



РОССИЯ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
ФИРМА ООО «ВЭЙВ»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «ВЭЙВ»

д.т.н., проф. К.Н.Макаров

Заказчик: Общество ограниченной ответственности ООО «ГЕОИЗОЛ»

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

**Исследование эффективности проектируемых
пляжеудерживающих сооружений и определение границ зон
загрязнения морской воды при разработке и намыве песчаного
материала в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск,
Калининградская область на основе
математического моделирования**

Объект:

**«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос.
Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап.
Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногася-
щих пляжей)». (Корректировка)**

Сочи – 2019

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 1
-----	------	----------	-------	------	---	-----------

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование	Лист
	ВВЕДЕНИЕ	3
1	СОСТАВ ПРОЕКТА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	5
1.1	Существующее положение на проектной площадке берега	5
1.2	Состав проекта	17
1.3	Нормативные требования	22
1.4	Задачи исследований	26
2	ФИЗИКО - ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТНОГО УЧАСТКА	29
3	МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРО-ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ..	64
3.1	Волновой режим	64
3.2	Течения на акватории участка проектирования	77
3.3	Расчетные уровни моря	82
3.4	Литодинамические характеристики	84
4	МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛЯЖА И ПЛЯЖЕУДЕРЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ	93
4.1	Свободный песчаный пляж	93
4.2	Пляж с системой бун	95
4.3	Пляж с системой бун и волноломов	102
4.4	Пляж с системой волноломов	109
5.	ВОДООБМЕН ПРОЕКТНЫХ АКВАТОРИЙ С ОТКРЫТЫМ МОРЕМ	121
6.	МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ	126
6.1	Моделирование распространения взвеси при разработке морского подводного карьера песка	126
6.2	Моделирование распространения взвеси при намыве пляжа	133
7	ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГА ПРИ ИЗЪЯТИИ ПЛЯЖЕОБРАЗУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ НАМЫВА ПЛЯЖА	140
8	ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	149
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	156
	Приложение № 1. Техническое задание	160
	Приложение № 2. Свидетельство об официальной регистрации программного комплекса «БЕРЕГ»	163
	Приложение № 3. Свидетельство о государственной регистрации системы ИПАС	164
	Приложение № 4. Свидетельство о государственной регистрации Программы расчета динамики пляжей	165
	Приложение № 5. Свидетельство о государственной регистрации Программы расчета волногасящих откосных укреплений	166

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 2
-----	------	----------	-------	------	---	-----------

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа: «Исследование эффективности проектируемых пляжеудерживающих сооружений и определение границ зон загрязнения морской воды при разработке и намыве песчаного материала в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область на основе математического моделирования» по проекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка) выполнена для обоснования конструкции и конфигурации гидротехнических сооружений, обеспечивающих устойчивость вновь создаваемого песчаного пляжа. Пляж создается путем намыва из материала подводного карьера.

Проектный участок расположен на Калининградском побережье Балтийского моря в г. Светлогорске между существующим спуском к пляжу в пос. Отрадное и ул. Балтийской и включает Светлогорскую бухту.

Существующие сооружения представляют собой набережную с узким песчаным пляжем и волнозащитной стеной сквозной конструкции с променадом. На участке сохранились остатки немецких бун. Современных пляжеудерживающих сооружений (бун или волноломов) в настоящее время на проектом участке нет. Ширина пляжа – 10 – 15 м не обеспечивает гашение волн, а также рекреационные потребности.

В пределах рассматриваемого участка берега на длине 2040 м в 2019 г. разработан проект проведения аварийно-восстановительных берегозащитных мероприятий на объекте «Набережная в Светлогорске». Проект предполагает строительство 35 деревянных бун длиной по 60 м с расстоянием между бунами – 60 м.

Общая длина проектного участка – около 4550 м. Он может быть разделен на 2 фрагмента:

- восточный длиной 1900 м от ул. Балтийской до солнечных часов на променаде. Азимут линии берега $\alpha_{бв} = 70-250^{\circ}$;

- западный длиной 2650 м от солнечных часов до спуска на пляж в пос. Отрадное. Азимут линии берега $\alpha_{бз} = 80-260^{\circ}$.

Генеральный азимут линии берега $\alpha_{бг} = 75-255^{\circ}$.

В рамках проекта предусматривается создание искусственного песчаного пляжа шириной не менее 70 м в надводной части (в штиль), обеспечивающего гашение волн, устойчивость променада и рекреационные требования.

Пляж предполагается создать путем намыва песка из подводного карьера, расположенного к СВ от проектного участка на глубинах 22 – 26 м. В рамках вариантного проектирования рассматриваются свободный пляж без пляжеудерживающих сооружений, пляж с пляжеудерживающими бунами, сочетание бун с волноломами, только волноломы, искусственные мысы с бухтами между ними. Буны и берегоукрепление, выполняемые в рамках проекта аварийно-восстановительных работ, рассматриваются как составная часть проектируемых инженерных мероприятий.

Класс проектируемых искусственного пляжа и пляжеудерживающих сооружений согласно нормативным документам принят равным III.

Цель и задачи работы приведены в соответствии с Техническим заданием (Приложение № 1).

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № инв. №	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 3
-----	------	----------	-------	------	---	-----------

Цель работы - подготовка исходных материалов для разработки проектной документации по объекту «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка).

Задачи работы:

1. Определение расчетных уровней моря.
2. Расчет элементов волн на глубокой воде в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет по всем волноопасным направлениям и среднемноголетней розы волнений.
3. Расчет связи трех элементов волн (высоты, периода и длины) с глубиной в прибойной зоне в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет при высоте волн более 3 м.
4. Расчет скорости вдольберегового волноприбойного течения на акватории со сложным рельефом дна и наличием сооружений.
5. Составление баланса твердого стока при числе расчетных створов 6-10.
6. Определение деформаций при разрушающихся берегах с деформациями дна, движение наносов интенсивное.
7. Моделирование взаимодействия волн с проектируемыми пляжеудерживающими и волногасящими сооружениями с определением их конструкции и конфигурации.
8. Моделирование динамики намываемого пляжа с определением объемов намыва и ежегодных пополнений.
9. Моделирование распространения взвеси при разработке морского подводного карьера песка.
10. Моделирование распространения взвеси при намыве пляжа и устройстве бун.
11. Расчет водообмена в прибрежной зоне с учетом предлагаемых берегозащитных сооружений, определение наличия застойных зон.
12. Разработка рекомендаций для проектирования (определение параметров устраиваемого пляжа и пляжеудерживающих сооружений).
13. Разработка рекомендаций по производству работ при устройстве пляжа и пляжеудерживающих сооружений.

Математическое моделирование выполнялось по программам, реализующим нормативные методы расчетов уровня и ветрового режимов, генерации волн ветром на глубокой воде, их рефракции и трансформации в прибрежной зоне, а также взаимодействия волн с сооружениями и пляжами. Свидетельства о регистрации программных средств приведены в Приложениях 2 - 4.

В качестве исходных данных использовались результаты инженерно-гидрометеорологических и геологических изысканий, батиметрические карты и планы исследуемой акватории, данные наблюдений на Гидрометеорологических станциях (ГМС), а также в районе открытого моря, прилегающем к участку проектирования и на нефтедобывающей платформе Д-6.

В работе использованы данные о ветре и волнении в Балтийском море, приведенные в Российском морском регистре судоходства и других справочных изданиях, данные натурных изысканий и обследований, а также предпроектные проработки.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

1 СОСТАВ ПРОЕКТА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Существующее положение на проектом участке берега

Проектный участок расположен на Калининградском побережье Балтийского моря в г. Светлогорске между существующим спуском к пляжу в пос. Отрадное и ул. Балтийской и включает Светлогорскую бухту (рисунки 1.1 - 1.4).

