



**ВЕСТНИК ПНИПУ.
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
Т. 9, № 3, 2018
PNRPU BULLETIN.
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE**
<http://vestnik.pstu.ru/arhit/about/inf/>



DOI: 10.15593/2224-9826/2018.3.14

УДК 628.1.032, 628.1.034.4, 628.1.038

ПРИЧИНЫ НЕХВАТКИ ПРЕСНОЙ ВОДЫ. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Е.О. Петухова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

О СТАТЬЕ

Получена: 12 января 2018

Принята: 23 мая 2018

Опубликована: 28 сентября 2018

Ключевые слова:

дефицит пресной воды, пресная вода, питьевая вода, нетрадиционные методы получения питьевой воды, опреснение, айсберги, влажность воздуха, очистка сточных вод, ресурсосбережение.

АННОТАЦИЯ

Всем известно, что в настоящее время одной из наиболее актуальных и общепризнанных мировых проблем является нехватка питьевой воды. Во многих регионах мира, таких как Центральная Азия, Африка, Ближний Восток, данная проблема ощущается наиболее остро. В этих регионах существуют определенные геополитические и экономические проблемы, одной из которых является дефицит воды питьевого качества. Ее необходимо решать посредством поиска нетрадиционных методов получения пресной питьевой воды.

По данным, представленным экспертами ООН, в XXI столетии вода станет стратегически ценным ресурсом и выйдет на первый план, вытеснив нефть и газ. Во многих странах мира разрабатываются программы по обеспечению водной безопасности, поскольку тонна чистой воды в аридном климате уже сейчас дороже нефти. Поэтому из-за отсутствия доступа к пресной воде многие страны покупают питьевую воду вместо того, чтобы оценить денежные вложения и начать разрабатывать технологии и проекты по получению питьевой воды на территории своего государства.

В статье определены секторы-водопотребители и рассмотрены мероприятия по сохранению водных запасов и снижению их потребления. Выявлены основные факторы роста потребления воды, и предложены решения для сохранения водных ресурсов. Основное внимание уделено анализу и оценке существующих инновационных проектов, направленных на поиск и получение пресной питьевой воды.

© ПНИПУ

THE REASONS FOR SHORTAGES OF FRESHWATER. INNOVATIVE METHODS AND PROJECTS OF RECEIVING DRINKING WATER

E.O. Petukhova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ARTICLE INFO

Received: 12 January 2018
Accepted: 23 May 2018
Published: 28 September 2018

Keywords:

shortages of freshwater, freshwater, drinking water, non-traditional methods of potable water, desalination, icebergs, air humidity, wastewater treatment, resource conservation.

ABSTRACT

It's a well-known fact that the lack of drinking water is one of the world, global and the most pressing challenges of the day now. This problem is being felt most acutely in regions of the world like Central Asia, the Middle East and Africa. The specific geopolitical and economic problems exist in these regions one of which is water shortage. This challenge has to be addressed by searching for unconventional methods of receiving fresh drinking water.

According to statistics provided by UN water will be valuable strategic resources and will come out to the fore by crowding out oil and gas. Programs of water security are developed since the ton of clean water is already cost more than oil in the arid climate. Therefore, from the lack of access to fresh water many countries purchase drinking water instead of to assess cash investment and to begin to devise technologies projects at receiving fresh drinking water in the territory its State.

This article defines the sectors-water users and presents water conservation activities and reducing water consuming. The main growth factors in water consumption are identified; solutions for conservation water resources are shown. Special attention is given for analysis and assessment of the existing innovative projects aimed at searching and receiving fresh drinking water.

© PNRPU

Одной из актуальных и общепризнанных глобальных мировых проблем современности является острая нехватка питьевой воды. Рано или поздно все страны мира с ней сталкиваются в той или иной степени. К настоящему моменту данная проблема из разряда социально-экономических перемещается в ранг геополитических для отдельных регионов мира, таких как Африка, Ближний Восток и ряд государств Центральной Азии.

