

Редакция сайта считает необходимым опубликовать на сайте все предложения по стабилизации уровня воды в Мертвом море, которые не противоречат физическим представлениям, а также все статьи с критическим анализом различных предложений.

Разумеется, что этот критический анализ должен быть выдержан в форме, которая принята для научных дискуссий.

Относительно данной статьи, не вдаваясь в настоящий момент в детальное её рассмотрение, следует заметить, что она - одна из немногих публикаций, в которой содержится не только качественная оценка эффекта, но и приводится технико-экономическое обоснование предложения.

Редакция надеется, что в обсуждении идей представленного предложения примут участие специалисты и читатели сайта, неравнодушные к судьбе Мертвого моря. Ваши отзывы можете направлять на адреса micot@bk.ru или semyon.rozenberg@gmail.com. Ваши материалы просим направлять в форматах .doc или .docx.

Публикации данной статьи, а также других статей этого раздела относятся к задачам, которые поставлены Общественным координационным Советом по Мертвому морю.

От редакции сайта

М. Котен 15/05/14

Предложение по стабилизации уровня воды в северном бассейне Мертвого моря С. Розенберг

Научно-техническая ассоциация «Экологический императив»

Аннотация

Предложение по стабилизации уровня воды в северном бассейне Мертвого моря состоит в том, что бассейн укрывают множеством блестящих маленьких «крыш» - квадратными отрезками рукава из ламинированной пленки. Суммарная площадь маленьких «крыш» 400 км². Блестящая поверхность «крыш» отражает солнечные лучи и предотвращает испарение ежегодно порядка 900 млн. м³ воды, уровень моря повышается на 0.5 метра в год. Стоимость сооружения не более \$100 млн., продолжительность строительства не более полугода.

Proposal for a stabilization of the water level in the Northern pool-area of the Dead Sea

S. Rosenberg

Scientific-and-technical association «Ecology imperative»

Summary

Proposal to stabilize the water level in the northern pool -area of the Dead Sea is that Northern pool-area of D.S is covered with shiny plastic little "roofs". The total area of the little "roofs" is 400 km². Reflective shiny surface "roofs" reflects sunlight and prevents evaporation each year about 900 million m³ of water, causing the sea levels will begin to rise at 0.5 meters per year. The cost of not more than \$ 100 million, construction time is not more than six months.

Имеется давняя экологическая проблема – уровень Мертвого моря понижается ежегодно на 1 м. Причина – испарение воды с поверхности моря превышает поступление воды от дождей и из реки Иордан, впадающих ручьев и подземных источников.

Более 20 лет для спасения моря предлагают строительство туннелей, каналов, насосных станций и гидроэлектростанций. В Мертвое море предлагают подавать воду

Красного, Средиземного морей или опресненную воду. Объем подаваемой воды огромен – от $0,6 \text{ км}^3$ до $4,9 \text{ км}^3$ в год. Для спасения моря государство Израиль должно найти миллиарды долларов. Никакие международные банки и организации не подарят такие деньги. За эти годы уровень Мертвого моря еще упадет на десятки метров.

Согласно измерениям солнечная среднегодовая среднесуточная энергия в районе Мертвого моря составляет от 5 до $5,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ на 1 м^2 поверхности в день [1]. По расчетам автора, с каждого квадратного метра солнце испаряет в год $2,3 \text{ м}^3$ воды [2]. В некоторых источниках имеются сведения об испарении до $3\dots 5 \text{ м}^3$ в год [3, 4]. Площадь северного бассейна около 600 км^2 [5].

Ранее, в сентябре 2012 года, автор предлагал для уменьшения испарения воды с поверхности северного бассейна Мертвого моря поверхность моря укрыть плотами, например, из пенопласта. [6]. Размеры плотов, например, $(3\dots 5)\times(3\dots 5)$ м. Предлагалось укрыть площадь 500 км^2 . Трудоемкость строительства таких плотов очень велика. В поисках менее трудоемкого решения автор анализировал несколько возможных материалов и конструкций «плавающей крыши».