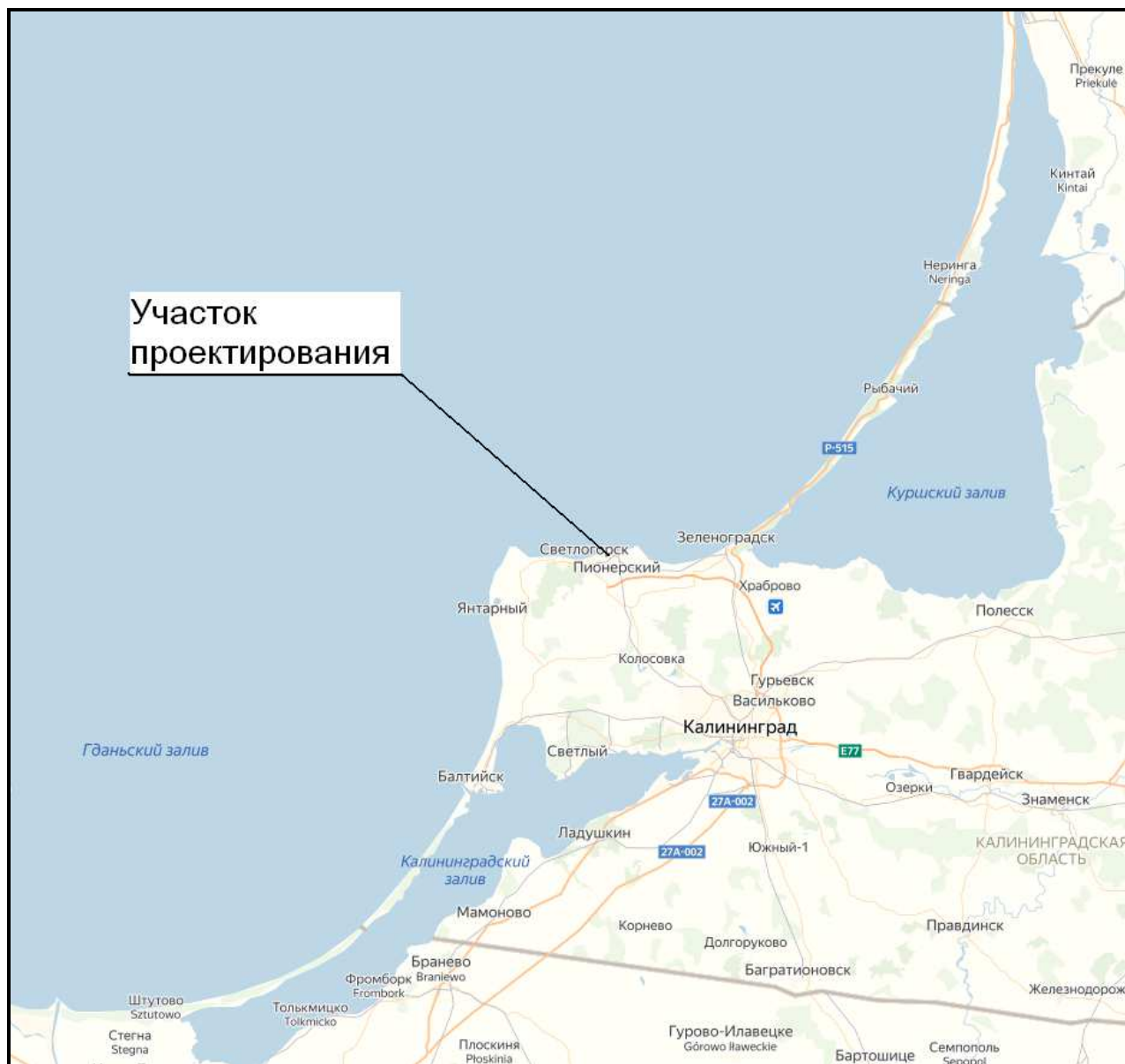


Рисунок 1.1 - Ситуационный план расположения проектного участка на Калининградском побережье Балтийского моря

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)



Рисунок 1.2 - Расположение проектного участка в г. Светлогорске



Рисунок 1.3 – Гидрографическая карта акватории, прилегающей к проектному участку с Куршской косой

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
 «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
 пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
 пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)



Рисунок 1.4 – Гидрографическая карта северного побережья Самбийского полуострова

Общая длина проектного участка – около 4550 м. Он может быть разделен на 2 фрагмента:

- восточный длиной 1900 м от ул. Балтийской до солнечных часов на променаде. Азимут линии берега $\alpha_{обв} = 70-250^0$;
- западный длиной 2650 м от солнечных часов до спуска на пляж в пос. Отрадное. Азимут линии берега $\alpha_{обз} = 80-260^0$.

Генеральный азимут линии берега $\alpha_{ог} = 75-255^0$.

Фрагменты батиметрического плана участка проектирования приведены на рисунках 1.5 - 1.7.

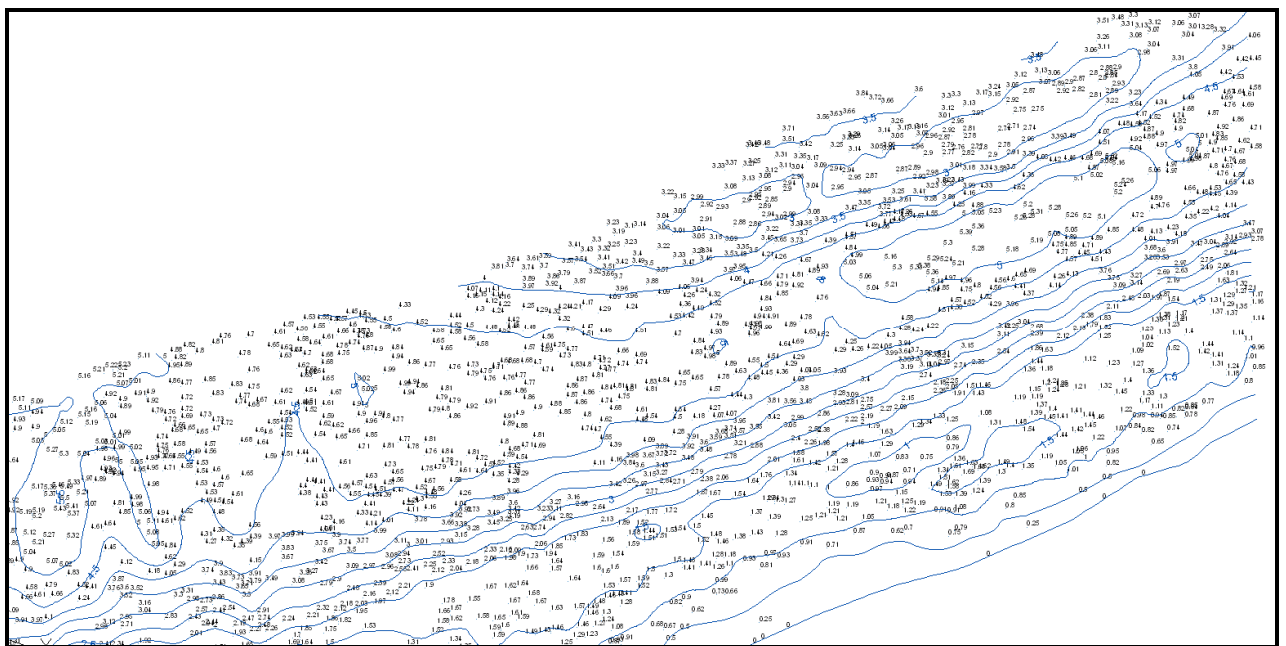


Рисунок 1.5 – Фрагмент батиметрического план восточной части проектного участка

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Лист

7

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит

Изм.

№ докум.

Подп.

