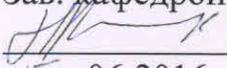


Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(РГГМУ)

УДК 551.461.2+627.52

Допущена к защите
Зав. кафедрой к.г.н., доцент
 Н.Л. Плинк
15.06.2016

Комплексное управление
прибрежной зоной

Моренко Анастасия Евгеньевна
ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)
«Адаптация береговой зоны к повышению
уровня моря: использование различных
берегозащитных технологий»

Направление 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология
Программа «Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами»

Научный руководитель
канд.физ.-мат.наук

Е.В. Софьина

Санкт-Петербург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(РГГМУ)

УДК 551.461.2+627.52

Допущена к защите
Зав. кафедрой к.г.н., доцент
_____ Н.Л. Плинка
_____.06.2016

Комплексное управление
прибрежной зоной

Моренко Анастасия Евгеньевна

ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)
«Адаптация береговой зоны к повышению
уровня моря: использование различных
берегозащитных технологий»

Направление 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология
Программа «Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами»

Научный руководитель
канд.физ.-мат.наук

Е.В. Софьина

Санкт-Петербург 2016

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| 1. Берегозащитные технологии | 7 |
| 1.1. Концепция берегозащитных сооружений..... | 8 |
| 1.1.1. Активность берегозащиты..... | 9 |
| 1.1.2. Универсальность берегозащиты | 9 |
| 1.1.3. Многофункциональность берегозащиты | 9 |
| 1.1.4. Комплексность берегозащиты | 9 |
| 1.1.5. Экологическая чистота берегозащиты | 10 |
| 1.1.6. Поэтапность реализации берегозащиты | 10 |
| 1.1.7. Соответствие берегозащитных сооружений береговым ландшафтам и архитектурной эстетике | 10 |
| 1.1.8. Локальность берегозащиты | 10 |
| 1.2. Виды берегозащитных технологий..... | 11 |
| 1.3. Альтернативные берегозащитные технологии..... | 20 |
| 2. Критерии оценки адаптивных способностей берегозащитных технологий к повышению уровня моря..... | 23 |
| 2.1. Оценка экологической устойчивости | 24 |
| 2.2. Оценка стоимости эффективности | 30 |
| 3. Типы береговой зоны | 33 |
| 3.1. Набережная..... | 33 |
| 3.2. Жилой район | 36 |
| 3.3. Частная собственность..... | 39 |
| 4. Экологическая оценка | 44 |
| 4.1. Набережная..... | 44 |
| 4.2. Жилой район | 47 |
| 4.3. Частная собственность..... | 49 |
| 5. Капитальные затраты..... | 51 |
| 6. Адаптация береговой зоны к повышению уровня моря для г. Сестрорецк.. | 54 |
| 6.1. Причины Невских наводнений..... | 54 |

| | |
|--|----|
| 6.2. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. | 55 |
| 6.3. Адаптации береговой зоны к повышению уровня моря для г. Сестрорецк..... | 57 |
| 6.4. Выявление зон затопления побережья Курортного района при прохождении экстремальных «наводненческих» циклонов (г. Сестрорецк)..... | 66 |
| 6.5. Оценка экономического ущерба побережья Курортного района г. Сестрорецк..... | 67 |
| 6.6. Оценка экологической устойчивости г. Сестрорецк | 71 |
| Заключение | 73 |
| Приложение А Примерные области и условия применения берегозащитных технологий | 75 |
| Приложение Б Искусственные пляжи, защищенные различными типами берегозащитных технологий..... | 78 |
| Приложение В Структура экологических параметров | 80 |
| Приложение Г Краткий справочник сокращений | 96 |
| Библиографический список | 97 |

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время появляется все больше свидетельств и доказательств возникновения и усиления роли антропогенного фактора в функционировании климатической системы и, в первую очередь, в глобальном изменении, например, усиление парникового эффекта и глобального потепления. Это требует выработки и принятия мер по адаптации к этим изменениям и смягчению их последствий.

Антропогенный выброс парниковых газов в атмосферу приводит к парниковому эффекту и к глобальному потеплению климата. Повышение температуры приводит к таянию ледников и повышению уровня моря. Береговая зона становится уязвимой, она подвержена затоплению, возможная интенсификация абразионных процессов береговой линии, ухудшение экологической обстановки. Более того имеющиеся берегозащитные технологии требуют модификации в условиях глобального изменения климата, а именно необходима предварительная оценка адаптивной способности различных типов берегозащитных технологий к повышению уровня моря.

Цель диссертационной работы заключалась в исследовании адаптивной способности берегозащитных технологий к повышению уровня моря и оценке эффективности «мягких» берегозащитных технологий в сравнении с традиционными «жесткими».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть традиционные «жесткие» и возможные «мягкие» берегозащитные технологии
2. Определить критерии оценки берегозащитных технологий

3. Провести сравнение «жестких» и «мягких» берегозащитных технологий для различных типов береговой зоны
4. Произвести предпроектные изыскания возможностей адаптации береговой зоны к повышению уровня моря для конкретного региона, например г. Сестрорецк.

В первой главе приводится обзор различных берегозащитных технологий с внимание к двум альтернативным подходам: инженерным («жесткие») и не инженерным («мягкие»). «Мягкие» методы защиты берегов включают в себя: пляжи, восстановленные или искусственные, дюны, водно-болотные угодья, а также сохранение береговой растительности или ее восстановление, строительство прибрежных рифов, берм и др. «Жесткие» подходы включают в себя: дамбы и различные облицовки, в том числе вертикально бетонные дамбы, стальные шпунтовые волноломы, рамные системы, габионы, и традиционные системы обкапывания.

Во второй главе приводятся критерии оценки адаптивных способностей берегозащитных технологий к повышению уровня моря, такие как критерии экологической устойчивости и экономической эффективности.

В третьей главе рассмотрены три типа прибрежной зоны «Набережная», «Жилой район» и «Частная собственность». Под «Набережной» подразумевается укрепленный камнем или другими материалами берег с вдоль береговой дорожкой. «Жилой район» – это структурный элемент территории, в пределах которого размещаются учреждения и предприятия, а также часть объектов городского значения. Границами, как правило, являются труднопреодолимые естественные и искусственные рубежи, магистральные улицы и дороги общегородского значения. Под «Частной собственностью» подразумевается прибрежная зона без городского строительства, предполагается существование только частного сектора.

В четвертой и пятой главах даны экологические оценки применения «жестких» и «мягких» берегозащитных технологий для каждого типа прибрежной зоны и обсуждаются капитальные затраты их применения.

В шестой главе обсуждаются адаптивная способность различных берегозащитных технологий в условиях действия КЗС и повышения уровня моря для г. Сестрорецк. Приводятся экологические критерии для «жестких» и «мягких» берегозащитных альтернатив, дается расчет экономического ущерба побережья курортного района г. Сестрорецк.

В заключении приводятся основные результаты работы.

1. Берегозащитные технологии

Для рассмотрения данной главы сначала ответим на вопрос: «Зачем нужны берегозащитные технологии?» А затем будем рассматривать концепции и сами берегозащитные сооружения.

Берегозащитные технологии – это технологии, которые используются для защиты берегов от разрушения.

С помощью современной техники можно построить надежные сооружения. Для определения необходимости защиты берегов принимают во внимание экономические, социальные, политические соображения. При проектировании берегозащитных мероприятий учитывается, что берега морей и других водоемов являются важным элементом среды обитания человека и их защита должна выполняться с соблюдением государственных требований по оценке воздействия на окружающую среду и охраны природы. Мероприятия по предотвращению и уменьшению отрицательных последствий наводнений определяются характером наводнения, шторма или абразии. Мы знаем, что разрушение берегов происходит по-разному, но большинство из-за наводнений, штормов и абразии.

Интенсификация процессов (наводнения, абразия и т.д.) на побережье может привести к большим материальным и социальным последствиям [1]. Такие разрушения вызывают необходимость в берегозащитных технологиях, которые должны осуществляться на современный лад и соответствовать требованиям социально-экономического обоснования инженерных решений и оценке их воздействия на окружающую среду.

Чтобы начать дальше рассматривать берегозащитные технологии сначала надо дать характеристику выше сказанным разрушениям.

Итак, наводнения. Мы знаем, что наводнение – это интенсивное затопление большой территории водой выше ежегодного уровня, одно из

стихийных бедствий. Наводнения бывают нескольких видов: ливневые (дождевые), половодья и паводки (связанные с таянием снега и ледников); зазорные и заторные (связанные с ледовыми явлениями); завальные и прорывные; нагонные (ветровые на побережьях морей); цунамигенные (на побережьях от подводных землетрясений, извержений и прибрежных крупных обвалов).

Наводнения приводят к материальному ущербу, т.е. повреждение и разрушение жилых и производственных зданий, автомобильных и железных дорог, линий электропередач и связи, уничтожению сырья, топлива, продуктов питания, кормов, удобрений.

Теперь рассмотрим абразию. Абразия берегов – это разрушения и сноса суши прибоем водоемов (океанов, морей, озер, водохранилищ и пр.). Волны, ударяясь об берег непрерывно его подтачивают, вследствие чего формируется широкая подводная волноприбойная абразионная терраса (рис. 1).



Рис. 1. Подводная волноприбойная абразионная терраса [2].

Абразия может существенно увеличиваться за счет повышения уровня океана, тектонических опусканий дна, усиления течений в устьях рек. [2].

1.1. Концепция берегозащитных сооружений

Согласно [1] концепция берегозащитных сооружений должна придерживаться следующих пунктов.

1.1.1. Активность берегозащиты

Берегозащитные сооружения в условиях стадийно-ритмического развития побережья вместе со снижением волнового воздействия на береговой склон и пляжную полосу должны регулировать перемещение наносов в прибрежной зоне моря, перераспределяя вдольбереговой и поперечный перенос с целью сохранения и восстановления пляжной полосы, как основного элемента защиты берега [1].

1.1.2. Универсальность берегозащиты

Конструкции берегозащитных сооружений при многолетних и сезонных колебаниях уровня моря должны обеспечивать защиту берега от волнового и ледового воздействия, как при подъеме уровня моря, так и в условиях его спада [1].

1.1.3. Многофункциональность берегозащиты

Конструкции применяемых сооружений должны совмещать основные функции берегозащиты с возможностью их использования в рекреационных, транспортных, биотехнологических и других целях с обязательным выделением пляжной полосы общего пользования [1].

1.1.4. Комплексность берегозащиты

Инженерные решения берегозащиты должны не только предусматривать защиту от абразии клифа берега и размыва аккумулятивных форм, но и предотвращать от затопления и подтопления прилегающие территории суши, сводить до минимума водонасыщение грунтов, приводящее к развитию и интенсификации отрицательных экзогенных процессов [1].

1.1.5. Экологическая чистота берегозащиты

Берегозащитные мероприятия должны сохранять и улучшать экологическую обстановку в прибрежной зоне моря и прилегающем к ней участке суши [1].

1.1.6. Поэтапность реализации берегозащиты

При многолетних колебаниях уровня моря конструкции берегозащитных сооружений должны предусматривать возможность поэтапного повышения по мере поднятия среднегодового уровня моря. При осуществлении берегозащитного строительства должны обязательно опережать темпы разрушения берегов и затопления или подтопления прилегающих территорий суши с учетом прогноза штормовой активности моря. В условиях существования вдольберегового переноса наносов берегозащитное строительство должно проводиться навстречу их потока с обязательной защитой от размыва низовых участков берега [1].

1.1.7. Соответствие берегозащитных сооружений береговым ландшафтам и архитектурной эстетике

Берегозащитные сооружения должны соответствовать береговым ландшафтам, а архитектурное оформление должно способствовать восприятию окружающей среды [1].

1.1.8. Локальность берегозащиты

Берегозащитные мероприятия должны реализовываться в границах систем. Учитывая различную социально-экономическую значимость и степень освоения участков побережья, размеры материального ущерба и отрицательных экологических последствий, от разрушения берегов и расположенных населенных пунктов, а также с финансово-техническими возможностями строительных организаций, берегозащитные мероприятия могут носить разный заменяемый характер [1].

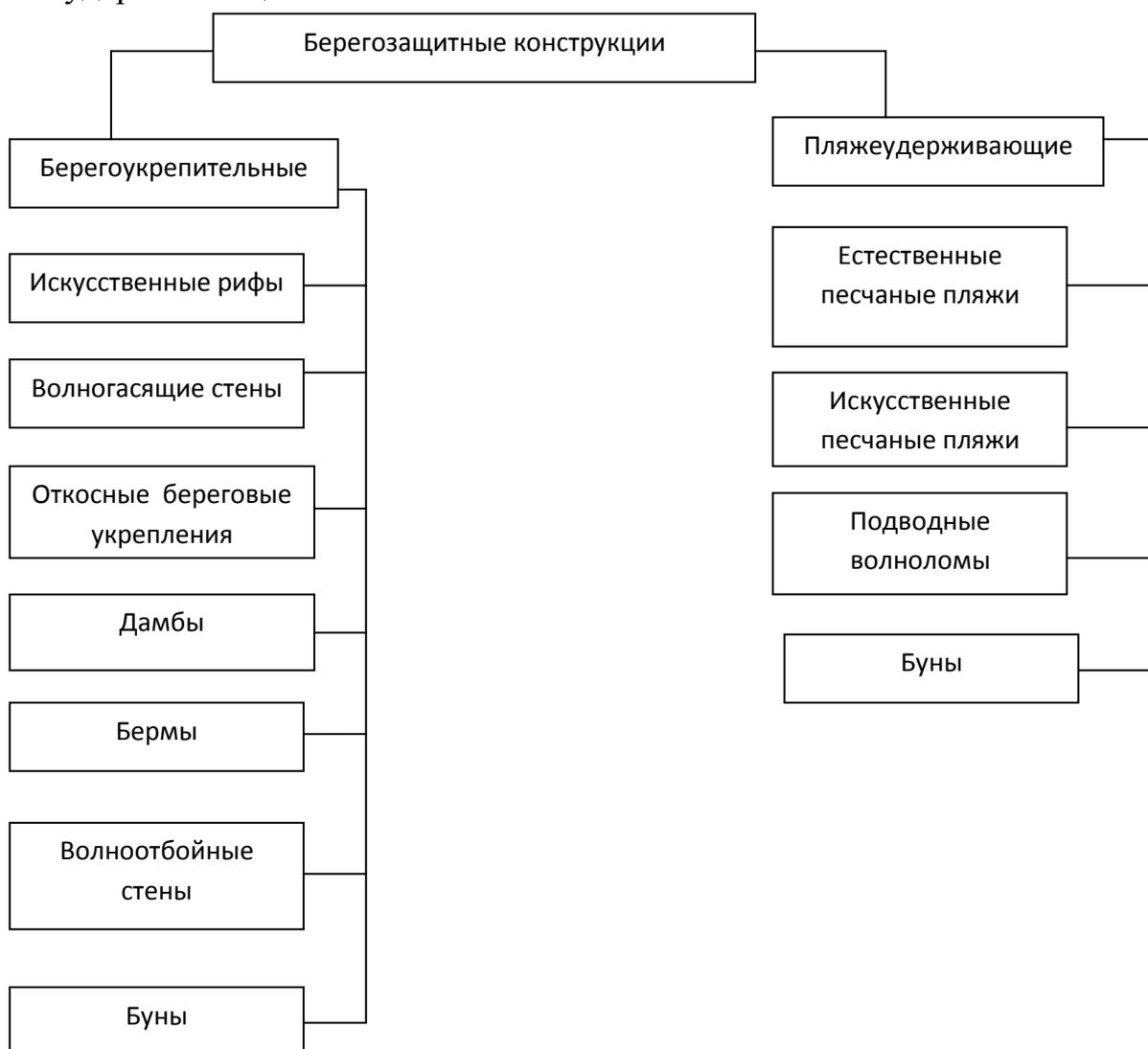
1.2. Виды берегозащитных технологий

Защита морских берегов от разрушений осуществляется при помощи специальных сооружений, которые делятся на берегоукрепительные и пляжеудерживающие (схема 1).

Известно, что берегозащитные технологии должны решать задачи стабилизации и защищать от разрушения береговой зоны и прилегающей к ней территории суши [3]. По схеме 1 мы видим, что к берегоукрепительным сооружениям относятся, волноломы, искусственные рифы, волногасящие стены, откосные береговые укрепления, дамбы, бермы. К пляжеудерживающим – подводные волноломы, искусственные и естественные пляжи. Помимо искусственных пляжей, которые относятся к пляжеудерживающим сооружениям, есть еще и свободные искусственные пляжи (галечные и песчаные), в схеме 1 это не показано, но мы рассмотрим их как еще одну альтернативу, относящиеся к берегозащитным мероприятиям. [5]

При первоначальном выборе типа сооружений защиты берега следует рассмотреть рекомендации в Приложении А «Примерные области и условия применения берегозащитных мероприятий» [4], составленный с учетом природных условий на отмелях и приглубленных берегах.

Схема 1 – Берегозащитные конструкции. Берегоукрепительные и пляжеудерживающие.



Итак, что же представляет собой каждый вид берегозащитных мероприятий.

1. Буны (берегоукрепительные)

Буна – это регуляционное сооружение в виде поперечной дамбы, выдвинутое от берега в сторону моря и служащее для предохранения берега или гидротехнического сооружения от размыва. Буны могут быть нескольких видов:

- сквозные, уменьшающие скорость перемещения вдольбереговых наносов;

- непроницаемые, пропускающие вдольбереговой поток наносов только через гребень и в обход конструкции.

2. Подводные волноломы

Подводные волноломы предусматриваются для удержания наносов, поступающих из вдольберегового потока, и образования пляжа, и удержания искусственного пляжа, созданного отсыпками или намывами пляжеобразующего материала, доставленного извне.

Подводные волноломы конструируются преимущественно на участках берега с искусственным песчано-галечным пляжем, в котором преобладают песчаные фракции (рис. 2).



Рисунок 2- Подводный волнолом.

3. Волногасящие стены (прикрытие)

Волногасящие стены применяются для защиты береговых откосов и сооружений от волнового воздействия. Данная конструкция делится на два типа:

- Прикрытия, уложенные по определенной системе;
- Прикрытия, состоящие из каменного ядра и защитного покрытия из фасонных массивов.

Волногасящие покрытие из фасонных массивов рекомендуется применять вне зон курортных районов. Волногасящие покрытия под воздействием сильного волнения постепенно начнет разрушаться, поэтому данное сооружение с большим запасом устойчивости экономически не выгодно[5].

4. Откосные береговые укрепления

Откосные береговые укрепления сооружаются для защиты откосов оградительных дамб или береговых уступов от разрушительного действия волнений и штормовых течений (рис. 3).

Для защиты лучше применять следующие типы откосных креплений:

- непроницаемые (бетонные, железобетонные из сборных плит или сплошного покрытия) конструкции;
- проницаемые (бетонные, железобетонные из сборных элементов в виде откосно-ступенчатой конструкции с волновой камерой) конструкции;
- укладки из фасонных или обыкновенных блоков;
- каменные наброски и отмостки, в том числе из горной массы.

