ВСЕРОССИЙСКИЙ МОЛОДЕЖНЫЙ КОНКУРС ПО ПРОБЛЕМАМ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«ЮНЭКО»

Направление: Техническое творчество

Тема: Электростанция на основе активных дамб, работающая на энергии морских приливов

Соискатель: Кудзиев Азамат Артурович

Научный руководитель: Грибанов Василий Петрович

Место выполнения работы: МАУДО Центр дополнительного образования города Владикавказа, Республика Северная Осетия-Алания

2025

АННОТАЦИЯ

Перспективное развитие инфраструктуры и промышленного потенциала острова, расположенного недалеко от материка требует не только надёжной транспортно-коммуникационной связи, но и устойчивого энергоснабжения.

В настоящей работе рассмотрена возможность использования двух активных дамб, выполняющих транспортно-коммуникационную связь острова с материком, в качестве электростанции работающей на энергии морских приливов (ПЭС).

Сделан выбор вида альтернативного возобновляемого источника энергии – энергии морских приливов. Запасы приливной энергии могут обеспечить до 15% современного энергопотребления, что делает целесообразным строительство ПЭС.

Рассмотрены циклы работы простой однобассейной приливной электростанции одностороннего действия.

Определена возможность интегрирования ПЭС в структуру активных дамб, связывающих остров с материком, и рассмотрены циклы её работы в составе активных дамб.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Основная часть	9
Альтернативная энергетика	9
Приливные электростанции	9
Приливная электростанция на основе активных дамб	16
Заключение	21
Литература	22

ВВЕДЕНИЕ

Человечество, по мере своего развития, издавна осваивало прибрежные острова. В наше время всё чаще стали создавать искусственные острова с целью использования их для проживания и производственной деятельности людей (Рис. 1).

Слабое звено в инфраструктуре островов, без которого невозможно перспективное развитие их структуры, промышленного потенциала и надёжного энергообеспечения – это транспортно-коммуникационные связи с материком.

Наиболее эффективным и простым способом соединения островов с материком служит дамба (Рис. 2, рис. 3).

Иногда, с целью повышения стабильности и надёжности связи с островом, получения возможности большего увеличения объёма грузопассажирских перевозок, для соединения острова с материком строят две транспортные дамбы (например, в Южной Корее и Дубае) (Рис. 4).

Успешное развитие структуры острова, его промышленного потенциала и улучшение условий жизни живущих на нём людей, находится в прямой зависимости от решения энергетической проблемы надёжного обеспечения электрической энергией.

В настоящей работе предложена идея **использования двух активных дамб, выполняющих транспортно-коммуникационную связь острова с материком, в качестве электростанции работающей на энергии морских приливов (ПЭС).**

Такой способ использования активных дамб, в теле которых можно установить гидрогенераторы и водопропускные шлюзы, даёт возможность сокращения срока строительства и уменьшения времени окупаемости ПЭС.

Цель работы: определение возможности создания на основе двух активных дамб электростанции работающей на энергии морских приливов.

Актуальность работы в том, что перспективное развитие инфраструктуры и промышленного потенциала острова, расположенного недалеко от материка требует не только надёжной транспортно-коммуникационной связи, но и устойчивого энергоснабжения.

Рисунок 1. Искусственный островной архипелаг (Дубай).

Рисунок 2. Дамба на подъезде к Сингапуру.

Рисунок 3. 32-километровая дамба в Нидерландах.

Рисунок 4. Строительство двух дамб для связи с искусственным островом в Дубае.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Основу современной мировой энергетики составляют **тепло-, гидроэлектростанции (ТЭС, ГЭС) и атомные электростанции (АЭС).** Однако уже сегодня гидроэнергетические ресурсы в развитых странах используются практически полностью: большинство речных участков, пригодных для гидротехнического строительства, освоены. Ископаемые ресурсы (уголь, нефть, газ, горючие сланцы), обеспечивающие работу ТЭС, стремительно сокращаются [1]. А, построенные и работающие в мире более 400 АЭС уже не считаются источником дешёвой и экологически чистой электроэнергии.

Выход из создавшегося положения — использовать **альтернативные**, так называемые **возобновляемые** – малые или «нетрадиционные» виды получения энергии, способные пополнить мировой запас энергии и, тем самым, уменьшить нагрузку на основные электростанции (ГЭС, ТЭС, АЭС). К последним относят прежде всего установки и устройства, использующие энергию ветра, воды, солнца, геотермальную энергию, а также тепло, содержащееся воде, воздухе и земле.

Энергия морских приливов – один из возобновляемых видов альтернативной энергии.

Запасы приливной энергии могут обеспечить до 15% современного энергопотребления. Таким образом, целесообразно строительство и использование электростанций, работающих на энергии морских приливов (Рис. 5) [2].

ПРИЛИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Принцип работы приливных электростанций (Рис. 6) при всём разнообразии конструкций одинаков. Вода в море во время прилива находится на более высоком уровне, чем в заливе и под напором поступает в водоприёмник и по водоводам направляется к турбинам. Струя с силой бьёт в лопасти турбин, раскручивая вал машины, на котором закреплён генератор, вырабатывающий электроэнергию. Благодаря притоку уровень воды в бухте постоянно поднимается и в итоге достигает уровня воды в море (На рис. 6: **h** – максимальная разность уровней для избранного места расположения станции). Вода больше не течёт и турбины останавливаются до начала отлива.

Как только уровень воды в открытом море вновь понижается, вода из бухты-накопителя подаётся обратно (для большей эффективности ПЭС устанавливают турбины, работающие в обоих направлениях) [3].

Принцип работы ПЭС рассмотрим на наиболее простой схеме (Рис. 7), когда бассейн отгорожен от моря плотиной, имеющей водопропускные отверстия, и зданием ПЭС, в котором установлены турбины, способные работать только при течении воды из бассейна в море [4].

Рассмотрим циклы работы простой приливной электростанции. На рис. 8 показано изменение уровня моря в результате приливов и отливов, имеющее характер, близкий к синусоиде.

Рисунок 5. Приливная электростанция «La Rance», Франция.

В момент времени, соответствующий точке **А**, водопропускные отверстия открываются, вода из моря поступает в бассейн, турбины останавливаются.

В точке **Б**, когда отлив уже начался, уровни воды в море и в бассейне сравниваются. В этот момент затворы водопропускных отверстий закрываются, поэтому уровень в бассейне сохраняется неизменным.

Турбины ПЭС могут быть пущены в момент времени, соответствующий точке **В**, когда благодаря понижению уровня моря будет достигнут напор **Нмин**.

В период времени **В – Г** агрегаты ПЭС работают, уровень в бассейне постепенно понижается, водопропускные отверстия остаются закрытыми.

Когда напор опять понизится до технического минимума (точка **Г**), турбины останавливаются, уровень воды в бассейне опять сохраняется постоянным.

В точке **А1** уровень воды в бассейне вновь сравнивается с уровнем моря и работа ПЭС продолжается в той же последовательности [5].

Рассмотренная ПЭС получила название **однобассейной ПЭС одностороннего действия** (Рис. 8), рабочий процесс которой состоит из следующих характерных циклов:

1. **А – Б — *наполнение***
2. **Б – В — *ожидание***
3. **В – Г — *выработка электроэнергии***
2. **Г – $А_1$ — *ожидание***
1. **$А_1$ – $Б_1$ — *наполнение***

Выработка электроэнергии ПЭС такого типа происходит в течение ограниченного времени и период прилива не используется для её производства, что даёт большую суточную неравномерность производства электроэнергии (Рис. 9).

На такой ПЭС дважды в сутки на протяжении 3 – 4 часов производится электроэнергия, и между этими периодами станция не работает, причём рабочие периоды смещаются во времени из-за несовпадения продолжительности лунных и солнечных суток [6].