Дата

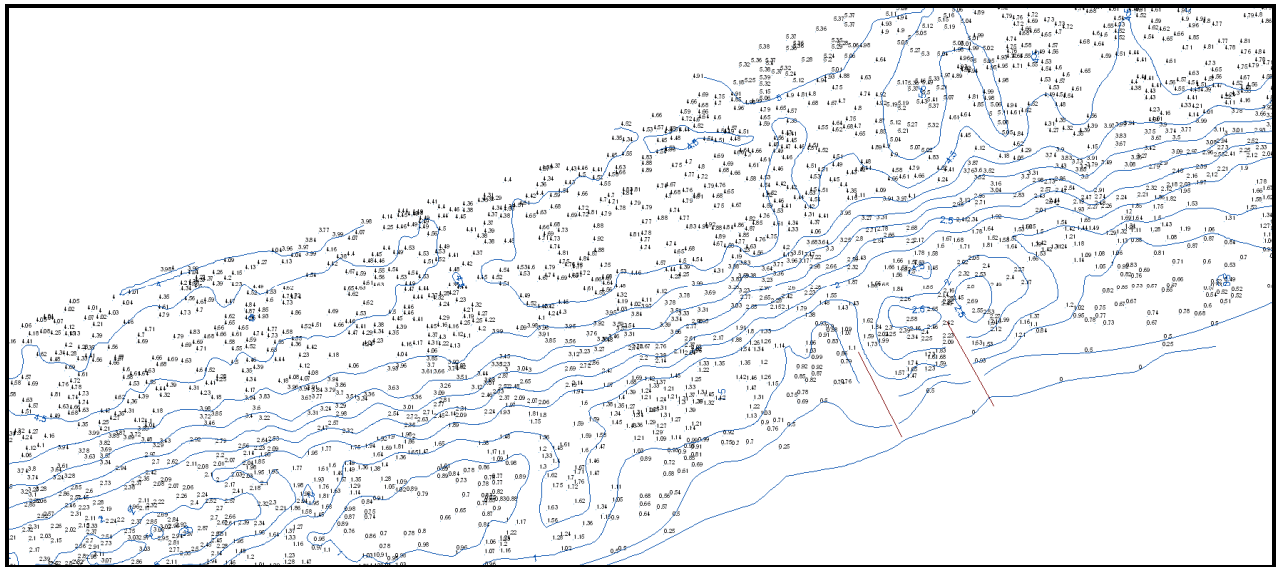


Рисунок 1.6 – Фрагмент батиметрического план средней части проектного участка

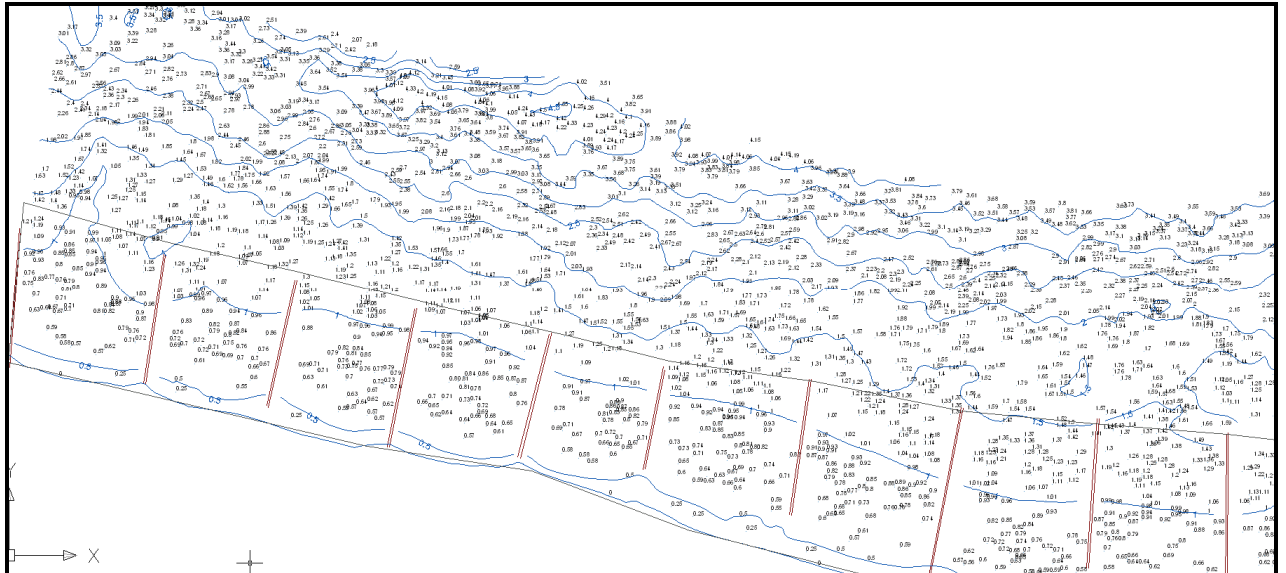


Рисунок 1.7 – Фрагмент батиметрического план западной части проектного участка

Средний уклон естественного дна до глубины 5 м составляет $i_{дна\ ест.} = 0,017$.

На северном побережье Самбийского полуострова защита активных абразионных участков берега с узким пляжем и береговых уступов от разрушений волнами осуществлялась путем строительства сооружений активного (буны) и пассивного (стены, опояски) типов [66, 70]. Сооружения строились в разное время, начиная с XIX века. Волноотбойные стены, состоящие из камня или бетона с крутой передней стороной, чаще всего строились у мысов (м.Таран). Позже, в 20-30 годы XX века были построены: бетонная стена у пос. Лесное (разрушена), в г. Светлогорске (под променадом), в г. Пионерске - с подветренной стороны порта и в г. Зеленоградске.

Кроме того, на рубеже XIX и XX в.в. были построены деревянные свайные опояски у п. Янтарный, у г. Светлогорска и г. Зеленоградска, которые в настоящее время не сохранились. Наиболее распространенные сооружения активного типа - свайные буны, строились из дерева и из металла на участках, подверженных наиболее сильному разрушениям. Это в основном бухтовые участки и вогнутости берега. Исключением является выступ берега у п.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Отрадное, где построено около десятка бун. Всего было построено 223 буны различной конструкции в береговой полосе длиной 21 км.

В послевоенное время в береговой зоне Самбийского полуострова и Куршской косы строились берегозащитные сооружения в основном пассивного типа. В 1962 году в пос. Отрадное штормом редкой повторяемости была снесена часть берегового уступа, в результате чего оживились оползни, угрожавшие жилой застройке. Тогда в аварийном порядке у подножия уступа была построена бетонная опояска длиной 930 м. Такие же опояски были построены в г. Светлогорске (500 м) и г. Зеленоградске (1100 м).

В 1965-1968 гг. в Светлогорске была выстроена стена-набережная длиной 250 м и 230 метровый променад. Подобное сооружение длиной 1055 м было возведено и в г. Зеленоградске.

В период с 1982 по 1985 год в г. Светлогорске была удлинена береговая опояска к западу от набережной. Конструкция из железобетонных свай с каменной наброской, перекрытых железобетонными плитами длиной 6.0 м.

К востоку от набережной у спортлагеря "Юность" установлена волногасящая конструкция из тетраподов длиной 303 м, а также опояска, состоящая из железобетонных брусьев и свай, установленных друг на друге и уложенных на фашинном основании. Протяженность опояски 68 м.

В 1986-1987 г.г. в Зеленоградске и Светлогорске работы по удлинению береговых опоясок были продолжены. В Зеленоградске они были построены на длине 148 м. Опояска представляет собой проницаемую волногасящую конструкцию из железобетонных свай в 2 ряда, по верху голов свай положены железобетонные плиты. Такая же конструкция длиной 480 м сооружена в Светлогорске у санатория "Янтарный берег".

Во время штормов при нагонном уровне моря, волны воздействуют на береговой уступ и подмывают его, что в совокупности с обводнением склона во время дождей, приводит к оползням и обвалам.

В настоящее время проектный участок представляет собой набережную и променад на материковой части (за подпорной стеной), и променад на эстакадной части. Эстакадная часть променада в районе подпорной стены находится в аварийном состоянии.

На участке сохранились остатки немецких бун, которые в настоящее время не препятствуют перемещению наносов. Современных пляжеудерживающих сооружений (бун или волноломов) в настоящее время на проектном участке нет. Ширина пляжа – 10 – 15 м не обеспечивает гашение волн, а также рекреационные потребности.

В связи с аварийным состоянием эстакадной части променада, в пределах рассматриваемого участка берега на длине 2040 м в 2019 г. разработан проект проведения аварийно-восстановительных берегозащитных мероприятий на объекте «Набережная в Светлогорске» [63].

Проект предполагает строительство 35 деревянных бун длиной по 60 м с расстоянием между бунами – 60 м. На границах участка (буны №№ 1- 3, 33-35) длины бун уменьшены. Для реализации проекта предусмотрено строительство технологической дороги шириной 6.0 м из отсыпки бутового камня с отметкой верха +1.0 м БС. Между дорогой и променадом предполагается отсыпка песка. Со стороны моря дорога ограждается шпунтовым рядом из

Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 9
-----	------	----------	-------	------	---	-----------

деревянных свай. Генеральный план сооружений по проекту противоаварийной защиты приведен на рисунке 1.8.



Рисунок 1.8 - Генеральный план сооружений по проекту противоаварийной защиты

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

После строительства берегозащитных сооружений (бун) из всего объема камня технологической дороги формируется каменный вал как дополнительное берегозащитное сооружение. После формирования каменного вала производится срезка свай защитного шпунтового ряда до высоты + 1,4 м и производится засыпка межбунного пространства пляжеудерживающим материалом (песок природный – средний, фракцией 2-2,5 мм) с последующей планировкой.

Для оценки динамики береговой линии на проектном участке в многолетнем плане, на рисунках 1.9 – 1.14 показана ретроспектива динамики берега на проектном участке с 2003 по 2018 годы.