В данном предложении предлагается следующая значительно менее трудоемкая конструкция «плавающей крыши» для северного бассейна Мертвого моря. Предлагается, для уменьшения испарения воды с поверхности моря, укрыть море «плавающей крышей» - множеством светоотражающих пластиковых квадратиков размером, например, 20×20 см суммарной площадью 400 км^2 .

Блестящие зеркальные квадратики непрозрачные и отражают более 90% солнечного облучения. Вода под пленкой не сможет испаряться. Это предотвратит ежегодно испарение 900 млн. м^3 воды. За счет испарения с не укрытой площади объем моря уменьшится в год только на 460 млн. м^3 . Объем неиспарившейся воды составит 330 млн. м^3 . Уровень воды начнет повышаться на $0,55 \text{ м/год}$ [2, п. 3.2].

Путем изменения площади покрытия, добавляя или убирая квадратики, появится возможность поддерживать уровень моря на оптимальном уровне (при изменениях климатических условий или производственных потребностей).

Для предотвращения выброса ветром пластиковых квадратиков на берег, вдоль него (на расстоянии $1\dots 1,5$ км) размещают плавающий замкнутый забор (см. Рис.1). Забор из строительной оградительной сетки выступает над поверхностью воды на 60-70 см (см. Рис. 2). Через каждые 2,5 м забор имеет поплавок и снизу груз для поддержания забора в вертикальном положении.

На поверхности моря внутри замкнутого забора плавают светоотражающие пластиковые квадратики - маленькие «крыши». Маленькие «крыши» – это квадратные отрезки рукава из ламинированной пленки. Толщина пленки 15-20 мкм, ширина рукава 100-200 мм. В качестве рукава используют блестящий ламинированный полипропиленовый рукав. Рукав аналогичен рукавам, которые используют для упаковки мелких пищевых товаров, таких как вафли, чай, кофе и др.

Рукав формуют в виде прямоугольного сечения и поставляют нарезанным на квадратики. Кромки торцов рукавов могут быть частично сварены. Благодаря малой длине отрезка отформованного рукава и упругости пленки, рукав в воде приобретает объемную форму, что приведет к заполнению его морской водой (см. Рис. 3). Вода внутри рукава не позволит ветру поднять пластиковую «крышу», заполненную водой, и перекинуть ее через забор. Объемная форма рукава и значительный вес воды внутри также не позволяют рукавам располагаться в море в два слоя.

На дне моря, внутри контура забора, установлены якоря на расстоянии 300...400 м от забора для предотвращения выноса забора на берег моря под действием ветра. Расстояние между якорями 200...300 м. Якорь представляет собой бетонную корзину $2\times 2\times 2$ м, заполненную камнями. Якорь имеет проушину, через которую продета

полиэстеровая лента. Концы этих якорных лент соединены с силовой лентой на плавающем заборе.