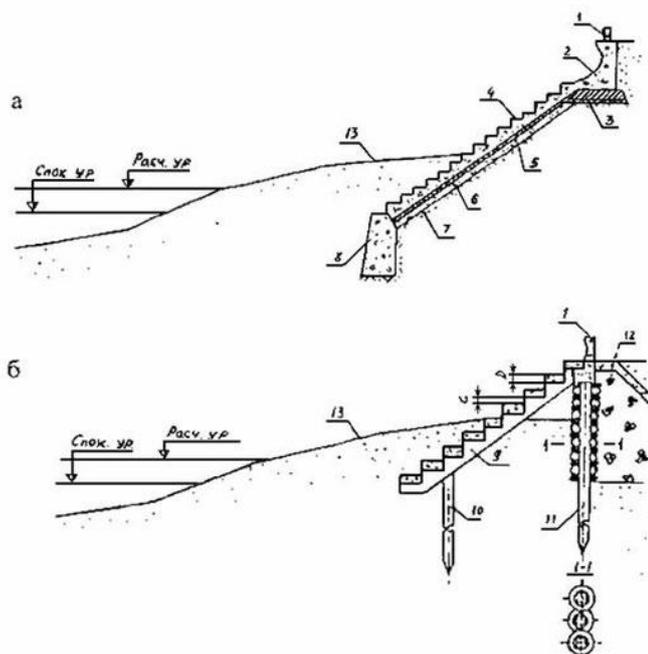


Рисунок 3- Схема откосных береговых укреплений.[1]

На рисунке 3 показаны непроницаемая (а) и проницаемая сквозная (б) конструкции с волновой камерой.

Непроницаемая конструкция состоит из: 1- бетонный парапет; 2 - волноотбойная стена; 3 - железобетонный фундамент; 4 - откосно-ступенчатое укрепление; 5 - железобетонная плита; 6 - слой щебня; 7 - спланированный откос; 8 - упор из отдельных бетонных блоков; 13 -пляж.

Проницаемая сквозная конструкция с волновой камерой состоит из: 1 – бетонный парапет; 9– сквозное откосно-ступенчатое прикрытие из сборного железобетона; 10 - сварные опоры; 11 - ряд свай с нанизанными автопокрышками; 12 – обратный фильтр из камня и щебня; 13 – пляж.

5. Искусственный свободный песчаный пляж

Использование искусственных пляжей в целях берегозащиты позволяет снизить материалоемкость, стоимость и трудоемкость работ и сократить сроки (в условиях курортных районов обеспечивает нормальный водообмен в береговой зоне). Достоинства таких сооружений является природоохранная роль. Они не только устраняют низовые размывы, но и восполняют дефицит наносов во вдольбереговом потоке. Обеспечивают стабилизацию участков побережья. Такие пляжи могут функционировать и без пляжеудерживающих сооружений. Искусственные песчаные пляжи можно рассматривать как деформируемое сооружение, которое изменяет в пространстве и во времени свое сечение и уменьшает объем под воздействием волнения и течения. Срок службы таких пляжей определяется объемом первоначальной отсыпки или намыва пляжеобразующего материала.

6. Искусственный свободный галечный пляж

К галечным относятся пляжи, содержащие в поверхностном слое не взвешиваемые фракции наносов. Защита побережья таким пляжем требуется в тех случаях, когда естественный пляж отсутствует или под воздействием

природных или антропогенных факторов размеры пляжа уменьшились и оказались не достаточными для гашения штормовых волн.

7. Пляжи в комплексе с пляжеудерживающими сооружениями

Применения пляжеудерживающих сооружений может обеспечить стабилизацию и долговечность пляжей (искусственных или естественных). Создание искусственных или наоборот расширение естественных пляжей в комплексе с пляжеудерживающими сооружениями допускается только тогда, когда небольшие запасы пляжеобразующего материала, крупность пляжевого материала или крутизна берегового склона. Выбор типа пляжеудерживающих сооружений зависит от типа берега, на котором возможно создание искусственного пляжа или расширение существующего пляжа. Выбор типа сооружения для защиты пляжей на прямолинейных участках берегов выполняется согласно Приложению А, а схемы формирования очертаний и сечений искусственных пляжей в комплексе с пляжеудерживающими сооружениями выполняется согласно Приложению Б.

Для создания искусственных или расширение естественных пляжей в комплексе с пляжеудерживающими сооружениями сопровождается мероприятием предупреждающим возникновение размывов берега.

8. Бермы

8.1. Бермы из горной массы

Рассмотрим более распространенные волногасящие бермы из горной массы, которые являются самостоятельным берегозащитным сооружением, предназначенным для защиты от волнового воздействия и надвигов льда как существующих (т.е. естественных), так и искусственных территорий, волноотбойных стен и т.д. Обязательным условием применения бермы из горной массы является наличие необходимого объема и состава горной массы.

Технология строительства волногасящих берм основывается на выполнении работ определенной протяжностью (от года и больше). Строительство таких берм рассматривается как одно из основных сооружений по охране природы, т.е. на сохранение берегового ландшафта от разрушения. Техничко-экономическая целесообразность применения берм данного типа сравнивается с другими конкурентоспособными берегозащиты с учетом экологических последствий.

8.2. Бермы

Применение берм для защиты лучше всего на мысовидных выступках береговой линии в зоне размыва. Бермы делятся на два вида – узкие и широкие (рис. 4). Узкие предназначены для сохранения поверхностей от истирания, а широкие для уменьшения заплеска волн или снижения воздействия волн на стену.

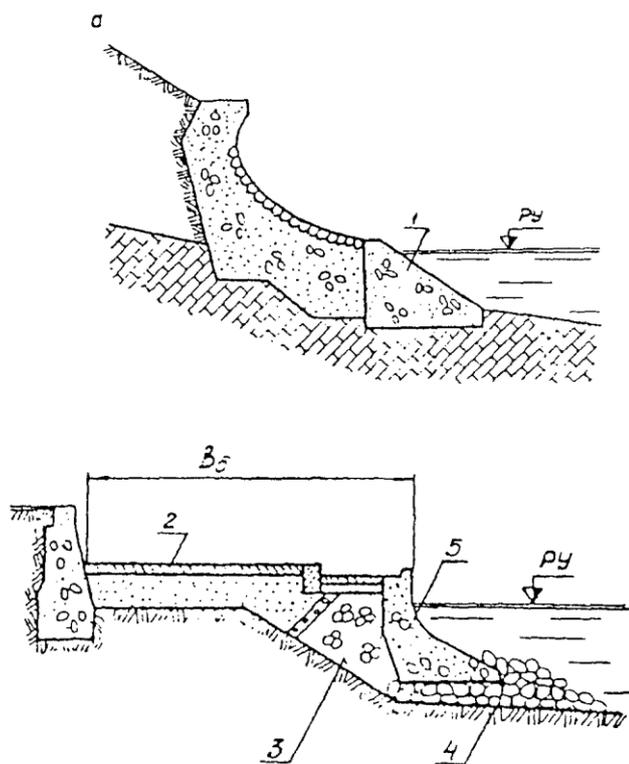


Рисунок 4- Защитные покрытия (берм).[1]

На рисунке 4 показано узкая (а) берма и широкая (б) берма, которая состоит из: 1-бетонный блок; 2-плита; 3-камень (можно булыжный); 4-каменная «постель»; 5- волноотбойный барьер.

9. Дамбы

Дамбы возводятся для защиты пониженных территорий от затопления при повышении уровня воды.

На рисунке 5 показана намывная оградительная дамба из песка (а) и оградительная дамба с водонепроницаемым экраном (б).

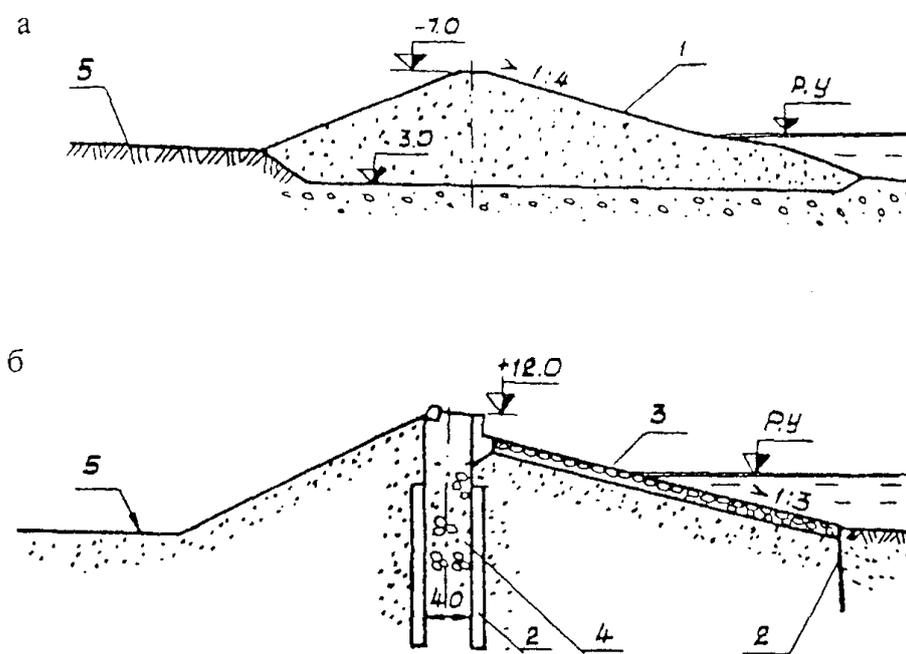


Рисунок 5 - Оградительные дамбы. [1]

Оградительная дамба из песка состоит из: 1- бетонной облицовки и территории, защищаемой от затопления.

Оградительная дамба с водонепроницаемым экраном состоит из: 2 – шпрунта¹; 3- каменного мощения; 4 – водонепроницаемого экрана и 5 - территории, защищаемой от затопления.

¹ Шпрунт – это свая, вбитая в землю.

Строительство таких бунов рекомендуется только тогда, когда создание искусственных пляжей нецелесообразно или невозможно.

1.3. Альтернативные берегозащитные технологии

Есть два вида берегозащитных технологий – это «жесткие» и «мягкие» (инженерные и не инженерные).

"Мягкие" методы защиты берегов включают в себя: пляжи, восстановленные или искусственные, дюны и водно-болотные угодья, а также сохранение береговой растительности или восстановление и строительство прибрежных рифов и берма² и подобные, как правило, каменистые особенности, как части системы [6].

"Жесткие" подходы включают в себя: дамбы и различные облицовки, в том числе вертикально бетонные дамбы, стальные шпунтовые волноломы, рамные системы, габионы, и традиционные системы обкапывания [6].

1. Инженерная («жесткая») защита.

Основным мероприятием по защите от разрушения берегов на данный момент является инженерная или «жесткая» защита, которая обеспечивает наиболее радикальное воздействие.[7]

Традиционно сложившимися инженерными технологиями защиты от наводнений являются следующие:

- перераспределение стока водохранилищами;
- ограждение территорий дамбами;
- увеличение пропускной способности речного русла;
- повышение отметок защищаемой территории;
- переброска стока;

² Берм – так называется пространство между верхним краем канавы и нижним краем откоса выемки или не покрытая насыпью часть кордона стены.

- некоторые специальные приемы снижения опасности наводнений.

Создание водохранилищ осуществляется в интересах многоцелевого использования водных ресурсов и позволяет решать проблему защиты территорий от наводнений.

На небольших реках для защиты от затопления используется метод повышения пропускной способности русла реки путем его регулирования (расчистка, углубление, расширение).

Подсыпка земли для повышения отметок поверхности территории в качестве метода защиты от наводнений применяется исключительно при необходимости размещения отдельных объектов.

Переброски стока (межбассейновые и внутрибассейновые) как средство борьбы с наводнениями не нашли широкого практического применения.

2. Не инженерная («мягкая») защита.

Большая часть территорий, подвергающаяся периодическим затоплениям, не может быть до конца обеспечена инженерными системами защиты. В этих условиях для незащищенных территорий исключительную важность приобретают не инженерные способы защиты.[7]

К такой системе от наводнения относятся:

- Типовой мыс – система пляжа, которая поддерживает обычный пляжный приливной субстрат, подверженный воздействию падающих волн из более чем одного направления.

- Прибрежная зона – в основном приливно-отливная – в том числе валуны, кластеры и обитание риф.

- отлогие берега и берега пополнения, состоящие из источника и размещения типичных пляжей с приливным материалом – от песка до гравия или булыжной смеси.

Как свидетельствуют современные природные, экологические и социально-экономические показатели для большинства характерно бессистемное и нерациональное размещение самых различных по назначению объектов.

2. Критерии оценки адаптивных способностей берегозащитных технологий к повышению уровня моря

В данной главе рассмотрим критерии оценки адаптивных способностей берегозащитных технологий к повышению уровня моря. [8]

Для исследования и оценки эффективности «мягких» по сравнению с традиционными «жесткими» были предложены следующие критерии [9]:

- Технологичность, связанная с изменением подъема уровня.
- Эффективность в защите от наводнения.
- Эффективность в обеспечении экологической устойчивости.
- Относительная стоимость, включая капитальные вложения, расходы на техническое обслуживание и замену.

Глобальные изменения климата, с различными связанными воздействиями, в том числе с возрастающей скоростью повышение уровня, можно ожидать, что как существующие, так и новые разработки будут требовать защиты от наводнения, как в результате затопления низко лежащих земель или в результате геоморфологических изменений.

Изменение климата, как ожидается, проявляется в прибрежных районах путем расширения пресноводных стоков, увеличением штормовой (волновой) интенсивности и высоким уровнем моря. Эти процессы непосредственно увеличивают риск наводнений в прибрежных районах, и они могут также увеличить эрозию береговой линии, которые в некоторых ситуациях, могут привести к увеличению затопления. Изменение климата также оказывает прямое влияния на окружающую среду, включая изменения в температуре, солености и кислотности.

Все эти факторы могут привести к давлению, нарушению или изменению в экологических параметрах, доступных в береговой линии, где

может быть построена система борьбы с наводнениями (структура), чтобы уменьшить или свести к минимуму риск будущих наводнений.

2.1. Оценка экологической устойчивости

Экологическая устойчивость может быть определена как способность береговой линии, которая включает в себя зону возвышенности, приливно-отливную зону и прилегающие от приливной зоны, чтобы ответить на нарушения, или быстро оправиться от нарушения, не теряя и не истощая свои экологические функции и параметры.

"Мягкие" защиты, как правило, считаются предпочтительными и надежными на «жесткий» инженерный подход для сохранения или восстановления экологических параметров вдоль береговой линии.

В связи с данной альтернативой развивалась программа «Green Shores (GS) («Зеленый Берег»)» [10] с целью:

1. Сохранения целостности или связности процессов в прибрежной зоне,
2. Поддерживания или улучшения разнообразия местообитаний и функции,
3. Минимизации или снижению загрязняющих веществ в морскую среду, а также
4. Сокращение совокупного воздействия на прибрежную среду.

Для определения структуры оценки экологической устойчивости возьмем семь основных прибрежных или экологических параметров, чтобы оценить и сравнить «мягкие» и «жесткие» защиты. Данные параметры и их связи приводятся в таблице 1. Более подробно по каждому экологическому параметру расписано в Приложении В.

Таблица 1: Сводка экологических параметров и связей с экосистемой

| Экологические параметры | Связь с экосистемой |
|---|--|
| ES 1: вдольбереговые процессы переноса | процессы сохранения прибрежных отложений |
| ES 2: нагорная прибрежная береговая полоса | связь процессов |
| ES 3: Морская прибрежная растительность | структура и функционирования экосистемы |
| ES 4: Надводная и подводная растительность | структура и функционирования экосистемы |
| ES 5: Прибрежная среда обитания | структура и функционирования экосистемы |
| ES 6: Прибрежное разнообразие сред обитания | структура и функционирования экосистемы |
| ES 7: Прибрежно-шельфовая береговая полоса | связь процессов |

Таблица 2: Сводка руководства по оценке экологических услуг

Примечание: приведенные ниже таблицы относятся к технической альтернативе (ТА), которая может быть «жесткой» или «мягкой».

| ES 1: вдольбереговые процессы переноса | |
|--|--|
| Оценка | Наставление |
| +2 | Результаты ТА > 50%, то от береговой линии без каких-либо жестких структур, таких как морские дамбы и отсыпки, приводит к размещению из сублиторальных структур параллельно береговой линии за пределами зоны береговой полосы, и не представляют существенного влияния на вдольбереговой процесс переноса |

| | |
|----|--|
| +1 | Результаты ТА <50%, то от береговой линии без каких-либо жестких структур, таких как морские дамбы и отсыпки или результаты ТА в размещение сублиторальных структур параллельно береговой линии за пределами зоны береговой полосы, и не представляют никакого существенного влияния на вдольбереговой процесс переноса (например, прибрежная берма) |
| 0 | ТА не изменяется вдольберегового процесса переноса |
| -1 | Результаты ТА в размещении твердых структур, таких как дамбы или отсыпки параллельно и вдоль <50% береговой линии, отражают энергию волн |
| -2 | ТА приводит к размещению твердых структур, работающих перпендикулярно к береговой линии (например, буны). Структуру могут подстерегать песок, который, вероятно, течет в соседний пляж |

ES 2: нагорная прибрежная береговая полоса

| Оценка | Наставление |
|--------|--|
| +2 | ТА обеспечивает естественный доступ 100% от береговой линии для движения органических и неорганических материалов между возвышенности и береговой полосе (например, путем приливных болот, морской прибрежной растительности) |
| +1 | ТА обеспечивает естественный доступ по меньшей мере 50% от береговой линии для движения органических и неорганических материалов между возвышенности и береговой полосе (например, путем приливной болоте, морской прибрежной растительности, пляж дюны) |
| 0 | ТА не представляет существенный барьер или |

| | |
|----|--|
| | усовершенствование всего берегового движения органических и неорганических материалов между горной и береговой полосы |
| -1 | ТА использует жесткие вертикальные структуры (например, дамбы или переборки) на <50% береговой линии, которые запрещают движение органических и неорганических материалов между горной и береговой полосы |
| -2 | ТА использует жесткие вертикальные структуры (например, дамбы или переборки) на > 50% береговой линии, которые запрещают движение органических и неорганических материалов между горной и береговой полосы |