Всем известно, что вода покрывает более 70 % поверхности Земли, но из них только 3 % пресной воды. Большинство имеющихся ресурсов питьевой воды находится в форме льда, но из них легко доступны для потребления человеком менее 1 %. Согласно статистике [1, 2] более 1,4 млрд человек в мире лишены доступа к чистой, безопасной питьевой воде. И к 2025 г. треть населения планеты будет испытывать острый дефицит воды [2, 3].

Сегодня человечество дошло до того переломного момента, когда вода стала считаться товаром, который готовы покупать [4]. В наши дни можно увидеть, как огромные танкеры перевозят миллионы кубометров жидкости в страны, где наблюдается ее дефицит. К примеру, по такой системе Норвегия поставляет питьевую воду в Нидерланды, а Филиппины являются основным партнером предоставления ценного ресурса для Саудовской Аравии. Сингапур закупает воду в Малайзии, а в Африку приходит немало танкеров с Амазонки [3, 5].

О пресной питьевой воде, как о ценном исчерпаемом ресурсе экономики любого государства, о ее нехватке задумывались уже давно, поскольку прогресс влечет за собой рост населения Земного шара, и, соответственно, повышаются запросы в отношении природных ресурсов и богатств. В частности, постоянного доступа к питьевой воде не имеет более трети населения планеты, т.е. более 2 млрд человек [6, 7]. По данным, представленным экспертами ООН, в XXI столетии вода станет стратегически ценным ресурсом и выйдет на

первый план, вытеснив нефть и газ. Во многих странах мира разрабатываются программы по обеспечению водной безопасности, поскольку тонна чистой воды в аридном климате уже сейчас дороже нефти [1]. Яркий тому пример – пустыня Сахара, регионы – Северная Африка, центр Австралии, ЮАР, Аравийский полуостров, Центральная Азия.

Согласно статистике Всемирной комиссии по воде (World Commission on Water) в настоящее время каждому из нас ежедневно требуется 40 л воды на удовлетворение физиологических потребностей: для питья, приготовления пищи, личной гигиены [8]. Однако если обратиться к СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», действующему на территории РФ, норма водопотребления на одного человека в сутки составляет 250 л.

Наиболее крупными водопотребителями (по объемам) являются Индия, Китай, США, Пакистан, Япония, Таиланд, Индонезия, Бангладеш, Мексика и РФ [8].

Таким образом, возникает необходимость защиты и сохранения мировых водных запасов, поскольку за последнее столетие потребление пресной воды увеличилось вдвое.

Наиболее крупные секторы-водопотребители – промышленность и водопроводные сети, характеризующиеся утечками. Сохранить количество водных ресурсов и снизить их потребление можно следующим образом:

1. Уменьшить использование воды на промышленных объектах. Наблюдается повсеместное использование воды на промышленных предприятиях, фабриках, в жилом фонде. Например, в США на изготовление 1 т хлеба необходимо около 4000 л, в Европе – около 1000 л воды питьевого качества. Что касается производства, то, к примеру, целлюлозно-бумажная промышленность считается одной из самых водоемких: на производство 1 т бумаги требуется более 150 тыс. л воды.

2. Создать коллекторы высокого качества. Доказано, что во многих развивающихся странах процент потерь воды составляет 30 %, в некоторых случаях доходит до 80 %. Более 32 млрд м³ питьевой воды – утечка из водопроводных сетей городских систем водоснабжения. Из них ощутимы и видны только 10 %, остальная часть утечек незаметно и бесшумно исчезает под землей.

Поэтому ответственное управление водными ресурсами – важный вклад в глобальную водную безопасность будущего. Для того чтобы понять, отчего увеличивается мировое водопотребление, необходимо в отраслях государственной и человеческой деятельности выявить причины роста потребления воды. В табл. 1 сведены основные факторы роста потребления воды и предлагаемые решения для сохранения водных запасов в тех секторах экономики, где это возможно и является целесообразным [2, 4, 8].