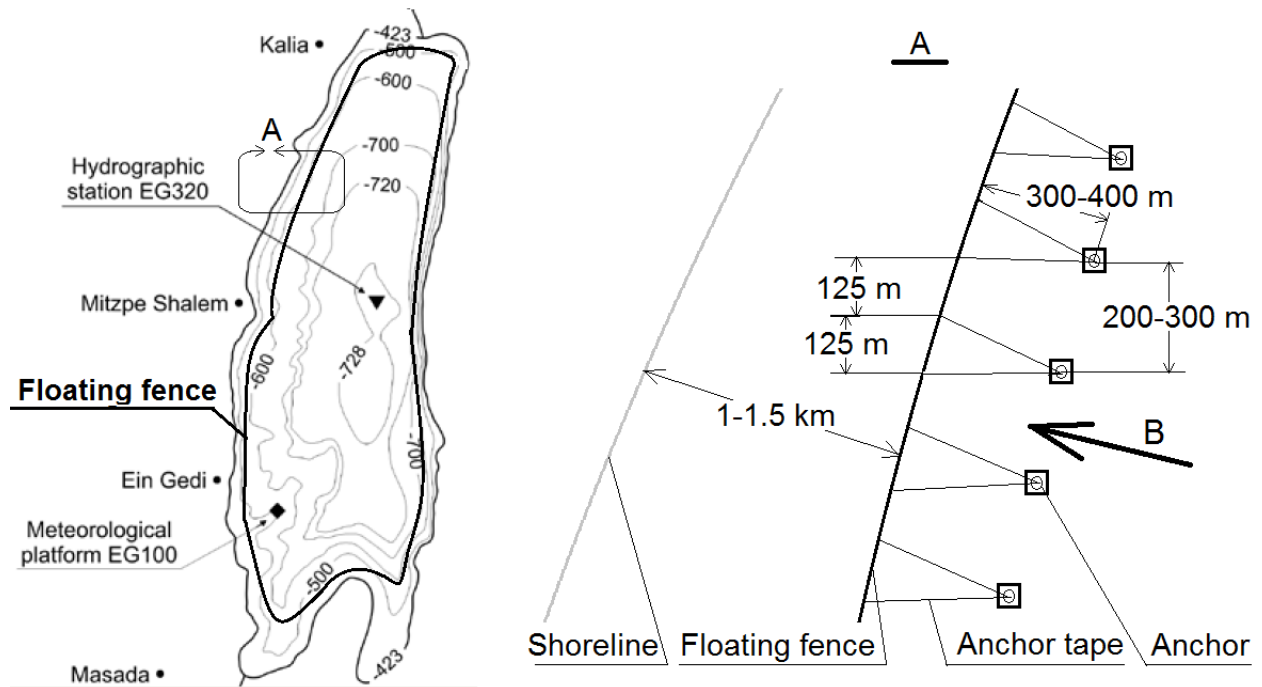


Рис.1. Расположение плавающего забора на северном бассейне Мертвого моря. Контур моря построен на основании исследований, изложенных в работе Gertman et al, (Fig. 2) [5].

