

УДК: 504.4.062.2

**ОПЫТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В УСЛОВИЯХ
ДЕФИЦИТА
(на примере Израиля)**

Иванкова Татьяна Викторовна
ЧОУ «Академия безопасности гидротехнических сооружений»
Ivankova.tv@ibgts.ru

водные ресурсы, многоцелевое управление, опреснение, нормирование водопотребления, Израиль.

Дефицит пресной воды и загрязнение моря в Израиле послужили основными причинами внедрения очистки и повторного использования воды. Сокращение доступных запасов природных вод стало стимулом развития новых более эффективных технологий. Сточные воды рассматриваются как устойчивый водный ресурс. В стране широко используются системы капельного орошения, технологии опреснения морской воды и создано надежное водообеспечение. Израильский водный сектор приобрел роль глобального центра технологий и инноваций, связанных с водой и новаторским управлением водными ресурсами в условиях дефицита. Интегрированное использование поверхностных, подземных и морских вод является ярким примером эффективного управления водными ресурсами в зоне недостаточного увлажнения.

**EFFECTIVE WATER RESOURCES MANAGEMENT IN WATER DEFICIT
CONDITIONS
(on the example of Israel)**

Ivankova Tatiana Viktorovna
«Academy of Safety Hydroengineering Structure»
Ivankova.tv@ibgts.ru

water resources, multi-purpose management, desalination, water consumption rate, Israel.

Fresh water deficit and sea pollution in Israel were the main reasons for water treatment introduction and water reuse. Reduction of natural water resources became the matter for development of new more effective technologies. Sewage is considered as a sustainable water resource. Drop irrigation system, technology of sea water desalination are widely used and reliable water supply is created. Water sector of Israel has a role of a global center in technologies and innovations connected with water and innovative water resources management in deficit conditions. The integrated use of surface water, groundwater and sea water is a demonstrative example of effective water resources management in an insufficient moistening zone.

Вода - важнейший из используемых человеком природных ресурсов, её ресурсы на Земле огромны, однако лишь малая их часть экономически доступна для эксплуатации. Мировое хозяйство потребляет воды по массе больше, чем всех остальных природных ресурсов, вместе взятых, и водопотребление непрерывно растет [5, 6].

В истории мировых цивилизаций есть много примеров, когда дефицит того или иного природного ресурса понуждал человека к миграции или совершенствованию технологий. В течение XX века постоянно нарастал дефицит пресной воды, а в конце века он приобрел глобальный характер. В настоящее время страдает от недостатка пресной воды 2 млрд. человек, обитающих на территориях с недостаточным увлажнением - в зонах сухих степей и пустынь.

Тенденция изменения водопотребления в мире характеризуется ускоренным ростом его по сравнению с численностью населения (приростом населения). Растет доля коммунального потребления, промышленного и энергетического, в то же время преобладающей сферой является потребление воды для нужд сельского хозяйства (табл. 1, табл. 2) [1].

Таблица 1

Динамика использования воды в мире по секторам экономики, км³/год

Годы	1900	1950	2000	2010	2025
Коммунально-бытовые нужды	20	85	390	470	600
Промышленность и энергетика	45	205	780	910	1200
Сельское хозяйство	515	1080	2600	2820	3200
Суммарное водопотребление	580	1370	3770	4200	5000

Таблица 2

Динамика использования воды для коммунально-бытовых нужд

Год	Население мира, млрд. чел	Коммунально-бытовые нужды, км ³ /год	Коммунально-бытовые нужды, м ³ /год*чел	Коммунально-бытовые нужды, л/день*чел
1900	1,6	20	12	33
1950	2,5	85	34	93
2000	6,1	390	64	175
2015	7,5	510	68	186
2025	8,0	600	75	205

Как следует из таблицы 2, водопотребление к 2025 г. прогнозируется в следующих объемах: $W = 600 \text{ км}^3/\text{год} = 600 \text{ млрд. м}^3/\text{год}$, население = 8 млрд. чел, на 1 чел. приходится $75 \text{ м}^3/\text{год}$, что равно 7-8 м³/мес.

В Журнале Министерства путей сообщения за 1869 г. [4] приведены цифры водопотребления по столицам мира на середину XIX века (табл. 3), в среднем 6-8 ведер (1 ведро - 12 л, 72-96 л/чел*день).

Таблица 3

Расход воды в сутки по разным городам (1868 г.)

