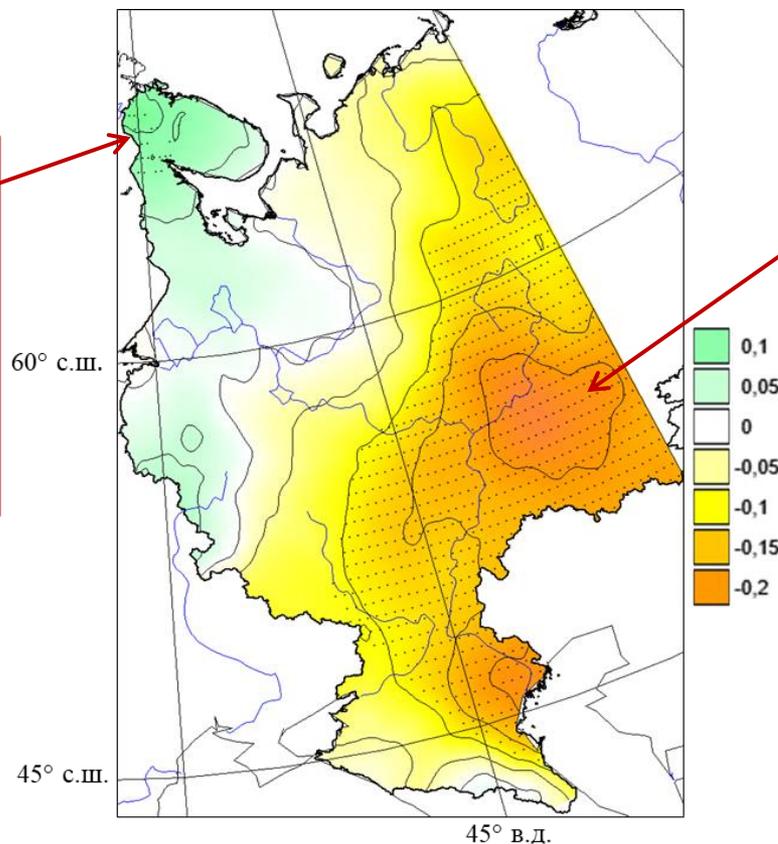
Данные:

- Тенденции атмосферного увлажнения исследованы по данным:
 - индекса осадков (SPI), вычисленного по эмпирическим данным осадков, интерполированных в регулярную сетку $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ из архива CRU 4.05 Университета Восточной Англии)
 - индекса осадков и испаряемости (SPEI), вычисленного по разности интерполированных в регулярную сетку $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ эмпирическим данным осадков и испаряемости из архива CRU 4.03 Университета Восточной Англии [Harris et al., 2014])
- Тенденции почвенного увлажнения (по спутниковым данным гидрологической модели Noach 2.7.1 GLDAS эксперимента GRACE [Rodell et al., 2004])

Тенденции атмосферного увлажнения на ЕТР в мае-июне в период 2001-2015 гг.

В мае-июне в начале XXI-го века тенденции *атмосферного* увлажнения были *неблагоприятными* как на юго-востоке, так и на северо-западе ЕТР

На переувлажнение в регионах достаточного увлажнения на северо-западе ЕТР указывают значимые положительные тренды индекса SPEI



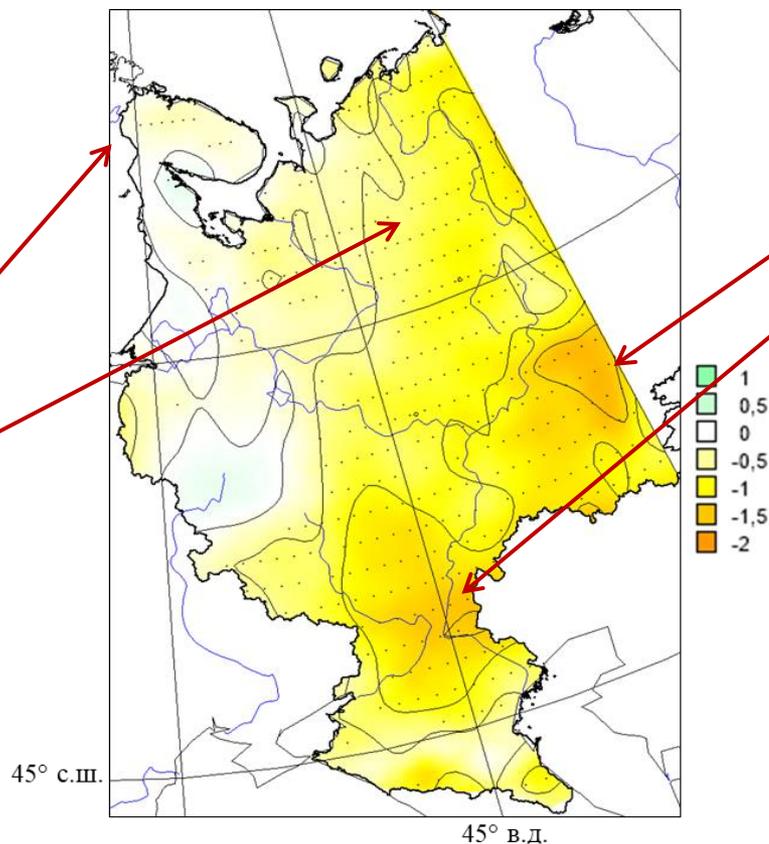
О росте иссушения в регионах недостаточного и неустойчивого увлажнения на юге и юго-востоке ЕТР свидетельствуют статистически значимые отрицательные тренды индекса SPEI