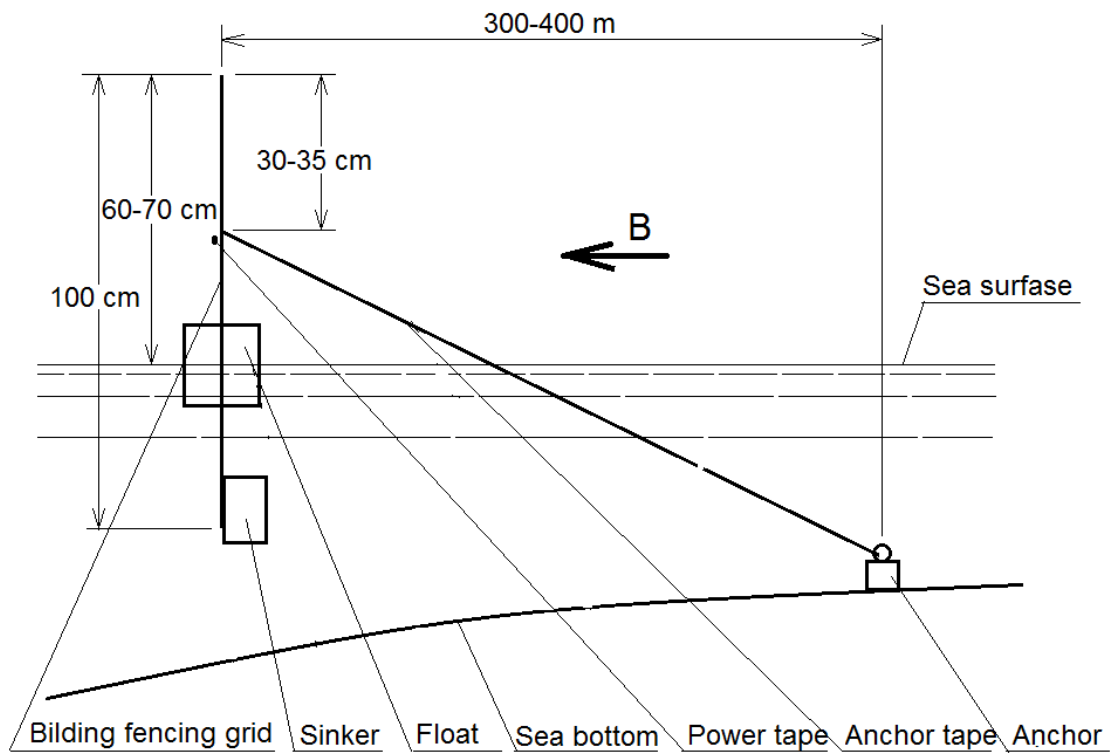
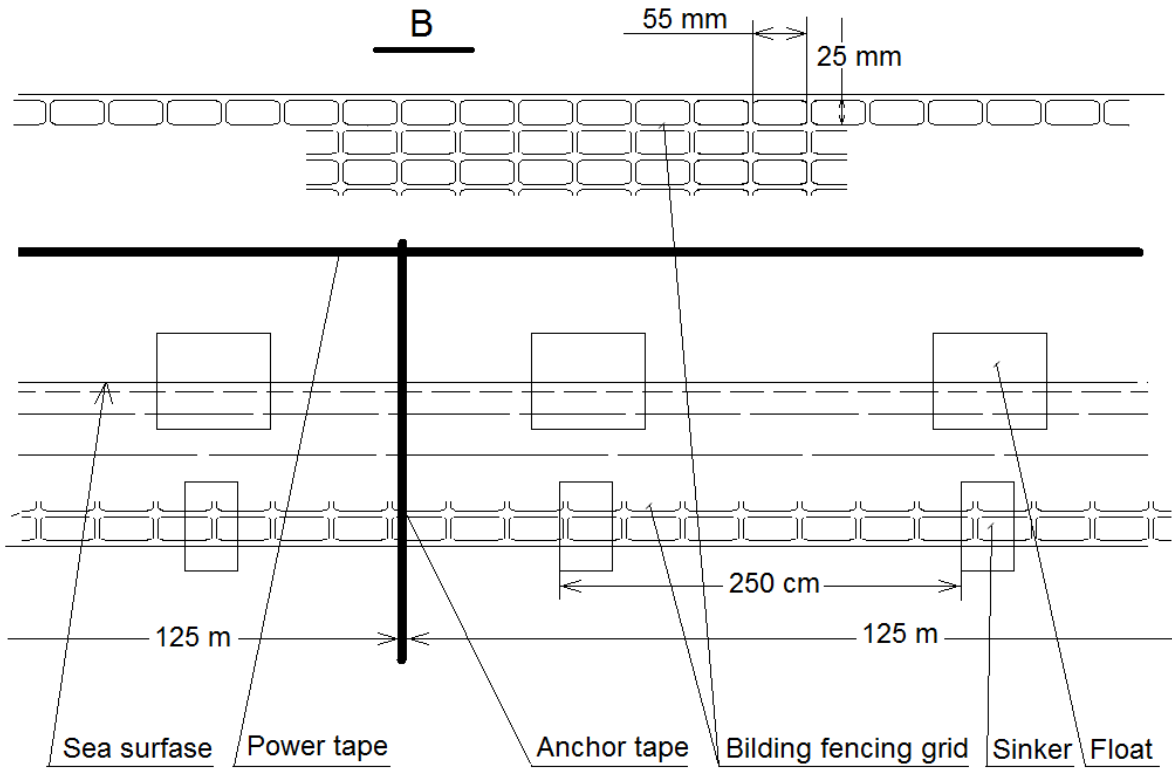