Город	Число жителей, тыс. чел	Расход на чел, куб. фут	Расход на чел, куб. м	Расход на чел, л
Лондон	2800000	4,5	0.127	127
Париж	2000000	3,3	0.093	93
Вена	700000	3,0	0.084	84
Берлин	550000	3,0	0.084	84
Ливерпуль	500000	4,0	0.113	113

Сегодня на нужды водопотребления в мире изымается около $4200 \text{ км}^3/\text{год}$, из которых 11% - коммунально-бытовое водоснабжение, 22% - промышленность и энергетика и 67% - водоснабжение для нужд сельского хозяйства. Доля безвозвратного водопотребления в коммунально-бытовом водопотреблении составляет - 65%, в промышленном и энергетическом - 25% и в сельскохозяйственном - 75%. Следовательно, безвозвратный водозабор составляет $2440 \text{ км}^3/\text{год}$.

В настоящее время наиболее остро дефицит пресной воды выражен в климатических поясах с недостаточным увлажнением. Их население реагирует на создавшуюся ситуацию по-разному: в Северной Африке малочисленные и малоимущие пастушеские племена мигрируют к югу вслед за перемещающейся границей Сахары; в Индии сельское население засушливых районов в течение последних 3-4 десятилетий погашало дефицит интенсификацией выкачивания подземных вод [5]; в Израиле и в Объединенных Арабских Эмиратах ставка сделана на совершенствование технологий. Далее мы проанализируем опыт Израйля, являющийся наиболее успешным.

Водообеспеченность населения в государствах Ближнего Востока крайне неравномерна, например, в Турции ($W=212 \text{ км}^3/\text{год}$, население - 79,46 млн. чел. (2016 г.)) - она составляет 3,150 тыс. м³/чел*год, в Израиле - 1,207 тыс. м³/(чел*год). Естественные водные ресурсы Израйля используются в большом объеме, поскольку страна отличается стремительной урбанизацией, формирующей городские и промышленные сточные воды, всевозможное загрязнение, возрастающую минерализацию подземных вод, нитраты, а также

тяжелые металлы и органические вещества. Соседи Израиля уделяют недостаточно внимания вопросам рационального водопользования, а загрязняющие вещества со стороны Палестинской территории проникают в питьевые воды.

Годовая потребность Израиля в воде - около 2000 млн. м³/год, из которых примерно 50% используется сельским хозяйством. В благоприятные годы около 2/3 воды образуются подземными водами и около 1/3 - поверхностными, откачиваемыми насосами из озера Кинерет, из которых 50000 м³/год передаются в Иорданию [10]. Большая часть воды распределяется с севера на юг через национальную водопроводную систему, которая является примером инженерной техники высокого уровня и комплексного, интегрированного управления водой. Национальная водопроводная компания «Мекорот» отвечает перед Национальным управлением по воде и сточным водам за подачу воды и ее качество [11]. Всеизраильский водопровод является самым большим объектом системы водоснабжения и состоит из трубопроводов, насосных станций, резервуаров, открытых каналов и туннелей (рис. 1). Общая длина магистральных каналов и трубопроводов - около 130 км. Пропускная способность воды - 72 тыс. м³/час (20 м³/с). Он ежегодно поставляет около 400 млн. м³ воды в засушливые районы.

Таблица 4

Динамика численность населения и водопотребления Израиля [13]

Годы	Численность населения	Водопотребление				Удельное водопотребление в быту
		общее	хозбытовое	промышленность	аграрный сектор	
	тыс. чел	млн. м ³ /год	млн. м ³ /год	млн. м ³ /год	млн. м ³ /год	л/(чел*сутки)
1958	2000	1274	196	46	1032	268
1960	2200	1338	197	54	1087	245
1965	2630	1418	206	59	1153	215
1970	3100	1659	254	86	1319	224
1975	3520	1728	305	95	1328	238
1980	3950	1680	368	100	1212	255
1985	4300	2025	452	108	1465	288
1990	4900	1779	558	108	1113	312
1991	5100	1423	448	100	875	241
1995	5610	2012	619	119	1274	302
2000	6300	2018	756	124	1138	329
2005	6990	2059	813	119	1127	319
2008	7373	2101	859	121	1121	319
2010	7610	2192	886	117	1189	325
2015	8288	2374	967	117	1290	329
2020	8941	2557	1049	116	1392	333

Хозяйственно-питьевое водопотребление подразумевает потребление воды на приготовление пищи, мытьё посуды, на питьевые нужды, в гигиенических целях, на стирку и влажную уборку. Основная трата воды в быту для России (2012 г.) приходится на работу туалета (35%) и процедуры личной гигиены (принятие ванны, душа и умывание) - 32%. На стирку уходит 12% воды, на мытьё посуды - 10%, на питьё и приготовление пищи - 3%, а на прочие расходы, включая уход за домашними животными и поливку цветов - 8%.