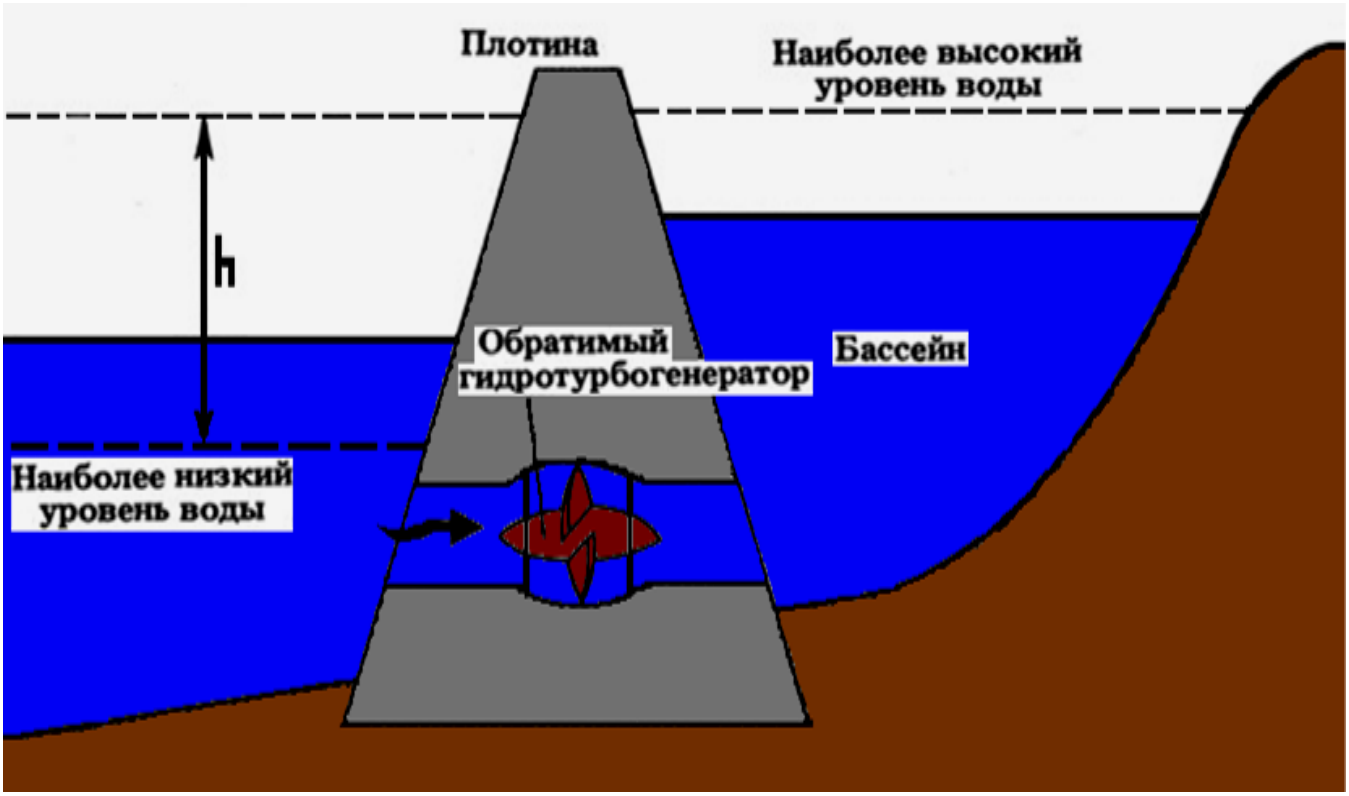

Рисунок 6. Упрощенная схема приливной электростанции.

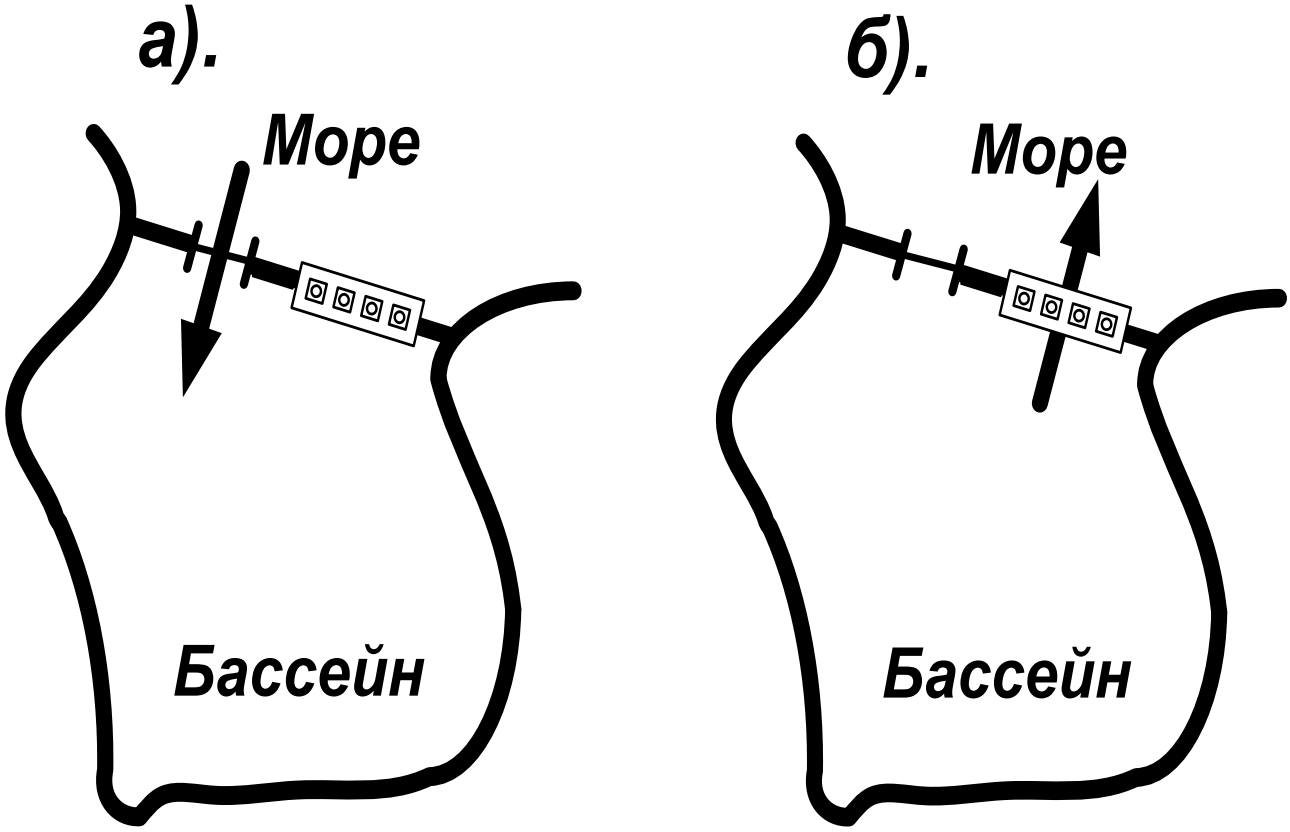

Рисунок 7. Схема приливной электростанции с односторонней работой.