Тренды атмосферного увлажнения в мае-июне в период 2001-2014 гг. по данным индекса SPEI



Тенденции почвенного увлажнения на ЕТР в апреле-мае в период 2001-2015 гг.

В регионах достаточного увлажнения на северо-западе ЕТР наблюдались тенденции слабого понижения почвенного увлажнения весной. Более заметным снижением почвенного увлажнения было на северо-западе ЕТР



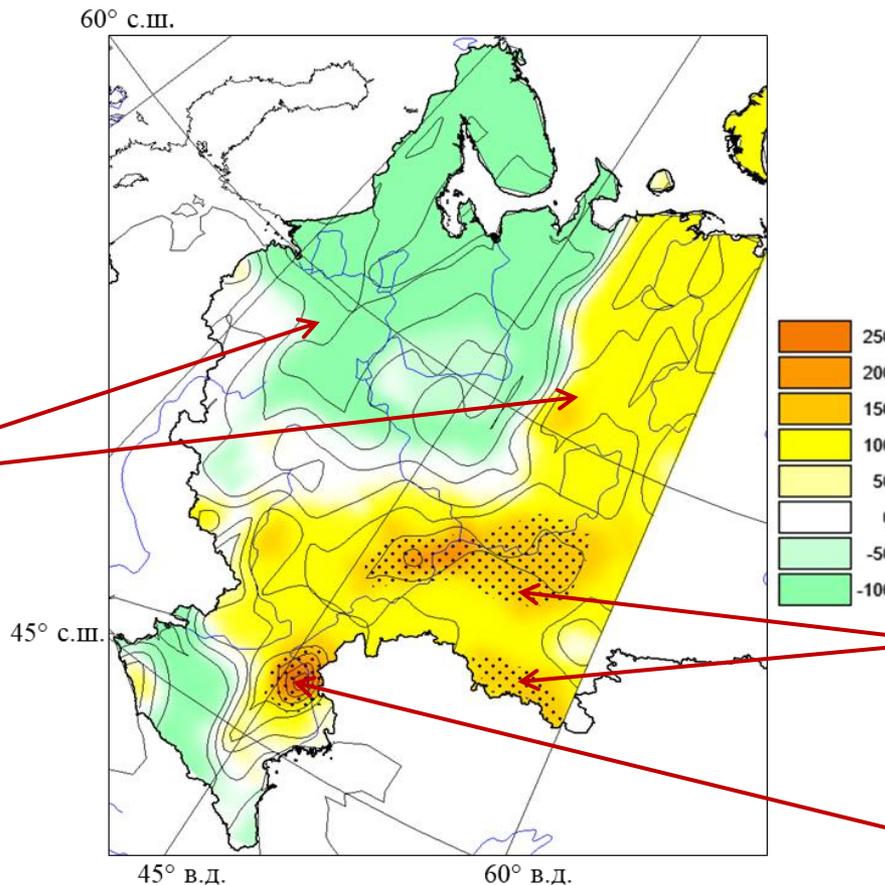
Атмосферное иссушение летом на юге и юго-востоке ЕТР сопровождалось значимым понижением весеннего почвенного увлажнения.

Тренды почвенного увлажнения в апреле-мае в период 2001-2014 гг. по спутниковым данным Grace

Тенденции экстремального дефицита увлажнения ЕТР летом в период 2001-2020 гг.

Изменения повторяемости сильных атмосферных засух на ЕТР летом в период 2001-2020 гг.