Показатели хозяйственно-питьевого водопотребления в разных странах существенно разнятся между собой. В Российской Федерации объём коммунального водопотребления в 2012 г. в целом по всей стране составлял 47-49 м³/год, или 129-134 л/сут. на одного человека, а по городам 64-66 м³/год, или 175-181 л/сут. на одного горожанина. По данным Евростата [17], нормы водопотребления в литрах/(чел*сутки) составляют: в Чехии – 152 (2015 г.), в Германии - 130, в Великобритании - 140, в Дании - 150, в Польше - 180, в США - 190, в России 160 - 230, в Украине - 260, в Израиле - 130.

По данным компании «Meitav» [18] среднестатистический израильтянин потребляет около 160 литров воды в сутки. Вода распределяется следующим образом (табл. 5):

Таблица 5

Ежедневное коммунально-бытовое потребление

Потребители	%	л/(сут*чел)
Туалет	40	64
Ванная	32	51,2
Стирка	14	22,4
Мытьё посуды	6	12,48
Питьё и приготовление пищи	5	6,5
Прочее	3	3,9
Итого	100	160



Рис. 1. Водопровод Израиля Рис.2. Карта бассейна оз. Кинерет



Рис. 3. Озеро Кинерет (Тивериадское озеро), спутник

Водные ресурсы Израиля формируются за счёт атмосферных осадков, которые в Израиле в год составляют в среднем около 10 млрд. м³ ($W=10 \text{ км}^3$), площадь территории - 20,8 тыс. км² (~1/5 территории Ростовской области), водообеспеченность территории составляет - 0,481 м (481 мм). Для России $W = 4258,6 \text{ км}^3$ [3], площадь территории - 17075,4 тыс. км², водообеспеченность составляет - 0,249 м (249 мм).

Водообеспеченность на одного жителя в России составляет - 29,1 тыс. м³/год (в Ставропольском крае 2,1 тыс. м³/год) [2]. В Израиле водообеспеченность на одного жителя - 1,207 тыс. м³/год (в Республике Крым 0,433 тыс. м³/год).

Одним из основных макроэкономических показателей по паритету покупательской способности (ППС) в международном плане является удельный забор воды на единицу валового внутреннего продукта (ВВП) (табл. 6) [3]. Водоемкость ВВП России и США в 2005 г. была почти одинакова, в 2008 г. и дальнейшие годы водоемкость США превзошла российский уровень.

Таблица 6.

Расчет и сопоставление удельной водоемкости ВВП по отдельным странам

2005 г.			
<i>Страна</i>	<i>ВВП (по ППС), млрд. долл. США</i>	<i>Забор пресной воды из водных объектов всего, млрд. м³</i>	<i>Удельная водоемкость ВВП (м³ воды на 1 тыс. долл. ВВП)</i>
Россия	1698	74,4	44
Германия	2515	35	14
Испания	1184	35	30
Франция	1862	33,9	18
США	12376	480-560	39-45
Турция	561	45	80
Япония	3870	88	23
2011 г.			
<i>Страна</i>	<i>ВВП (по ППС), млрд. долл. США</i>	<i>Забор пресной воды из водных объектов всего, млрд. м³</i>	<i>Удельная водоемкость ВВП (м³ воды на 1 тыс. долл. ВВП)</i>
Россия	3227	68,7	21
Германия	3352	35,6	11
Испания	1483	33,5	23
Франция	2370	33,1	14
США	15534	423	27
Турция	1315	47	36
Япония	4380	82	19

Следует понимать, что малая водоемкость ВВП в конкретной стране определяется не только степенью рациональности водопотребления и наличием водосберегающих технологий, низкими потерями воды при транспортировке, а также малыми масштабами утечек. Большое влияние на низкий уровень водоемкости оказывает сложившаяся структура экономики, удельный вес отраслей с высоким уровнем добавленной стоимости и относительно малым потреблением воды. Также важное значение имеет численность населения, главным образом городских жителей, которых надо охватывать централизованным водоснабжением. Кроме того, свое влияние оказывают природно-географические факторы, например, климатические условия страны и ее регионов, уровень выпадения осадков и др.