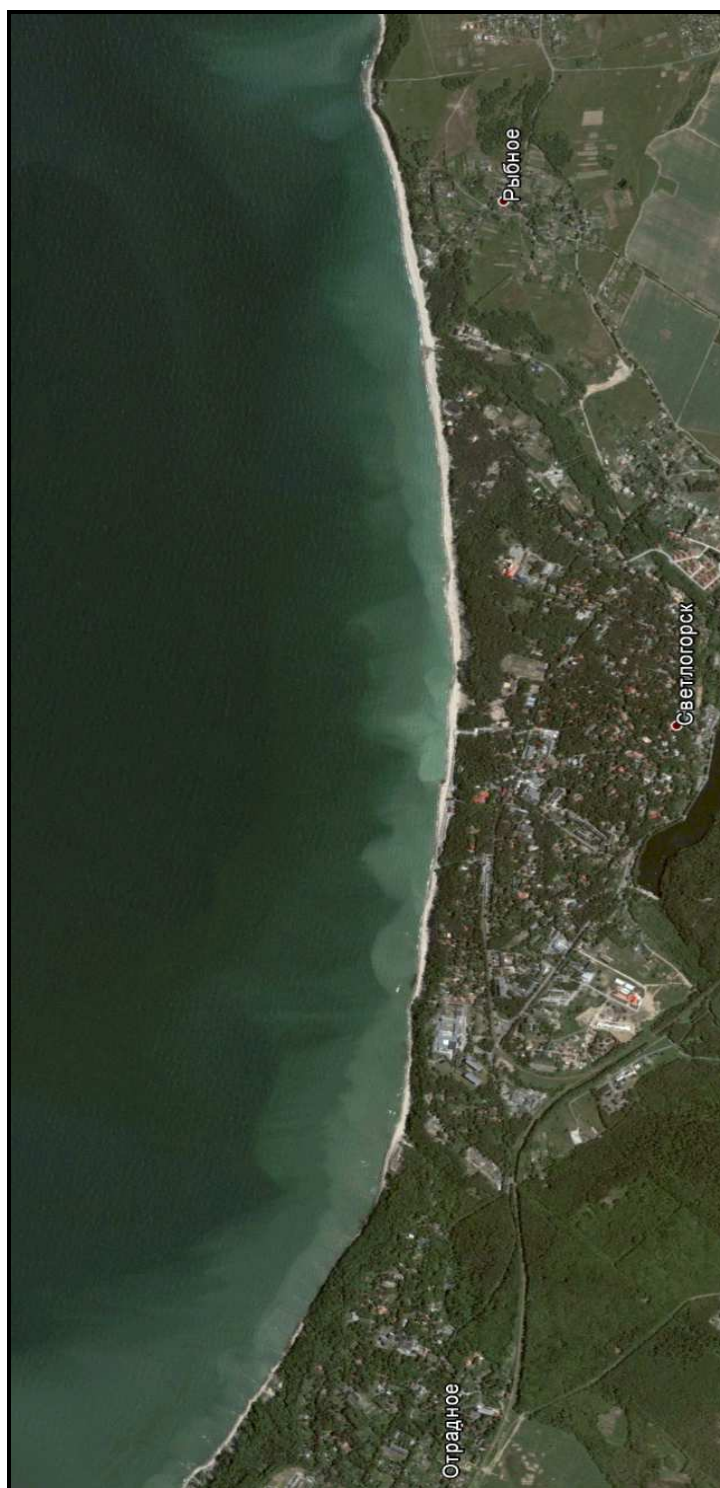


Рисунок 1.9 - Проектный участок в июне 2003 г

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

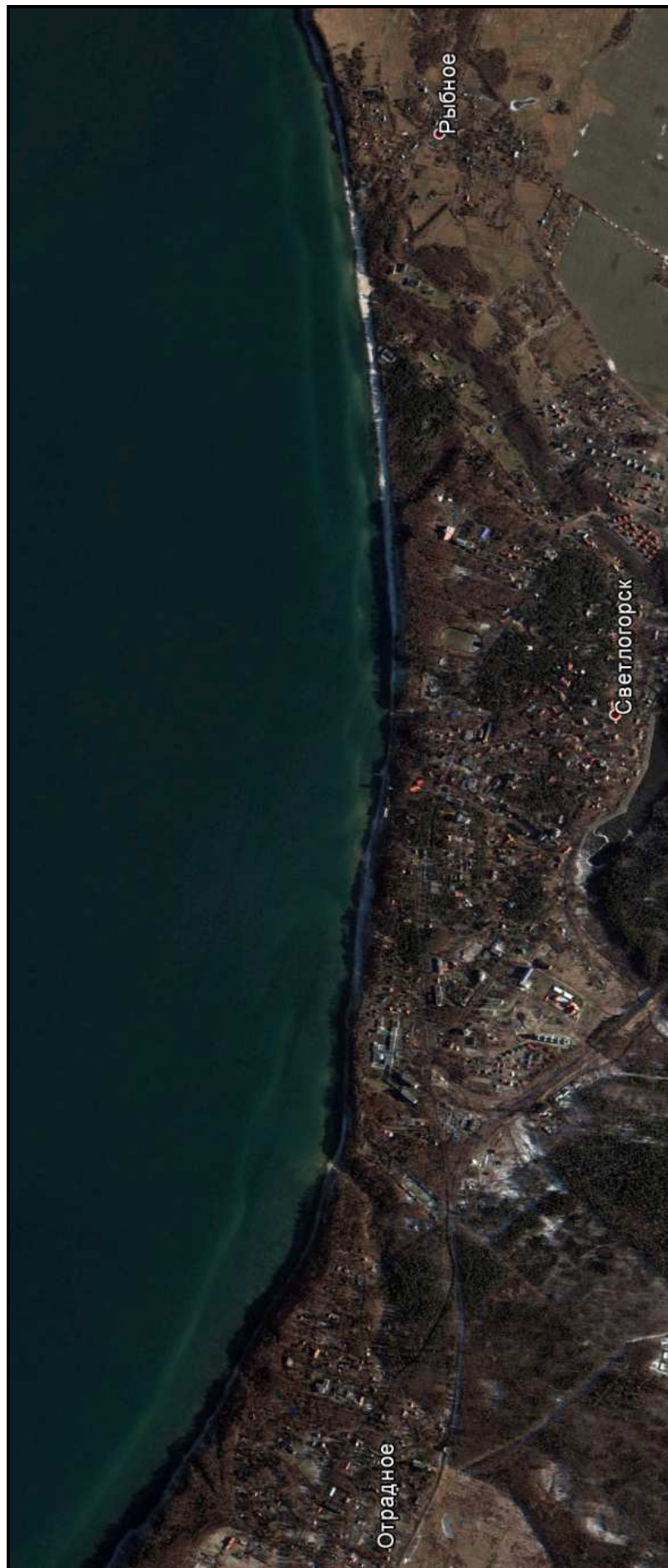


Рисунок 1.10 - Проектный участок в феврале 2006 г

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Лист

12

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

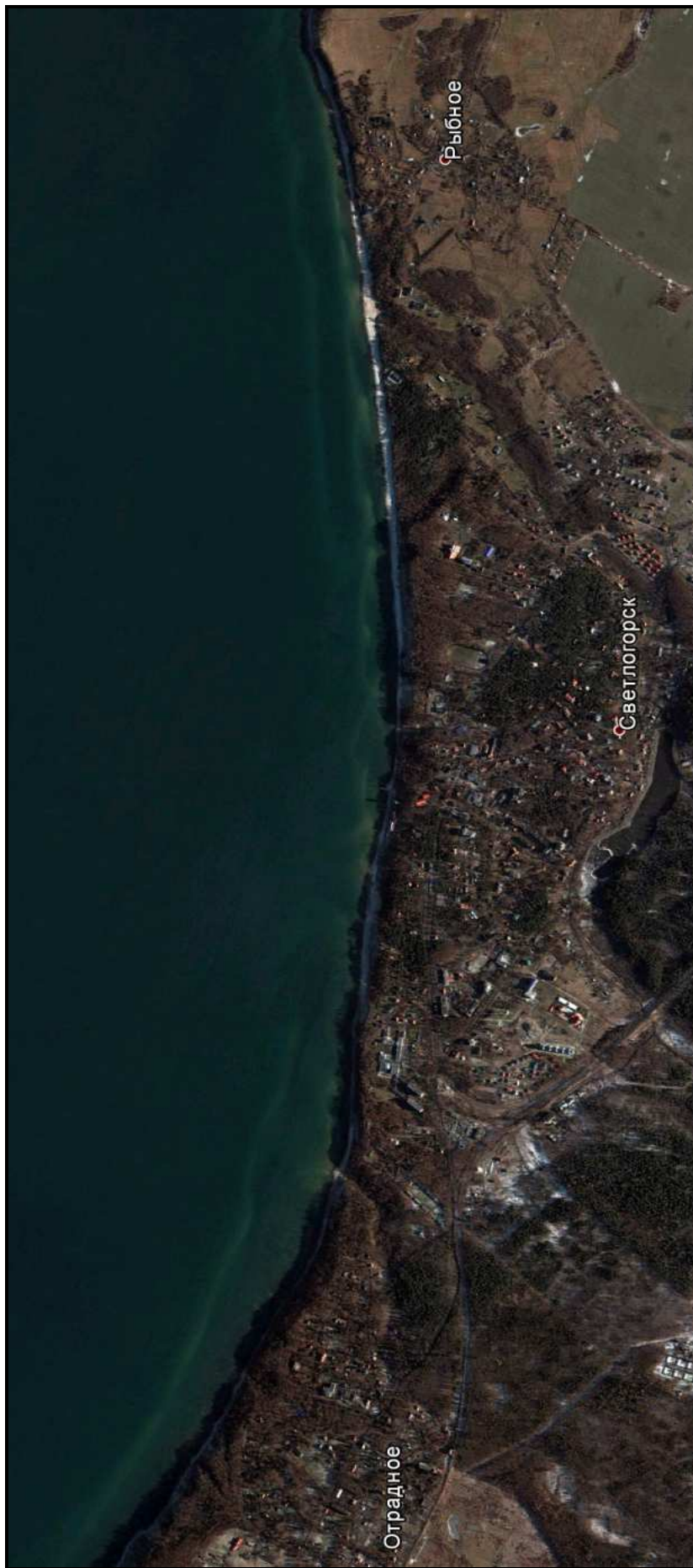


Рисунок 1.11 - Проектный участок в июне 2010 г

Математическое моделирование по объекту:
 «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
 пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
 пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

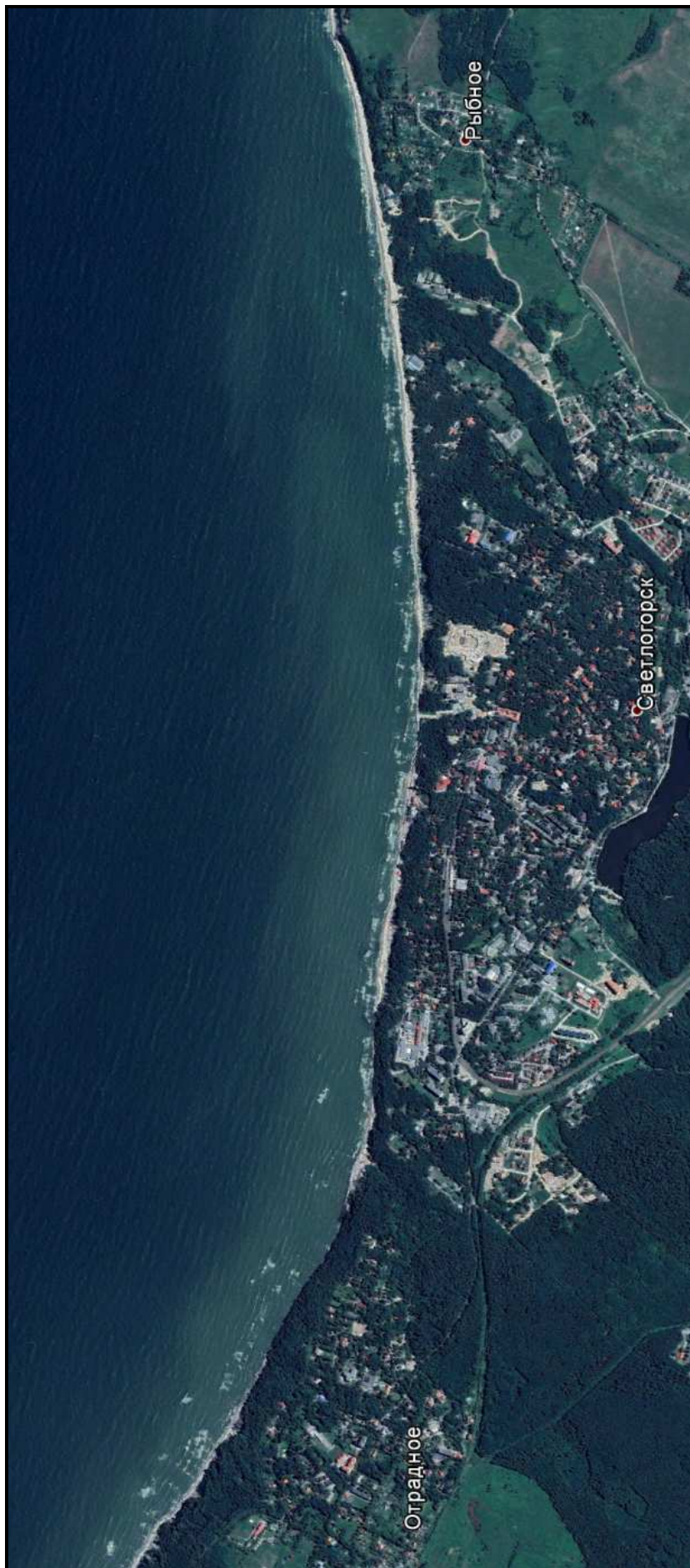


Рисунок 1.12 - Проектный участок в июле 2013 г

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

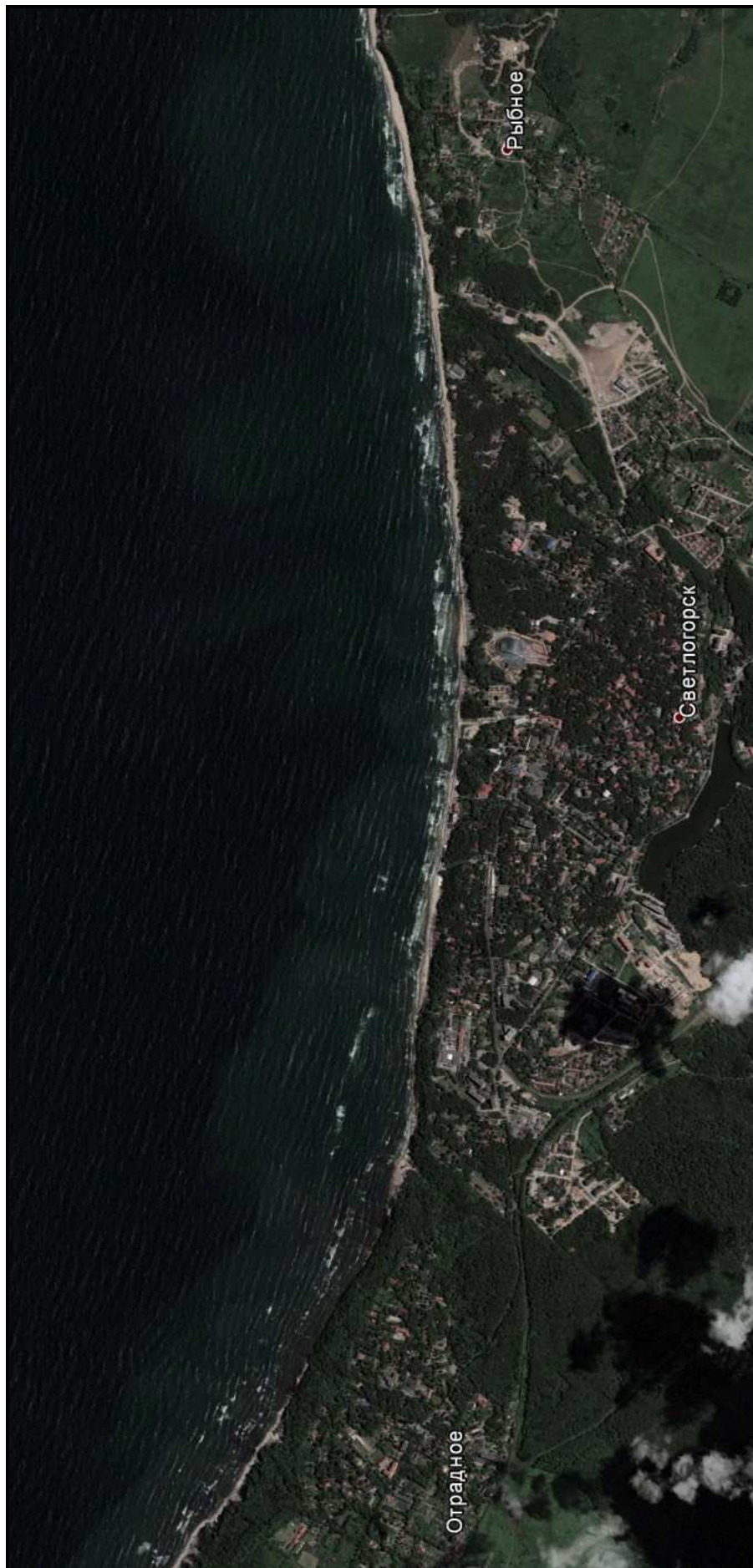


Рисунок 1.13 - Проектный участок в июне 2016 г

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
 «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
 пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
 пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