Из табл. 1 можно сделать вывод, что в настоящее время существуют политические и экономические решения, направленные на сокращение потерь воды, интенсификацию управления водными ресурсами, сокращение потребностей в них. Во многих странах уже приняты законы, направленные на ресурсосбережение, экономию пресной воды, но результаты этих законов и программ на данный момент не ощутимы.

В связи с нехваткой пресной воды люди прибегают к поиску нетрадиционных методов получения питьевой воды. К нетрадиционным источникам водных ресурсов относятся:

1. Буксировка айсбергов из Антарктиды и Арктики.
2. Опреснение морской и океанской воды.
3. Конденсация из атмосферы.
4. Очистка сточных вод.

Таблица 1

Основные факторы роста потребления воды

Table 1

The main factors of growth of water consumption

№ п/п	Фактор	Характеристика	Возможные решения по водосбережению
1	Сельское хозяйство = > производство продовольствия	Доля сельского хозяйства составляет 70 % от общего объема водопотребления, остаток распределяется следующим образом: 20 % потребляет промышленный сектор, 10 % – бытовые нужды. Предполагается, что в 2050 г. потребность воды в этом секторе экономики возрастет до 90 %	Модернизировать и оптимизировать режим работы систем орошения, поскольку из-за неэффективной работы оросительных систем 60 % используемой воды для сельскохозяйственных нужд испаряется, проникает в землю или возвращается обратно в водоемы
2	Рост в потреблении продовольствия. Повышение уровня жизни	За последние годы в мире изменился образ жизни людей, манера и рацион их питания. Согласно статистике тенденция изменения привычного потребления будет продолжаться в странах с развивающейся экономикой	1. Ресурсосберегающие программы. 2. Налог на засуху. К примеру, в Израиле введен налог на засуху, задачей которого является прекращение неэкономичного расходования воды в условиях продолжающейся уже несколько лет засухи
3	Рост городского населения	Согласно прогнозам, городское население мира вырастет с 3,4 млрд человек в 2009 г. до 6,3 млрд в 2050 г. за счет общего роста численности населения и чистой миграции из сельской местности в города. Предполагается, что к 2050 г. более 70 % населения планеты будет жить в городах. Высокий уровень урбанизации потребует создания широкой инфраструктуры распределения воды, сбора и обработки использованной воды, что реализуемо при огромных вложениях	Необходима оптимизация городских сетей водоснабжения и канализации, постоянный мониторинг за состоянием трубопроводов, выделение денежных средств, направленных на ремонт и обслуживание городских коммунальных сетей, так как уже сейчас наблюдается отставание в обслуживании городского населения, и с момента принятия Целей развития тысячелетия (MDGs) количество городских жителей, не имеющих доступа к системам водоснабжения и водоотвода, по оценкам, выросло примерно на 20 %
№ п/п	Фактор	Характеристика	
4	Рост энергопотребления	Доказано, что объем энергии, выделяющейся на гидроэлектростанциях, ежегодно увеличивается на 1,7 %	
5	Демографический рост	Дефицит водных запасов будет увеличиваться из-за роста населения. Доказано, что к 2025 г. население планеты превысит 8 млрд человек. Согласно статистическим данным, более 60 % прироста мирового населения, который произойдет в период с 2008 по 2100 г., будет приходиться на страны Африки к югу от Сахары (32 %) и Южной Азии (30 %), которые, вместе взятые, будут составлять 50 % населения мира 2100 г.	
6	Миграция	Нехватка питьевой воды в засушливых регионах вызовет интенсивную миграцию населения. Отношение между водными ресурсами и миграцией – двусторонний процесс: дефицит питьевой воды приводит к миграции, а миграция вносит вклад в водный стресс. Ожидается, что мире следующего столетия все больше жителей будут проживать в уязвимых городских и прибрежных районах	