Выпадение осадков в Израиле неоднородно в многолетнем и годовом разрезе и по площади. В многолетней серии наблюдений различают сухие, средние и водообильные периоды, когда количество выпадающих осадков сильно разнится [12, 14]. Так, для бассейна Средиземного моря среднее количество осадков колеблется от 5-6 млрд. м³ со средним

увеличением вдвое в водообильные годы и уменьшением примерно в 2,5 раза в годы засухливые. Аналогичные колебания наблюдаются и в других регионах [10].

В течение года длительный сухой период сменяется осенними и зимними ливнями. Среднегодовой период дождей длится от 5-7 месяцев (с октября по апрель), однако, основное количество осадков выпадает в зимние месяцы - 85-90%. Число дождливых дней в месяц колеблется от 2-3 до 15-20, осадки в течение дня выпадают периодически и могут длиться от 2-3 до 10 часов, преимущественно в виде ливней. В водообильные годы период дождей имеет примерно такую же продолжительность, но количество дождливых дней и интенсивность осадков возрастают. В маловодные годы сезон дождей сокращается до 1,5-2 месяцев, число дождливых дней и особенно интенсивность осадков значительно снижаются. По региону количество осадков колеблется (средний год) от 1000 мм на севере, 500-600 мм в центре до 15 мм на юге [10].

Озеро Кинерет - один из основных источников водоснабжения Израиля. Пресноводное озеро Кинерет (Тивериадское озеро), расположенное на северо-востоке страны, в Сирийско-Африканском разломе (рис. 2,3), является основным источником воды для израильского водопровода. Третья часть всей пресной воды, потребляемой в Израиле, берётся отсюда. Если учесть, что 3/4 всей потребляемой воды используется для сельского хозяйства и то, что часть воды может использоваться только для сельского хозяйства (опресненная вода), то практически подавляющая часть питьевой воды потребляется из озера Кинерет.

С 2005 г. потребность Израиля в питьевой воде стала превосходить естественное пополнение озера Кинерет [9], и, как следствие, уровень воды в озере стал понижаться, пока не достиг критической точки. Дальнейший интенсивный забор воды ниже определенной отметки грозил уничтожением уникальной биосистемы озера. Кроме того, снижение уровня воды в Кинерете имело и негативное экономическое воздействие на рыболовство, в частности, и на рыбную отрасль в целом. К 2007 г. на правительственном уровне были приняты меры для повышения осведомленности населения о возможной угрозе. Результатом обширных компаний в СМИ стала повсеместная экономия воды. Также было рассмотрено большое количество альтернативных методов снабжения жителей Израиля питьевой водой, так как в годы кризиса приходилось даже завозить воду танкерами из Турции.

Характеристики оз. Кинерет

Высота ниже уровня моря: -213-208,8 м;

Длина: 21 км;

Ширина: 13 км;

Площадь: 161-169 км²;

Объём: 3,6-4,3 км³;

Длина береговой линии: 55-60 км;

Максимальная глубина: 43 м;

Средняя глубина: 25,6 м;

Площадь водосбора: 2730 км²;

Содержание соли: 0,5%.

Наряду с прогнозом погоды в Израиле всегда публикуется уровень воды (рис.4) в озере, информация предоставляется Управлением водных ресурсов.

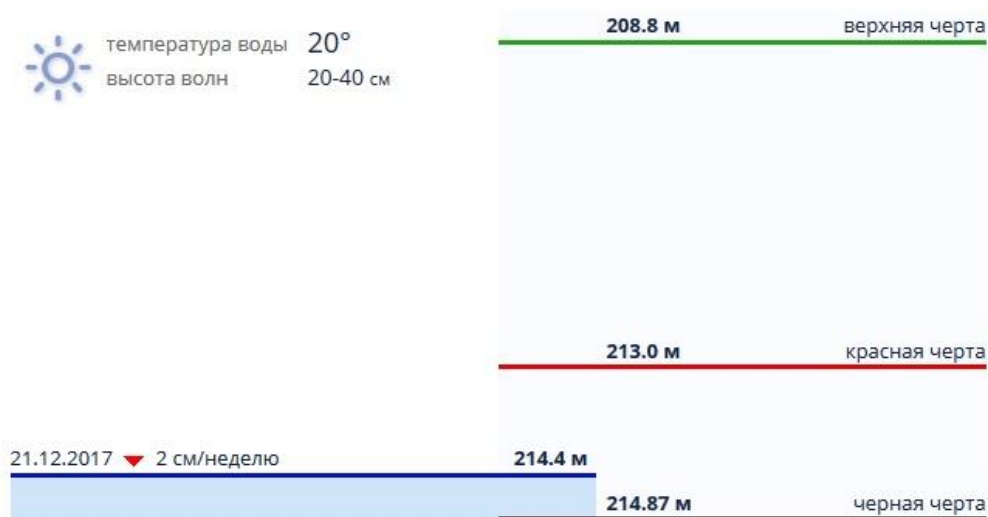


Рис. 4. Уровень воды в оз. Кинерет на 21.12.2017 г.