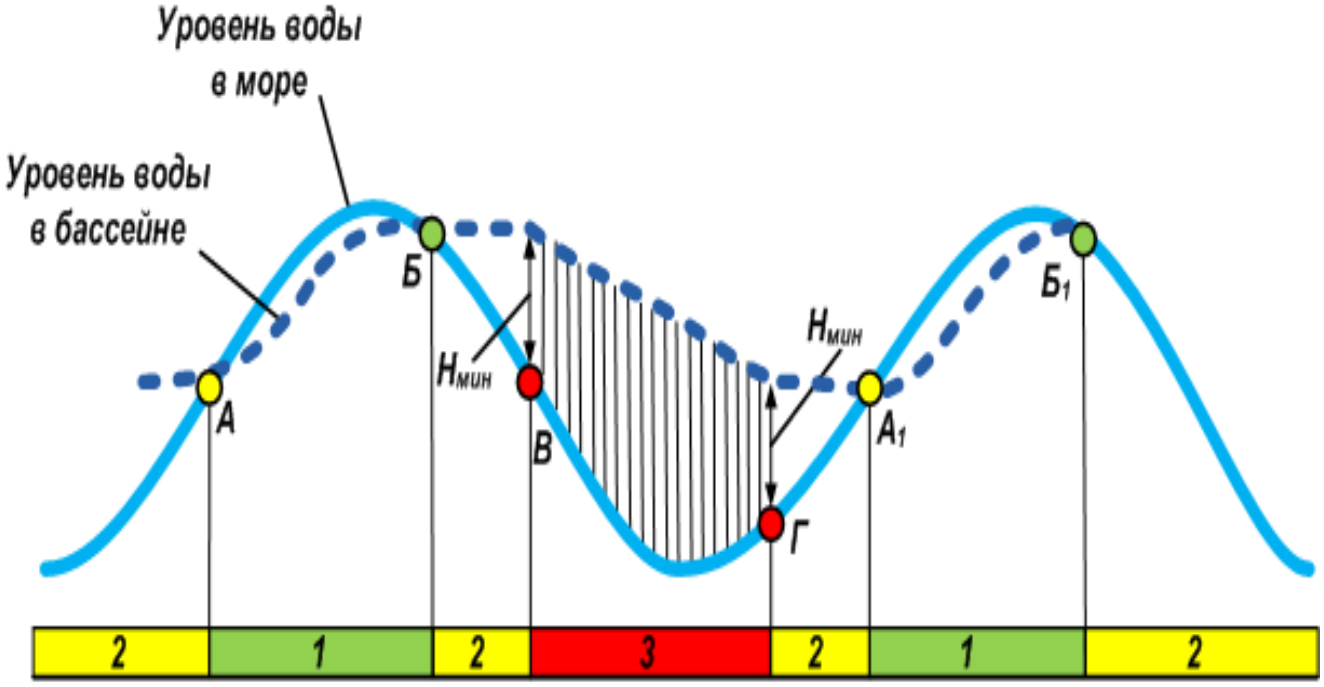

Рисунок 8. Циклы работы однобассейной ПЭС одностороннего действия.

