

УДК 551.5:556

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

*Н.С. Бадюк*

*ГП «Украинский НИИ медицины транспорта» МЗ Украины, г.Одесса*

Запасы пресной воды на планете, в первую очередь поверхностных вод, напрямую связаны с климатическими изменениями.

Особое внимание проблеме глобального изменения климата было уделено на Второй Всемирной климатологической конференции в Женеве (ноябрь, 1990 г.) и на 21-м Международном конгрессе по водоснабжению в Мадриде (сентябрь, 1997 г.). В частности, было отмечено, что в ближайшие 20–40 лет прогнозируется повышение глобальной температуры воздуха на 2–3°C. Наибольшее потепление (до 5–6°C) будет иметь место в высоких широтах и зонах умеренного и холодного климата. Возможные последствия изменения климата неизбежно скажутся на состоянии водных ресурсов планеты, как наиболее чувствительных к климатическим изменениям и немедленно реагирующих на них [1-3; 14, 15].

В последние годы изменения климата рассматриваются как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения. По оценкам ВОЗ климатические изменения в настоящее время являются причиной примерно 150 тыс. преждевременных смертей в мире и 5 500 000 лет нетрудоспособности/год (0,3%) от общего числа смертей и 0,4% лет нетрудоспособности соответственно).

Влияние изменения климата на здоровье человека разнообразно. Проис-

ходит как прямое влияние за счет увеличения числа дней с аномально высокими и/или низкими температурами, числа наводнений, штормов, тайфунов, так и косвенное, опосредованное влияние экологических или социально-экономических факторов (увеличение площади засушливых земель, уменьшение объемов доброкачественной питьевой воды и др.).

Данные наблюдений и предполагаемые модели климата обеспечивают многочисленные свидетельства того, что ресурсы пресной воды являются уязвимыми и имеется потенциальная возможность значительного воздействия на них в результате изменения климата с широкомасштабными последствиями для человеческого общества и экосистем (табл.).

Прогнозируется, что повышение температуры воды, рост интенсивности осадков и более продолжительные периоды низкого стока усугубят многие формы загрязнения воды, включая загрязнение наносами, питательными веществами, растворенным органическим углеродом, патогенами, пестицидами, а также солевое и тепловое загрязнение.

Это будет способствовать цветению воды и повышению содержания бактерий и грибов. Эти процессы в свою очередь окажут воздействие на экосистемы, здоровье человека и надежность водохозяйственных систем и затраты на их эксплуатацию.

Таблица

Примеры возможных последствий изменения климата в результате изменений в экстремальных метеорологических и климатических явлениях, связанных с осадками, на основании проекций на период с середины до конца XXI века.

Явление	Вероятность на основании моделей для XXI века с использованием сценариев СДСВ* МГЭИК	Примеры основных прогнозируемых последствий	
		Водные ресурсы	Здоровье человека
Случаи выпадения сильных осадков: частота растет в большинстве районов	Весьма вероятно	Неблагоприятные последствия для качества поверхностных и грунтовых вод; загрязнение источников водоснабжения; дефицит воды может быть уменьшен	Повышение риска смертности, травматизма и инфекционных, респираторных и кожных болезней
Площадь, затронутая засухой, увеличивается	Вероятно	Более распространенный водный стресс	Повышение риска дефицита продовольствия и воды; повышение риска недоедания; повышение риска заболеваний, передающихся через воду и пищу
Интенсивная тропическая циклоническая активность усиливается	Вероятно	Перебои энергоснабжения, вызывающие нарушение в снабжении водой для коммунально-бытовых целей	Повышение риска смертности, травматизма, заболеваний, передающихся через воду и пищу, посттравматические стрессовые расстройства

\*СДСВ – Специальный доклад по сценариям выбросов

Более интенсивные дождевые осадки приведут к повышенному содержанию взвешенных твердых частиц (мутности) в озерах и водохранилищах вследствие эрозии речной почвы с внесением загрязняющих веществ.