Верхняя линия (-209 м), это линия затопления поселений вокруг Кинерета, которой достигать не следует, так как на юге озера придется открыть плотину, и ценная пресная вода начнет стекать к Мертвому морю.

Нижняя красная линия (-215.5 м). Ниже этого уровня в Кинерет могут проникнуть подземные воды, что приведет к засолению озера и экологической катастрофе.

Чёрная черта - уровень воды падает ниже водозаборных труб, поэтому выкачивание становится физически невозможным.

Судя по опубликованным данным на 21.12.2017 г., уровень воды в Кинерете был на 5,60 м ниже «верхней черты», на 1,40 м ниже «красной черты» и на 0,47 м выше «черной черты».

Постоянное снижение количества осадков на севере Израиля наносит серьезный ущерб речкам, ручьям и подземным источникам, питающим Кинерет. Несмотря на практически полное прекращение забора воды, озеро продолжает мелеть, а уровень воды приближается к черной черте - до нее осталось всего 47 см.

Река Иордан является основным (до 88%) источником питания озера Кинерет, собирая поверхностный сток с 1700 км² водосборной площади, из которых 920 км² находятся на территории Израиля, а остальные в Сирии и Ливане.



Рис. 5 Река Иордан

Длина: 252 км

Площадь бассейна: 18 000 км²

Исток подножие горы Ермон - высота: ~ 80 м

Устье Мёртвое море - высота: -417 м²

Река Иордан (рис. 5) имеет три основных истока: подземный родник и малая река Дан со среднегодовым объемом стока 250 млн. м³/год, малая река Хермон, или Баниас (110 млн. м³) и малая река Снир, или Хацбани (115 млн. м³).

Естественные водоемы не могут поддерживать растущие требования государства на воду. Серия засух последних лет и чрезмерная откачка подземных вод в течение 30 лет послужили причиной разработки новой программы управления водой. Поскольку Израиль уже использует повторно около 75% своих сточных вод, дальнейшие планы ориентированы на опреснение морских и солоноватых вод. В этой области страна является мировым лидером. Ведется внедрение передовых технологий по опреснению. Объявлен государственный тендер на строительство шести крупных опреснительных заводов. Компания GES выиграла один из них и построила завод по опреснению воды недалеко от города Ришон-ле-Цион. GES существует уже более 25 лет и имеет в штате более 300 человек, 60 из которых - опытные инженеры, а 8 - доктора химических и биологических наук.

В Израиле вода является дефицитным товаром. Страна расположена в аридной зоне и природные ресурсы недостаточны для удовлетворения возрастающего спроса. Вода, как ограниченный ресурс, создала необходимость обеспечения правовой структуры и назначения технических, экономических и административных действий для достижения ее эффективного использования в соответствии с целями, установленными государством. Метод распределения воды был фактически введен с принятием в 1959 г. «Закона о воде» и положений об ограничении, установленным для достижения этой цели. Большинство регионов страны были объявлены «регионами нормирования водоподдачи», означающими, что водопотребление должно было быть ограничено до установленных норм. Поэтому были установлены нормы сельскохозяйственного водопотребления и урожайности, коммунально-бытового водопотребления на душу населения и промышленного водопотребления. Данный закон отменил частную собственность на водные ресурсы и установил механизм административного распределения воды, который получил признание многих стран мира за способность Израиля распределять свои ограниченные водные ресурсы в течение длительного периода времени выгодным образом, как в отношении водных ресурсов, так и в отношении водопользователей.

«Закон о воде» создает баланс между существующим дефицитом воды и необходимостью обеспечения воды для тех потребностей, которые признаны самыми важными. Закон обеспечивает, чтобы все водные ресурсы принадлежали обществу и выделялись только для конкретных и установленных целей [8, 15]. Поэтому национальное планирование водных ресурсов основано на максимальном сбережении воды, оптимальном управлении водными ресурсами и внимательном распределении воды.

Развитие экономики и многолетняя засуха в стране вызвали необходимость изменения и усовершенствования распределения воды между всеми отраслями.

