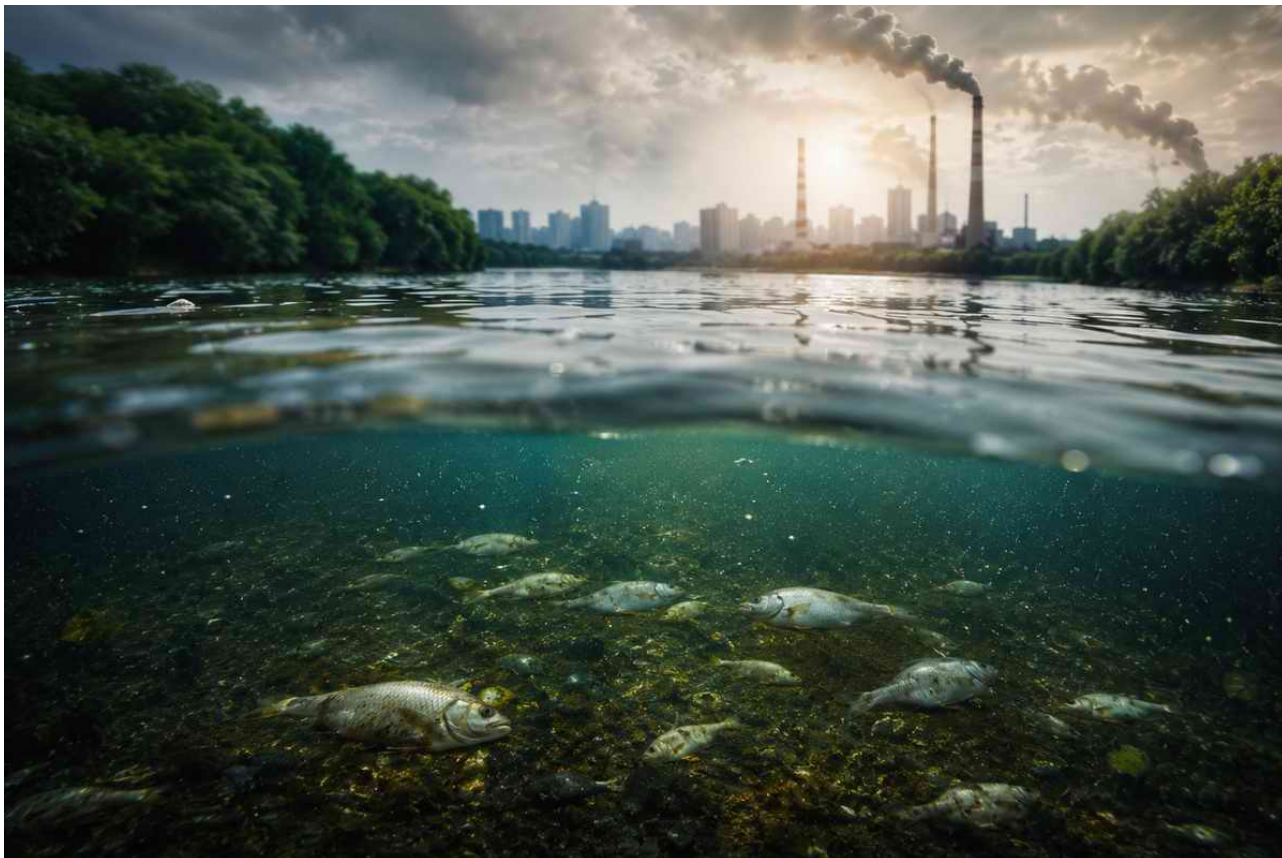


Глобальное потепление лишает реки кислорода: тропические регионы оказались в зоне особого риска



Дата публикации: 16.05.2026

Глобальное потепление все сильнее влияет не только на атмосферу и океаны, но и на пресноводные экосистемы планеты. Новое международное исследование показало, что содержание растворенного кислорода в реках мира устойчиво снижается уже несколько десятилетий, а наиболее уязвимыми оказались тропические регионы. Ученые предупреждают, что продолжающаяся деоксигенация способна серьезно изменить состояние речных экосистем, поставить под угрозу биоразнообразие и нарушить важнейшие биогеохимические процессы.

Работа была опубликована в журнале *Science Advances* и охватила почти сорокалетний период наблюдений — с 1985 по 2023 год. Исследовательская группа под руководством специалистов Нанкинского института географии и лимнологии Китайской академии наук проанализировала данные более чем с 21 тысячи речных участков по всему миру. Для обработки такого массива информации использовались алгоритмы машинного обучения, позволившие

выявить долгосрочные тенденции изменения содержания растворенного кислорода в речной воде.