Ожидается, что прогнозируемое усиление интенсивности осадков даст в результате ухудшение качества воды, так как вызовет увеличение переноса патогенов и других загрязняющих веществ (например, пестицидов) в поверхностные и грунтовые воды и повышенную эрозию, которая, в свою очередь, приведет к активации поглощенных загрязняющих веществ, таких, как фосфор и тяжелые металлы. Кроме того, более частое выпадение интенсивных осадков будет чаще создавать перегрузку для пропускной способности канализационных систем и станций обработки воды и очистки сточных вод. Более частые периоды низкого стока приведут к снижению способности к растворению загрязняющих веществ, и, таким образом, к повышению их концентраций, включая патогены. В районах с общим снижением стока (например в полусушливых районах) качество воды ухудшится еще более заметно [5-7].

Вероятно, в полусушливых и засушливых районах изменение климата усилит засоление грунтовых вод в верхних слоях почвы вследствие большей эвапотранспирации. Поскольку прогнозируется, что текущий поток понизится во многих полусушливых областях, засоление рек и речных устьев усилится.

В прибрежных районах повышение уровня моря может иметь негатив-

ные последствия для сбора ливневых и сброса сточных вод и увеличить потенциальные возможности для вторжения соленой воды в пресные грунтовые воды прибрежных водоносных слоев, оказывая, таким образом, негативное воздействие на ресурсы грунтовых вод. По расчетам, проведенным для двух небольших и невысоких коралловых островов у побережья Индии, толщина линз пресной воды уменьшится с 25 м до 10 м и с 36 м до 28 м, соответственно, при подъеме уровня моря всего лишь на 0,1 м. Любое сокращение пополнения грунтовых вод усугубит воздействие повышения уровня моря. В удаленных от моря водоносных горизонтах сокращение пополнения грунтовых вод может привести к вторжению соленой воды из соседних соляных водоносных пластов.

Доминирующими климатическими факторами влияния на обеспеченность водой являются количество осадков, температура и испаряемость (обуславливается радиационным балансом Земли, атмосферной влажностью, скоростью ветра и температурой).

В районах, подверженных водному стрессу, люди и экосистемы особенно уязвимы к уменьшению количества и большей изменчивости осадков вследствие изменения климата (рис.).