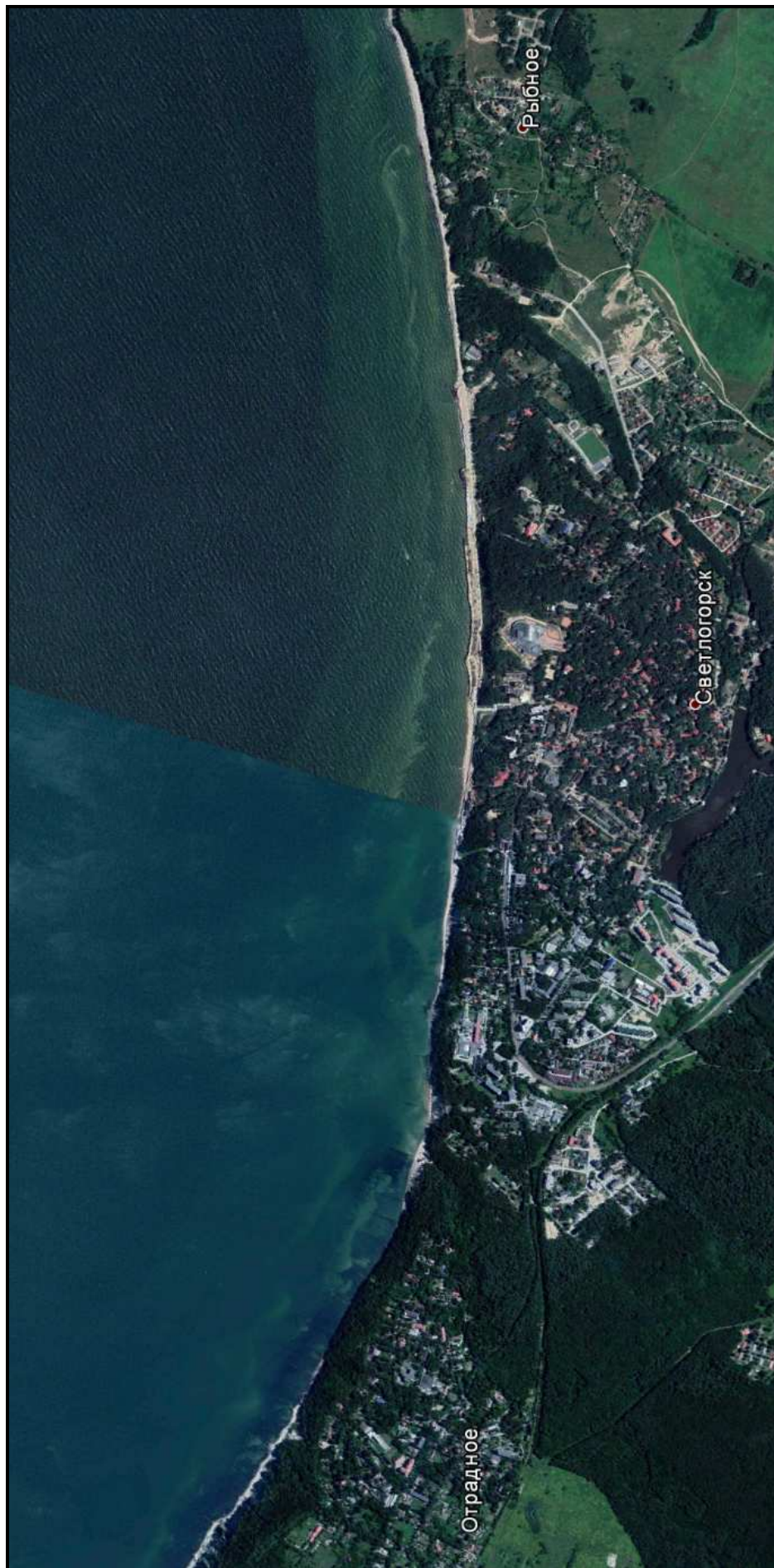


Рисунок 1.14 - Проектный участок в августе 2018 г

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Из приведенных рисунков следует, что в период 2003 – 2018 гг., ширина пляжа на проектном участке существенно менялась. Так в 2003 г. она составляла порядка 20 м. В 2006 г. в западной части участка пляж был почти полностью смыт. Эта ситуация не изменилась до 2010 г. В 2013 г. произошло некоторое восстановление пляжа в западной части участка и его расширение в восточной части. К 2016 г. ширина пляжей на всем протяжении рассматриваемой полосы берега составляла порядка 10 – 15 м. Однако в 2018 г. в западной части вновь произошло сокращение ширины пляжей.

Таким образом, даже в самые благоприятные годы, ширина пляжей на участке проектирования не превышала 15 – 20 м, в том числе, в летние месяцы. Это свидетельствует о значительном дефиците наносов во вдольбереговом потоке, что не позволяет прогнозировать восстановление пляжей без их искусственного пополнения.

1.2 Состав проекта

В рамках проекта предусматривается создание искусственного песчаного пляжа шириной не менее 70 м в надводной части (в штиль), обеспечивающего гашение волн, устойчивость променада и рекреационные требования.

В общем техническом задании в виде предпроектной проработки предлагается в качестве пляжеудерживающих сооружений проектировать буны длиной 180 м с расстоянием между ними также 180 м. Этот вариант был предложен в работе [59] и, согласно техническому заданию, может корректироваться по материалам настоящего математического моделирования.

Пляж предполагается создать путем намыва песка из подводного карьера, расположенного к СВ от проектного участка на глубинах 24 – 28 м.

Литологические характеристики и гранулометрический состав грунтов песчаного карьера приведены в таблицах 1.1 – 1.3.

Таблица 1.1 - Литологическое описание колонок (кернов) и количество проб, отобранных из полученных кернов

Индекс станции и номер	Глубина, м	Координаты	Горизонт, см	Описание колонки
Атлет-14, № 1	26,0	55°00'936 20°22'975	0-20	м/з, с/з песок, обводненный, т/серого цвета, присутствует раковинный детрит
			20-100	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			100-175	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
Атлет-14, № 2	26,6	55°01'241 20°22'690	0-10	м/з, с/з песок, обводненный, т/серого цвета, присутствует раковинный детрит
			10-80	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			80-220	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
Атлет-14, № 3	26,7	55°01'480 20°22'819	0-10	с/з песок, охристого цвета, присутствует раковинный детрит
			10-80	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный, горизонт 40-45 темно-темно-серого цвета

Индекс станции и номер	Глубина, м	Координаты	Горизонт, см	Описание колонки
Атлет-14, № 4	26,3	55°01'422 20°23'221	0-10	с/з песок обводненный, светло-охристого цвета, присутствует раковинный детрит
			10-40	с/з песок, охристого цвета, слегка обводненный, иногда встречается раковинный детрит
			40-145	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			145-235	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
Атлет-14, № 5	26,4	55°01'111 20°23'504	0-10	Обводненный м/з, с/з песок темно-серого цвета
			10-46	с/з песок охристого цвета, рыхлый
			46-52	Прослойка из крупного алеврита светло-серого цвета
			52-102	с/з песок, светло-серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			102-160	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
Атлет-14, № 6	27,4	55°01'282 20°24'049	0-30	с/з песок, темно - серого цвета, уплотненный, с включениями раковинного детрита. На горизонте 28-30 см скопление битых раковин.
			30-132	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			132-180	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
			180-190	Серо-голубая глина, очень плотная, с включениями грубого обломочного материала, гравия
Атлет-14, № 7	27,1	55°01'351 20°23'608	0-40	с/з песок, темно - серого цвета, уплотненный, с включениями раковинного детрита. На горизонте 30-40 см скопление битых раковин.
			40-95	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			95-200	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
Атлет-14, № 8	27,4	55°01'593 20°23'751	0-31	с/з песок, темно - серого цвета, уплотненный, с включениями раковинного детрита. На горизонте 24-31 см скопление битых раковин
			31-97	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			97-180	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
Атлет-14, № 9	26,5	55°01'843 20°23'783	0-235	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный.. на горизонтах 85-90 и 105-110 скопление битых раковин
Атлет-14, № 10	26,4	55°02'095 20°24'013	0-38	с/з песок, светло-охристого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный, на горизонтах 35-38 скопление битых раковин
			38-42	Прослойка черного цвета, состоящий из ила (мелкого алеврита)
			42-115	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный, на горизонте 110-115 см скопление битых раковин
Атлет-14, № 11	27,1	55°02'228 20°24'559	0-10	с/з песок охристого цвета
			10-50	с/з песок светло-серого цвета, рыхлой структуры, сортированный
			50-65	с/з песок темно-серого цвета
			65-182	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сор-