Опреснительный завод «Сорек» вблизи Тель-Авива производит 624000 м³/день - это 20% городского водоснабжения. Забор воды ведется из Средиземного моря через трубу диаметром 2,5 м. Морская вода фильтруется через специальные мембраны, удаляющие большую часть солей, после чего проходит перегонку до получения чистой питьевой воды. Остающийся от производства соляной раствор сбрасывается обратно в море.

Процедуры опреснения воды позволяют производить воду любого желаемого качества из соленых и/или загрязненных источников сырой воды.

За последние несколько лет Водная комиссия Израиля инициировала и профинансировала в большом масштабе три типа проектов по опреснению воды для формирования новых источников водоснабжения и/или улучшения качества существующих источников воды и систем водоснабжения:

- опреснение воды соленых и /или загрязненных водных скважин;
- опреснение солоноватой воды;
- опреснение морской воды.

По свидетельству исполнительного директора компании IDE Technologies, занимающейся опреснением, А. Фельбера завод «Сорек» является крупнейшим и наиболее продвинутым в своем роде во всем мире. Себестоимость производства - одна из самых низких в мире. Вырабатываемый объем воды может обеспечить потребности типичной израильской семьи в воде по цене 300-500 \$/год. «...опреснение воды, как решение проблемы засухи, зарекомендовало себя... Израиль стал... водонезависимым... с момента запуска программы создания опреснительных установок» [16].

На опреснение 1 м³ воды израильское предприятие расходует 2-3 киловатта электроэнергии, в зависимости от минерализации исходной морской воды. В целом же 40% воды питьевого качества, которую потребляет Израиль - это опресненная морская вода.

В ОАЭ этот показатель еще выше - 70%. Питьевую воду добывают на 32 опреснительных заводах, некоторые из которых работают на атомной энергии. Стоимость опреснения 1 м³ морской воды составляет примерно \$ 2, что очень дорого. Тем не менее, по потреблению воды на душу населения - 700 л/день - ОАЭ находятся на одном из первых мест в мире.

Завод по опреснению воды рядом с кибуцем Пальмахим, принадлежащий GES сначала забирает воду из моря на расстоянии около 1,5 км от берега через трубы большого диаметра, чтобы уменьшить напор воды, и количество загрязнителей: ила, водорослей, мелкой рыбы и т.д., попадающих внутрь трубы. Далее сырьевая вода проходит физическую очистку механическими фильтрами, и после - взвешенные частицы удаляются песчаными фильтрами. Затем воду под высоким давлением пропускают через осмотические мембраны, изготовленные из специального пористого материала (они пропускают молекулы воды, но не пропускают молекулы растворенных в ней минеральных солей). Эти мембраны многократно скручены таким образом, чтобы обеспечить максимальную площадь соприкосновения с водой. Давление, под которым подается морская вода на мембрану, достигает до 70-ти атмосфер. Процент производимой при этом питьевой воды составляет порядка 50% от исходного объема.

Так как осмотические мембраны пропускают только молекулы воды, но не минералов, некоторые из которых являются необходимыми для организма, получаемая вода проходит повторный процесс реминерализации (обогащения). Специальная засыпка, которая обогащает воду на последнем этапе, является одним из секретов завода в Пальмахим, и в результате завод получает воду прекрасного качества.

Питьевая вода до поступления в водопроводную сеть подвергается каждые несколько часов контролю ее состава. Независимо от контроля «Мекорот», систематический контроль качества питьевой воды ведется Министерством Здравоохранения Израиля. В 21 лабораториях, расположенных во всех регионах, ежедневно проводятся бактериологические и химические анализы водопроводной воды в соответствии с требованиями стандарта на питьевую воду. Точно также контролируется вода, поставляемая частными компаниями.

Кроме того, специальные комиссии Министерства Здравоохранения выборочно проверяют качество питьевой воды непосредственно в домах - «из» крана. В ходе одной из проверок (2012 г.) члены комиссии взяли образцы питьевой воды в 800 жилых домах и учреждениях страны и пришли к выводу: питьевая вода в Израиле очень высокого качества, а критерии, предъявляемые Министерством Здравоохранения к ее качеству, «более жесткие по сравнению с общепринятыми во всем мире». В воде практически нет болезнетворных бактерий и вирусов или их концентрации так малы, что лежат за гранью возможностей аналитических методов.

Министерство Здравоохранения опубликовало отчет о проверке качества воды в Ришон-ле-Ционе, результаты которого указывают на 100% показатели по всем параметрам. Каждую неделю водный концерн «Менив» проводит выборочные заборы воды, как по собственной инициативе, так и по просьбе населения [7].