Рис. 2. Плавающий забор

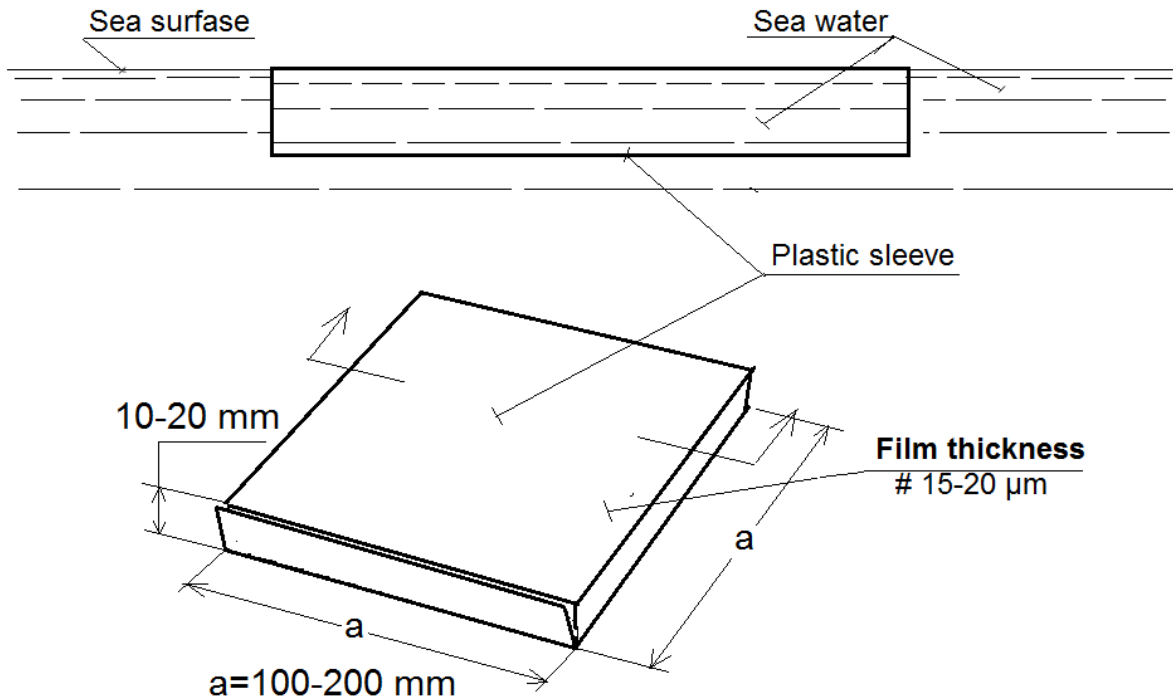


Рис.3. Пластиковый рукав на поверхности моря

Каждый год Мертвое море будет пополняться на 900 млн. м³ воды. Такое количество пресной воды по нынешним ценам для потребителей стоит более \$2 млрд. (если ее перекачивать из других морей и опреснять). Мертвое море будет наполняться «родной» водой, именно той водой, которой море питалось тысячи лет.

Это решение экологически чистое и не вносит значительных изменений с непредсказуемыми последствиями в окружающую среду. Визуально с берега море будет выглядеть только более блестящим. Маленькие квадратики не могут помешать передвижению любых судов или лодок, в том числе обслуживающих метеорологические станции, находящиеся на северном бассейне. Плавающая крыша находится в северном бассейне на расстоянии десятков километров от отелей в курортной зоне и не может повлиять на состав атмосферного воздуха в прибрежной полосе моря и в курортной зоне южных бассейнов.

Стоимость сооружения такой «плавающей крыши» не более \$100 млн., продолжительность собственно строительства не более полугода (см. приложение). Могут быть несколько потенциальных источников финансирования проекта, включая заинтересованные коммерческие структуры, такие как заводы Мертвого моря.

Автор дает себе отчет в том, что предложение его необычно: аналогов предлагаемому не обнаружено. Естественно, что перед началом строительства, должны быть проведены экспериментальные работы по выбору оптимальных конструкций и материалов, устойчивых к воздействию солнца, морской воды и ветров, а также исследована испаряемость воды и ее состояние под покрытием.

Автор считает расходы на проведение экспериментов оправданными и необходимыми, так как в случае их успеха, состояние воды и солевой состав моря будут сохранены, а море не получит стороннюю воду, с неизвестным результатом смешения вод: Мертвое море будет питаться традиционными своими источниками. Кроме того, расходы на сохранение моря будут несоизмеримо меньше, также несоизмеримо будут снижены сроки проведения работ, что в данном случае имеет большое значение.

Несомненно, выполнение любого масштабного проекта строительства туннелей, каналов, гидростанций и опреснительных станций, собственно строительство займет 10-15 лет. Вполне разумно на это время уменьшить испарение с поверхности моря на 900 млн. м³ в год и уже в ближайший год остановить падение уровня моря и дать возможность поднимать его уровень на 0.5 метра ежегодно.