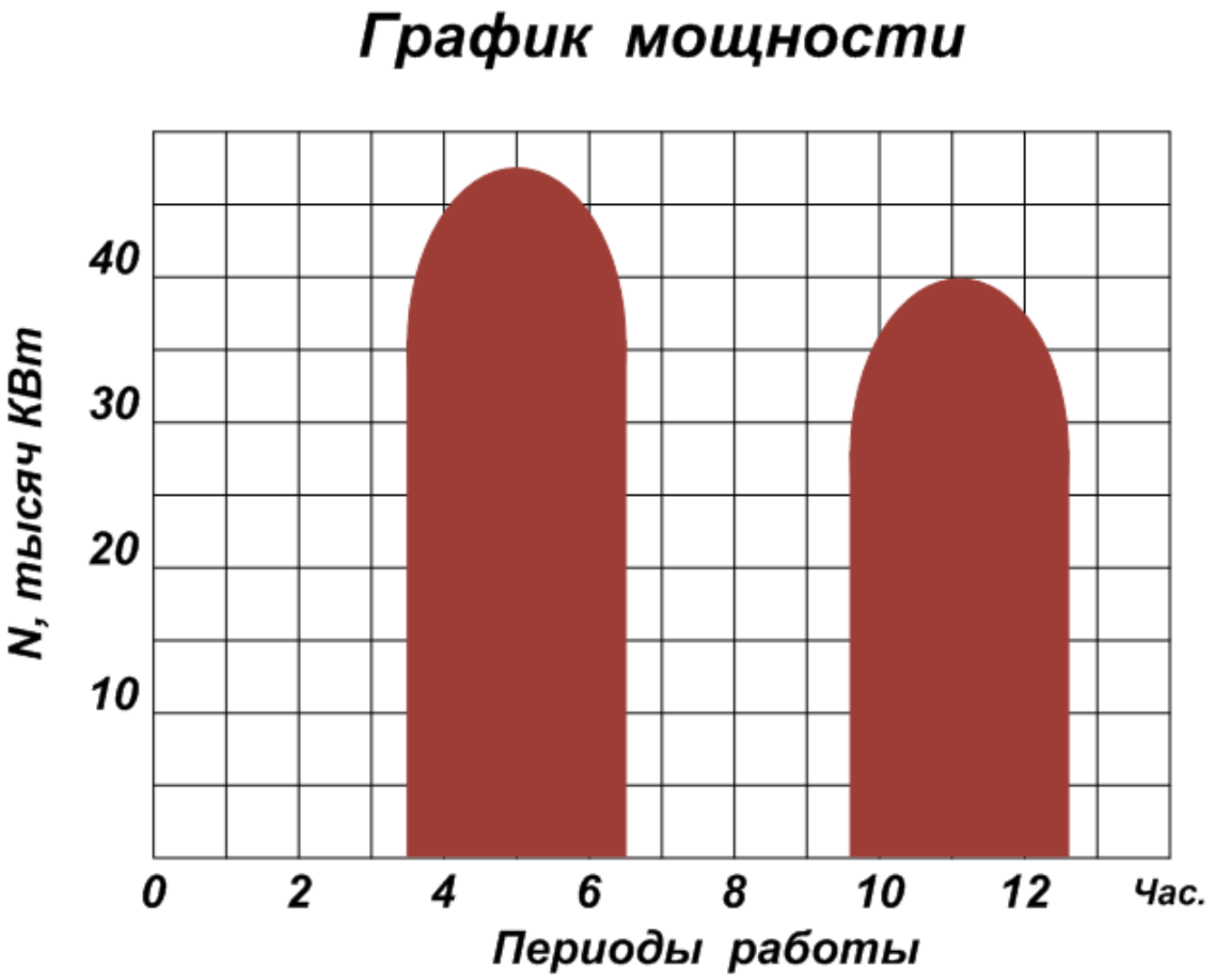

Рисунок 9. График выработки электроэнергии приливной электростанцией с одним бассейном одностороннего действия.

ПРИЛИВНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА ОСНОВЕ АКТИВНЫХ ДАМБ

В условиях современной энергетики, когда в энергосистемах имеются большие возможности маневрирования генерирующим оборудованием, от приливной электростанции не требуется непрерывная работа. Гораздо важнее получить от неё мощность в часы наибольшего потребления, что позволит обеспечить более равномерную работу нуждающихся в этом базовых (тепловых и атомных) электростанций. Входящие в эту же систему ГЭС, имеющие водохранилища сезонного регулирования, могут компенсировать внутри месячные колебания энергии приливов.

Приливная энергия обладает очень ценным качеством, заключающимся в неизменности её среднемесячного значения в любой сезон. В этом заключается основное преимущество электростанций, использующих морские приливы, состоящее в том, что выработка электроэнергии носит предсказуемый плановый характер и практически не зависит от изменений погоды.

При таком объединении пульсирующие, прерывистые, но неизменно гарантированные потоки приливной энергии, зарегулированные энергией речных ГЭС, способны обеспечить ощутимый вклад в покрытие переменной части графика нагрузки энергосистемы, облагораживая тем самым работу действующих ТЭС и АЭС и вытесняя строительство новых электростанций на органическом топливе, загрязняющих окружающую среду.

В настоящей работе предложена идея создания и использования ПЭС, интегрированной в структуру ***активных дамб,*** являющихся транспортно-коммуникационной артерией, связывающей остров и материк.

Сооружение ПЭС в структуре активных дамб необходимо вести с учётом будущей перспективы развития промышленной и жилой инфраструктуры острова.

Две активные дамбы с интегрированной в них ПЭС (условно, северная и южная дамбы), представляют собой грунтовые дамбы, дополнительно укреплённые со стороны моря защитным экраном из камня, бетонных блоков (Рис. 10).