ES 3: Морская прибрежная растительность

| Оценка | Наставление |
|--------|--|
| +2 | ТА включает в себя восстановление или усиление > 50% береговой линии с эндемичными MRV пределах минимального 5м зоне, прилегающей к HWM |
| +1 | ТА включает в себя восстановление или усиление <50% береговой линии с эндемичными MRV пределах минимального 5м зоне, прилегающей к HWM |
| 0 | ТА не уничтожает или повышает береговую линию MRV |
| -1 | ТА приводит к удалению до 50% от эндемической MRV, и / или уменьшает зону MRV с <5 м в ширину прилегающих к HWM, и / или заменяет эндемичных MRV с травой или твердой поверхностью (например, асфальт) |
| -2 | ТА приводит к удалению > 50% эндемической MRV, и / или уменьшает зону MRV до <5 м в ширину рядом с HWM, и / или заменяет эндемичных MRV с травой или твердой поверхностью (например, асфальт) |

| ES 4: Надводная и подводная растительность | |
|--|---|
| Оценка | Наставление |
| +2 | ТА повышает плотность надводной или подводной растительности вдоль > 50% береговой линии |
| +1 | ТА повышает плотность надводной или подводной растительности вдоль, по меньшей мере, 50% от береговой линии |
| 0 | ТА не увеличивает или уменьшает существующие надводную или подводную растительность |
| -1 | ТА приводит к снижению надводной или подводной растительности вдоль <50% от береговой линии |
| -2 | ТА удаляет все существующие возникающим из надводной или подводной растительности вдоль > 50% береговой линии |

| ES 5: Прибрежная среда обитания | |
|---------------------------------|---|
| Оценка | Наставление |
| +2 | ТА восстанавливает или улучшает > 50% от суммы встречающегося в природе береговой полосы обитания |
| +1 | ТА восстанавливает или усиливает <50% от суммы встречающегося в природе береговой полосы обитания |
| 0 | ТА не уменьшает или не увеличивает прибрежную среду обитания |
| -1 | ТА уменьшает до 50% в прибрежной среде обитания |
| -2 | ТА снижает более чем на 50% естественным в прибрежной среде обитания |

| ES 6: Прибрежное разнообразие сред обитания | |
|---|---|
| Оценка | Наставление |
| +2 | ТА увеличивает разнообразие прибрежной линией среды |

| | |
|----|--|
| | обитания |
| +1 | ТА увеличивает разнообразие прибрежной линией среды обитания, по крайней мере, 1 бентоса типа среды обитания вдоль береговой линии |
| 0 | ТА не уничтожить или повышения береговой полосы или сублиторальная обитания неоднородность |
| -1 | ТА приводит непосредственно в грунт, удаление или уничтожение <50% существующих береговой полосы обитания |
| -2 | ТА приводит непосредственно в грунт, удаление или уничтожение > 50% существующих береговой полосы обитания |

ES 7: Прибрежно-шельфовая береговая полоса

| Оценка | Наставление |
|--------|---|
| +2 | ТА представляет естественную биогенной мола структуру (например, устрицы риф) перпендикулярно основной волны экспозиции, либо в нижней береговой полосы или сублиторали, что не изменяет прибрежных течений |
| +1 | ТА представляет без биогенной структуры мола (например, валуны), перпендикулярную основной волны экспозиции, либо в нижней береговой полосы или сублиторали, что не изменяет прибрежных течений |
| 0 | ТА не изменяет приливной или сублиторальная со структурой мола |
| -1 | ТА представляет одну непрерывную рукотворный или биогенные структуры мол параллельно <50% от берега. Вот это дизайн приведет к изменению вдоль берега токов и изменить характере отложений в береговой полосе |
| -2 | ТА представляет одну непрерывную рукотворный или биогенного структуры мол параллельно > 50% берегу. Вот это |

| |
|--|
| дизайн приведет к изменению вдоль берега токов и изменить характере отложений в береговой полосе |
|--|

В общих чертах, «жесткие» и «мягкие» защиты в любом месте могут быть оценены по отношению к экологическим параметрам, и может быть поставлен балл 2, 1, 0, -1 или -2 в зависимости от конкретного взаимодействия. Защиты, которые генерируют больше, положительные результаты могут обеспечить наибольшие возможности для экологической устойчивости.

2.2. Оценка стоимости эффективности

Оценка экономической эффективности «жестких» и «мягких» альтернатив в идеальном варианте включает полный учет затрат на жизненный цикл каждой защиты в течение ожидаемого срока службы. [11]

Стоимость жизненного цикла, как правило, включает в себя начальную стоимость капитала, любые запланированные краткосрочные затраты на техническое обслуживание и долгосрочные перспективы, и, менее вероятно, ремонт или замена на расходы; в результате экстремальных условий с истекшим сроком проектной основы. Ожидаемый срок службы проекта является связанным с экономическим фактором.

Стоимость обновления, модернизации или расширения существующей системы, не рассматривается как часть стоимости жизненного цикла.

В случае «жестких» альтернатив, предназначенных для ожидаемого в будущем повышения уровня моря, общий срок службы должен включать в себя период времени между принятием решения о строительстве защиты и разумную продолжительность времени, ожидаемую до бурного подъема уровня моря. Затраты жизненного цикла как «жестких», так и «мягких» альтернатив сложны, поскольку климат повышение уровня моря изменяется,

связанный, как ожидается, с более быстрыми темпами в течение периода времени, что превышают обычный срок службы прибрежных проектов.

Обеим защитам, возможно, потребуется модернизация.

Защита для адаптации к изменению, связанная с подъемом уровня моря. Для этого оценка обновления стоимости также не входит. Каждая концепция в данном случае разработана (на концептуальном уровне проектирования), чтобы выдерживать ожидаемые условия шторма, которые были рассчитаны, когда уровень моря вырос на один метр. Как и все понятия, предназначены для волновых условиях, которые по глубине ограничены, поэтому большинство проектных условий подойдут пока повышение уровня моря подходит на один метр, также можно предположить, что обе защиты будут иметь то же самое, но скорее минимальна, для ремонта или технического обслуживания в течение многих лет до подъема одного метра повышение уровня. Ожидается, что мониторинг какой-либо защиты будет необходим в течение всего его жизненного цикла.

Мониторинг будет необходим как для «жестких» так и для «мягких» альтернатив. «Жесткие» защиты будут сопровождаться чисткой или эрозией береговой полосы. «Чистящие» или эрозия может создать угрозу для стабильности на данной альтернативе, возможно, что приведет к катастрофическому отказу. «Мягкие» защиты часто требуют периодической замены мягкой посадка (песка, гравия, гальки или брусчатки) и, возможно, морской или прибрежной растительности, которые могут стать частью системы.

Следующие примеры, приведенные ниже, для каждого случая являются двумерными характеристиками (кросс-берег), где капитальные затраты, представлены на основе оценки управляющих структур, которые необходимы для поддержания «мягких» отложений в месте для каждого случай.

По оценкам, затраты на мониторинг и содержание будут те же самые, что и для «жестких» и «мягких» альтернатив.

Правильно спроектированные и построенные «жесткие» защиты, аналогичные тем, что рассматриваются для случая для интервалов от 40 до 80 лет до замены; однако это относится во времена медленного роста уровня моря (от 2 до 3 мм / год). Общеизвестно, что в будущем повышение уровня моря будет значительно быстрее (среднегодовой рост примерно на 10 мм / год).

Для этой оценки было сделано предположение, что обе защиты имеют одинаковую вероятность предоставления полезного навыка для той же продолжительности времени (один метр подъема уровня моря). Вполне вероятно, что оба типа защиты будет необходимо восстановить, через одинаковые интервалы, если решение для защиты связанных с разработкой береговой линии поддерживают.

Оценка альтернатив в каждом случае, основывается исключительно на первоначальные капитальные затраты. Расходы, связанные с поэтапной реализацией или эскалацией в связи с другими экономическими факторами не рассматриваются.

3. Типы береговой зоны

Рассмотрим три различных типа береговой зоны и проведем оценку берегозащитных технологий «жесткого» и «мягкого» типа. В данной главе дано три примера разного типа береговой зоны: 1 – набережная; 2 – жилой район; 3- частная собственность.

3.1. Набережная.

В данном примере показана береговая линия, которая идет вдоль центральной набережной. Общий вид центральной набережной приводится на рис 7.



Рисунок 7- Центральная набережная [12].

Участок подвержен воздействию волн, генерируемых ветрами, дующих над проливом. При нормальных высоких приливах гравий и материал галечного пляжа, присутствуют у подножия действующей дамбы.

Землепользование по этой береговой линии состоит из общественного парка и частных жилых и коммерческих зданий. Коллектор

канализационной линии также расположен вдоль береговой линии, в сторону моря и закапан около 3 м вглубь пляжа, как показано на рисунке 8.

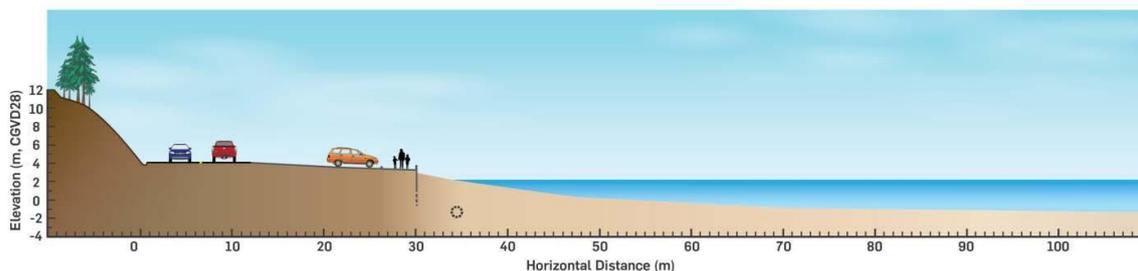


Рисунок 8 - Существующая береговая линия.

1 м подъема уровня моря приведет к затоплению существующей береговой линии во время сильной бури как показано на рисунке 9.

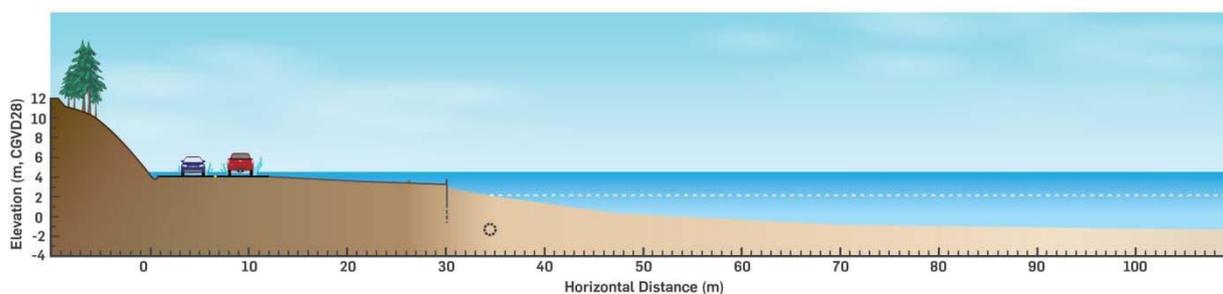


Рисунок 9 - Ожидаемое состояние с 1 м подъема уровня моря и штормовых нагонов

«Жесткая» защита

Итак, предполагается, что обычный «жесткий» подход повысит существующую дамбу по концепции, показанной на рисунке 10, со следующими основными допущениями, касающиеся функциональных аспектов защиты, например:

- Высота дамбы будет достаточной, чтобы предотвратить эрозию поверхности земли за дамбой во время сильного шторма.
- Высота прибрежной равнины за дамбой подниматься не будет, чтобы сохранить существующие землепользования и проезжую часть.

- Поднятие дорожки, для поддержания современного представления будет предоставлена для пешеходов вдоль набережной со стороны дамбы.

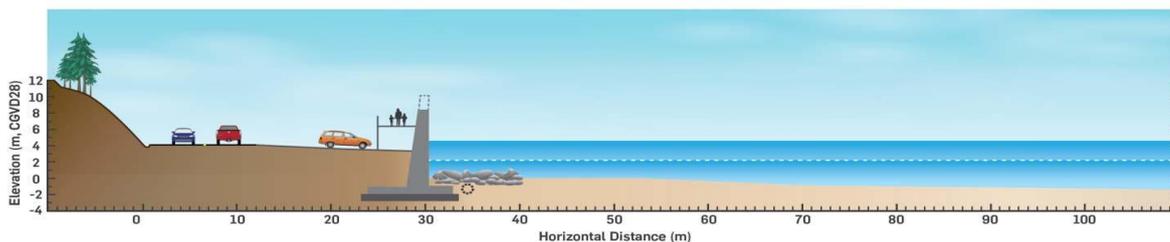


Рисунок 10 - «Жесткая» защита с 1 м подъема уровня моря и штормовых нагонов

«Мягкая» защита

«Мягкая» защита показана на рис.11 и рис. 12, которые иллюстрируют высоту заполнения пляжа, который должен быть обеспечен, чтобы выполнять функциональные требования, как «жесткой» защиты: защита от наводнений, сохранение землепользования - посредством размещения главным образом, за приливным профилем - и доступ для общественности. Рисунок 11 показано, что импортируется пляжный материал, который состоит, в основном из гравия и галечной смеси. Рисунок 12 показывает импортируемый пляжный материал состоящий, в основном из среднего грубого песчаного материала. Обе версии «мягкой» альтернативны, включает концептуальный раздел, предназначенный для работы в качестве непроницаемой дамбы, чтобы предотвратить затопление хотя бы внутренней фильтрации.

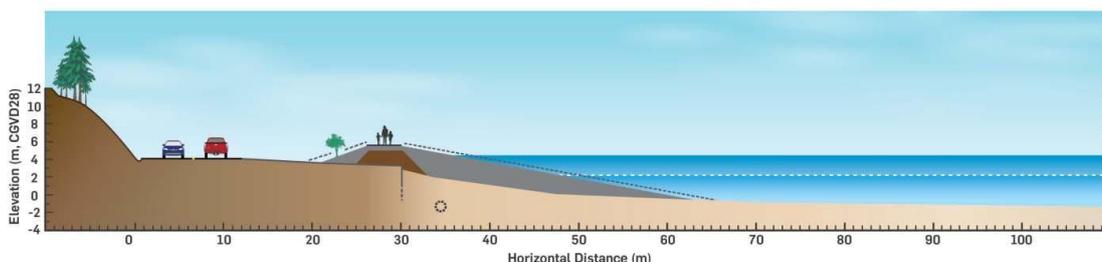


Рисунок 11 - Мягкая защита - Гравий / галька с 1 м подъема уровня моря и штормовых нагонов

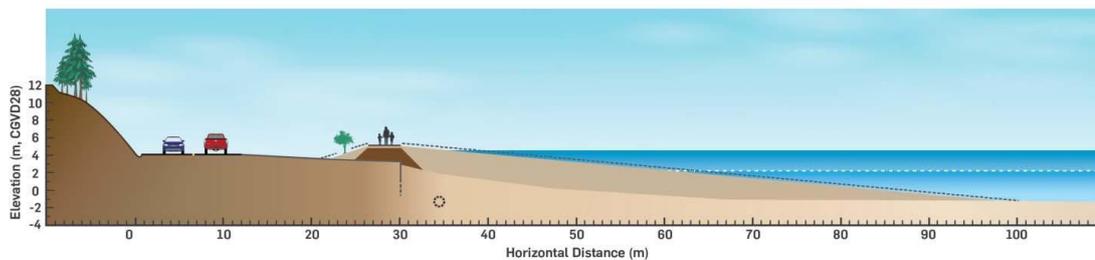


Рисунок 12 - Мягкая защита - в основном песчаный пляж с 1 м подъема уровня моря и штормовых нагонов

3.2. Жилой район

Этот пример был выбран, чтобы показать, как расположен жилой район и существующая береговая линия. Общий вид во время сильного прилива, показано на рис. 13.

Участок подвержен воздействию волн, генерируемых в проливе; существующий субстрат³ (основание) состоит в основном из растительности и некоторого гравия в промежуточных местах.



Рисунок 13- Жилой район. [13]

³ Субстрат (от лат substratum-основа, фундамент) – в широком смысле, основа всего существующего. Питательная среда для растений и микроорганизмов.

Береговая линия состоит в основном из дорожки и частных жилых построек от тротуара. Общая цель данного примера заключается в содействии сохранения отложений, представленные природными процессами, которые в настоящее время выбрасывает на побережье путем небольших водопропускных труб через существующую дамбу, видимой на рис. 13.

Поперечный профиль берега показан на рис.14, на основе сочетания наземных данных горизонталей из аэрофотограмметрии и звучание в сторону моря данных существующей дамбы.

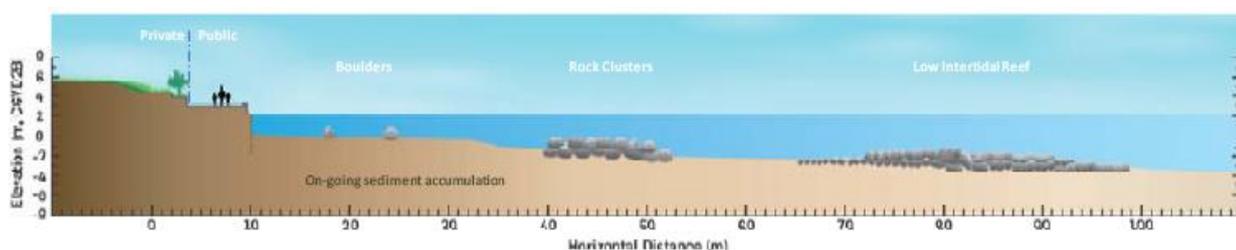


Рисунок 13- Существующая береговая линия. Состояние во время прилива

В будущем, 1 м подъема уровня моря приведет к затоплению существующей дорожки и некоторые частные земли к берегу от дорожки, как во время прилива и во время сильного шторма, как показано на рисунке 14. Для целей настоящего исследования, было сделано предположение, что в будущем, дорожка будет повышена, как отдельный проект, чтобы сохранить доступ для граждан, независимо от того, какая защита в конечном итоге может быть реализованы.

Предполагается также, что в любом случае, компоненты защиты от наводнений, или просто защиты, скорее всего, будет осуществляться по-другому в целях обеспечения активного управления риском от наводнений. Концепция защиты от наводнений будет отражать текущие темпы работ. Для такого случая, предположим, что компоненты и особенно кластеры и низкий приливной риф (рисунок 14), потребуется поднять естественно накопленные отложения.

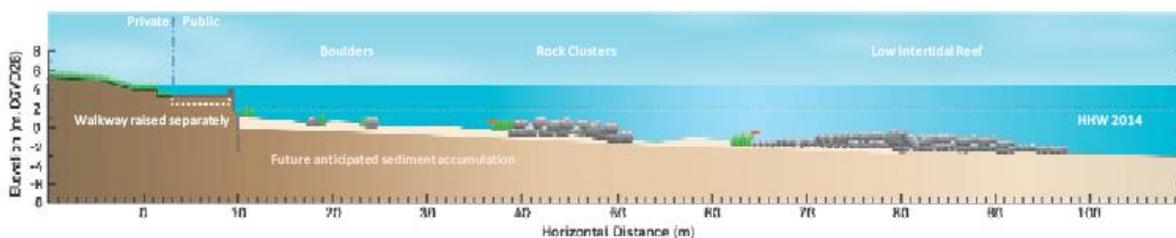


Рисунок 14 - Существующая береговая линия с 1 м подъема уровня моря, прилива и штормовых нагонов

«Жесткая» защита

Обычный «жесткий» альтернативный подход будет только привлекать повышение парапета дамбы, как показано на рисунке 15, с учетом следующих основных допущений в отношении функциональных аспектов защиты, например:

- Высота дамбы будет достаточной, чтобы предотвратить эрозию частных земель представленных на берега от общественного прохода. Это должно свести к минимуму вероятность подрыва общественной дорожки и структуры дамбы.
- Высота частных земель за дорожкой подниматься не будет.
- Доступ к общественной дорожке будет ограничен во время штормов, чтобы свести к минимуму риск для пешеходов.
- Оффшорные обитания риф, расположенные 500 м в сторону моря от тротуара будут на месте.