№ п/п	Фактор	Характеристика
7	Здравоохранение: улучшение санитарных условий	Как правило, 80 % болезней, приводящих к смерти, в развивающихся странах связаны с обеспечением потребителей водой не питьевого качества, с несоблюдением санитарных и гигиенических норм
8	Изменение климата	Ученые доказали, что глобальное потепление существенно скажется на ускорении гидрологических циклов: повысится скорость испарения, выпадения осадков и их количество. Таким образом, нехватка пресной воды скажется на частоте возникновения экстремальных ситуаций, таких как наводнения и засухи
9	Производство биотоплива	Для обеспечения потребностей в энергии используют биотопливо. Но для производства 1 л этанола требуется 2500 л воды. По статистике, потребление биотоплива ежегодно увеличивается на 7 %. И производство этого топлива во многих развивающихся странах, таких как Китай, Индия, является существенной проблемой
10	Туризм	Данная отрасль экономики любого государства является огромным потребителем пресной воды. Например, в Израиле использование воды гостиницами, расположенными вдоль р. Иордан, вызывает усыхание Мертвого моря. На Филиппинах использование воды гостиницами угрожает выращиванию риса. В Гренаде (Испании) туристы потребляют воды в 7 раз больше, чем местные жители, что характерно для многих курортных зон

Рассмотрим подробнее характеристику приведенных методов.

1. 90 % всех пресных запасов воды сосредоточено в Антарктиде. Ежегодно материк отдает водам океана тонны чистой пресной воды в виде откалывающихся айсбергов, которые в среднем живут 6–7 лет, а следовательно, одновременно в морской воде «плавают» около 9 тыс. км³ пресной воды. Идея переброски пресной воды в айсбергах появилась в начале XX в. Сначала предполагалась транспортировка льдин при помощи северных течений и морских буксиров, чуть позже полярный исследователь Поль-Эмиль Виктор разработал детальный проект по доставке айсбергов к берегам Саудовской Аравии. В настоящее время в Королевстве создана Международная компания по транспортировке айсбергов. Сейчас интерес к такому способу получения питьевой воды начали проявлять страны Европы, Австралия [9].

По мнению экспертов Международной конференции, посвященной теме буксировки айсбергов, данная затея вполне возможна при использовании современных технических средств. Но необходимо понимать, что при транспортировке айсбергов в большом количестве может измениться микроклимат района доставки, морская флора и фауна тропиков [8].

Если рассмотреть ледники Памира и Гималаев, то они являются резервным запасом питьевой воды для Индии и Пакистана, где нехватка воды начинает остро ощущаться: правительство уже всерьез рассматривает вопрос о том, чтобы растопить ледники, находящиеся на высоте выше 4000 м [7].

Идея заключается в том, чтобы распылить над ними безвредную угольную пыль, которая при попадании солнечных лучей заставит ледники таять. Но по мнению ученых, 60 % воды останется у подножия гор и впитается в почву. Также неясны экологические последствия данного мероприятия [9].

2. Обессоливание воды становится все более доступным. Его применяют для производства питьевой воды (24 %) и удовлетворения нужд промышленности (9 %) в странах,

исчерпавших запасы своих возобновляемых источников воды. Опреснение морской и океанской воды – очень дорогостоящая отрасль, но для стран Африканского континента и Ближнего Востока является чуть ли не единственным способом обеспечения населения питьевой водой. На сегодняшний день опреснение при помощи атомных реакторов является наиболее простым и дешевым способом получения питьевой воды. Большая часть опреснительных станций использует метод многоступенчатого выпаривания, который включает в себя последовательное прохождение воды через цепочку сооружений и постепенное понижение давления. Данная технология более экономична по сравнению с обратным осмосом, если применять ее для больших объемов [11].

Таким образом, опреснение – решение проблемы для стран, расположенных в засушливых зонах. Однако до сих пор не решена проблема с концентрированным рассолом, остающимся после опреснения соленой морской и океанской воды, что отрицательно влияет на водную флору и фауну, а также на прибрежные зоны государств [10, 12].