В теле каждой активной дамбы устанавливаются гидрогенераторы и водопропускные шлюзы приливной электростанции, созданной по простой ***однобассейной схеме***. Места их установки показаны штриховыми линиями (Рис. 11).

Во время прилива будут открыты одни шлюзы, а во время отлива — другие. В первом случае вода, вливаясь в центральный водоём и поднимая его уровень до уровня прилива, вращает турбины генераторов. Во втором случае, вода выливается из центрального водоёма в море, уровень которого понизился во время отлива, при этом вновь вращая гидротурбины. Таким образом, активная дамба будет работать как приливная электростанция, дающая дешёвую энергию.

Итак, рассмотрим работу однобассейной приливной электростанции, созданной на основе двух, связующих остров и материк, активных дамб и образованного ими внутреннего водоёма ПЭС, представляющего собой часть акватории пролива.

Во время прилива, по достижении разницы высоты между уровнями моря и бассейна, обеспечивающей технический напор воды, необходимый для начала работы гидротурбин, открываются шлюзы южной дамбы (Рис. 12), начинает заполняться внутренний бассейн электростанции и работать её гидротурбины. В это время шлюзы северной дамбы закрыты.

Когда высота прилива приближается к своей наибольшей отметке, скорость приливного течения сильно замедляется. В это время перестают работать гидрогенераторы южной дамбы и открываются шлюзы обеих дамб (Рис. 13). Когда уровень воды во внутреннем бассейне ПЭС сравняется с уровнем моря, шлюзы закрываются.

После начала отлива, по достижении уровня технического напора воды, при котором могут начать работу гидротурбины, открываются шлюзы северной дамбы – начинают выливаться вода из внутреннего бассейна и работать гидрогенераторы (Рис. 14).

По достижении нижней отметки уровня воды в бассейне, когда напор воды становится минимальным для работы гидрогенераторов, они прекращают свою работу.

Открываются водопропускные шлюзы обеих активных дамб для выравнивания уровней воды бассейна ПЭС и моря, после этого шлюзы обеих дамб закрываются.

С новым приливом цикл работы приливной электростанции повторяется.

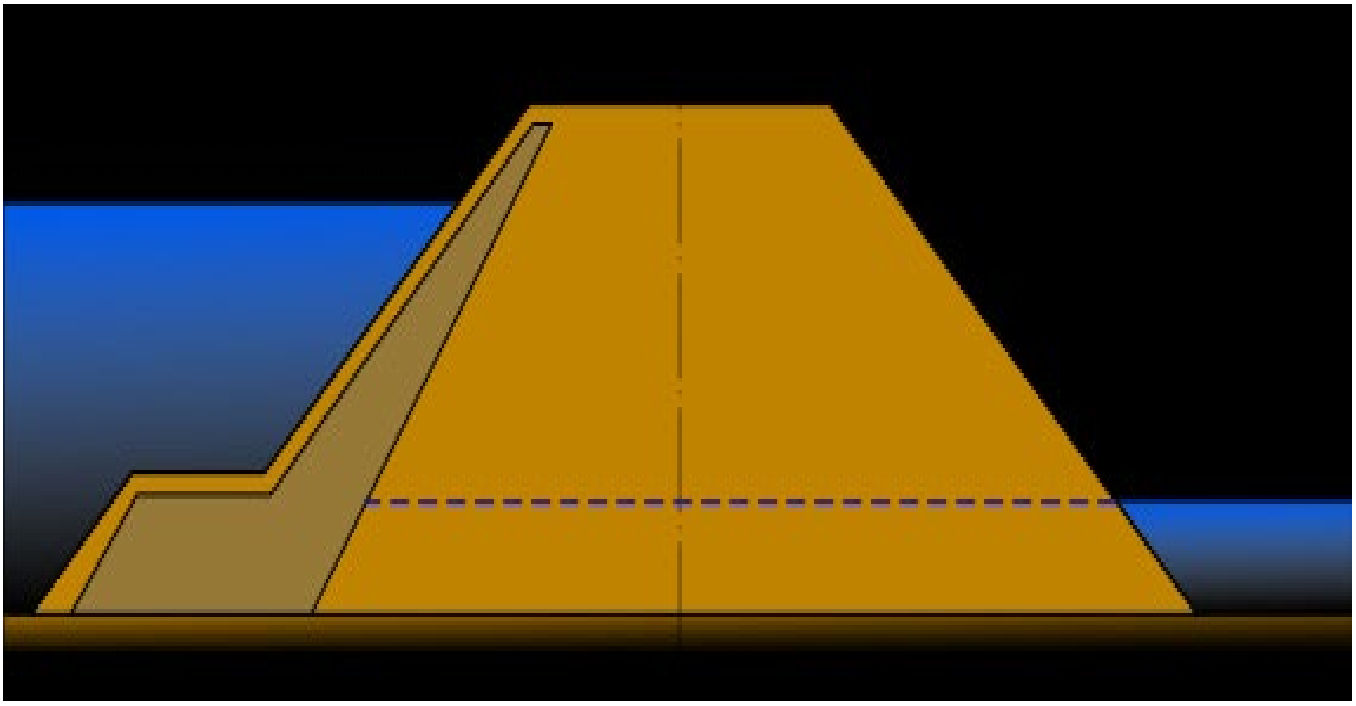

Рисунок 10. Конструкция грунтовой дамбы с экраном.