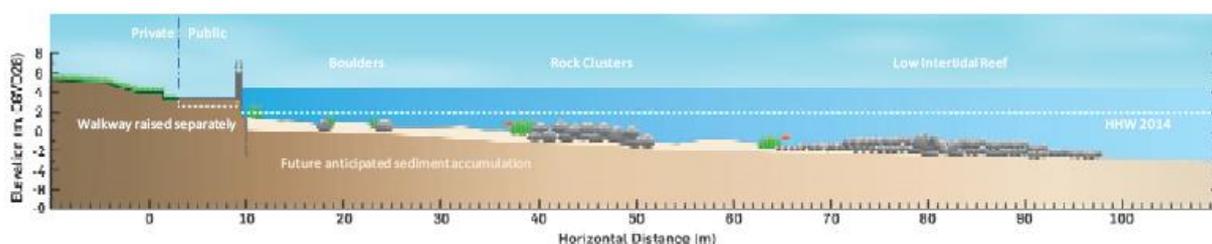


Рисунок 15 - «Жесткая» защита с 1 м подъема уровня моря и штормовых нагонов

«Мягкая» защита

«Мягкая» защита показана на рисунке 16, где высота гребня кластеров и приливно-отливной риф был поднят, чтобы гарантировать, что энергия волн и объемы перелива вода на береговую линию (теперь на частной земле) либо ниже порога, необходимо для предотвращения эрозии поверхности частных земель или ниже порогового значения в соответствии с предотвращения структурного повреждения оболочки здания, что происходит (в среднем) на левой стороне рис. 16. приливной зоны рифа обитания 500 м в сторону моря.

Вполне возможно, что изменения на частных землях также могут быть включены в этом варианте, за счет повышения возвышение частных земель или установив здания еще дальше.

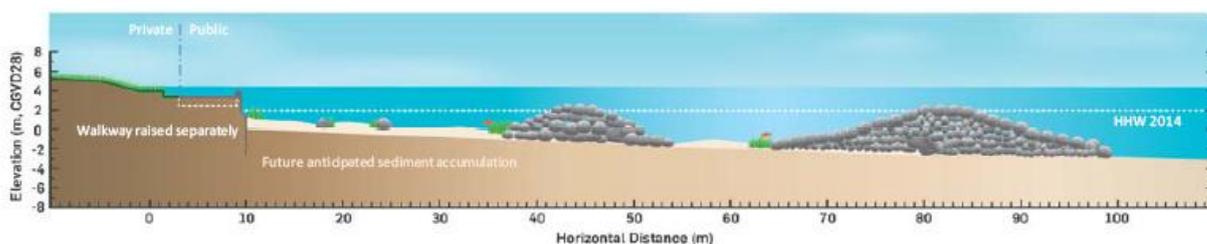


Рисунок 16 - «Мягкая» защита - Увеличение приливно-отливных компонентов породы

3.3. Частная собственность

Данным примером рассматриваем частную собственность на побережье.

Общий вид показан на рисунке 17, который показывает три из 6 структур, и пляж, который заполняется материалом, помещенного между поворотной полосы структуры. Участок подвержен воздействию волн. Объект расположен в передней части собственности примерно в 250 м от полосы прибоя. Ограничительный завет на имущество исключает перемещение дома, который находится в прибрежной части. Возвышенность недвижимости сразу за линией собственности в настоящее время находится

на высоте около + 3,2 м и не имеет никакой истории наводнение во время штормов.



Рисунок 17- Частная собственность. [14]

Вид сверху показывает пляжную систему, видимую на рисунке 17, а на рисунке 18 показано взаимное расположение структур.

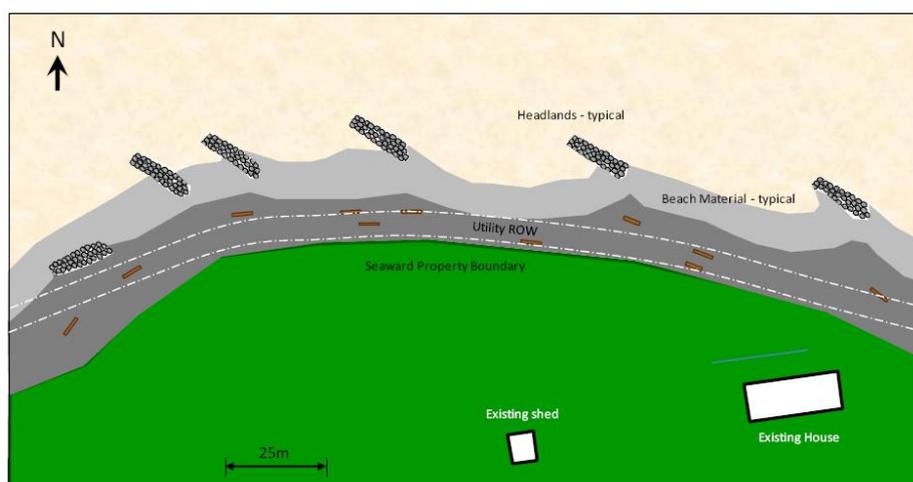


Рисунок 18 - Общая компоновка существующих систем.

1 м подъема уровня моря приведет к затоплению нагорной собственности и дома во время шторма, урагана, как показано на рисунке 19.

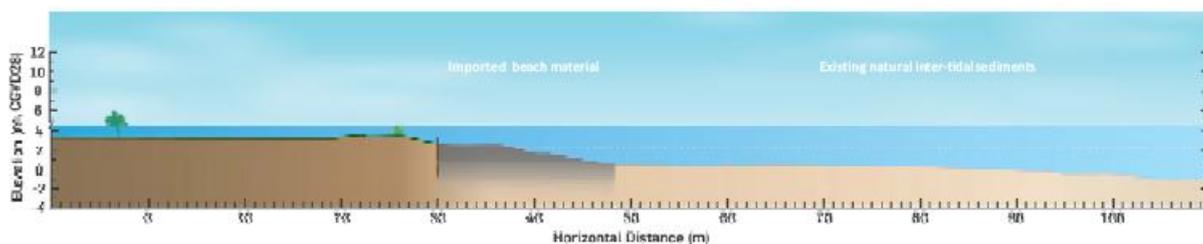


Рисунок 19 - Существующий профиль с 1 м подъема уровня моря и штормовых нагонов

Для этой оценки предполагается, что никакие дополнительные классификации имущества, или улучшения или повышение существующего фундамента дома или перекрытия не будет осуществляться.

«Жесткая» защита

Для определения «жесткой» защиты для этого случая, предполагается, что для данного подхода построить обычную морскую дамбу, в соответствии со стандартными морскими дамбами вдоль границы собственности. Были сделаны предположения относительно функциональных аспектов «жесткой» защиты в этом случае:

- Высота морской дамбы была установлена достаточно, чтобы предотвратить повреждение дома, чтобы предотвратить эрозию покрытия травой земли и потому, что это свойство является оккупированной жилой недвижимостью, ограниченной опасностью для человека. Типичное сечение моря дамбой показано на рисунке 20.

- Резерв по вертикальной железобетонной подпорной стены, окружавшей существующий дом был также включен в «жесткую» альтернативу, как показано на рисунке 21.

- Кроме того, было предположено, что морская дамба будет распространяться вглубь достаточно далеко по краям недвижимости.

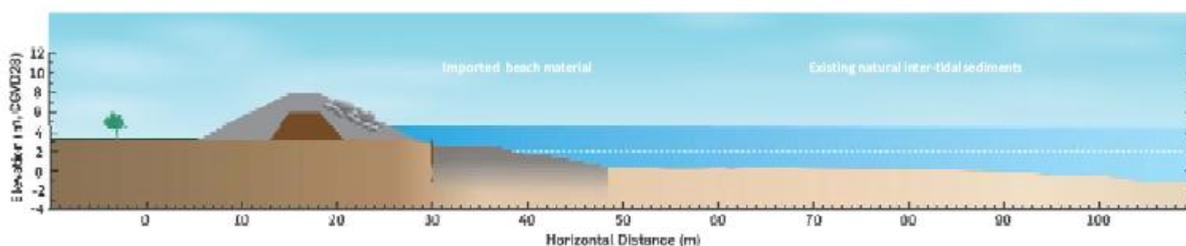


Рисунок 20 – «Жесткая» защита с 1 м подъема уровня моря и штормовых нагонов

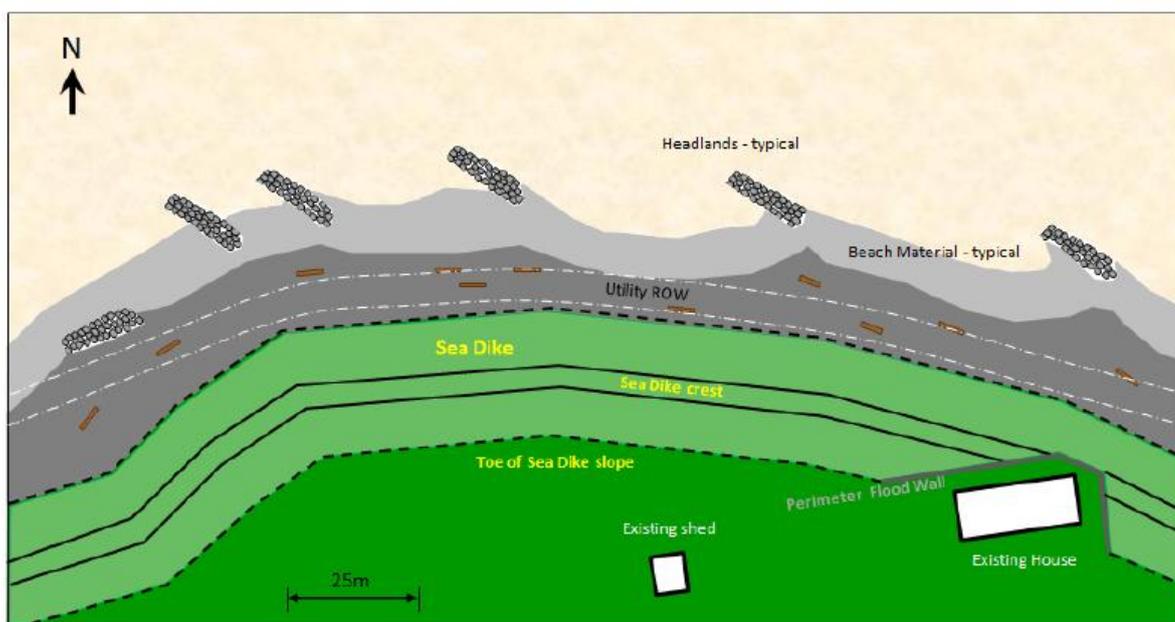


Рисунок 21 - «Жесткая» защита показывает участок моря по границе недвижимости

«Мягкая» защита

«Мягкая» защита для этого случая, нужна для того, чтобы изменить местоположение, высоту или ширину структуры и предоставить дополнительный пляжный материал, так чтобы гребень оставался в стороне моря от исходной линии собственности.

Анализ изменений, необходимых для поворотных полос структур, чтобы сохранить функцию - система пляжа показала, что дополнительная защита должны быть размещены на стороне моря склона и гребня, как показано на рисунке 22. Дополнительный импортированный пляжный материала будет также необходим.

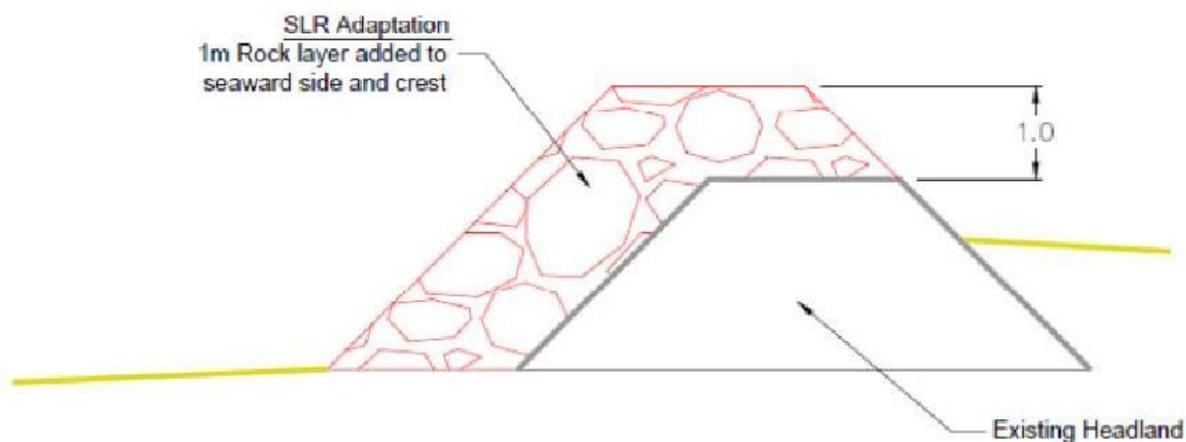


Рисунок 22- Система пляжа.

Общая система для повышения уровня моря 1 м показано на рисунке 23, и все изменения размещены на береговой полосе в сторону моря от собственности.

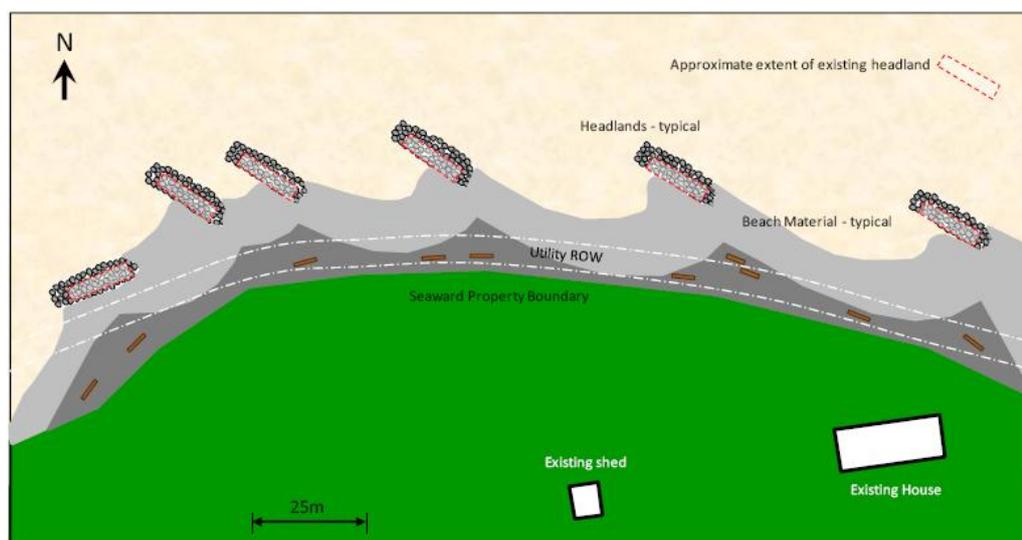


Рисунок 23- «Мягкая» защита. Размещение собственности.

4. Экологическая оценка

Выбранные примеры имели заранее заданные условия вдоль их соответствующих береговых линий, что означало, что ни один из них не был нетронутым соответствующим «жестким» или «мягким» защитой. [15]

В частности, для «Жилого района», ограничения существующей береговой линии уже признанным сообществом и программа реставрация была в стадии реализации. В «Частной собственности» «мягкий» метод уже был построен несколько лет назад, чтобы заменить «жесткое» построенное решение. Для оценки воздействия на экологические услуги существующих условий также сделан чистый совокупный эффект. «Жесткая» или «мягкая» защита могут быть оценены последовательным образом.

4.1. Набережная

Береговая линия вдоль участка состоит в основном, из 1,4 м в высоту конкретной дамбы, расположенной в верхней части пляжа приливного профиля, состоящей в верхней приливной части профиля гравия, гальки и мелких булыжником. Обширная широкая полоса мелкого песка простирается в сторону моря в направлении отлив части береговой полосы. По дамбе проложена в 2,5 м в ширину дорожка, которая в местах опирается на полосу газона или озеленение, состоящий в основном из кустарников или трав.

Общая оценка экологических услуг, которые существуют на данном участке, и возможные изменения, ожидаются для «жесткой» или «мягкой» защиты приводится в таблице 3. Обоснование экологических услуг приводится ниже:

ES 1. Повышение существующих дамб не окажет существенного изменения взаимодействия береговой линии с вдольбереговым процессом переноса. Однако предоставление значительных объемов импортируемых

материалов (гравия или песка) позволит прибрежные процессы сохранить в отдельных клетках «мягкой» защиты.

ES 2. Повышение существующей дамбы будет ограничивать или запрещать кросс-берег движение органических или неорганических материалов между береговой полосой и возвышенностью. Однако, оказания существенного количества ввозимых материалов (гравия или песка), ожидаемый динамически устойчивый характер пляжного материала линии гребня позволит движение.

ES 3. Повышение существующей дамбы почти наверняка устранил любую морскую прибрежную растительность, что существует или может существовать на протяжении более 50 процентов от береговой линии. Предоставление динамически устойчивого гребня на прибрежной границе позволит обслуживать или укреплять существующую морскую прибрежную растительность вдоль почти всей береговой линии.

ES 4. Для прибрежной полосы данный случай примера достаточно широк, не вероятно, что «жесткая» или «мягкая» защита будет иметь существенное влияния на подводную или формирующуюся растительность.

ES 5. Повышение существующей дамбы и предполагаемую защиту размыва, которые будут необходимы для защиты существующих утилитов на береговой полосе вряд ли увеличит существующее прибрежную среду обитания.

ES 6. Повышение существующей дамбы и предполагаемая защита размыва, которые будут необходимы, скорее всего, приведут к потере любого существующего многообразия естественной среды в верхней приливно-отливной части береговой линии. Предоставление значительных объемов импортируемых материалов (гравия или песка), скорее всего, просто сохранит существующее разнообразие.

ES 7. Повышение существующей дамбы, вероятно, приведет к увеличению волновых отражений во время штормов, локализовано увеличиться волновая энергия по профилю пляжа и размыва пляжа.

Таблица 3: Оценка для «Набережная».

| Экологические параметры | | Защиты | | | Комментарии |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------|---------|--------|-------------|
| | | существующая | жесткая | мягкая | |
| ES 1 | Вдольбереговой процесс переноса | -1 | -1 | +2 | |
| ES 2 | нагорная прибрежная береговая полоса | -2 | -2 | +2 | |
| ES 3 | Морская прибрежная растительность | -2 | -2 | +2 | |
| ES 4 | Надводная и подводная растительность | 0 | 0 | +1 | |
| ES 5 | Прибрежная среда обитания | 0 | -1 | +1 | |
| ES 6 | Прибрежное разнообразие сред обитания | -2 | -2 | 0 | |
| ES 7 | Прибрежно-шельфовая береговая полоса | 0 | -2 | 0 | |
| | Итоги: | -7 | -10 | +8 | |

Результаты оценки экологических услуг «жестких» и «мягких» альтернатив предполагают, что значительно общее улучшение экологических услуг следует ожидать от «мягкого» варианта. В отличие от этого, для «жесткой» защиты не ожидается улучшение условий, которые в настоящее время существуют на существующей береговой линии.