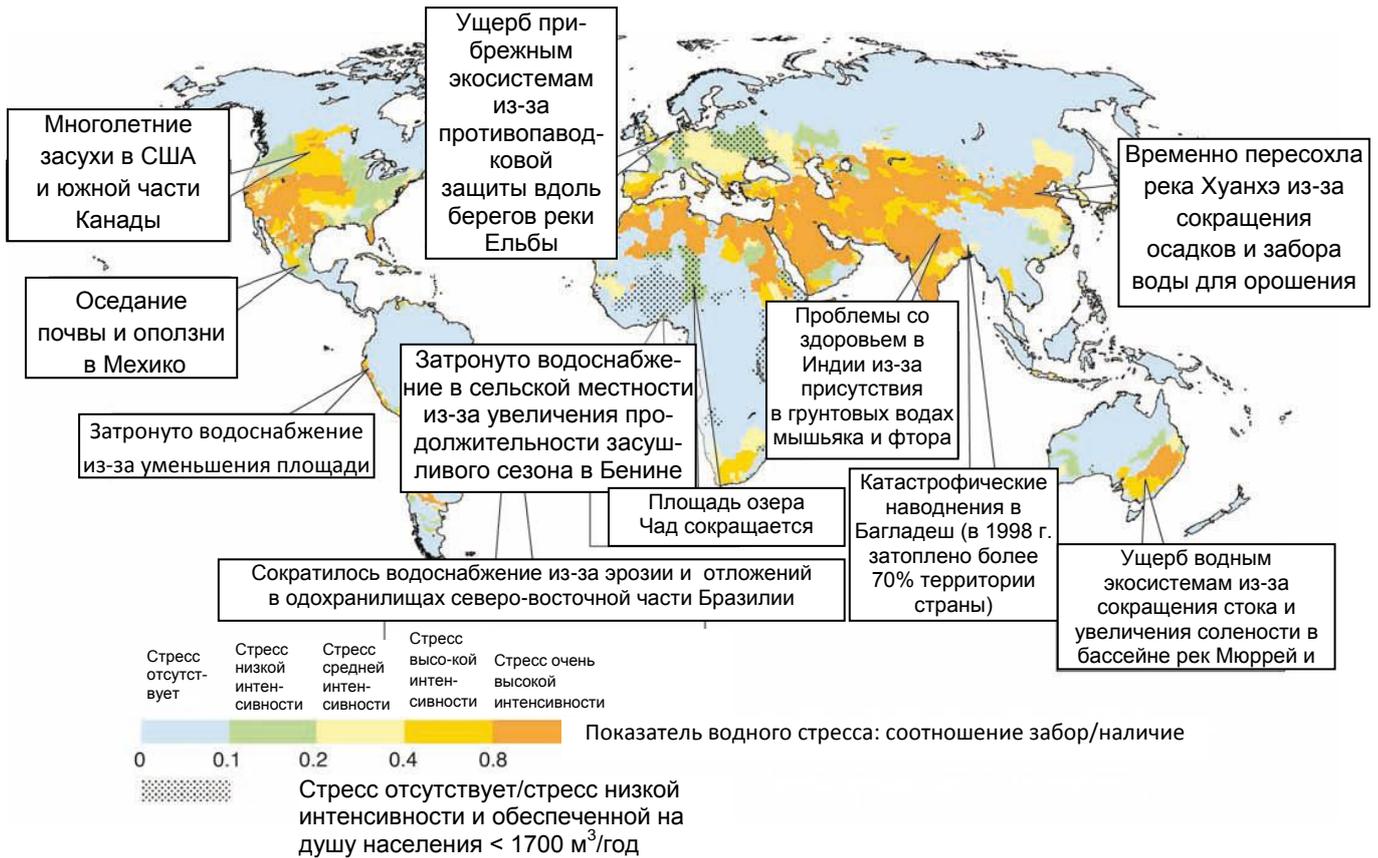


Рис. Примеры сегодняшней уязвимости ресурсов пресной воды и управления ими; карта водного стресса, составленная на основе WaterGAP (Alcamo et al, 2003a)

Перемены в количестве осадков, доступности и качества питьевой воды, связанные с изменением климата, могут повлиять на количество заболеваний, связанных с водой. В ряде стран мира доказано, что увеличение среднемесячной температуры ведет к увеличению случаев заболеваний бактериальной дизентерии, кампилобактериозом, сальмонеллезом и другими желудочно-кишечными заболеваниями. Доступ к безопасной воде остается крайне важным вопросом обеспечения здоровья населения, так как по-прежнему во многих городах в питьевой воде обнаруживаются инфекционные агенты. Особенно страдает от недостатка качественной воды население с низким подушевым доходом.

По оценкам совместной программы мониторинга Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и ЮНИСЕФ в настоящее время 1,1 млрд людей (17% мирового населения) не имеют доступа к водным ресурсам, при этом доступ определяется как наличие по меньшей мере 20 литров воды на человека в день из очищенного источника воды, находящегося в пределах 1 км. Очищенный источник воды – это источник, который обеспечивает «безопасную воду», а именно, из бытового водопровода или скважины [8-12].

Почти две трети населения без доступа к воде находятся в Азии. В странах Африки, расположенных к югу от Сахары, 42% населения не имеет доступа к очищенной воде. По оценкам

ВОЗ, суммарное бремя болезней в результате недостаточного водоснабжения и плохой санитарии и гигиены составляет 1,7 млн. смертей в год. Последствия для здоровья, связанные с водоснабжением и санитарией, являются главной причиной озабоченности в отношении изменения климата во многих странах. В уязвимых районах сосредоточение рисков в результате необеспеченности продовольствием и водой может привести к особо суровым последствиям любых экстремальных погодных условий (например, паводок и засуха) для затронутых групп населения.

Изменения в экстремальных климатических условиях чреватые потенциальной возможностью тяжелых последствий для здоровья человека. Ожидается, что наводнения станут более суровыми в связи с изменением климата, и это будет иметь последствия для здоровья человека. Уязвимость для паводков уменьшается, если имеется инфраструктура для удаления твердых отходов, утилизации сточных вод и снабжения питьевой водой.

Отсутствие воды для гигиенических целей в настоящее время является причиной значительного бремени заболеваний по всему миру. Небольшая и безусловная часть этого бремени может быть отнесена к изменчивости климата или экстремальным климатическим условиям. «Нехватка воды» связана с многочисленными отрицательными результатами для здоровья, включая болезни, передаваемые через воду, загрязненную фекальными и другими опасными субстанциями (например, паразитами).

Детская смертность и заболеваемость, как результат диареи в странах с низким доходом, особенно в африканских странах к югу от Сахары, остается

высокой, несмотря на улучшения в медицинском уходе и использование оральной регидратационной терапии.