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Индекс станции и номер	Глубина, м	Координаты	Горизонт, см	Описание колонки
Атлет-14, № 12	28,7	55°01'943 20°24'857		тированный
			182-200	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
			0-5	Полужидкий мелкоалевритовый ил
			5-62	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный, нагор. 18-24 см скопление битых створок раковин
Атлет-14, № 13	28,6	55°01'697 20°24'778	62-198	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый-?), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
			198-315	Серо-голубая глина, очень плотная, с включениями грубого обломочного материала, гравия
			0-5	Полужидкий мелкоалевритовый ил
			5-51	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный, нагор. 15-18 см скопление битых створок раковин
Атлет-14, № 14	28,4	55°01'758 20°24'326	51-200	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
			0-5	М/з песок, заиленный, темного цвета
			5-50	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			50-147	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый-?), очень плотный, однородный, хорошо сортированный
			147-151	с/з песок, серого цвета, рыхлой структуры, хорошо сортированный
			151-240	м/з песок, серо-голубого цвета (глауконитовый), очень плотный, однородный, хорошо сортированный

Таблица 1.2 - Гранулометрический состав в кернах

№ п/п	Станция, №	Горизонт, см	Содержание фракций (мм), %									Тип осадка
			>100	100-10	2-10	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.005	
1	Атлет-14Ст.1	50-55	-	-	-	0.1	2.2	47.6	44.3	5.4	0.5	Пс
2		160-165	-	-	-	-	0.6	1.7	51.7	44.5	1.5	Пм
3	Атлет-14Ст.2	110-115	-	-	-	0.6	1.9	64.0	32.2	1.3	Пм	
4		170-175	-	-	-	0.1	1.5	13.5	83.0	1.7	Пг	
5	Атлет-14 Ст.3	75-80	0.0	-	0.0	-	3.7	72.8	22.5	0.9	0.1	Пс
6	Атлет-14Ст.4	105-110	-	-	-	1.0	3.0	69.9	22.7	2.6	0.5	Пс
7		230-235	-	-	-	0.1	0.7	51.3	45.7	2.1	Пм	
8	Атлет-14Ст.5	95-100	-	-	-	1.6	9.9	66.5	20.1	1.1	0.7	Пс
9		155-160	-	-	-	0.3	0.4	1.1	57.1	40.1	1.0	Пм
10	Атлет-14Ст.6	50-55	-	-	-	1.8	4.4	40.0	41.4	10.6	1.1	Пм
11		120-125	-	-	-	0.4	7.0	31.2	58.5	2.7	Пг	
12	Атлет-14Ст.7	80-85	-	-	-	2.2	8.4	50.2	34.7	4.0	0.4	Пс
13		108-113	-	-	-	0.3	0.5	1.9	71.0	25.4	1.0	Пм
14		195-200	-	-	-	-	0.8	1.9	46.5	49.2	1.7	Пг
15	Атлет-14Ст.8	80-85	-	-	-	0.5	1.2	61.4	34.4	2.2	0.3	Пс
16		155-160	-	-	-	-	0.9	3.1	75.0	19.4	1.4	Пм

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Лист

19

Лит. Изм. № докум. Подп. Дата

№ п/п	Станция, №	Горизонт, см	Содержание фракций (мм), %									Тип осадка
			>100	100-10	2-10	2.0-1.0	1.0-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.005	
17	Атлет-14Ст.9	100-105	-	-	-	-	1.3	55.9	39.3	2.9	0.6	Пс
18		120-125	-	-	-	-	1.3	62.2	33.7	2.2	0.6	Пс
19		230-235	-	-	-	-	2.3	4.2	86.8	6.0	0.7	Пм
20	Атлет-14 Ст.10	110-115	-	-	-	0.2	0.9	59.0	34.9	3.2	1.5	Пс
21	Атлет-14Ст.11	80-85	-	-	-	-	2.0	64.8	30.9	1.7	0.6	Пс
22		130-135	-	-	-	-	0.3	59.3	39.1	0.8	0.5	Пс
23		175-180	-	-	-	-	0.8	48.1	48.4	2.4	0.3	Пм
24	Атлет-14Ст.12	55-60	-	-	-	-	0.2	1.9	82.1	14.9	0.7	Пм
25		80-85	-	-	-	0.5	0.4	4.0	29.6	64.4	1.1	Пг
26		190-195	-	-	4.1	1.6	1.7	9.5	22.0	59.3	1.5	Пг
27	Атлет-14Ст.13	75-80	-	-	-	0.3	1.2	4.8	44.7	48.0	1.0	Пг
28		130-135	-	-	-	-	0.3	2.1	35.2	58.1	4.2	Пг
29		195-200	-	-	-	-	0.1	1.7	43.4	54.2	0.6	Пг
30	Атлет-14Ст.14	65-70	-	-	-	-	0.9	10.7	77.0	9.8	1.5	Пм
31		135-140	-	-	-	-	0.3	1.5	27.9	69.5	0.5	Пг
32		215-220	-	-	-	-	0.1	0.6	6.1	82.7	10.5	Пг
49	Атлет-14 ст. 1	0-5	-	-	-	0.6	2.1	30.6	58.8	7.2	0.8	Пм
50	Атлет-14 ст. 2	0-5	-	-	-	-	0.7	40.3	43.4	14.2	1.2	Пм
51	Атлет-14 ст. 3	0-5	-	-	-	-	6.7	68.1	22.1	2.8	0.3	ПС
52	Атлет-14 ст. 4	0-5	-	-	-	0.2	0.2	51.6	41.9	4.9	1.1	ПС
53	Атлет-14 ст. 5	0-5	-	-	-	-	2.1	31.7	58.3	7.3	0.7	ПМ
54	Атлет-14 ст. 6	0-5	-	-	-	-	0.4	8.6	46.4	37.8	6.6	ПМ
55	Атлет-14 ст. 7	0-5	-	-	-	-	0.8	28.9	61.1	7.5	1.6	ПМ
56	Атлет-14 ст. 8	0-5	-	-	-	-	0.2	14.0	60.4	22.2	2.9	ПМ
57	Атлет-14 ст. 9	0-5	-	-	-	-	0.4	27.8	68.0	3.5	0.4	ПМ
58	Атлет-14 ст. 10	0-5	-	-	-	-	-	67.0	30.9	1.9	0.1	ПС
59	Атлет-14 ст. 11	0-5	-	-	-	-	1.1	62.9	33.8	1.7	0.6	ПС
60	Атлет-14 ст. 12	0-5	-	-	-	-	-	27.5	47.1	18.6	6.7	ПМ
61	Атлет-14 ст. 13	0-5	-	-	-	2.0	8.9	40.5	37.7	10.1	0.8	ПС
62	Атлет-14 ст. 14	0-5	-	-	-	1.0	2.6	30.7	57.0	8.5	0.2	ПМ

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Таблица 1.3 – Обобщенный гранулометрический состав песка, предполагаемого к намыву искусственного пляжа (0,25-0,5мм). Песок среднезернистый

Тип осадка	Фракция, мм							
	100-10	10-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	Сумма
	Содержание, %							
ПС	0,0	0,3	3,3	5,3	68,3	21,2	1,6	100,0

Для моделирования динамики пляжа по приведенным данным принят средний диаметр наносов $d_{cp} = 0.30$ мм.

Расположение подводного карьера показано на рисунках 1.15, 1.16.