3. Возможность получения воды из воздуха было доказано при помощи исследований и изобретения Airdrop Эдварда Линкара. Он создал уникальную ирригационную систему, наблюдая за жуками Намибии, которые в процессе эволюции научились добывать воду из воздуха. Принцип работы Airdrop прост: «сердце» устройства помещается под землю, лопасти на входе направляют воздух в трубу, где за счет разницы температур (над и под землей) выделяется конденсат. Также в устройстве присутствует ЖК-экран, который отображает уровень работы насоса, количество накопленной воды и общее состояние всей установки. Устройством Линкарна заинтересовались ведущие страны и компании мира, занимающиеся программами по сохранению пресной воды [13].

На основе этого изобретения стали появляться новые проекты по созданию ирригационных систем, например «Туманная башня» на побережье Чили, проект Перуанских ловцов тумана, Билборд в Лиме, управление дождевыми облаками в Иране.

4. Получение питьевой воды, энергии для отопления, биогаза и электричества можно осуществить путем переработки отходов жизнедеятельности человека, а именно – сточных вод. Некоторые страны уже используют обработанные сточные воды для сельскохозяйственных нужд. Так, например, 40 % повторно используется в секторе Газа на Палестинской территории, 15 % – в Израиле и 16 % – в Египте [14].

Данный метод может стать решением проблемы нехватки питьевой воды в странах, где ощущается ее дефицит. По данным ООН, из отходов жизнедеятельности 100 тыс. человек можно получить 86 тыс. л питьевой воды и 250 кВт электроэнергии [8]. На данный момент реализуются пилотные проекты по получению чистой воды из стоков в странах Африки.

Рассмотрим подробно существующие инновационные способы и проекты, направленные на добычу и получение пресной питьевой воды и оценим их эффективность. Анализ и оценка существующих инновационных проектов приведены в табл. 2.

Рассматриваемые способы получения питьевой воды имеют отличную ценовую категорию. Но наиболее решающим фактором при выборе метода добычи и поиска пресной воды будет являться географическое положение страны/региона на карте мира и существующие геополитические проблемы государства. Так, например, государствам, расположенным в пустынях, целесообразнее начать крупный проект по опреснению морской воды для орошения пустынь. Тропическим странам удобнее и «сподручнее» реализовать технологии по получению воды из воздушной влаги. Кроме того, им необходимо задуматься о создании специального фонда для поддержки сельского хозяйства.

Таблица 2

Обобщенная характеристика инновационных методов и проектов по получению питьевой воды

Table 2

The generalized characteristic of the innovative methods and projects to provide drinking water

Проект/Метод	Характеристика	Достоинства	Недостатки	Цена	Эффективность, %	Реализация
Билборд в Лиме (Перу)	Влагозаборный рекламный билборд установлен на Панамериканском шоссе. Пять генераторов обрабатывают воду, отфильтровывая ее при помощи осмоса и превращая в питьевую. Каждый генератор производит около 20 л воды в сутки. После этого вода аккумулируется в центральном танке, расположенном в основе щита, там же установлен кран для забора воды. Билборд был изготовлен в 2012 г., высота его составляет около 20 м	Билборд, производящий воду питьевого качества, – отличная альтернатива воде из загрязненных колодцев, которую пьют люди, поскольку не имеют доступа к чистой воде	Для реализации проекта требуется электричество	–	В сутки рекламный щит вырабатывает 96 л воды питьевого качества	Пилотный проект билборда, производящего воду из воздуха, был запущен в Лиме. Сейчас подобные рекламные щиты устанавливают в других городах с ограниченным доступом к питьевой воде
Башня Warka Water , созданная компанией Architecture and Vision	Warka Water представляет собой башню, в которую поступает влажный воздух из окружающей среды, она конденсирует влагу, которая аккумулируется в специальном резервуаре. Для того чтобы сооружение выстояло под напором сильного ветра, но в то же время свободно его пропускало, конструкция выполнена из упругих, сплетенных стеблей ситника. Технические характеристики: $h = 10$ м, $d = 4,2$ м, $P = 60$ кг, $W_{\text{собр. влаги}} = 100$ л в сутки	1. Рядом с башней сажают овощи и деревья, конструкция питает их влагой. 2. Отсутствие необходимости в электроэнергии. 3. Конструкция башни проста, ее могут собрать 4 человека. 4. Сравнительно невысокая стоимость	Сравнительно невысокая эффективность	Одна башня вместе с установкой стоит примерно 500\$. При массовом производстве цена снизится	Warka Water приносит за день около 100 л воды	Пилотный проект Warka Water запущен в 2015 г. в Эфиопии. Более выгодно вкладывать деньги в подобную конструкцию тем странам, которым технически сложно и дорого бурить скважины для поиска и получения питьевой воды. В настоящее время Warka Water