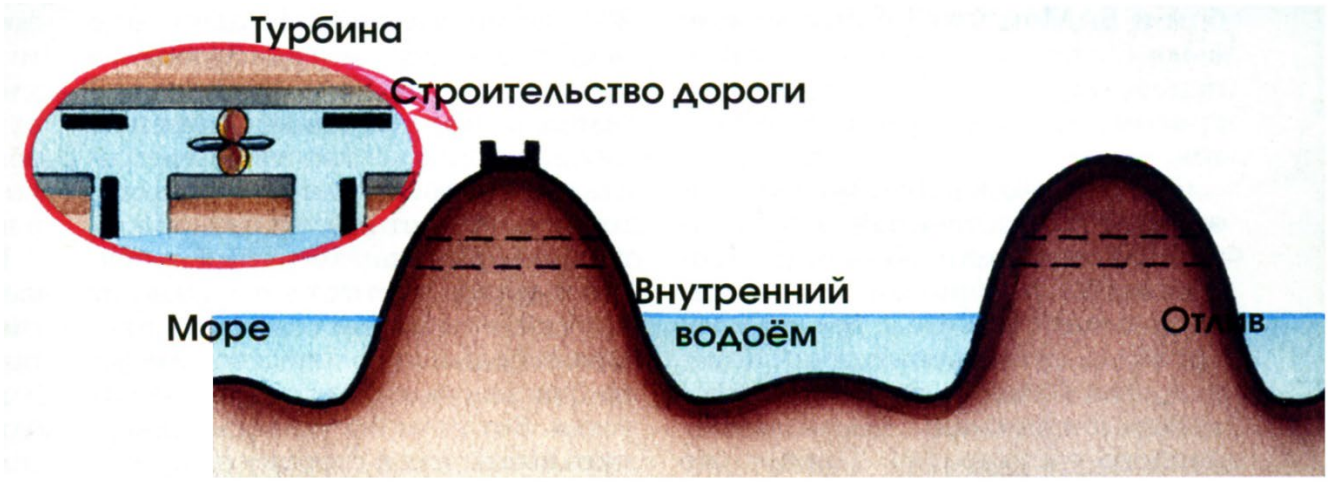

Рисунок 11. Установка гидротурбин и шлюзов приливной электростанции.

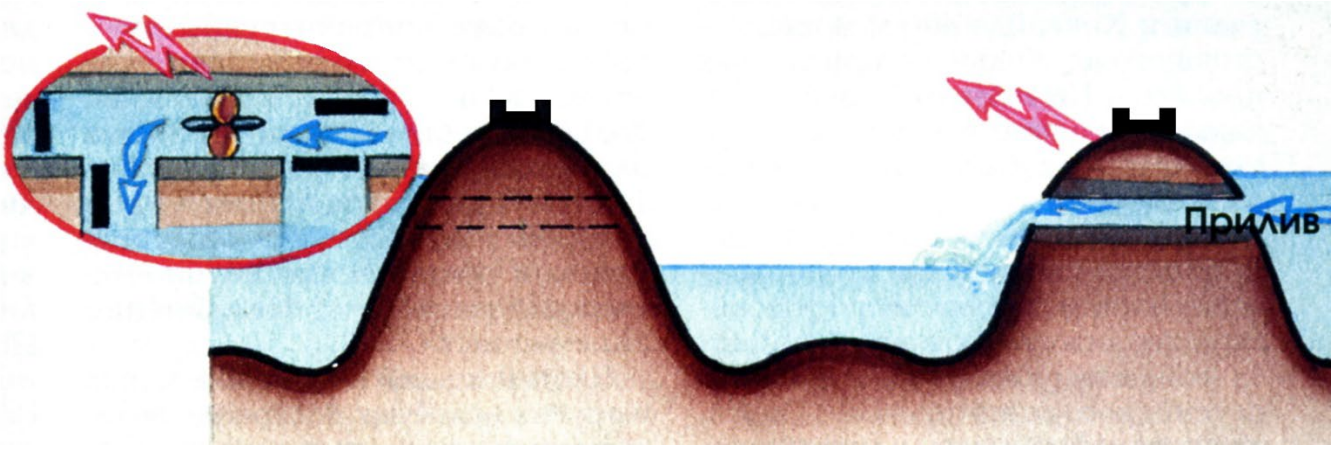

Рисунок 12. Заполнение внутреннего бассейна и работа гидротурбин южной дамбы во время прилива.