4.2. Жилой район

Береговая линия вдоль участка в этом примере состоит по существу из 3 м бетона, а замок-блок дамбы, расположенной над деградированным уровнем моря - приливной профиль открытой растительности, интерстициальных песков и основной породы. К берегу дамбы прилагается шириной 6 м с твердым покрытием тротуар, который в местах, поддерживается дополнительной подпорной стеной и озеленением.

Общая оценка экологических услуг, которые существуют на участке скорее всего можно ожидать изменения либо для «жесткой» или «мягкой» защиты, которая приводится в таблице 4. Обоснование экологических услуг приводится ниже:

ES 1. «Жесткая» защита - повышение существующей дамбы, а также повышение приливной структуры в фазе с накоплением осадков на береговой полосе - поможет сохранить (и повысить) природные вдольбереговые процессы переноса. «Мягкая» защита - также будет способствовать накоплению осадка до такой же степени.

ES 2. Повышение существующей дамбы в дальнейшем ограничить или запретить движение органические или неорганические материалов между береговой полосой и возвышенностью. «Мягкая» защита не обеспечивает значительное улучшение, потому что существующая дамба останется на месте.

ES 3. Повышение существующей дамбы почти наверняка приведет к ликвидации, во время штормов, любая морская прибрежная растительность, которая может накапливаться вдоль, по меньшей мере, 50 процентов береговой линии. Дополняя оффшорные структуры породы с течением времени увеличивается вероятность сохранения морской растительности на верхней части береговой линии.

ES 4. Как «жесткая», так и «мягкая» защиты должны привести к повышению плотности подводной и надводной растительности.

ES 5. Как «жесткая», так и «мягкая» защиты должны привести к восстановлению или усилению прибрежной среды обитания. Однако, поскольку «мягкая» защита концептуально обеспечивает высокую степень защиты до берега отложений - немного больше благоприятно в этот случае.

ES 6. Как «жесткая», так и «мягкая» защиты должны привести к повышению прибрежному разнообразию сред обитания.

ES 7. Как «жесткая», так и «мягкая» защиты должны уменьшить ветер и экспозицию волны и улучшить осаждение в береговой полосе, в результате морских структур. «Мягкая» защита оценивается выше, чем «жесткая» защита, потому что, увеличение возвышенности структур достигнуто раньше.

Таблица 4. Оценка для «Жилой район»

| Экологические параметры | | Защиты | | | Комментарии |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------|---------|--------|-------------|
| | | существующая | жесткая | мягкая | |
| ES 1 | Вдольбереговой процесс переноса | -1 | +1 | +1 | |
| ES 2 | нагорная прибрежная береговая полоса | -2 | -2 | 0 | |
| ES 3 | Морская прибрежная растительность | -2 | -1 | +1 | |
| ES 4 | Надводная и подводная растительность | 0 | +2 | +2 | |
| ES 5 | Прибрежная среда обитания | 0 | +1 | +2 | |
| ES 6 | Прибрежное | 0 | +1 | +1 | |

| | | | | | |
|------|--------------------------------------|----|----|----|--|
| | разнообразие сред обитания | | | | |
| ES 7 | Прибрежно-шельфовая береговая полоса | 0 | +1 | +2 | |
| | Итоги: | -5 | +3 | +9 | |

Результаты оценки экологических услуг «жестких» и «мягких» альтернатив предполагает, что оба варианта могут обеспечить значительное улучшение, по сравнению с существующей береговой линией. Однако, «мягкая» защита может лучше обеспечить экологическую защиту.

4.3. Частная собственность

Существующая береговая линия почти полностью состоит из натурального пляжного приливного материала; состоящий из гравия / гальки/ булыжника, верхней приливо-отливной подложки и обширного природного песчаника.

Внутренние границы собственности состоят в основном из обширных ландшафтных оснований, по меньшей мере, половина имущества и земельные участки в лесу на другой половины собственности.

Общая оценка экологических услуг, которые существуют на участке скорее всего можно ожидать изменения либо для «жесткой» или «мягкой» защиты, которая приводится в таблице 5. Обоснование экологических услуг приводится ниже:

ES 1. Ни одна из альтернатив, как ожидается, не может внести значительный вклад в естественный вдольбереговой процесс переноса в этой области. «Жесткой» защиты, скорее всего, приведет к отражению волновой энергии, чем «мягкая» защита, которая оценивается несколько ниже.

ES 2. «Жесткая» защита оценивается ниже, чем «мягкая» защита, поскольку предполагается, что поверхность морской дамбы должна быть бронированная, чтобы высота морской дамбы стремилась ограничить движение материалов между возвышенностью и береговой полосой.

ES 3. «Жесткая» защита оценивается ниже, чем «мягкая» защита, потому что морская дамба, скорее всего, устранил большую часть среды обитания для существующей прибрежной растительности. Однако, это может быть возможно только для некоторой растительности существующей на обращенной к «морю лица».

ES 4. Ни одна из альтернатив, как ожидается, существенно не изменит условия для надводная и подводная растительности.

ES 5. Ни одна из альтернатив, как ожидается, не повлияет на существующую прибрежную среду обитания.

ES 6. Ни одна из альтернатив не повлияет на прибрежное разнообразие сред обитания.

ES 7. Как «жесткие», так и «мягкие» защиты, которые размещаются либо на береговой линии («жесткая» защита) или в верхнем приливно-отливном профиле. Ни одна из альтернатив не приведет к сокращению работы или улучшит оседания через защиту, обеспечиваемой морским сооружением.

Таблица 5: Оценка для «Частная собственность»

| Экологические параметры | | Защиты | | | Комментарии |
|-------------------------|---------------------------------|--------------|---------|--------|-------------|
| | | существующая | жесткая | мягкая | |
| ES 1 | Вдольбереговой процесс переноса | +2 | -1 | 0 | |
| ES 2 | нагорная прибрежная | +2 | -2 | 0 | |

| | | | | | |
|------|---------------------------------------|----|----|---|--|
| | береговая полоса | | | | |
| ES 3 | Морская прибрежная растительность | 0 | -1 | 0 | |
| ES 4 | Надводная и подводная растительность | 0 | 0 | 0 | |
| ES 5 | Прибрежная среда обитания | 0 | 0 | 0 | |
| ES 6 | Прибрежное разнообразие сред обитания | +1 | 0 | 0 | |
| ES 7 | Прибрежно-шельфовая береговая полоса | 0 | 0 | 0 | |
| | Итоги: | +5 | -4 | 0 | |

Результаты оценки экологических услуг «жестких» и «мягких» альтернатив предполагает, что «жесткая» защита вводит элементы, которые приводят к снижению экологических услуг, особенно по сравнению с существующей береговой линией. Не удивительно, так как «мягкая» защита является продолжением береговой линии, «мягкая» защита имеет нейтральный эффект на экологических услугах.

5. Капитальные затраты

Предполагаемые расходы обеих альтернатив показаны ниже. Подробная информация о стоимости конкретных примеров дело не доступны, стоимость оценки была получена с использованием удельных затрат строительства. Удельные затраты в долларах, и можно показать следующим образом:

- Подготовка участка: \$ 15 / м³ - Для очистки и удаления существующего плодородного слоя почвы и удаления существующей структуры.

- Пляжные материалы и непроницаемые дайковые материалы: \$ 40 / м³ - Доставка и размещение.

- Защитные материалы, размещенные на или рядом с землей: \$ 50 / м³- Доставка и размещение

- Защита каменного материала предполагается разместить подальше от плавучих средств: \$ 100 / м³- Доставка и размещение

- Восстановление: \$ 100 / м² - Для обеспечения или восстановления существующей дорожки или проезжей части

- Железобетонная: \$ 750 / м³- Для волноотбойных или аналогичных структур - объем на основе оценки нормы общей геометрии структуры.

- Перемещение: как оценка сравнение между «жесткими» и «мягкими» защитами. Предполагается, что оба понятия потребуют переустройство коммуникаций и расходы будут те же самые.

- Экологические смещения: не включены из-за отсутствия существующего определения морской среды обитания для ситуационных примеров. Средняя стоимость \$ 250 / м²

Расходы, представленные ниже, предназначены в качестве руководства в оценке между опциями. Они включают в себя пособие в размере 15% косвенных расходов (инжиниринга и управления строительством для примеров) и 40% случаев, которые призваны отразить уровень конкретных участков.

Себестоимость единицы в таблице 7 рассматривается как эквивалент класса D или оценка величины. Погрешность оценки несколько меняется, но как правило, в диапазоне ± 50 процентов.

Таблица 6. Сводка затрат на единицу продукции / м береговой линии

| Практический пример | | Защиты | | Комментарии |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| | | «жесткая» | «мягкая» | |
| 1 | Набережная | \$ 33.000/m ² | \$ 10.000/ m ² - \$ 14.000/ m ² | В зависимости от выбора песка или гравий / галька / галька. |
| 2 | Жилой район | \$ 35.000/ m ² | \$ 25.000/ m ² | Предполагается, что все Материалы закуплены на той же основе, что и описано выше |
| 3 | Частная собственнос ть | \$ 8000/ m ² | \$ 4000/ m ² | Не включать в стоимость существующий пляжную систему |

Как видно из результатов, представленных в таблице 7, что «мягкие» защиты обеспечивают значительную стоимость преимущество над «жесткой» альтернативой.

б. Адаптация береговой зоны к повышению уровня моря для

г. Сестрорецк

б.1. Причины Невских наводнений

Циклоны, которые пересекают Балтийское море, выводят из равновесия водные массы и формируют особого рода длинную волну. Высота такой волны в центральных районах моря обычно превышает нескольких десятков сантиметров. Особое значение в формировании наводнения имеют те циклоны, которые пересекают море с юго-запада на северо-восток. В данном случае циклоны притягивают длинную волну в Финский залив [16].

Первоначальная высота длинной волны при входе в Финский залив в пределах 40-60 см. При прохождении широкой и глубокой части залива высота и скорость волны не меняется. С подходом к вершине залива высота волны возрастает, так как залив делается уже и мелководнее, в особенности в Нарвской стенке (вблизи устья реки Нарвы), где резко уменьшается площадь поперечного сечения залива вследствие падения глубин. По пути движения форма волны изменяется и усложняется из-за неровностей берегов и дна [17].

Когда циклон, доходит до начала Финского залива, поворачивает на восток. Таким образом, длинная волна всегда бывает вынужденной, т. е. на которую воздействует ветер. Постепенное возрастание высоты вынужденной длинной волны за счет ветра и сужения залива показывается на рис. 24, где показан ход уровня воды в различных точках Финского залива и реки Невы.[18]

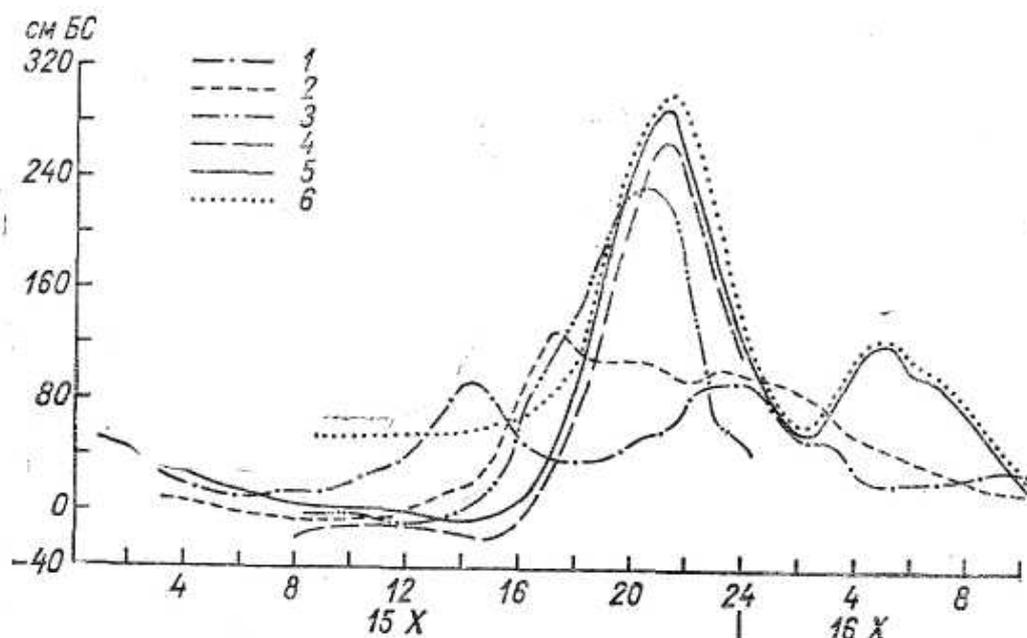


Рисунок 24 - Ход уровня в различных точках Финского залива и реки Невы. (1 — г. Таллин; 2 — пос. Усть-Нарва; 3 — г. Кронштадт; 4 — Невская устьевая станция; 5 — Горный институт; 6—ф-ка им. Ногина) [19]

При приближении волны к Санкт-Петербургу КЗС закрывает все створки водо- и судопропускных сооружений. Поэтому волна ударяясь об закрытые заслонки начинает разливаться по восточному побережью Финского залива, затапливая территории Курортного района.[20,21]

6.2. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений

С момента основания города возникла необходимость его защиты от наводнений, причем по мере роста города она становилась все более актуальной. В 1979 г. было начато строительство Комплекса защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений, который представляет собой совокупность дамб, водопропускных и судопропускных сооружений, расположенных от г. Ломоносова до г. Сестрорецка (поселок Горская), через остров Котлин (Рис. 25). [22]

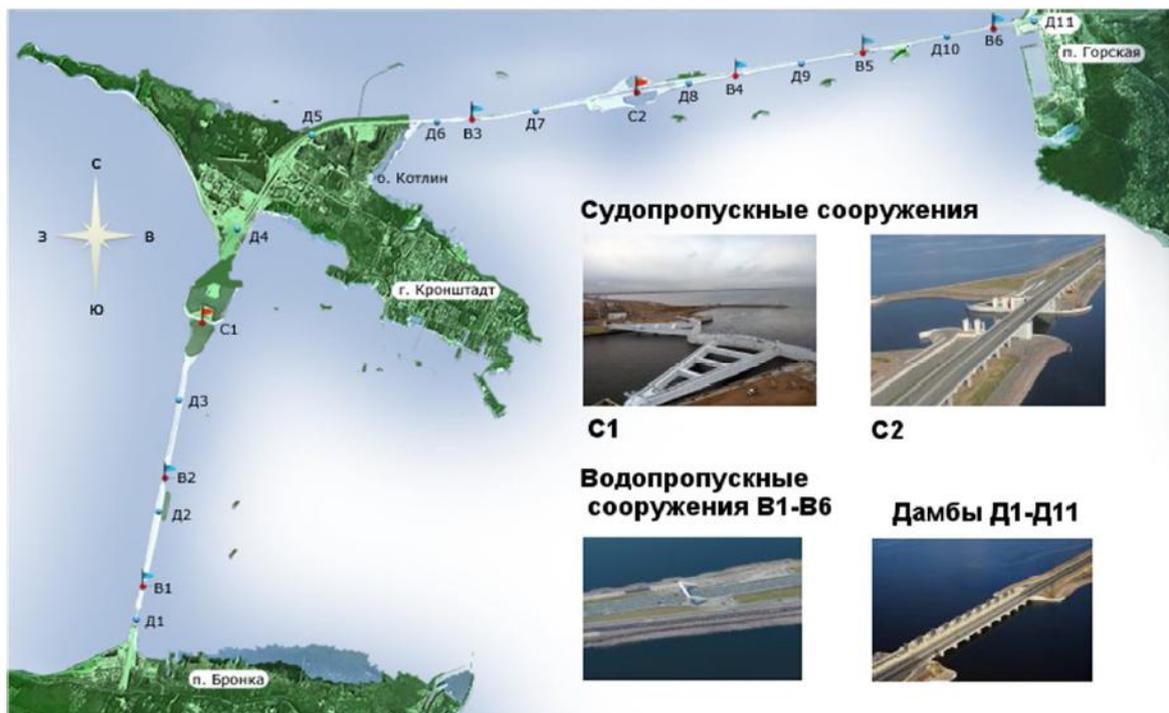


Рисунок 25 - Комплекс защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений

Известно, что первая проверка КЗС состоялась 28 ноября 2011 г., когда было предотвращено наводнение в Санкт-Петербурге. Эта проверка КЗС показала, что многолетние труды не прошли даром. Город и все прибрежные сооружения в акватории Невской губы надежно защищены от разрушительной стихии - наводнения. Однако для территории Курортного района Санкт-Петербурга, со стороны акватории Финского залива, площадью около 270 км², активно развивающегося в настоящее время, данная проблема не только осталась, но становится более критичной, чем прежде. Это связано с тем, что во время «наводненческого» циклона при закрытии створов водо- и судопропускных сооружений КЗС, нагонная волна отражается от закрытой стенки и начинает распространяться вдоль северного и южного побережий Финского залива.[23]

Превышение максимальных высот подъемов воды при наличии закрытия КЗС над естественными условиями в районе о. Котлин составляет 10 %, в створе Озерки-Шепелево 7,5%-8,5 %, в створе Приморск–Сосновый Бор - 6,5 %.

Недавно был произведен расчет уровня воды в восточной части Финского залива при условиях, когда КЗС остается открытым и когда он закрывается на период наводнения. При указанных параметрах и траектории циклона подъем уровня в Санкт-Петербурге при открытом КЗС достигает отметки 486 см. Если траекторию движения циклона придать немного северную составляющую, то подъем уровня в Санкт-Петербурге может достичь максимального значения = 590 см, в Горской – 577 см, в Сестрорецке – 576 см, в Зеленогорске – 549 см (рис. 26). При закрытых створах КЗС высота нагонной волны достигнет на Горской – 604 см, в Сестрорецке – 598 см, в Зеленогорске – 571 см. [24]

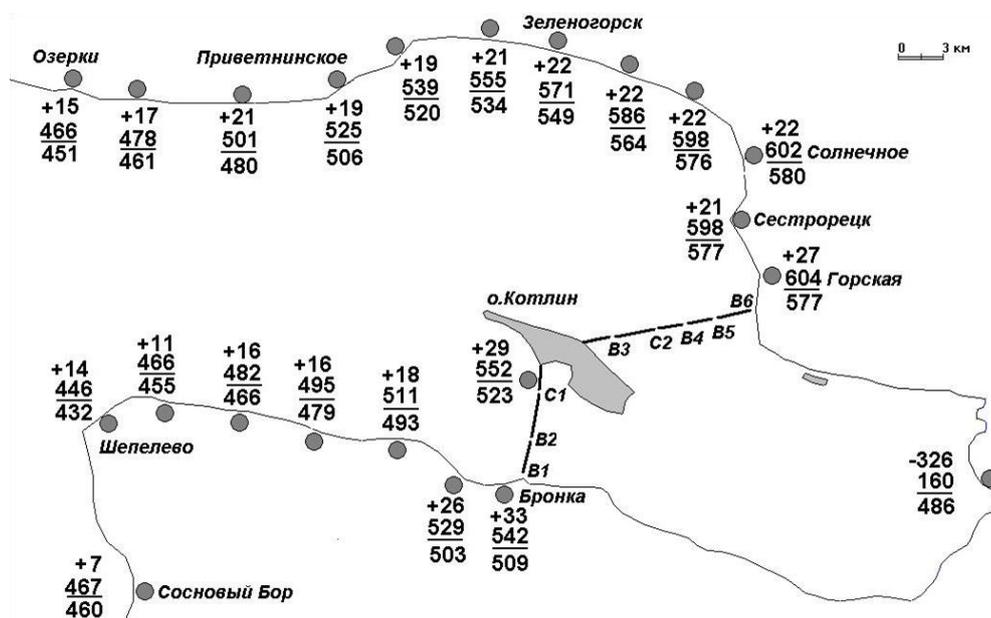


Рис. 26 - Распределение уровня (см) вдоль побережья восточной части Финского залива при открытом и закрытом КЗС.