1. Israel Oceanographic and Limnological Research
<http://isramar.ocean.org.il/isramar2009/AboutUs.aspx>
2. Д-р Семен Розенберг, Обзор состояния Мертвого моря, февраль 2014
http://www.ecoimper.net/stat/1025_deadsearu14.pdf
3. <http://www.km.ru/turizm/encyclopedia/mertvoe-more>
4. http://tourvisrael.ru/index.php?p=28&id_category=15
5. Isaac Gertman et al, Equations of state for the Dead Sea and Aral Sea: Searching for common approaches, 21 April 2010
6. Д-р Семен Розенберг, Проект стабилизации уровня воды Мертвого моря, сентябрь 2012, <http://www.elektron2000.com/article/1113.html>

Приложение

Оценка стоимости и сроков строительства «плавающей крыши» из квадратиков ламинированного рукава.

Цены получены из интернета и являются розничными. Оптовые цены или договорные, естественно, будут ниже.

1. Оценка стоимости основных материалов.

- Суммарная площадь маленьких «крыш»- квадратиков рукавов составляет 400 км². В качестве рукава используют блестящий ламинированный полипропиленовый рукав. Рукав аналогичен рукавам, которые используют для упаковки мелких пищевых и других товаров, таких как вафли, чай, кофе и др. Цена рукава составляет \$0.19/м². Рукава суммарной площадью 400 км² стоят \$76 млн. (=0.19*400*10⁶). Рукав имеет толщину пленки 15-20 мкм (каждой стенки), масса 1 м² равна 2*20*10⁻⁶ т/м²=40 т/км², суммарная масса 16000 т (=40*400). Рукав шириной 10-20 см поставляют нарезанным на квадратики, торцы рукавов частично открыты. Суммарный объем упакованных нарезанных на квадратики рукавов составляет 16000 м³. В таком виде рукава сбрасывают непосредственно в море. В воде рукава благодаря упругости пленки приобретают объемную форму, заполняются водой и расплываются в один слой по поверхности моря.

- Суммарная длина плавающего забора составляет 120 км. Пропиленовая сетка шириной 1 м имеет цену \$1.2/пм, суммарная стоимость \$0.144 млн. (=1.2*120000). Масса сетки 150 г/пм, суммарная масса 18 т (=0.15*120000). Объем рулона: толщина сетки 4 мм, длина 25 м, сечение 0.04*25=1 м², размер рулона 1 м³, необходимый объем (в грузовике) 1.1 м². Количество рулонов 4800.

- Под плавающим забором на дне моря через 200-300 м имеются якоря каждый массой 15-20 т, всего 500 (=120/0.25) якорей. В каждом якорю 2 м³ бетона и 6 м³ камней. Всего бетона 1000 м³ и камней 3000 м³. Цена бетона 250 \$/м³, цена камней 50 \$/м³. Итого стоимость якорей \$0.4 млн. (=250*1000 + 50*3000).

- К каждому якорю подходят по 2 ленты длиной до 400 м в зависимости от глубины моря в данном месте, на 500 якорей необходимо 400 км лент (=2*0.4*500). По периметру забора имеется силовая лента длиной 120 км. Цена полиэстеровых лент (сечением 19 мм на 1.27 мм) 63 \$/км, суммарная стоимость лент \$0.033 млн. (=63 *(400+120)).

- Грузы из бетона снизу сетки через каждые 250 см, всего 48000 штук (=120000/2.5). Масса груза 3 кг, масса всех грузов 150 т. Цена бетона 250 \$/м³ (100 \$/т), стоимость грузов \$0.015 млн. (=100*150/10⁶).

- Поплавков из вспененного полиэтилена объемом 6 л, тоже 48000 штук, суммарный объем 300 м³. Цена вспененного полиэтилена 100 \$/м³, стоимость поплавок \$0.03 млн.

- Итого сумма стоимости основных материалов \$80 млн. (=76+0.144+0.4+0.033+0.015+0.03).