Растворенный кислород считается одним из ключевых показателей здоровья водных экосистем. Он необходим для выживания рыб, беспозвоночных, микроорганизмов и растений, а также играет важнейшую роль в круговороте углерода, азота и других химических элементов. Когда уровень кислорода падает ниже критических значений, в водоемах начинаются процессы гипоксии — кислородного голодания, способного привести к массовой гибели организмов и деградации экосистем.

Исследование показало, что мировые реки теряют кислород в среднем со скоростью около $-0,045$ мг/л за десятилетие. Особенно тревожным оказался тот факт, что признаки деоксигенации были обнаружены почти в 79% изученных рек. Это свидетельствует о том, что процесс носит практически глобальный характер и затрагивает экосистемы на всех континентах.

Наиболее интенсивное снижение содержания кислорода зафиксировано в тропических реках, расположенных между 20° северной и 20° южной широты. Особенно заметно проблема проявляется в густонаселенных регионах Южной и Юго-Восточной Азии, включая крупные речные системы Индии. Ученые отмечают, что результаты оказались неожиданными: ранее предполагалось, что сильнее всего от деоксигенации пострадают реки высоких широт, где потепление происходит быстрее средних мировых темпов.

Однако тропические реки уже изначально характеризуются более низким уровнем растворенного кислорода из-за высокой температуры воды. Дополнительное нагревание приводит к еще большему снижению способности воды удерживать кислород, что делает такие экосистемы особенно уязвимыми. В результате даже относительно небольшое повышение температуры может вызвать серьезные последствия для водной среды.

Ученые подчеркивают, что теплая вода физически способна удерживать меньше кислорода, чем холодная. Именно снижение растворимости кислорода из-за роста температуры оказалось главным фактором глобальной деоксигенации рек. По оценкам исследователей, на этот механизм приходится около 62,7% общего снижения содержания кислорода.

Дополнительное влияние оказывают изменения в метаболизме речных экосистем. Повышение температуры ускоряет биологические процессы, увеличивает активность микроорганизмов и усиливает разложение органического вещества, что приводит к дополнительному потреблению кислорода. На долю этих процессов приходится примерно 12% наблюдаемой

деоксигенации.

Особое внимание исследователи уделили влиянию экстремальной жары. Анализ показал, что волны аномально высоких температур ответственны почти за четверть глобальной потери кислорода в реках. В периоды сильной жары скорость деоксигенации возрастает примерно на 0,01 мг/л за десятилетие по сравнению с условиями при среднем климатическом фоне.

Не менее важным фактором оказались изменения речного стока и строительство плотин. Исследование показало, что как низкий, так и высокий уровень течения способны частично замедлять потерю кислорода по сравнению с нормальными условиями. Вероятно, это связано с изменением турбулентности воды, интенсивности перемешивания и газообмена с атмосферой.

Создание водохранилищ также существенно влияет на кислородный режим рек, однако эффект зависит от глубины искусственного водоема. В мелководных водохранилищах деоксигенация, как правило, усиливается, тогда как глубокие резервуары могут частично смягчать снижение уровня кислорода. Исследователи связывают это с различиями в температурной стратификации воды и циркуляции кислородных масс.

Экологи предупреждают, что дальнейшая потеря кислорода способна изменить структуру речных сообществ во всем мире. Наиболее чувствительными оказываются крупные рыбы, многие виды беспозвоночных и организмы с высоким уровнем метаболизма. В условиях хронической гипоксии выживают преимущественно более устойчивые виды микроорганизмов, что постепенно меняет всю экосистему.

Кроме биологических последствий, деоксигенация может повлиять и на качество пресной воды для человека. Снижение содержания кислорода способствует накоплению токсичных веществ, усилению цветения воды и росту патогенных микроорганизмов. Это особенно опасно для регионов, где реки являются основным источником питьевой воды и продовольствия.

Авторы исследования считают, что тропические реки должны стать приоритетным объектом природоохранной политики в условиях климатического кризиса. Среди возможных мер называются сокращение выбросов парниковых газов, восстановление прибрежных экосистем, ограничение загрязнения органическими веществами, а также более устойчивое управление плотинами и водохранилищами.

Полученные результаты показывают, что изменение климата уже оказывает глубокое воздействие на речные системы Земли. Если тенденция сохранится, многие пресноводные экосистемы могут столкнуться с масштабными

изменениями уже в ближайшие десятилетия, а проблема дефицита кислорода станет одной из ключевых экологических угроз XXI века.

Ссылка: «Устойчивое снижение содержания кислорода в глобальных проточных водах в условиях глобального потепления климата» DOI: [10.1126/sciadv.aef3132](https://doi.org/10.1126/sciadv.aef3132).