6.3. Адаптации береговой зоны к повышению уровня моря для г. Сестрорецк

Г. Сестрорецк находится в восточной части Финского залива.

Насколько нам известно, что затопляемая зона в городе находится в парке «Дубки». Этот парк с его аллеями, дорожками, прудами и разлапистыми дубами является одним из любимых уголков отдыха жителей

Сестрорецка и Петербурга. В парке много зелени, а с мыса открывается замечательный вид на залив. Рис. 27-28.

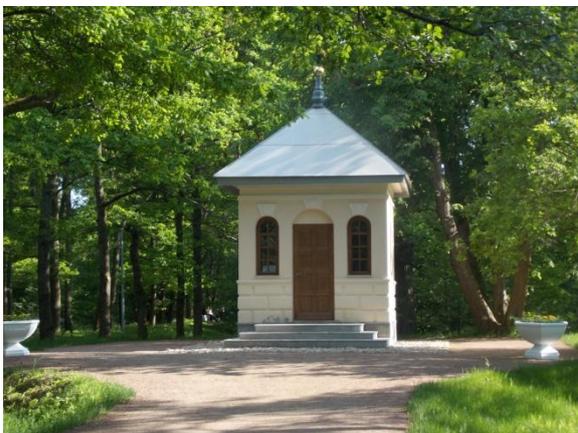


Рисунок 27 - архитектура



Рисунок 28 – Вид на пляж г. Сестрорецк

В настоящее время парк является культурным и спортивным центром. В нем постоянно проводятся спортивные мероприятия и фестивали. В парке есть конный спортивный центр, стадион, два футбольных поля, площадки для игры в городки, теннисные корты, лодочная станция. Есть детская площадка.

Главная аллея парка, где растут вековые дубы, выводит на мыс (рис. 29).



Рисунок 29 - Главная аллея парка.

Территории парка (площадь 60,5 га) хорошо освоена. Но парк также сохранил свои заповедные участки с дикой природой (рис.30, 31). В нем гнездится множество разных видов птиц. Виды деревьев: дуб, ольха, берёза.



Рисунок 30 - Парковая растительность.



Рисунок 31 - Парковая растительность.

Пройдя главную аллею, показанную на рисунке 29, выходим на песчаный пляж. Пляж состоит из песка и мелкой гальки (рис.32).



Рисунок 32 – Песчаный пляж.

Участок подвержен воздействию волн, генерируемых ветрами, дующих над заливом. У кромки воды лежат плиты и большие камни (рис. 33).



Рисунок 33 – Вид пляжного материала у кромки воды.

В метрах 50 от береговой зоны начинается лес (рис. 34).



Рисунок 34 – Начало заповедной зоны. Парковая растительность.

С левой стороны построена дамба. Как уже упоминалось выше при закрытых створках КЗС Сестрорецк затапливает примерно на 21 метр.

Данный пример, мы можем сравнить с примером «Набережной», но с небольшими отличиями. Мы уже знаем, что вдоль береговой зоны находятся бетонные плиты. Но это не помогает избежать затопления территории. Чтобы избежать затопления территории рассмотрим «жесткую» и «мягкую» защиту.

«Жесткая» защита

Данную территорию можно защитить на примере пляжа г. Кронштадт (рис. 35).

Если построить волноотбойную стену высотой 4 метра, сверху положить плиты, сделать лестничный спуск к воде. Перед стеной выложить камни как дополнительная защита.

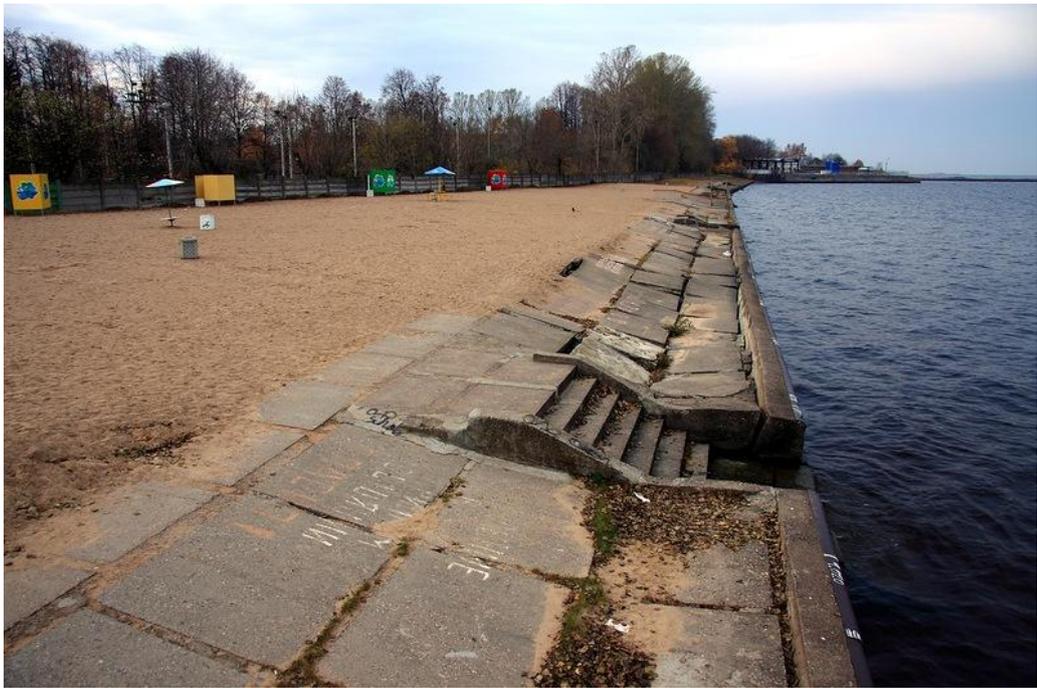


Рисунок 35 – Волноотбойная защита. Пляж г. Кронштадт.

«Мягкая» защита

Для данной территории предлагается намыв искусственных островов, где возможно строительство жилья и объектов социальной сферы.

Схема проекта «Новый берег» представлена на рис. 36. Как показано, намываемые территории должны быть ограждены дамбой высотой 4 м.



Рисунок 36 - Схема проекта «Новый берег».

При намыве предпочтительней использовать новейшие технологии.

Реализация намыва может принести огромный экономический и экологический ущерб.

Если будет разработана слабая вентиляция и наличие застойных зон грязная вода может погубить все живое: от мелких организмов, которые играют роль «санитаров-очистителей» для грязных стоков, до поголовья рыб. В результате может получиться водоем с мертвой водой, где не будет рыбы и растительности.

При создании намыва островов изменится гидрологический режим района. Прибрежные течения изменят направление движения, что может привести к возникновению застойных зон.

Поэтому данный метод защиты не со стороны экологии не со стороны экономики не подходит.

Также можно рассмотреть другой метод защиты - это насыпной поднятый пляж, который будет обеспечивать или выполнять функциональные требования «жесткой» защиты - защиту от наводнений, сохранение землепользования и доступ для общественности.

Данный метод позволяет создать укрепительную насыпную террасу под склоном и использовать ее в качестве ландшафтной зеленой рекреационной зоны пляжа (например, клумбы, газоны) или зоны обслуживания (например, летние кафе). Данный переход от пляжа к террасе может быть решен в виде стенки, либо в виде волногасящей бермы (Рис. 37).

При создании насыпного поднятого пляжа, по верху будет проходить прогулочная набережная с озеленением и малыми архитектурными постройками (Рис. 38). Внизу будет находиться сам пляж.



Рисунок 37 – Стенка или волногасящая стенка.



Рисунок 38 – Насыпной поднятый пляж.

Таким образом создание такого пляжа будет сочетать в себе защиту берега от затопления.

Применяя технические решения, как при создании и укреплении пляжа, так и при укреплении берегового обрыва, должны быть связаны с рекреационными требованиями. В целом наиболее оптимальным с

технической точки зрения является пляж под защитой каменно-набросных ограждающих сооружений – таких как буны и волноломы. Также можно применить для защиты территории пляжа габионные конструкции, каменно-набросные волногасящие бермы, или бетонные подпорные стены с облицовкой под «природный» камень.

6.4. Выявление зон затопления побережья Курортного района при прохождении экстремальных «наводненческих» циклонов (г. Сестрорецк)

Была составлена схема возможного затопления территории Курортного района Санкт-Петербурга при росте морского уровня от 1 м до 4 м. В табл. 7 представлены площади затопления в различных муниципальных округах Курортного района, но более затопляемый район остается Сестрорецк.

Таблица 7: Площади затопления территории муниципальных округов Курортного района при различных подъемах морского уровня, га

| Муниципальный округ | Уровень затопления | | | |
|---------------------|--------------------|-------|-------|--------|
| | 1 м | 2 м | 3 м | 4 м |
| г. Сестрорецк | 167,3 | 385,7 | 559,7 | 730,7 |
| пос. Солнечное | 5,5 | 12,8 | 42,6 | 99,5 |
| пос. Репино | 4,1 | 15,1 | 33,2 | 80,0 |
| пос. Комарово | 5,5 | 10,6 | 22,6 | 71,0 |
| г. Зеленогорск | 11,0 | 23,9 | 50,8 | 103,2 |
| пос. Ушково | 3,2 | 6,1 | 12,0 | 18,9 |
| пос. Серово | 11,7 | 14,8 | 17,7 | 34,7 |
| пос. Молодежное | 15,6 | 23,2 | 39,5 | 72,0 |
| пос. Смолячково | 6,2 | 10,0 | 16,3 | 51,0 |
| ВСЕГО | 230,2 | 502,3 | 794,5 | 1261,1 |

При подъеме уровня на 1 м площадь затопления г. Сестрорецк превышает площади затопления других муниципальных округов. При нагонной волне 4 м максимальная площадь затопления в г. Сестрорецке (730,7 га) что превышает площадь затопления в г. Зеленогорск (103,2 га). Общая площадь примерного затопления при данном подъеме достигнет 1260 га. В настоящее время развитие прибрежной зоны Курортного района самой критической точкой является район от ст. Горская до г. Сестрорецк. [24]

6.5. Оценка экономического ущерба побережья Курортного района г. Сестрорецк

При затоплении прибрежной территории инфраструктуре наносится экономический ущерб. Рассмотрим возможную оценку экономического ущерба побережья Курортного района при различных условиях его затопления. Наиболее приемлемым решением для определения оценки ущерба является «Временная методика оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнического сооружения РД 153-34.2-002-01».[25]

Методика позволяет оценить различные типы ущерба материального, экологического, социального и непредвиденного.

Основными компонентами ущерба является частичная потеря земель, в частности морских пляжей на побережьях Финского залива расположено 12 благоустроенных городских пляжей, 10 ведомственных пляжей и 1 пляжно-развлекательный комплекс, обладающих высокой рекреационной ценностью, заповедной территорией, а также гостиницы, пансионаты, рестораны и другие учреждения.

Нахождения ущерба можно выразить следующей формулой:

$$И1 = И1(\text{фон}) \times (S1 \times K1 \times П1 + S2 \times K2 \times П2 + S3 \times K3 \times П3)$$

где И1 – ущерб основным производственным фондам; И1(фон) –общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Федерации, отнесенная к единице его территории, и она будет равная:

$$И1(фон) = \frac{C_1}{S}$$

где С1 – общая балансовая стоимость основных производственных фондов субъекта Федерации без объектов транспорта и связи; S – площадь субъекта Российской Федерации; S1, S2, S3 – площадь соответственно зон сильных, средних и слабых разрушений; К1, К2, К3 – степень разрушения в зонах сильных, средних и слабых разрушений; П1, П2, П3 – коэффициент концентрации основных фондов на территории зон соответственно сильных, средних и слабых разрушений.[25]

В используемой методике территория в зоне затопления делится по степени разрушения в зависимости от силы волны, для которых соответствуют определенные коэффициенты. Для разрушений, происходящих при прохождении «наводненческих» циклонов их степень соответствует сильным разрушениям с $K1 = 0,7$. При постепенном вековом повышении уровня моря – $K2 = 1,0$.[25]

Коэффициент концентрации основных фондов вследствие отсутствия доступных официальных статистических данных был принят равным единице, хотя в прибрежной зоне Курортного района Санкт-Петербурга г. Сестрорецк. Используя площадь зоны затопления и описанные коэффициенты, получаем приближенные оценки ущербов, приведенные в табл. 8.

Методика оценивания нарушения земель частично заимствована из «Методики определения размеров ущерба от деградации почв и земель» [26], согласно которой ущерб можно рассчитать по следующей формуле:

$$Ущ = Нс \times Si \times Kэ \times Kс \times Kп + Дх \times Si \times Kв$$

где Ущ – размер ущерба от деградации почв и земель, млн руб.; Нс – норматив стоимости; Дх – годовой доход с единицы площади (млн руб); Si – площадь деградированных почв и земель; Кэ – коэффициент экологической ситуации территории; Кв – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель; Кс – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель; Кп – коэффициент для особо охраняемых территорий. [11]

Таблица 8: Оценки компонентов материальных ущербов вследствие повышения уровня моря для Курортного района Санкт-Петербурга г. Сестрорецк

| Исследуемые характеристики | Постепенное повышение уровня моря | Повышения уровня вследствие прохождения «наводненческих» циклонов | | | |
|---|-----------------------------------|---|-------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Уровень моря, м | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Площадь затопления (Si), кв. км | 2,1 | 2,1 | 3,5 | 4,1 | 4,3 |
| Площадь г. Сестрорецк | 14,00 | | | | |
| Общая балансовая стоимость основных фондов рекреации, млн. руб. | 39 416,83 | | | | |
| Коэффициент степени разрушений | 0,7 | 0,7 | 1,0 | | |
| Коэффициент концентрации основных фондов | 1,0 | | | | |
| Материальный ущерб зданиям и сооружениям, млн руб. | 70,03 | 35,30 | 95,25 | 175,89 | 250,00 |

| | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|
| Кадастровая стоимость земель в зоне затопления (КС), млн руб. | 1703,00 | 1703,00 | 3596,75 | 5548,87 | 10540,36 |
| Ущерб от нарушения земель (Ущ), млн руб. | 1685,00 | 1232,70 | 2881,89 | 4669,36 | 7998,72 |
| Суммарный ущерб, млн руб. | 1755,03 | 1267,70 | 2974,14 | 4845,25 | 8248,72 |
| Расходы на ликвидацию последствий, млн руб. | 145,16 | 200,30 | 500,79 | 924,47 | 1388,59 |
| Общий ущерб от затопления, млн руб. | 1900,09 | 1468,00 | 3474,93 | 5769,72 | 9637,31 |

Допустим, что $H_c \times S_i$ равняется суммарной кадастровой стоимости земель в данной зоне затопления (КС), найденной на предыдущем этапе, а D_x – представляет собой отношение сальдированного финансового результата организаций (СФР, в 2014 г. равен 152 млн руб.) на единицу его площади (кв. км) [13]. С учетом сказанного рассчитываем по следующей формуле:

$$Ущ = КС \times K_э \times K_с \times K_п + СФР/S \times S_i \times K_в$$

где S – площадь Сестрорецка.

Коэффициент экологической ситуации территории для Северо-Запада РФ равен $K_э = 1,3$, коэффициент особо охраняемых территорий для земель рекреационного назначения равен $K_в = 1,7$, коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению земель принимаем равным $K_э = 1,5$, так как предполагаем, что земли будут восстановлены в течение года, а коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени

деградации $K_c = 0,3$ при условии того, что качество земель ухудшится от 0 до 1. Тогда для каждого уровня затопления имеем:

$$Ущ = 1,3 \times 0,3 \times 1,7 \times K_c + 152000/14 \times 0,7 \times S_i$$

или

$$Ущ = 0,66 \times K_c + 178,42 \times S_i.$$

Как видно из табл. 8, суммарный ущерб при постепенном повышении уровня моря на 1 м составляет около 2 млрд руб., а оценки ущербов вследствие прохождения «наводненческих» циклонов варьируют в пределах от 1,2 до 8,3 млрд руб. в зависимости от высоты нагонной волны. [27]

Материальный ущерб при прохождении «наводненческих» циклонов в зависимости от их силы может достигать значительных значений – около 5 млрд. руб. [28]. Данный расчет произведен по методикам, но он может быть уточнен при имении более детальных данных о затратах.

6.6. Оценка экологической устойчивости г. Сестрорецк

| Экологические параметры | | Защиты | | | | Комментарии |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------|---------|------------------|------------------------|-------------|
| | | существующая | жесткая | мягкая | | |
| | | | | Намыв территории | Насыпной поднятый пляж | |
| ES 1 | Вдольбереговой процесс переноса | -1 | 0 | +1 | +1 | |
| ES 2 | нагорная прибрежная береговая полоса | -2 | -1 | -1 | +2 | |
| ES 3 | Морская прибрежная растительность | -2 | -1 | 0 | +1 | |
| ES 4 | Надводная и | 0 | +1 | -1 | +1 | |

| | | | | | | |
|------|---|----|----|----|----|--|
| | подводная растительность | | | | | |
| ES 5 | Прибрежная среда обитания | 0 | -2 | -1 | +1 | |
| ES 6 | Прибрежное разнообразие сред обитания | -2 | -2 | 0 | 0 | |
| ES 7 | Прибрежно- шельфовая береговая полоса | 0 | +1 | +1 | +2 | |
| | Итоги: | -7 | -4 | -1 | +8 | |

Результаты оценки экологических параметров «жестких» и двух «мягких» альтернатив предполагают, что значительное улучшение экологических параметров следует ожидать от второго «мягкого» варианта, т.е. насыпного поднятого пляжа. Для «жесткой» защиты не ожидается улучшение условий.

6.7. Оценка экономической эффективности для г. Сестрорецк

| Город | | Защиты | | Комментарии | |
|-------|------------|--|---|---|--|
| | | «жесткая» Руб. | «мягкая» | | |
| | | | Намыв территории \$ (€) | | Насыпной поднятый пляж (Руб.) |
| 1 | Сестрорецк | от 1 603 700,00 / м ² | \$ 120/м ² – \$ 150/м ² (€ 250/м ² – € 500/м ²) | 96,00/м ² - 100,00 / м ² | В зависимости от выбора материалов |

Как видно из результатов «мягкая» защита - насыпной поднятый пляж, обеспечивает значительную стоимость преимущество над «жесткой» и «мягкой», намыв территории, альтернативой.