2. Оценка транспортных расходов на перевозку рукавов, рулонов и якорей:

- Транспортировка нарезанных на квадратики ламинированных рукавов (суммарная масса 16000 т) из или Европы, России, Украины до Ашдода, контейнер 45FT(13.5x2.3x2.6 м=80м² внутри) масса груза 25 т. Количество контейнеров 800 (=16000/20). Цена доставки 1-го контейнера \$800, суммарная стоимость доставки составляет \$0.64 млн.(=800*800). Квадратики поставляют упакованными в транспортные мешки объемом 1 м³, имеющими массу порядка 1 т. Транспортный мешок сшит легко распускаемыми швами, позволяющими раскрывать мешок в любой необходимый момент в процессе разгрузки.
- Транспортировка рукавов пропиленовой сетки из или Европы, России, Украины до Ашдода, контейнер 45FT(13.5x2.3x2.6 м=80м² внутри) масса груза 25 т. Объем рулона: толщина сетки 4 мм, длина 25 м, сечение 0.05*25=1 м², размер рулона 1 м³, объем рулона (в контейнере) 1.1 м². В контейнере – 70 рулонов. Количество рулонов 4800, количество контейнеров 70, масса рулона 7.5 кг, в каждом контейнере 500 кг рулонов (=7.5*70). Цена доставки 1-го контейнера \$800, суммарная стоимость доставки составляет \$0.056 млн.(=800*70).
- Транспортировка нарезанных на квадратики ламинированных рукавов (суммарная масса 16000 т) от порта Ашдод до Мертвого моря грузовиками грузоподъемностью 20т. Количество грузовиков 800 (=16000/20). Цена доставки на 1-ом грузовике (на 100 км, 3 ч.) составляет \$200. Суммарная стоимость составит \$0.16 млн.(=200*800/10⁶).
- Транспортировка рукавов пропиленовой сетки от порта Ашдод до Мертвого моря грузовиками грузоподъемностью 20т. Объем рулона: толщина сетки 4 мм, длина 25 м, сечение 0.05*25=1м², размер рулона 1 м³, объем (в грузовике) 1.1 м². В грузовике помещают 70 рулонов. Количество рулонов 4800, количество грузовиков 70, масса рулона 7.5 кг, в каждом грузовике 500 кг рулонов (=7.5*70). Цена доставки на 1-ом грузовике (на 100 км, 3 ч.) составляет \$200. Суммарная стоимость составит \$0.014 млн.(=200*70/10⁶).
- Транспортировка 500 якорей, масса якоря 16 т, 2 якоря на грузовик, 250 грузовиков, 100 км, 3 ч., \$200/грузовик, \$0.05 млн.
- Транспортировка 48000 грузов (150 т) и 48000 поплавков (300 м³), 50 грузовиков, 100 км, 3 ч., \$200/грузовик, \$0.01 млн.
- Итого сумма транспортных расходов \$1 млн.(=0.64+0.056+0.16+0.014+0.05+0.01).

3. Оценка трудозатрат. Строительство имеет три этапа:

- Установка якорей на дне моря.
- Сборка плавающего забора, спуск его на воду и соединение с якорями.
- Заполнение контура внутри плавающего забора маленькими «крышами» - квадратами блестящих пластиковых рукавов.

3.1. Операции с якорями:

- Разгрузить якоря с грузовиков на баржу. Производительность 15 мин на 1 якорь, в смену 30 якорей. Необходимо по 2 грузчика и крановщик в дневную смену.
- Транспортировать в вечернюю смену якоря на барже к месту погружения на дно и с помощью плавучего крана погрузить якоря в море. Производительность 15 мин на 1 якорь, в смену 30 якорей, за 17 смен устанавливают 500 якорей. Необходимы 4 грузчика, команды для буксира, баржи и плавучего крана.

3.2. Операции с плавающим забором:

3.2.1. Разгрузить рулоны забора с автотранспорта на баржу. На 120 км забора используют 4800 рулонов (по 25 м), 70 грузовиков по 500 кг груза в каждом. Время разгрузки 500 кг с 1 грузовика 1 час, в смену 8 грузовиков. Итого 10 смен на перегрузку всех рулонов на баржу. Необходимо по 4 грузчика (на пристани и на барже) и крановщик.