Ожидается, что изменение климата увеличит дефицит воды, но трудно оценить, что это означает на бытовом уровне для обеспечения водой, и отсюда для здоровья и гигиены. Отсутствует информация, связывающая крупномасштабное моделирование изменения климата с мелкомасштабными воздействиями на уровне населения или его отдельных групп. Кроме того, при любых оценках будущих воздействий на здоровье в результате изменений в обеспечении водой необходимо принимать во внимание будущие улучшения в доступе к «безопасной» воде.

В районах с плохой инфраструктурой водоснабжения передача кишечных патогенов достигает пика в сезон дождей. Кроме того, было обнаружено, что высокие температуры связаны с увеличением числа случаев заболевания диареей. Причина распространения этих заболеваний связана с плохой гигиеной и отсутствием доступа к безопасной воде.

Сегодня около 1,7 млрд. человек проживают в странах, где существуют серьезные проблемы с водоснабжением. Эта цифра, согласно прогнозам, возрастет к 2025 г. до 5 млрд. Изменение климата будет и дальше обострять эти проблемы. Учитывая, что многие водные системы располагаются на территориях двух или более стран, это может стать причиной международных конфликтов.

По оценкам специалистов, к 2030 году наиболее уязвимыми регионами в аспекте дефицита продовольствия, вызванного изменением климата, могут стать Южная Азия и Южная Африка. Напряженность в сфере водопотребле-

ния, как ожидается, возрастет в Центральной и Южной Европе, и к 2070 году количество людей, испытывающих нехватку воды, увеличится здесь с 28 млн. до 44 млн. человек. Вероятно также 80% сокращение уровня стока в летний период на территории Южной Европы и в некоторых областях Центральной и Восточной Европы.

Изменения гидрологического режима вызывают изменения пространственного и временного распределения осадков, их величины и продолжительности и, следовательно, влияют на характеристики стока поверхностной воды, а также водные ресурсы в почве.

Например, при повышении годовой температуры воздуха на 1–2°C и уменьшении осадков на 10 % можно ожидать уменьшения годового стока рек в районах неостаточного увлажнения на 40–70 %. Аналогичные выводы оказываются справедливыми и для водных ресурсов крупных экономических регионов. Так, ученые США подсчитали, что при потеплении климата на 2°C и уменьшении осадков на 10 % для водохозяйственных районов страны, расположенных в засушливом климате, возможно сокращение ресурсов в 1,5–2 раза. В отчете Тихоокеанского института Министерства внутренних дел США сделан вывод о том, что изменение климата в ближайшие сто лет может серьезно отразиться на гидроресурсах США.

Гидрологи мира относят страны, в которых на человека приходится от 1000 до 2000 м<sup>3</sup> воды в год, к государствам с недостаточными водными ресурсами. К примеру, во Франции в год на каждого жителя приходится 8,5 тыс. м<sup>3</sup> природной воды, в США - 6,8 тыс. м<sup>3</sup>, в Англии — 5 тыс. м<sup>3</sup>, в Украине же эта цифра составляет 0,67 тыс. м<sup>3</sup>.

Запасы воды в Украине меньше, чем в США, почти в 10 раз и в целом не обеспечивают необходимого стратегического развития. В таких странах, как Украина, для экономического развития необходимо проводить жесткое нормирование воды.

По прогнозам, численность населения на планете в 2090 г. будет составлять около 14 млрд человек, т.е. столько, сколько ресурсы планеты способны прокормить и напоить.

Поэтому, проблемы прогнозирования водопотребления в городах с учетом изменения природно-климатических условий, выявления резервов, повышения надежности и устойчивости систем водоснабжения чрезвычайно актуальны. Решение их в настоящем и в будущем необходимо для цивилизованного развития человечества, охраны окружающей среды, бережливого использования ограниченных запасов пресных водных ресурсов Земли.

## Литература

1. Рамочная Конвенция ООН об изменении климата. <http://www.unfccc.de>
2. Бэйтс Б. К. Изменение климата и водные ресурсы. Технический документ Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Б. К. Бэйтс, З. В. Кундцевич, Ж. П. Палютикоф. – Секретариат МГЭИК, Женева, 2008. – 228 с.
3. Руководство по водным ресурсам и адаптации к изменению климата / Издание Организации Объединенных Наций. – Женева, 2009. – 144 с.
4. Сафонов Г.В. Опасные последствия глобального изменения климата / Г.В.