Петухова Е. О. / Вестник ПНИПУ.
Строительство и архитектура, т. 9, № 3 (2018), 141–151

Продолжение табл. 2

Проект/Метод	Характеристика	Достоинства	Недостатки	Цена	Эффективность, %	Реализация
						установлены на Гаити, Мадагаскаре, в Колумбии, Индии, Сумбе и Непале
Janicki Omni Processor (JOP) – система утилизации отходов, разработанная компанией Janicki Bioenergy в 2015 г.	JOP в процессе кипячения экскрементов при $t = 1000^\circ\text{C}$ вырабатывает пар, часть которого конденсируется в питьевую воду, а оставшаяся энергия приводит в действие паровой электрогенератор. После этого выполняется аэрация и фильтрация жидкости с дальнейшим хлорированием и озонированием. Для достижения питьевого качества в воду добавляют минералы. Технические характеристики: $W_{\text{обработ.осадка}} = 92,3 \text{ м}^3$ (в сутки), максимальное содержание влаги в шламе – 100 %, $S_{\text{завода}} = 11,5 \text{ 29 м}$, $S_{\text{осн.блока}} = 11,5 \text{ 20 м}$	1. Решается проблема утилизации отходов. 2. Помимо воды питьевого качества выделяются электроэнергия и зола	Дороговизна метода	2–4 млн \$, но, по словам работников, она сможет быстро окупиться за счет выработки питьевой воды и электроэнергии	Получаемая продукция: электричество – 150–250 кВт, вода – 50 000–86 000 л, зола – 1 м^3	Установка данной системы возможна повсеместно, но, учитывая стоимость установки, на данный момент позволить ее себе могут только развитые страны
Опреснение соленой воды методом обратного осмоса	Соленую воду опресняют методом обратного осмоса, пропуская жидкость через полупроницаемые мембраны под давлением, существенно превышающим разницу осмотических давлений пресной и морской воды. Через микропоры этих мембран свободно проникают небольшие молекулы воды, в то время как более крупные соли и другие примеси задерживаются мембраной. В опреснительных установках трубы	1. Из воды удаляются вредные химические вещества. 2. По сравнению с другими методами опреснения энергетические затраты не так велики, установки компактны, и их работа может	1. Дороговизна. 2. При опреснении удаляются не только вредные химические вещества, но и минералы и микроэлементы, необходимые для поддержания здоровья живого организма.	Стоимость опреснения 50 центов за 1000 л	При опреснении соленой воды, содержании 0,5 % растворенных солей при давлении 50 атм в течение суток удастся получить около 700 л воды с 1 м^2 мембраны	Опреснительные установки используются в Израиле, ОАЭ, Саудовской Аравии, Кувейте, Катаре, Бахрейне, Омане. В проекте реализация опреснительных конструкций в Казахстане и Крыму