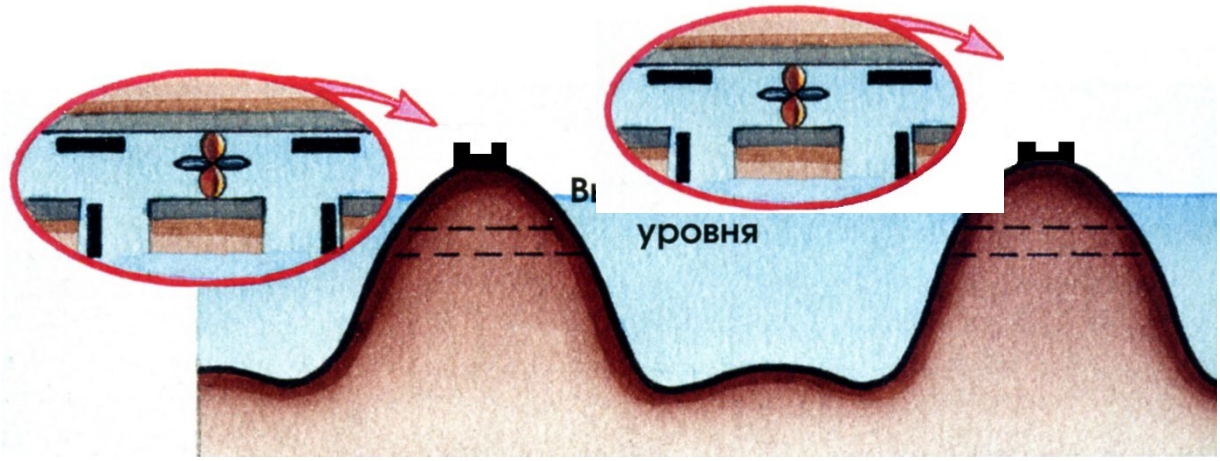

Рисунок 13. Выравнивание уровня воды в бассейне при максимуме прилива.

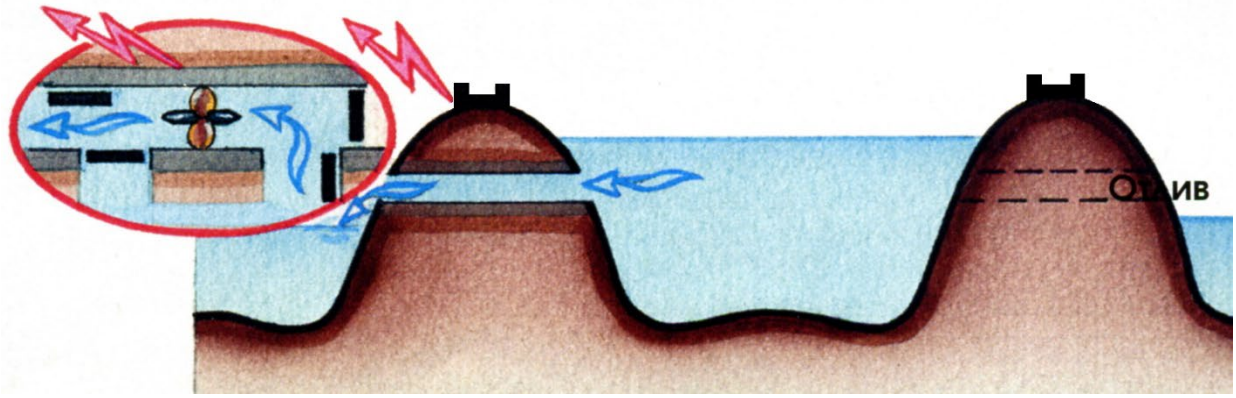

Рисунок 14. Работа гидрогенераторов северной дамбы во время отлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы предложена и обоснована целесообразность создания приливной электростанции на основе активных дамб, используемых в качестве транспортно-коммуникационного соединения острова с материком.

Создание приливной электростанции в составе активных дамб, позволяет сократить сроки строительства и окупаемости ПЭС.

Приливная электростанция на основе активных дамб обеспечит надёжное энергоснабжение, способствующее развитию промышленного потенциала и жилой инфраструктуры острова.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Лабейш. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учеб. пособие. – СПб.: СЗТУ, 2003, с.7.

2. http://otherreferats.allbest.ru/physics/00167492_0.html

3. http://hva.rshu.ru/ob/gidroteh/uch/3/chapter17/3_17_2.htm

4. http://hva.rshu.ru/ob/gidroteh/uch/3/chapter17/3_17_2.htm

5. http://hva.rshu.ru/ob/gidroteh/uch/3/chapter17/3_17_2.htm

6. В. Г. Лабейш. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учеб. пособие. – СПб.: СЗТУ, 2003, с.19.