- Сафонов. – РРЭЦ, GOF, WWW России, 2006. – 20 с.
5. Кривенко В.Г. Прогноз изменений климата Евразии с позиций концепции его циклической динамики / В.Г. Кривенко // Всемирная конференция по изменению климата. Тезисы докладов. – Москва, 2003. – С. 514.
  6. Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры / Серия «Здоровье и глобальное изменение окружающей среды». – Европейское Бюро ВОЗ, 2005. – №2.
  7. Семенов С. М. Выявление климатогенных изменений / С. М. Семенов, В. В. Ясюкевич, Е. С. Гельвер. – М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология», 2006. – 324 с.
  8. Петросов В. А. Стійкість водопостачання / В. А. Петросов. – Харьков: Фактор, 2007. – 360 с.
  9. Изменение климата и стратегии адаптации к нему в целях охраны здоровья населения / Под редакцией В. Menne и К. L. Ebi. – Издатель: Steinkopff Verlag Darmstadt, 2006. – 449 с.
  10. Лопатинська А.Ю. Очікувані наслідки зміни клімату / А.Ю. Лопатинська // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка», 2011. – Вип. 5 (2). – С.26 – 33.
  11. Букша І. Ф. Україна та глобальний парниковий ефект: вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до змін клімату / І.Ф. Букша, П.Ф. Гожик, Ж.Л. Ємельянова [та ін.] / за ред. В.В. Васильченка, М.В. Рапцуна. – К. : Вид-во Агентства з раціонального використання енергії та екології, 1998. – 210 с.
  12. Єремєєв В. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату / В. Єремєєв, В. Єфімов // Вісник НАН України. – 2003. – № 2. – С. 14-19.
  13. Climate Change and Human Health: Risks and Responses / editors : A.J. McMichael [et al.]. – WHO. Geneva, 2003. – 322 p.
  14. Sipkoff M. Health plans prepare to meet challenges of climate change / M. Sipkoff // Manag. Care. – 2010. – N19 (8). P. 27 – 29.
  15. <http://www.climateinfo.org.ua/content/ukrajna-matime-natsionalnii-plan-z-adaptatsij-do-zmin-klimatu>

УДК 551.5:556

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА  
НА ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ  
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

*Н.С. Бадюк*

*ГП «Украинский НИИ медицины  
транспорта» МЗ Украины, г.Одесса*

В обзоре рассматривается проблема обеспеченности населения питьевой водой в условиях глобального изменения климата. Возможные последствия изменения климата неизбежно скажутся на состоянии водных ресурсов, и как прямое следствие, на состоянии здоровья. Приведены некоторые прогнозы относительно районов, которые больше всего подвержены «водному стрессу» и предполагаемые пути преодоления «водной» проблемы.

**Ключевые слова:** *питьевая вода, здоровье, изменения климата*

УДК 551.5:556

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВОДОЗАБЕЗ-  
ПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ  
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

*Н. С. Бадюк*

*ДП «Український НДІ медицини  
транспорту» Міністерства охорони  
здоров'я України, м. Одеса*

В огляді розглядається проблема забезпечення населення питною водою в умовах глобальної зміни клімату. Можливі наслідки зміни клімату неодмінно вплинуть на стан водних ресурсів, і як прямий наслідок, на стан здоров'я. Наведені деякі прогнози щодо районів, які найбільше можуть піддаватися «водному стресу» й передбачувані шляхи подолання «водної» проблеми.

**Ключові слова:** *питна вода, здо-  
ров'я, зміни клімату*

INFLUENCE OF CHANGE OF CLIMATE  
ON WATER-SUPPLY OF POPULATION  
(REVIEW OF LITERATURE)

*N. S. Badiuk*

*State Enterprise «Ukrainian Research Insti-  
tute for Medicine of Transport» of Ministries  
of Health Care, Odessa*

In the review the problem of materi-  
al well-being of population a drinking-water  
is examined in the conditions of global  
change of climate. The possible conse-  
quences of change of climate inevitably will  
tell on the state of water resources, and as  
direct investigation, on the state of health.  
Some prognoses are resulted in relation to  
districts which are most subject to «water  
stress» and the supposed ways of overcom-  
ing of «water» problem.

**Keywords:** *drinking water, health,  
changes of climate*