Проект/Метод	Характеристика	Достоинства	Недостатки	Цена	Эффективность, %	Реализация
	изготавливают из пористого материала, выложенного с внутренней стороны пленкой из ацетата целлюлозы, которая выполняет функцию полупроницаемой мембраны. Опреснительная установка состоит из множества аналогичных труб, уложенных параллельно друг другу, через которые насосом высокого давления непрерывно перекачивается морская вода, а отводится два потока: обессоленная – пермеат и рассол – концентрат	быть автоматизирована	3. Огромные энергетические затраты являются причиной отсутствия 100 % эффекта обессоливания. 4. Концентрат, как правило, сливают на побережье, что отрицательно сказывается на качестве воды, на флоре и фауне водоема			
Айсберги Антарктиды и Арктики	1. Предлагается транспортировка при помощи морских буксиров, стальных тросов и морских течений. Заранее согласно проведенным расчетам выбирают айсберг, придают ему обтекаемую форму, крепят тросы и начинают буксировку. При доставке на место ледяную глыбу разрезают на куски-блоки толщиной примерно по 40 м, которые будут таять около года и снабжать пресной водой по плавающему водопроводу тот или иной пункт побережья. 2. Предлагается использовать энергию АЭС для обеспечения таяния ледника на месте его нахождения с последующей поставкой воды по трубопроводам	Ледниковая вода – самая чистая вода на планете	1. Дороговизна метода. 2. Экологи считают, что ледники регулируют и уравнивают климат, питают реки, влияют на уровень Мирового океана, поэтому плавить их бездумно нельзя	Водоснабжение с помощью айсбергов будет стоить на 30–50 % меньше, чем получение пресной воды путем опреснения	–	На данный момент пока все разработки на стадии проектирования, но они уже интересны многим странам, таким как США, Канада, Австралия, Франция, Египет, Франция и Саудовская Аравия

В более бедных регионах мира, где ощущается серьезная нехватка питьевой воды, целесообразнее установка конструкций по получению воды из воздуха, таких как Warka Water или рекламный билборд.

В государствах Аравийского полуострова и Африки уже давно используется технология опреснения соленой воды, что спасает людей от жажды, а растительный мир – от засухи.

Проекты по получению питьевой воды из айсбергов вполне реализуемы, по мнению экспертов, и интересны очень многим государствам, но с экологической и природоохранной точки зрения они могут привести к необратимым последствиям.

Ученые пришли к выводу, что самым эффективным методом сохранения драгоценной жидкости является очистка сточных вод. На современном этапе удалось достичь почти стопроцентной чистоты стоков [9, 10, 11, 15].

Поиск путей решения нехватки воды необходимо осуществлять за счет внедрения более малозатратных технологий, связанных с получением пресной воды из воздушной влаги, а также агротехнологий, позволяющих полнее использовать атмосферные осадки.

Библиографический список

1. Countries.world. – URL: <https://ru.countries.world/> (дата обращения: 20.09.2017).
2. Гладкий Ю.Н., Лавров Ю.Н. Экономическая и социальная география мира. – М.: Просвещение, 2014. – 270 с.
3. Лихачева А.Б. Проблема пресной воды как структурный фактор мировой экономики. – М.: Издательский дом НИУ ВШЭ, 2013. – 528 с.
4. Байтурина Г.Н., Валеева З.Р., Саитова А.И. Общество в условиях глобальных вызовов // Личность, общество, государство: характер и принципы взаимодействия. – 2015. – С. 56–59.
5. Kazanalytics.kz. – URL: <http://kazanalytics.kz> (дата обращения: 28.09.2017).
6. Inosmi.ru. – URL: <http://inosmi.ru> (дата обращения: 28.09.2017).
7. Онищенко Г.Г. Проблемы качества питьевой воды в Российской Федерации и пути их решения // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – № 12. – С. 5–8.
8. Unesco. – URL: <https://en.unesco.org/> (дата обращения: 03.10.2017).
9. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Возможные варианты транспортировки воды тающих ледников Гренландии в районы с дефицитом пресной воды // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 12–5. – С. 682–688.
10. A short review on reverse osmosis pretreatment technologies / S. Jamaly, N.N. Darwish, I. Ahmed, S.W. Hasan // Desalination. – 2014. – Vol. 354. – P. 30–38.
11. Low pressure: high expectations // Water Desalination Report. – 2014. – Vol. 50, iss. 12.
12. Первов А.Г. Технология утилизации концентрата установок обратного осмоса в системах водоподготовки // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 8. – С. 22–26.
13. Семенов И.Е. Вода из воздуха // Вода и экология. – 2014. – № 4. – С. 15–23.
14. Коченкова А.А. Технологии очистки хозяйственно-бытовых сточных вод с целью использования для питьевого водоснабжения // Современные технологии в строительстве. Теория и практика: материалы конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – С. 426–431.
15. Janicki Bioenergy. – URL: <http://janickibioenergy.com> (дата обращения: 18.10.2017).