Заключение

В работе представлен обзор берегозащитных технологий двух типов «жесткие» и «мягкие». Для оценки адаптивной способности берегозащитных технологий рассмотрены критерии экологической устойчивости и стоимости эффективности. Было выполнено сравнение двух методов берегозащитных технологий с учетом различных типов прибрежной зоны, а именно «набережная», «жилой район» и «частная собственность». Для каждого примера были продемонстрированы различные методы защиты в рамках «жесткой» и «мягкой» берегозащитных технологий.

Для всех трех примеров было показано, что «мягкая» защита всегда обеспечивает значительное ценовое преимущество, чем «жесткая». Рентабельность экономии затрат варьируется, начиная от 35 % от стоимости «жесткой» защиты для случая «набережная» и до 75 % стоимости «жесткой» защиты для случая «жилой район». Тем не менее, как «жесткие» так и «мягкие» методы могут потребовать некоторые ожидаемые техническое обслуживание, либо небольшой ремонт после сильного шторма.

На основании оценки учета экологических параметров, «мягкая» берегозащитная технология является более гибкой, в рамках нее возможны различные решения для обеспечения экологической устойчивости береговой линии.

Для всех трех рассматриваемых типов прибрежной зоны, «мягкие» берегозащитные технологии могут обеспечить эффективную защиту от наводнений с учетом возможного повышения уровня моря.

При этом обе жесткие и мягкие берегозащитные технологии следует рассматривать как эквивалентные альтернативные технологии, при условии их эффективности и обеспечения эквивалентных экологических параметров.

В некоторых случаях наиболее оправданным является их совместное использование.

В таблице 9 приведены итоговые оценки по экологическим параметрам для трех типов прибрежной зоны.

Таблица 9. Оценка экологических параметров для трех типов прибрежной зоны (баллы).

| Практический пример | | Защиты | | | Комментарии |
|---------------------|-----------------------|--------------|-----------|----------|--|
| | | Существующая | «жесткая» | «мягкая» | |
| 1 | Набережная | -7 | -10 | +8 | Модернизация существующей береговой линии возможна с применением только «мягких» берегозащитных технологий |
| 2 | Жилой район | -5 | +3 | +9 | Модернизация существующей береговой линии возможна с применением обоих типов берегозащитных технологий |
| 3 | Частная собственность | +5 | -4 | 0 | Модернизация существующей береговой линии |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | возможна с применением обоих типов берегозащитных технологий |
|--|--|--|--|--|--|

Во всех случаях, на основе оценки учета экологических параметров «мягкий» метод оказался более или нейтрально возможным для экологической устойчивости береговой линии. Однако, в случае «жилого района» даже «жесткая» защита, в сочетании с поддержкой экологических усилий, может обеспечить суммарно положительные или более широкие возможности для обеспечения экологической устойчивости.

Рассмотрим адаптивную способность берегозащитных технологий «мягкого» и «жесткого» типов для прибрежной зоны г. Сестрорецк. После введения в эксплуатацию КЗС при наводненческой ситуации затапливаются прибрежные зоны с восточной стороны дамбы, в том числе г. Сестрорецк. Большая часть затопления происходит в городском парке отдыха «Дубки», где пляж состоит из песка и камней. Исходя из этого разработаны два метода береговой защиты. Было установлено, что «жесткий» метод экономически не эффективен. В рамках «мягкой» берегозащитной технологии можно предложить два варианта береговой защиты: первый – намыв территории, второй – насыпной поднятый пляж. Первый метод имеет плохие экологические показатели и большие затраты с экономической точки зрения. Более предпочтителен второй способ защиты – насыпной поднятый пляж. Данный вариант береговой защиты при повышении уровня моря эффективен для прибрежной зоны г. Сестрорецк как с экологической, так и с экономической точек зрения.

Приложение А

Примерные области и условия применения берегозащитных технологий

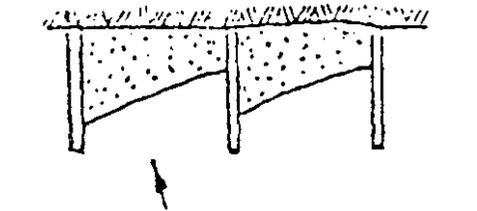
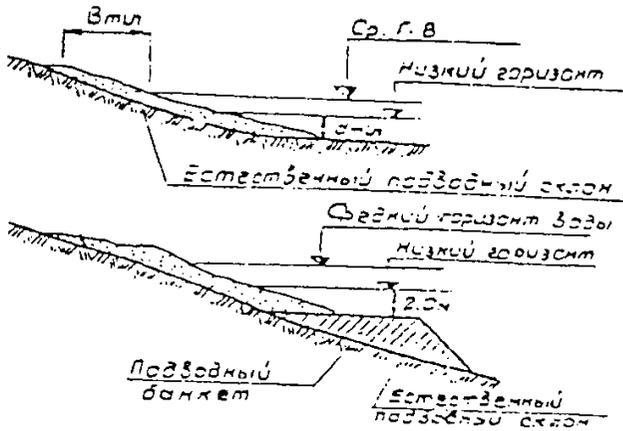
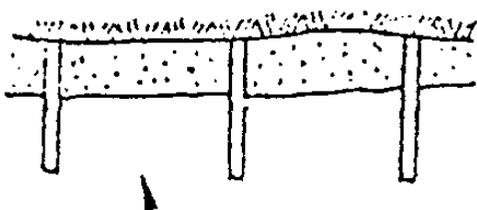
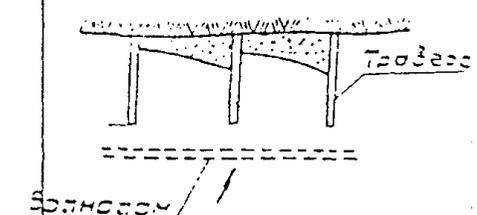
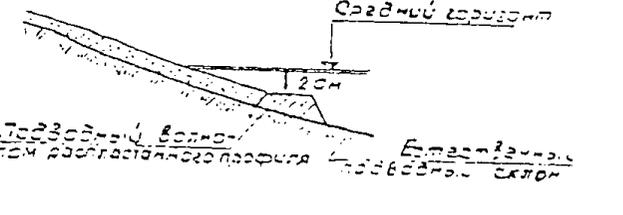
| Состояние берега и наличие пляжных наносов | Сооружения | Берега | | |
|---|--|---|--|-------------------|
| | | с песчаным пляжам | с песчано-галечным пляжам | с галечным пляжам |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Берег устойчив. Периодически (сезонные) размывы пляжа | Искусственный свободный пляж | Строиться при расширении существующего пляжа и при наличии пляжного материала | | |
| | Буны | | Применяются для расширения существующего пляжа в целях защиты его от размыва | |
| | Подводные волноломы | только на оползневых участках. | | |
| Берег размывается. Размыв на подводном склоне ограничен глубинами в прибойной зоне | Искусственный свободный пляж с периодическим пополнением | как основное средство защиты берега | как основное средство защиты берега при стоимости пляжного материала | |
| | Буны | При нехватке поступления наносов применение не рекомендуется | Применяются непроницаемые буны с искусственным пляжем | |
| | Подводные волноломы | Допускается на участках распространения оползней | | Не рекомендуется |
| | Сооружения с проницаемой конструкцией с | Допускается в сочетании с искусственным пляжем при условии постоянного пополнения | | |

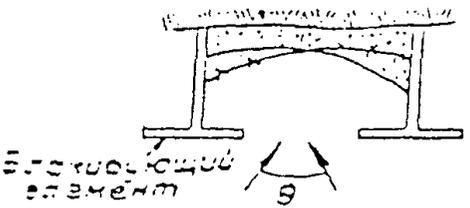
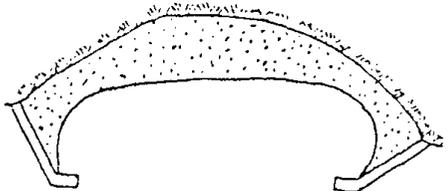
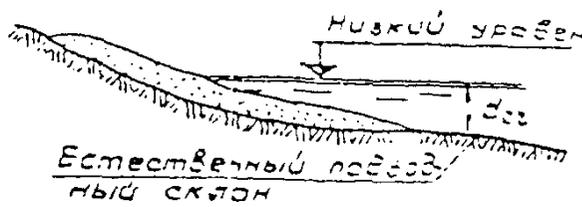
| Состояние берега и наличие пляжных наносов | Сооружения | Берега | | |
|--|--|---|--|-------------------|
| | | с песчаным пляжам | с песчано-галечным пляжам | с галечным пляжам |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | волновой камерой | | | |
| | Волноотбойные стены | | Строиться в комплексе с бунами или подводными волноломами для защиты от размывов берегового уступа | |
| | Волногасящие бермы и прикрытия из крупного камня и фасонных массивов | как противоаварийные сооружения на ограниченный срок службы (кроме рекреационных зон) | | |
| Угрожающий размыв берега. Размывы подводного склона может распространяться на большую глубину | Искусственные свободные пляжи | при условии их непрерывного пополнения наносами | | |
| | Волноотбойные стены | | Строиться в комплексе с бунами или подводными волноломами для защиты от размывов берегового уступа | |
| | Волногасящие бермы и прикрытия из горной массы, крупного камня и фасонных массивов | как противоаварийные сооружения на ограниченный срок службы (кроме рекреационных зон) | | |
| | Сооружения с | Строиться в сочетании с искусственным пляжем при условии | | |

| Состояние берега и наличие пляжных наносов | Сооружения | Берега | | |
|--|---|------------------------|---------------------------|-------------------|
| | | с песчаным пляжам | с песчано-галечным пляжам | с галечным пляжам |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | проницаемой конструкцией с волновой камерой | постоянного пополнения | | |

Приложение Б

Искусственные пляжи, защищенные различными типами берегозащитных технологий

| № п.п. | Типы сооружений | Характеристика конструкции | Эскиз компоновки сооружений с надводным пляжем | Эскиз сечения искусственного сооружения с естественным подводным склоном |
|--------|---------------------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Буны | Непроницаемые |  |  |
| | | Сквозные |  | |
| 2 | Подводные волноломы | Традиционная конструкция с горизонтальным профилем |  |  |

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| 3 | Буны, блокирующем элементом | |  <p>блокирующий элемент</p> | |
| 4 | Сооружения, предназначенные для усиления мысовых эффектов | |  |  <p>низкий уровень</p> <p>Естественный пологий склон</p> |

Приложение В

Структура экологических параметров

В1. Основа

В этом приложении содержится подробное описание контекста и основы для экологической оценки.

Изменение климата проявляется в прибрежных районах путем расширения пресноводных стоков, увеличение интенсивности шторма (волны), и высокий уровень моря. Эти процессы действуют непосредственно увеличивая риск наводнения в прибрежных районов, и они действуют непосредственно усиления эрозию, которая также может косвенно повысить риск наводнения.

Подход «Зеленый берег» (GS) к береговой линии применяется методом стабилизации, который поддерживает или улучшает естественные прибрежные свойства, чтобы береговая линия могла стать более устойчивой к повышению уровня моря (SLR) и сопутствующие прибрежные наводнения и эрозии. В GS руководствуются следующими принципами:

- 1) сохранение целостности или связности процессов в прибрежной зоне;
- 2) поддерживать или улучшать разнообразие местообитаний и функции;
- 3) минимизация или уменьшение загрязняющих веществ в морской среде, и
- 4) снижение совокупного воздействия на прибрежную среду.

Подходы GS обеспечивают альтернативу «жестким» инженерным подходам, таких как дамбы, которые предназначены для защиты собственности, но в конечном итоге: отражают энергию волн, усиление свойства эрозии, уменьшение количества органического вещества, усиление эрозии перед дамбой, уменьшение береговой линии или прибрежной растительности, удаление естественной береговой линии склона.

Некоторые примеры GS береговой линии альтернативны традиционным инженерным подходам, которые включают в себя:

- сохранении или повышении резервного запаса соли;
- расширение прибрежного болота;

➤ озеленение болота и т.д.

В некоторых случаях традиционные «жесткие» инженерные и GS гибридные подходы являются эффективными (и необходимо).

B2. Экологическая или устойчивая экосистема

В этой части, береговая линия и приливная зона были вместе и именовались как береговая полоса. Экологическая устойчивость была определена как способность береговой полосы абсорбировать нарушения без перехода к альтернативному состоянию и не терять свои функции и параметры.

Устойчивость включает в себя два отдельных процесса:

Сопrotивление к нарушению, то есть, насколько хорошо среда обитания может терпеть нарушения без перехода на «новый» подход, и восстанавливаться от нарушения;

Присущие биологические / экологические составляющие вида среды обитания до начала мероприятия, и природная продолжительность воздействия будет являться восстановлением.

Несколько важных экологических свойств или параметров лежат в основе экологической устойчивости в прибрежной морской экосистеме. Для этого было выбрано семь ключевых процессов или функций экосистем (см. табл. 1), которые оценивают экологические параметры в прибрежной зоне, проходя инженерные модификации для защиты от эрозии береговой линии, или затопления в результате повышения уровня моря. Предполагается, что участки, которые поддерживают эти эко системные параметры будут иметь наибольшую способность поддерживать экологическую устойчивость к повышению уровня моря.

В3. Структура оценки экологических параметров для защиты береговой полосы

Меры по защите береговой линии участка были оценены по отношению к семи экологическим параметрам, описанных в таблице 1.1. Экологические параметры являются одними из ключевых элементов, необходимые для поддержания или улучшения экологической устойчивости береговой линии на подъем уровня моря. Есть несколько проблем, которые следует иметь в виду, при выполнении оценки, в том числе:

- Местные и региональные морфологические и гидродинамические параметры (например, вдольбереговой дрейф, выпадение осадок) будет влиять на условия участка.

- Наклон морского дна в береговой полосе и почвенные условия в возвышенности будут диктоваться в частности, инженерным подходом, который подходит для участка.

- Региональное развитие береговой линии также должно быть рассмотрено.

- Сроки для поддержания или повышения береговой полосы экологическими параметрами зависит от многих факторов и, в конечном счете, требует контроля или повторной оценки эффективности окружающей среды.

- Критерии проектирования, применяющиеся для любого «мягкого» подхода имеет решающее значение для активизации экологических параметров. Стандарты должны применяться, в случае если это возможно.

Каждому экологическому параметру будет дана оценка в 2, 1, 0, -1 или -2 в зависимости от того, какие меры защиты береговой линия приняты или как инженерный подход (ЕА) влияет на экологические параметры. Следующие разделы содержат общее описание и руководящие принципы для получения оценки экологических параметров. Участки, что использовались как атрибуты, которые генерируют высокие положительные оценки (максимум +

16) будут предоставлять большие возможности для поддержания экологической устойчивости береговой полосы обитания. GS прибрежного развития системы (CDR) основана на принципах GS и рейтинг GS системы и предназначен для разработки и оценки эффективности проектирования. Приведенная ниже таблица показывает связи между экологическими параметрами и CDRS.

Таблица 1.1. Семь экологических параметров, требуемые для расширения экологической устойчивости

| Экологический параметр | Роль экосистемы |
|---|--|
| ES 1: вдольбереговые процессы переноса | сохранение прибрежных русловых процессов |
| ES 2: нагорная прибрежная береговая полоса | связь процессов |
| ES 3: Морская прибрежная растительность | структура экосистемы и функции |
| ES 4: Надводная и подводная растительность | структура экосистемы и функции |
| ES 5: Прибрежная среда обитания | структура экосистемы и функции |
| ES 6: Прибрежное разнообразие сред обитания | структура экосистемы и функции |
| ES 7: Прибрежно-шельфовая береговая полоса | связь процессов |

ES 1. Вдольбереговые процессы переноса

Цель: Для поддержания естественных вдольбереговых процессов переноса без изменения скорости течения воды или направление и / или волновой энергии.

Экологические параметры: сохранение вдольбереговых процессов переноса, таких как прибрежные потоки, будут способствовать повышению береговой полосы экологической устойчивости через два основных направления.

Во-первых, вдольбереговой дрейф, которые повторяется на разных линейных пространственных уровнях вдоль береговой линии, включает в себя осадки источника, транспортную зону и зону осаждения осадков. Транспортная зона является критической для перемещения осадков из источников осаждения. Со временем, модификация вдольбереговых потоков физическими структурами в береговой полосе можно прервать естественным потоком осадков. Поддержание функционируемых дрейфовых ячеек имеет решающее значение для поддержания нереста в верхней береговой полосе обитания ключевых кормовых рыб, таких как корюшка, Тихоокеанской песчанки.

Во-вторых, вдольбереговое прибрежное течение связывает несколько уровней и позволяют экосистеме к самоорганизации и оправиться от нарушения. Связь между видами, популяций и экосистем повышает емкость для восстановления, предоставляя источники личинок и морского происхождения питательные вещества, такие как нитраты. Сохранение вдольберегового прибрежного течения имеет решающее значение для питания морских обитателей и растительности.

Примечание: В во всех таблицах инженерный подход будет считаться как «жесткий» и «мягкий».

Таблица ES1: Экологические результаты обслуживания для вдольберегового переноса (EA = инженерный подход).

| ES 1: Вдольбереговые процессы переноса | |
|--|--|
| Оценка | Наставление |
| +2 | Результаты EA > 50%, то от растительности берега, без каких-либо жестких структур, таких как морские дамбы и |

| | |
|----|---|
| | наброски, или размещение сублиторальных структур параллельно береговой линии вне зоны береговой полосы, не оказывают влияния на вдольбереговой процесс переноса (например, прибрежный уступ) |
| +1 | Результаты ЕА в <50%, то от растительности берега, без каких-либо жестких структур, таких как морские дамбы и наброски, или размещение сублиторальных структур параллельно береговой линии вне зоны береговой полосы, не оказывают влияния на вдольбереговой процесс переноса (например, прибрежный уступ). |
| 0 | в свете истории участка, ЕА не изменяет вдольбереговой процесс переноса |
| -1 | Результаты ЕА, в размещении твердых структур, таких как дамб или отсыпки, параллельно и вдоль береговой линии, <50% действуют, чтобы отразить энергию волн. |
| -2 | ЕА приводит к размещению твердых структур, работающих перпендикулярно береговой линии, и песок, который течет на соседний пляж. Таким образом, если на одной пляже работает "хорошо", это может быть причиной эрозии в другом месте. |

ES 2. Нагорная прибрежная береговая полоса

Цель: Для поддержания или повышения двунаправленного движения органических и неорганических материалов между береговой полосой и возвышенностью.

Экологические параметры: переходная зона между возвышенной береговой полосой обеспечивает многие экологические параметры, которые в конечном счете способствуют экологической устойчивости из береговой полосы экосистем. Эти параметры включают в себя движение питательных веществ из береговой полосы (например, пляж пузырьчатый) в возвышенности, движение питательных веществ из пресной воды от

возвышенности в береговой полосе, а также движения в обоих направлениях для широкого спектра беспозвоночных (например, крабы) и позвоночных (например, речные выдры).