В регионах достаточного увлажнения на севере ЕТР наблюдались незначимые тенденции повторяемости лет с экстремальным дефицитом летнего увлажнения



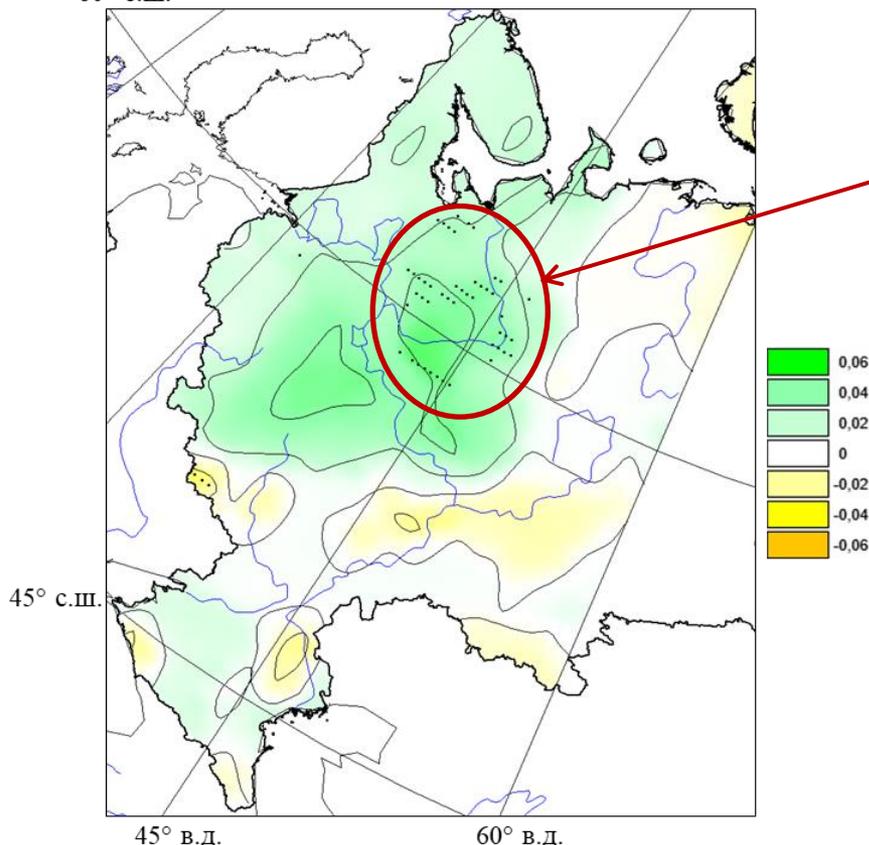
Существенные негативные тенденции повторяемости сильных атмосферных засух отмечены в земледельческой зоне на юго-востоке ЕТР в начале XX-го века: в центре и юго-востоке Приволжского ФО (в 3.5 раза в Поволжье и в 2.5 раза в Оренбуржье), а также на востоке Южного ФО (в 3.5 раза на севере Калмыкии и Астраханской области)

Тренды повторяемости (%/20 лет) сильных летних засух в период 2001-2020 гг. по данным индекса SPI

Тенденции экстремального дефицита увлажнения ЕТР летом в период 2001-2020 гг.

Изменения интенсивности сильных атмосферных засух на ЕТР летом в период 2001-2020 гг.

60° с.ш.



Статистически значимое увеличение интенсивности существенного дефицита летнего увлажнения наблюдалось на ЕТР

В регионах достаточного увлажнения на европейском севере России преобладали несущественные тенденции экстремального дефицита увлажнения.

Тренды интенсивности (%/10 лет) сильных летних засух в период 2001-2020 гг. по данным индекса SPI

Выводы

- Установлено, что в регионах недостаточного увлажнения на юге и юго-востоке ЕТР в начале текущего столетия наблюдались тенденции существенного атмосферного и почвенного иссушения территории в середине и в конце весны, а также в начале и середине лета.
- На остальной части ЕТР преобладали тенденции несущественного уменьшения почвенного и атмосферного увлажнения. Положительные тренды индекса SPEI в мае-июне в Карелии, Архангельской и Мурманской области (статистически значимые в Мурманской области) указывают на неблагоприятную тенденцию нарастания атмосферного увлажнения в переувлажненных районах на западе Кольского п-ва в период активной вегетации растений в начале текущего столетия.
- Рост повторяемости сильных засух на юге и юго-востоке ЕТР за последние двадцать лет свидетельствуют о наблюдении неблагоприятных тенденций в зерновой зоне и увеличении климатообусловленных рисков при производстве зерна.

Благодарности. Исследование изменений увлажнения на Европейском севере России выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-77-20123). Исследование для юга ЕТР проведено в рамках научной темы ИГ РАН №0127-2019-0010 (AAAA-A19-119102890091-1).