References

1. Countries.world, available at: <https://ru.countries.world/> (accessed 20 September 2017).
2. Gladkii Iu.N., Lavrov Iu.N. Ekonomicheskaya i sotsial'naya geografiya mira [Economic and social geography of the world]. Moscow, Prosveshchenie, 2014, 270 p.
3. Likhacheva A.B. Problema presnoi vody kak strukturnyi faktor mirovoi ekonomiki [Fresh water problem as a structural factor of world economy]. Moscow, Izdatel'skii dom NIU VShE, 2013, 528 p.
4. Baiturina G.N., Valeeva Z.R., Saitova A.I. Obshchestvo v usloviakh global'nykh vyzovov [Society in conditions of global challenges]. *Personality, society, state: the nature and principles of interaction*, 2015, pp. 56-59.
5. Kazanalytics.kz, available at: <http://kazanalytics.kz> (accessed 28 September 2017).
6. Inosmi.ru, available at: <http://inosmi.ru> (accessed 28 September 2017).
7. Onishchenko G.G. Problemy kachestva pit'evoi vody v Rossiiskoi Federatsii i puti ikh resheniya [Problems of drinking water quality in the Russian Federation and ways of their solution]. *Water supply and sanitary technique*, 2010, no. 12, pp. 5-8.
8. Unesco, available at: <https://en.unesco.org/> (accessed 3 October 2017).
9. Bukharitsin P.I., Bezzubikov L.G. Vozmozhnye varianty transportirovki vody taiushchikh lednikov Grenlandii v raiony s defitsitom presnoi vody [Possible variants of transportation of water melting glaciers in Greenland to areas with a shortage of fresh water]. *International journal of experimental education*, 2015, no. 12-5, pp. 682-688.
10. S. Jamaly, N.N. Darwish, I. Ahmed, S.W. Hasan. A short review on reverse osmosis pre-treatment technologies. *Desalination*, 2014, vol. 354, pp. 30-38.
11. Low pressure: high expectations. Water Desalination Report, Volume 50, 2014, Issue 12.
12. Pervov A.G. Tekhnologiya utilizatsii kontsentrata ustanovok obratnogo osmosa v sistemakh vodopodgotovki [Technology of utilization of concentrate of reverse osmosis in water treatment systems]. *Water supply and sanitary technique*, 2012, no. 8, pp. 22-26.
13. Semenov I.E. Voda iz vozdukha [Water from air]. *Water and ecology*, 2014, no. 4, pp. 15-23.
14. Kochenkova A.A. Tekhnologii ochistki khoziaistvenno-bytovykh stochnykh vod s tsel'iu ispol'zovaniia dlia pit'evogo vodosnabzheniia [Treatment technology of domestic wastewater to use for drinking water]. *Sovremennye tekhnologii v stroitel'stve. Teoriia i praktika. Materialy konferentsii*. Perm, Perm National Research Polytechnic University, 2016, pp. 426-431.
15. Janicki Bioenergy, available at: <http://janickibioenergy.com> (accessed 18 October 2017).