В годы засухи в Израиле проводилась широкомасштабная кампания, призывавшая к сокращению потребления воды. В частности, речь шла о специальных насадках на

водопроводные краны, позволяющих экономить до 30% воды. Кроме того, была введена ступенчатая тарификация оплаты воды, в результате которой за перерасход приходилось платить намного больше. И наконец, все СМИ публиковали призывы к населению проявлять сознательность и экономить воду, например, ограничить время принятия душа четырьмя минутами.

Заключение

Израиль - самая передовая в мире страна в области вторичного водопользования. Имея ограниченные водные ресурсы, страна занимает одну из лидирующих позиций в использовании инновационных опреснительных технологий для собственных нужд, Израиль продает свои технологии и другим странам, испытывающим дефицит водных ресурсов. Самые мощные опреснительные установки в Израиле и в Китае способны отфильтровать, очистить и сделать пригодными для питья и других нужд миллионы кубометров воды.

Современная система капельного орошения успешно используется в Израиле и во всем мире. Эта система позволяет с максимальной пользой использовать воду: ее эффективность достигает 70-80 %, в то время как при обычном поливе цели достигает только 40 % воды.

В Израиле действует государственная программа поддержки и поощрения разработки водосберегающих технологий. В сельском хозяйстве и промышленности используется около 70% очищенной воды, это самый высокий показатель в мире.

Пропаганда бережного отношения к воде совместно с внедрением водосберегающих технологий в промышленности и сельском хозяйстве уже дает плоды: в последние 10 лет суммарное потребление воды в стране стало снижаться. Другой путь - использование альтернативных источников пресной воды. К таковым относится сбор паводковых вод, использование солоноватых подземных источников, обеззараживание (с применением биотехнологий) и повторное использование сточных вод. Всем этим давно и успешно занимаются как государственные, так и частные компании. В результате в сельском хозяйстве доля повторно используемых сточных вод возросла за последние годы в несколько раз.

Литература

1. Алексеевский Н.И., Фролова Н.Л., Христофоров А.В. Мониторинг гидрологических процессов и повышение безопасности водопользования. М.: Географический факультет МГУ, 2011. – С. 117-120.
2. Водный кадастр Российской Федерации. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание - 2015 год - Санкт-Петербург, 2016 - 160 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2015 году». – М.: НИА-Природа, 2016. - 270 с.
4. Журнал Министерства путей сообщения. Книга пятая. Санкт-Петербург: Типография Императорской Академии наук, 1869 г. - С.70-72.
5. Иванкова Т.В. Влияние человеческого фактора на водные ресурсы в современном мире [Текст] / Т.В. Иванкова // Вестник Южно-Российского гос. техн. ун-та (Новочерк. политехн. ин-т). Серия: Социал.-эконом. науки. - 2015. № 5. - С. 62-66.
6. Иванкова Т.В. Социально-экологические аспекты использования водных ресурсов сельскохозяйственных регионов Евразии: монография / Т.В. Иванкова. – Москва: РУСАЙНС, 2017. – 186 с.
7. Министерство Здравоохранения Израиля. Стандарт на питьевую воду. [Электронный ресурс] URL: http://www.health.gov.il/Russian/NewsAndEvents/SpokesmanMessages/Pages/11072012_1.aspx (Дата обращения 17.12.2017).
8. Руководство ВОЗ по обеспечению качества питьевой воды. 3 изд. Женева, 2004.
9. Терехов М.А. Израиль: Проблема водных ресурсов в региональном контексте /Восток (Oriens)/ 2009 № 5, С 63-74.
10. Устойчивое развитие Израиля. Системный анализ /под научной редакцией проф. Нонны Манусовой и д-ра Ефима Манусова / Иерусалим, 2010, 198.
11. Mekarot. Israel's Water Supply System. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mekorot.co.il/Eng/Mekorot/Pages/default.aspx> (Дата обращения 17.12.2017).
12. Ministry of Agriculture and rural development (официальный сайт): [Электронный ресурс] URL: <http://moag.gov.il> (Дата обращения 21.12.2017).
13. Saul Arlosoroff Water Demand Management – A Strategy to Deal with Water Scarcity: Israel as a Case Study / Springer Verlag / Germany, 2007, p.325-330.