«Жесткие» инженерные сооружения, такие как вертикальные дамбы можно заменить естественной наклонной береговой линией и устранить постепенные изменения в глубинах, тем самым представляя непроходимые барьеры для органического и неорганического перемещения между береговой полосой и возвышенностью. Например, волноломы предотвращают обмен и снабжение песка между горными источниками и береговой полосой пляжа.

Армированные волноломы могут также изолировать соседние возвышенности обитания. Например, дамбы могут предотвратить пузырчатое движение в солончаках, и возвышенность дамб может уменьшить сток в течение болот и сосредоточить поток в нескольких областях береговой полосы.

Таблица ES2: Экологические результаты обслуживания для всех береговых связей (ЕА = инженерный подход).

| ES 2: нагорная прибрежная береговая полоса | |
|--|--|
| Оценка | Наставление |
| +2 | ЕА обеспечивает естественный доступ 100% от береговой линии для движения органических и неорганические материалов между горной и береговой полосы (например, морская прибрежная растительность, пляж, дюны). |
| +1 | ЕА обеспечивает естественный доступ, по меньшей мере, 50% береговой линии для передвижения органических и неорганические материалов между горной и береговой полосы (например, морская прибрежная растительность, пляж, дюны). |

| | |
|----|--|
| 0 | в свете истории участка, ЕА не представляет существенный барьер или усовершенствование по береговому движению органических и неорганических материалов между горной и береговой полосы. |
| -1 | ЕА использует жесткие вертикальные структуры (например, дамбы или переборки) на <50% береговой линии, что запрещает движение органических и неорганических материалов между горной и береговой полосы. |
| -2 | ЕА использует жесткие вертикальные структуры (например, дамбы или переборки) на > 50% береговой линии, что запрещает движение органических и неорганических материалов между горной и береговой полосы |

ES 3. Морская прибрежная растительность

Цель: Для поддержания или повышения присутствие морской прибрежной растительности в 5 м от вдольбереговой линии между верхней береговой полосой и возвышенностью.

Экологический параметр: Морская прибрежная растительность (MRV) в качестве динамической эко-зоны расширяется и к берегу и к морю из-за высокого уровня воды. Это, как правило, происходят на границе земли и воды на более высоком паводке большого прилива или на высокой отметке уровня воды (HWM). Береговая линия на диаграмме показана, как HWM, но на практике, морская прибрежная зона обычно лучше всего определяется в поле из пространственной протяженности растительности и коряг. MRV включает в себя многочисленные виды травы, осоки, кустарники, травы и деревья, найденные на или вблизи HWM. Поскольку многие растения вдольбереговой линия ограничены наличием соленой воды, их рост обращенный к морю в средней приливной зоне ограничен. Есть несколько экологических параметров

морской прибрежной растительности, что будет способствовать устойчивости береговой полосы, в том числе:

➤ Стабильность почвы и донных отложений: шелушение и взвешивание твердых частиц на пляже и местах обитания рыб может быть ускорено на берегах, где морская прибрежная растительность была удален. Высокие наносы и избыток мутности может повлиять на производительность обитания рыб на всех высотах от пляжа и возможно на вдольбереговые процессы переноса.

➤ Наличие морской прибрежной растительности имеет прямое влияние (через затенение) при инкубации успех для кормовых видов рыб, таких как корюшка (*Neromesus pretiosus*) и Тихоокеанской песчанки (*Ammodytes hexapterus*), два вида которых порождают и инкубируют яйца в подложках на высоких областях пляжей.

➤ MRV предоставляет обитания диких животных и питательных веществ, и опавших листьев; повышает условия кормления молодого лосося; и повышает среду обитания у береговой полосы.

➤ MRV также выступает в качестве фильтра верховой воды, протекающей в береговой полосе и повышает качество воды.

Таблица ES3: Экологические результаты обслуживания для морской прибрежной растительности (EA = инженерный подход).

| ES 3: Морская прибрежная растительность | |
|---|--|
| Оценка | Наставление |
| +2 | EA включает в себя восстановление или усиление > 50% береговой линии с эндемичными MRV в 5 м зоне, прилегающей к HWM |
| +1 | EA включает в себя восстановление или усиление < 50% береговой линии с эндемичными MRV в 5 м зоне, прилегающей к HWM |

| | |
|----|---|
| 0 | в свете истории участка, ЕА не уничтожает или повышает береговую линию MRV |
| -1 | ЕА приводит к удалению до 50% от эндемической MRV, и / или уменьшает зону MRV к < ширине 5 м рядом с HWM, и / или заменяет эндемичных MRV с травой или закаленной поверхностью (например, асфальт). |
| -2 | Результаты ЕА к удалению > 50% эндемической MRV, и / или уменьшает зону MRV к < 5 м прилегающих к HWM, и / или заменяет эндемичных MRV с травой или твердых поверхностей (например, асфальт). |

ES 4. Надводная и подводная растительность

Цель: Для поддержания или повышения регионов надводной или подводной растительностью ниже береговой линии.

Экологические параметры: Мягкие подходы, такие как прибрежные водно-болотных угодий (CW) могут помочь защитить береговую линию от наводнений и эрозии, поглощая волны и замедляя поток высокой воды. Прибрежные водно-болотных угодья могут принимать различные формы в зависимости от физических особенностей того или иного района, но, как правило, включают в себя приливные бассейны, соляные болота, илистые отмели, скалистые берега и галечные пляжи. Так как CW, как правило, шире, чем линейные армированные конструкций, они требуют больше земли, прилегающей к берегу. CW адаптированы к повышению уровня моря пока по трем условиям.

Во-первых, по часовой стрелке должен быть способ миграции внутри страны.

Во-вторых, CW должны быть снабжены осадками и отвечать вертикально SLR.

И в-третьих, CW обитания требует время, чтобы установить и приспособить (миграция) для SLR.

План повышения экологической ценности и эстетики.

Агентство по охране окружающей среды США отмечает, что эффективность водно-болотных угодий для разлива снижения будет варьироваться в зависимости от размера водно-болотных угодий, типа и состояния растительности, расположения водно-болотных угодий в пути от наводнения, и насыщение почвы. Один акр водно-болотных угодий может поглотить около трех акров футов воды (1000000 галлонов). Комбинированная с возможностью хранения воды, водно-болотных угодий растительность может помочь замедлить скорость паводковых вод, а может фактически уменьшить высоту наводнений и разрушительный потенциал волны.

Таблица ES 4: Экологические результаты обслуживания для надводной и подводной растительности (EA = инженерный подход).

| ES 4: Надводная и подводная растительность | |
|--|---|
| Оценка | Наставление |
| +2 | EA растений или повышение плотности надводной или подводной растительности вдоль >50% береговой линии. |
| +1 | EA растений или повышение плотности надводной или подводной растительности вдоль не менее 50% от береговой линии |
| 0 | в свете истории участка, EA не увеличивает или уменьшает существующую/возникающую или погружающую водную растительность |
| -1 | EA приводит к снижению надводной или подводной растительности вдоль <50% береговой линии. |
| -2 | EA удаляет все существующие/возникающие из затопленных водных растительность вдоль > 50% береговой линии. |

ES 5. Прибрежная среда обитания

Цель: Для поддержания или повышения существующего природного набора прибрежной среды обитания.

Экологический параметр: Прибрежная среда обитания, присутствующая на участке приспособляется к местным гидродинамическим условиям, а именно воздействию ветра, волн, приливов и отливов, и / или течению рек (пресная вода). Изменения существующей береговой полосы обитания инженерным подходом ухудшит продуктивность и экологическую устойчивость участка. Например, вертикальные инженерные структуры, таких как морские стены, заменяют наклонные береговые линии и устраняют постепенные и разнообразные изменения в глубине береговой полосы, таким образом, уменьшая функционирования среды обитания.

Некоторые ключевые функции морской среды обитания для поддержания или повышения экологической устойчивости на месте, включают в себя:

➤ Внутренняя емкость береговой полосы обитания для производства первичной и вторичной добычи (например, микро, мезо и макро бентоса) для потребления высших позвоночных, таких как рыбы, птицы, и млекопитающие.

➤ Физическая пространственная структура обитания играет ключевую роль в функционировании обитания рыб и беспозвоночных (например, молодой морской окунь, крабы).

➤ В конечном счете, сочетание структуры среды обитания, повышение температуры воды обеспечивают необходимые условия для повышения выживаемости и роста рыб и беспозвоночных.

Таблица ES5: Экологические результаты обслуживания для морской прибрежной растительности (ЕА = инженерный подход).

| ES 5: Морская прибрежная растительность | |
|--|--|
| Оценка | Наставление |
| +2 | ЕА восстанавливает или улучшает > 50% встречающегося в природе береговую среду обитания. |
| +1 | ЕА восстанавливает или усиливает <50% встречающегося в природе береговую среду обитания. |
| 0 | в свете истории участка, ЕА не уменьшает или увеличивает естественный БЕНТОС обитания. |
| -1 | ЕА уменьшает до 50% места обитания морской прибрежной растительности |
| -2 | ЕА снижает более чем на 50% места обитания морской прибрежной растительности |

ES 6. Прибрежное разнообразие сред обитания

Цель: Поддерживать или улучшать разнообразие сред обитания на месте.

Экологический параметр: разнообразие мест обитания на участке, часто называют мозаику мест обитания, непосредственно способствует увеличению видового разнообразия. В конечном счете, разнообразие морских местообитаний в пределах и за береговым участком будут непосредственно связаны с разнообразием видов, обитающих на этом участке. Теория предсказывает, что экологическая устойчивость возрастает с компенсационных видов и количества на виды в пищевых цепях, и что экосистемы несколько чрезвычайно чувствительны к удалению любых видов.

«Жесткий» инженерный подход может негативно сказаться на береговой полосе разнообразия сред обитания за счет уменьшения количества приливной среды обитания, сокращения производства добычи, а также увеличение температуры воды. Все остальные подходы использованы для

изменения береговой линии, для повышения разнообразия среды обитания, в том числе подбирая определенный вид пористой породы для улучшения водорослей и макро фауны колонизации. Что, например, бетонные блоки с тонкой или грубой поверхностью, оказались более колонизированы зелеными водорослями, чем плиты с гладкой поверхностью. Геометрические структуры в пределах плит (например, чашки и отверстия) сохраняют воду дольше во время отлива и выступают начальной колонизацией для зеленых водорослей. Небольшие изменения обеих текстур и структуры бетонной конструкции в пределах приливно-отливной зоны привело к улучшению поселения, колонизации и увеличение разнообразия водорослей и макробентоса. В конечном счете, создание макросов или микро среды обитания на участке через тщательную разработку будет действовать для повышения береговой полосы разнообразия сред обитания и в конечном итоге сохранит экологический параметр.

Таблица ES6: Экологические результаты обслуживания для повышения разнообразия среды обитания (EA = инженерный подход).

| ES 6: Прибрежное разнообразие сред обитания | |
|---|---|
| Оценка | Наставление |
| +2 | EA увеличивает разнообразие прибрежной среды обитания, по крайней мере по береговой линии. |
| +1 | EA увеличивает разнообразие прибрежной среды обитания, по крайней мере, 1 бентоса типа среды обитания вдоль береговой линия |
| 0 | EA не уничтожает или повышает береговую полосу или сублиторальную неоднородную среду обитания |
| -1 | EA приводит непосредственно к удалению или уничтожению <50% существующих береговых сред обитания. |
| -2 | EA приводит непосредственно к удалению или уничтожению > 50% существующих береговых сред обитания. |

ES 7. Прибрежно-шельфовая береговая полоса

Цель: Уменьшения ветровой экспозиции волны и улучшить осаждение в береговых областях путем защиты, обеспечивая морские сооружения.

Экологические параметры: волнорезы в нижних приливно-отливных или суб-приливных зонах уже давно используются для повышения экологических параметров в береговой полосе. Например, защита от воздействия волн приводит к снижению эрозии береговой линии, и создает спокойные области, лежащие в волноломной структуре, чтобы увеличить осаждение, и в конечном итоге колонизации под флюсом водной растительности. Рифовые виды таких как устрицы и мидий были часто используемы для изменения локальных гидродинамических процессов (например, затухание волны), а также увеличение осаждение рифа. Биотические структуры способствовали стабилизации приливной среды обитания и повышению разнообразия местных видов путем предоставления 3D структуры на дне моря.

Хотя концепция кажется простой, понимание требований среды обитания биогенных видов, необходимо для достижения максимального эффекта. Кроме того, критерии проектирования биогенного рифа критический из-за возможности для рифа изменить местных вдольбереговые потоки и размещение рифов будет охватывать и уничтожать существующие среды обитания на морском дне. Тем не менее, ключевым фактором в размещении любого морского волнолома влияет на существующие нижние приливно-отливные или верхние суб-приливные среды обитания и потери их экологических параметров.

Таблица ES7: Экологические результаты прибрежно-шельфовой береговой полосы (EA = инженерный подход).

| ES 6: Прибрежное разнообразие сред обитания | |
|---|--|
| Оценка | Наставление |
| +2 | EA представляет естественную биогенную структуру (например, устричный риф), перпендикулярный воздействию |

| | |
|----|---|
| | доминирующей волны |
| +1 | ЕА представляется без биогенной структуры (например, валуны) перпендикулярно воздействию доминирующей волны |
| 0 | ЕА не изменяет приливную или суб-приливную структуру |
| -1 | ЕА представляет одну непрерывную рукотворную или биогенную структуры параллельно < 50% берега. Это приведет к изменению вдольберегового потоков и изменит характер отложений в береговой полосе. |
| -2 | ЕА представляет одну непрерывную рукотворную или биогенную параллельную структуру, чтобы >50% берега. Это приведет к изменению вдольберегового потоков и изменит характер отложений в береговой полосе. |

Приложение Г
Краткий справочник сокращений

КЗС – Комплекс защитных сооружений

SLR – Sea Levels Risk – повышение уровня моря

GS – Greenshore – «Зеленый берег»

CDRS – Coastal development rating system – оценка системы развития
прибрежной зоны

MRV - Marine riparian vegetation - Морская прибрежная растительность

HWM - High water mark – Повышенная (высокая) отметка уровня

CW - coastal wetlands – прибрежные водно-болотные угодья

Библиографический список

1. СП 32-103-97 «Проектирование морских берегозащитных сооружений» - Москва, 1998 г.
2. Рычагов Г.И. Формы абразионных берегов. Абразионный обрыв (клиф). Разрушительная работа моря.
3. Строительные нормы и правила «Инженерные изыскания для строительства» СНиП 1.02.07-87. Государственный строительный комитет СССР. Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР. Москва 1987
4. Макаров К.Н. Основы проектирования берегозащитных мероприятий. - М.: ПНИИИС Госстроя РФ, 1999.
5. Рекомендации по проектированию и строительству волногасящих прикритий из фасонных массивов. -М.: ВНИИТрансстроя, 1979. -42с.
6. Marine Shoreline Design Guidelines. Johannessen, J., A. MacLennan, A. Blue, J. Waggoner, S. Williams, W. Gerstel, R. Barnard, R. Carman and H. Shipman. Washington Department of Fish and Wildlife. Olympia, Washington. 2014.
7. Сокольников Ю.Н. Основы инженерной морфодинамики берегов и ее приложения. -Киев: Наукова думка, 1976. -314с.
8. Дзаганя Е.В., Крыленко В.И. Выбор критериев оптимизации мероприятий по защите прибрежных объектов от разрушения волнами / Деп. рук. - Донецк: ООО «Экотехнология», 2005. 71 с. Деп. в ГНТБ Украины 3.10.2005. № 59-Ук-2005 (Библиографич. указатель "Депонир. науч. раб." ВИНТИ РАН. 2006, № 1. Б/о № 10).
9. Cost of Adaptation – Sea Dikes & Alternative Strategies, Final Report. Report prepared for MFLNRO by Delcan, October 2012.
10. Coastal Development Rating System, Version 1.0. Online Report of The Stewardship Centre for British Columbia, http://stewardshipcentrebc.ca/PDF_docs/greenshores/GreenShoresCDRS.pdf

11. Coastal Habitats Shield People and Property from Sea-Level Rise and Storms. Letters, Nature and Climate Change, Advance Online Publication, www.nature.com, 14 July 2013.
12. Guidelines for Management of Flood Protection Works in British Columbia. Public Safety Section, Water Management Branch, Province of British Columbia, Ministry of Environment, Lands and Parks. March 1999.
13. A Stronger, More Resilient New York – Chapter 3 Coastal. plaNYC, June 2013, <http://www.nyc.gov/html/sirr/html/report>
14. Dike Design and Construction Guide: Best Management Practices for British Columbia. Flood Hazard Management Section, Environmental Protection Division, Province of British Columbia, Ministry of Water, Land and Air Protection. July 2003.
15. Costs of Adapting Coastal Defenses to Sea-Level Rise – New Estimates and their Implications. Jonkman et al, Journal of Coastal Research, Pre-print online 19 April 2013.
16. Аверкиев А.С. Оценка влияния циклонической активности на колебания уровня воды в Невской губе // Уч. зап. РГГМУ, 2011, № 18.
17. Аверкиев А.С., Клеванный К.А. Определение траекторий и скоростей циклонов, приводящих к максимальным подъемам воды в Финском заливе // Метеорология и гидрология, 2007, № 8, с. 55-63.
18. Андреев П.Н., Дворников А.Ю., Рябченко В.А., Цепелев В.Ю., Смирнов К.Г. Воспроизведение штормовых нагонов в Невской губе на основе трехмерной модели циркуляции в условиях маневрирования затворами комплекса защитных сооружений // Фундамент. и прикладн. гидрофизика, 2013, т. 6, № 4.
19. Беспятых Ю.Н. Наводнения в Петербурге Петра I.– Санкт-Петербург, Историческая иллюстрация, 2013.
20. Гордеева С.М., Малинин В.Н. О типизации траекторий циклонов, приводящих к невиским наводнениям // Общество. Среда. Развитие, 2012, № 2, с. 187-193.

21. Гордеева С.М., Малинин В.Н., Митина Ю.В. О современных изменениях климата и уровня Финского залива // Охрана окруж. среды и природопольз., 2011, № 3, с. 64-67.
22. Комплекс защитных сооружений (КЗС) г. Санкт-Петербурга от наводнений/ ФКП «Дирекция комплекса защитных сооружений Министерства регионального развития Российской Федерации». – Электронный текст. – Доступ: <http://www.dambaspb.ru/about>
23. Клеванный К.А., Аверкиев А.С. Влияние работы комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений на подъем уровня воды в восточной части Финского залива // Общество. Среда. Развитие, 2011, № 1, с. 204-209.
24. Аверкиев А.С., Клеванный К.А. Расчет экстремальных уровней воды в восточной части Финского залива // Метеорология и гидрология, 2009, № 11, с. 59-68.
25. РД 153-34.2-002-01 «Временная методика оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнического сооружения». - 01.05.2001 г.
26. «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» - 1994 г.
27. Экономика строительства (под ред. И.С.Степанова). - М.: Юрайт, 2003. -591с.