3.2.2. Работы на барже: Снять с рулона упаковку- 1 минута, размотать рулон – 1 минута, и соединить рулон к предыдущему – 1 мин. Итого на соединение 4800 рулонов – 14400 минут (3*4800) – 30 рабочих смен (=14400/480). Необходимо 5 рабочих в смену.

3.2.3. Подвесить к рулону (к сетке) 10 грузов и 10 поплавков – 4 рабочих устанавливают по 5 штук за 3 минуты на рулон. Итого установка всех грузов и поплавков на 4800 рулонов происходит за те же 30 смен. Необходимо 5 рабочих в смену.

3.2.4. Переместить укомплектованный рулон на 25 м с баржи в сторону моря и опустить в море, а баржу соответственно продвинуть в сторону будущего плавающего забора. Операция совмещена по времени с операцией 3.2.2 – с размоткой рулона. Необходимо 2 рабочих.

3.2.5. Установить на уже плавающую сетку (с грузами и поплавками) силовую ленту и соединить с эту ленту с лентой от якоря. Операция совмещена по времени с операциями 3.2.2. - 3.2.4. Необходимо 5 рабочих и команды 2-х катеров.

3.3. Операции заполнения контура внутри плавающего забора маленькими «крышами» - квадратиками блестящих пластиковых рукавов:

3.3.1. Разгрузить 1 грузовик 20 т, 20 транспортных мешков с помощью 2-х кранов. Краны одновременно поднимают по 2-4 мешка и переносят их на баржу. Каждый кран делает 3 переноса (4+4+2 мешка) с 1-го грузовика за 1 час. За 1 смену 2 крана разгружают 16 грузовиков. Разгрузку 800 грузовиков производят за 50 смен. Баржа всю дневную смену находится у причала для приема мешков. За 1 дневную смену на баржу загружают 320 транспортных мешков (с 16 грузовиков). Необходимо 8 грузчиков и 2 крановщика.

3.3.2. В вечернюю смену баржа, загруженная транспортными мешками, идет последовательно к 10-ти якорям. В зоне каждого якоря погружают в море по 32 транспортных мешка. Для разгрузки используют 2 крана на барже и плавающий кран. Транспортный мешок полностью погружают в море, на мешке распускают швы (в воде), мешок раскрывается, и раскрытый мешок вытаскивают из воды, а квадратиками пластиковых рукавов остаются в море и расплываются по его поверхности. Необходимо 8 грузчиков, 2 крановщика и команда плавающего крана.

3.4. Итого затраты времени при последовательном выполнении операций 3.1, 3.2 и 3.3 составляют 107 рабочих смен (=17+10+30+50).

4. Оценка оплаты труда

4.1. Оценка количества работников:

Оп. 3.1. - 8 грузчиков и команды для крана на берегу, баржи, буксира и плавучего крана.

Оп. 3.2.1. - 8 грузчиков и 1 крановщик.

Оп. 3.2.2. - 5 рабочих.

Оп. 3.2.3. - 5 рабочих.

Оп. 3.2.4 - 2 рабочих.

Оп. 3.2.5. - 5 рабочих и команды 2-х катеров.

Оп.3.3.1. – 8 грузчиков и 2 крановщика.

Оп. 3.3.2 - 8 грузчиков, 2 крановщика и команда плавающего крана

Итого количество непосредственно работников составляет 54 человека и команды баржи, буксира, плавучего крана и 2-х катеров (допустим по 10 человек в каждой команде, итого 50 человек).

Технические специалисты 100 человек.

- Всего 200 человек

- Зарплата каждого работника по \$3000 в месяц, в год \$36000. Отчисления, накладные расходы \$36000. Всего оплата труда \$15 млн.(=0.072*200).

5. Аренда техники - кранов, катеров и др. на год, стоимость техники \$2-3 млн., аренда \$0.5 млн. составляет 20% стоимости техники.

6. Итого стоимость строительства составляет \$97 млн. (=80 млн. (материалы),+1 млн. (транспорт) +15 млн. (зарплата)+0.5 млн. (аренда)).

7. Специалисты компании, которая будет осуществлять проект, конечно, найдут наиболее оптимальные технологии и цены.

Семен Розенберг

НТА «ЭИ»

semyon.rozenberg@gmail.com, 0524-854-666