14. WaterAuthorityofIsrael (официальный сайт): [Электронный ресурс] URL: <http://water.gov.il> (Дата обращения 21.12.2017).
15. WHO. Guidelines for Drinking -water Quality, Fourth Edition, p. 541. Geneva, 2011.
16. ZafirRinat. HaaretzWestnikNews. Ришон ле-Цион Вода, безопасная на 100%. 2-06-2013. [Электронный ресурс] URL: <https://www.haaretz.com/misc/writers/zafir-rinat-1.683> (Дата обращения 14.12.2017).
17. <http://data.trendeconomy.ru/dataviewer/eurostat> [Электронный ресурс] URL: (Дата обращения 18.12.2017).
18. <http://www.meitav-pt.co.il/> [Электронный ресурс] URL: (Дата обращения 21.12.2017).

References

1. Alekseevskij N.I., Frolova N.L., Hristoforov A.V. Monitoring gidrologicheskikh processov i povyshenie bezopasnosti vodopol'zovaniya. M.: Geograficheskij fakul'tet MGU, 2011. – S. 117-120.
2. Vodnyj kadastr Rossijskoj Federacii. Resursy poverhnostnyh i podzemnyh vod, ih ispol'zovanie i kachestvo. Ezhegodnoe izdanie - 2015 god - Sankt-Peterburg, 2016 - 160 s.
3. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii vodnyh resursov Rossijskoj Federacii v 2015 godu». – M.: NIA-Priroda, 2016. - 270 s.
4. Zhurnal Ministerstva putej soobshcheniya. Kniga pyataya. Sankt-Peterburg: Tipografiya Imperatorskoj Akademii nauk, 1869 g. - S.70-72.
5. Ivankova T.V. Vliyanie chelovecheskogo faktora na vodnye resursy v sovremennom mire [Tekst] / T.V. Ivankova // Vestnik YUzhno-Rossijskogo gos. tekhn. un-ta (Novocherk. politekhn. in-t). Seriya: Social.-ehkonom. nauki. - 2015. № 5. - S. 62-66.
6. Ivankova T.V. Social'no-ehkologicheskie aspekty ispol'zovaniya vodnyh resursov sel'skohozyajstvennyh regionov Evrazii: monografiya / T.V. Ivankova. – Moskva: RUSAJNS, 2017. – 186 s.
7. Ministerstvo Zdravoohraneniya Izrailya. Standart na pit'evuyu vodu. [EHlektronnyj resurs] URL: http://www.health.gov.il/Russian/NewsAndEvents/SpokemanMessegas/Pages/11072012_1.aspx (Дата obrashcheniya 17.12.2017).
8. Rukovodstvo VOZ po obespecheniyu kachestva pit'evoy vody. 3 izd. ZHeneva, 2004.
9. Terekhov M.A. Izrail': Problema vodnyh resursov v regional'nom kontekste /Vostok (Oriens)/ 2009 № 5, S 63-74.
10. Ustojchivoe razvitie Izrailya. Sistemnyj analiz /pod nauchnoj redakciej prof. Nonny Manusovoj i d-ra Efima Manusova / Ierusalim, 2010, 198.
11. Mekarot. Israel's Water Supply System. [EHlektronnyj resurs] URL:<http://www.mekorot.co.il/Eng/Mekorot/Pages/default.aspx> (Дата obrashcheniya 17.12.2017).
12. Ministry of Agriculture and rural development (oficial'nyj sajt): [EHlektronnyj resurs] URL: <http://moag.gov.il> (Dataobrashcheniya 21.12.2017).
13. Saul Arlosoroff Water Demand Management – A Strategy to Deal with Water Scarcity: Israel as a Case Study / Springer Verlag / Germany, 2007, p.325-330.
14. WaterAuthorityofIsrael (oficial'nyj sajt): [EHlektronnyj resurs] URL: <http://water.gov.il> (Data obrashcheniya 21.12.2017).
15. WHO. Guidelines for Drinking -water Quality, Fourth Edition, p. 541. Geneva, 2011.
16. ZafirRinat. HaaretzWestnikNews. Rishon le-Cion Voda, bezopasnaya na 100%. 2-06-2013. [EHlektronnyj resurs] URL: <https://www.haaretz.com/misc/writers/zafir-rinat-1.683> (Data obrashcheniya 14.12.2017).
17. <http://data.trendeconomy.ru/dataviewer/eurostat> [EHlektronnyj resurs] URL: (Data obrashcheniya 18.12.2017).
18. <http://www.meitav-pt.co.il/> [EHlektronnyj resurs] URL: (Data obrashcheniya 21.12.2017).