Рисунок 1.15 – Расположение подводного песчаного карьера

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

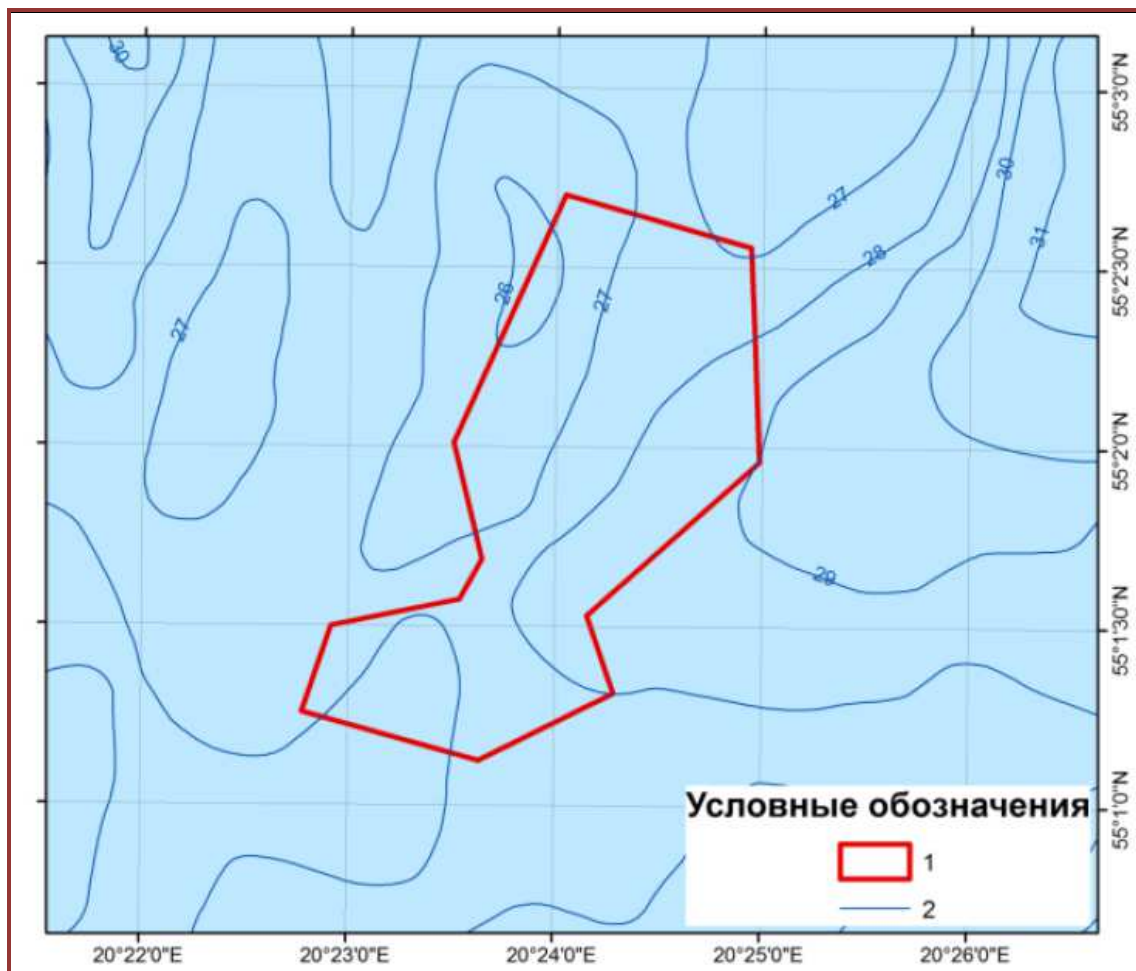


Рисунок 1.16 – Батиметрический план подводного карьера

В рамках вариантного проектирования рассматриваются свободный пляж без пляжеудерживающих сооружений, пляж с пляжеудерживающими бунами (предпроектный вариант), сочетание бун с волноломами, только волноломы, искусственные мысы с бухтами между ними. Буны и берегоукрепление, выполняемые в рамках проекта аварийно-восстановительных работ, рассматриваются как составная часть проектируемых инженерных мероприятий.

Класс проектируемого искусственного пляжа и пляжеудерживающих сооружений согласно нормативным документам [3, 4] принят равным III.

1.3 Нормативные требования

Согласно Российским нормативным документам [1 - 3], расчетными для проектирования свободных песчаных пляжей являются:

1. Уровень моря – 50% обеспеченности из максимальных годовых уровней $H_{\text{макс.50\%}}$, увеличенный на высоту волнового нагона H_n – для определения верхней точки на профиле пляжа, соответствующей высоте наката расчетной волны.
2. Уровень моря – 50% обеспеченности из средних годовых уровней $H_{\text{ср.50\%}}$, увеличенный на высоту волнового нагона H_n – для определения нижней точки на профиле относительного динамического равновесия пляжа.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

3. Высота волны – 1% обеспеченности в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет (4% в режиме) $h_{cr.u1\%}$ по линии последнего обрушения $d_{cr.u1\%}$. Средний период T_{cp} и длина волны λ_{cp} .

4. Превышение бермы пляжа над средним из максимальных уровней моря определяется по формуле:

$$\Delta H = H_n + h_{run1\%} + 0,1h_{cr.u1\%},$$

где $h_{run1\%}$ - высота наката волны 1% обеспеченности в системе.

5. Высота волны по линии 1 обрушения $h_{cr1\%}$.

6. Средний диаметр пляжеобразующего материала d_{cp} .

7. Средний уклон надводной части пляжа i_n определяется по таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Зависимость средних уклонов надводной части песчаного пляжа от медианной крупности пляжеобразующего материала

d_{cp} , мм	i_n
0,2÷0,3	0,03
0,3÷0,4	0,06
0,4÷0,5	0,07
0,5÷0,6	0,09
0,6÷0,8	0,11
0,8÷2,0	0,12

8. Для определения объема отсыпки пляжеобразующего материала на профиле относительного динамического равновесия искусственного свободного песчаного пляжа очерчивается строительный профиль сооружения, ограничивающий удельный объем пляжеобразующего материала, увеличенный на 12 % на уплотнение и отмыв мелких фракций.

9. Оценка емкости вдольберегового потока песчаных наносов выполняется по формуле:

$$Q = 0,0023g \left(\frac{\nu}{D_{50\%}} \right)^{0,5} (h_{cr13\%} \bar{T})^{1,5} \sin 2\Theta, \quad (1.1)$$

где ν - коэффициент кинематический вязкости воды, m^2/c ;

$D_{50\%}$ – средний диаметр зерен песка, м;

$h_{cr13\%}$ - высота волн обеспеченностью 13% в системе по линии первого обрушения, м;

Θ - угол между лучом волны по линии первого обрушения и нормалью к берегу, градусы.

10. Для перехода к оценке объемов перемещения наносов за определенный промежуток времени (Q_T , $m^3/сут.$) используется формула:

$$Q_T = T_i P_a Q, \quad (1.2)$$

где: T_i – количество секунд в сутках (86400);

P_a – продолжительность волнения за рассматриваемый период, сут;

Q – емкость потока наносов, m^3/c .

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

10. Сопряжение линии уреза воды создаваемого искусственного свободного песчаного пляжа с естественным берегом на верховом и низовом участках защищаемого морского побережья производится прямыми, перпендикулярными равнодействующим волновых энергий с различных румбов, расположенных по соответствующую сторону искусственного пляжа.

11. Песок, необходимый для создания и периодического пополнения свободных пляжей, может браться из материковых или морских подводных карьеров. Крупность песка, отсыпаемого в искусственные свободные пляжи должна быть большей или равной крупности песка на прилегающих естественных пляжах. Допускается содержание в песке гравийно-галечных фракций.

Расчетными для проектирования песчаных пляжей с бунами и волноломами являются:

1. Уровень моря – 1% обеспеченности из максимальных годовых уровней $H_{\text{макс.1\%}}$.
2. Уровень моря – 50% обеспеченности из максимальных годовых уровней $H_{\text{макс.50\%}}$.
3. Высота волны – 1% для пляжа и 5% обеспеченности для бун и волноломов в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет (4% в режиме) $h_{\text{cr.u 1\%}}$, $h_{\text{cr.u 5\%}}$, $d_{\text{cr.u 5\%}}$. Средние период и длина волны.
4. Коэффициент устойчивости волнолома на сдвиг – 1.2.
5. Глубина заложения подошвы фундамента (каменной постели) волнолома ниже размыва грунтов основания для нескальных грунтов – 0.5 м. Глубина размыва – $0.3h_{\text{cr.u 1\%}}$ (высота волны по линии последнего обрушения).

5. Профиль гребня полнопрофильных бун в надводной части пляжа должен соответствовать расчетному профилю относительного динамического равновесия. В связи с этим по длине буны различают три части: корневую (часто горизонтальную), переходную и головную.

6. Продольный профиль непроницаемых (в т.ч. гравитационных) бун в корневой и переходной их частях должен соответствовать расчетному профилю искусственного пляжа. Длина корневой горизонтальной части непроницаемой буны складывается из длины заделки в коренной берег и размера проектируемой бермы пляжа. Отметка гребня корневой части непроницаемой буны определяется высотой бермы пляжа.

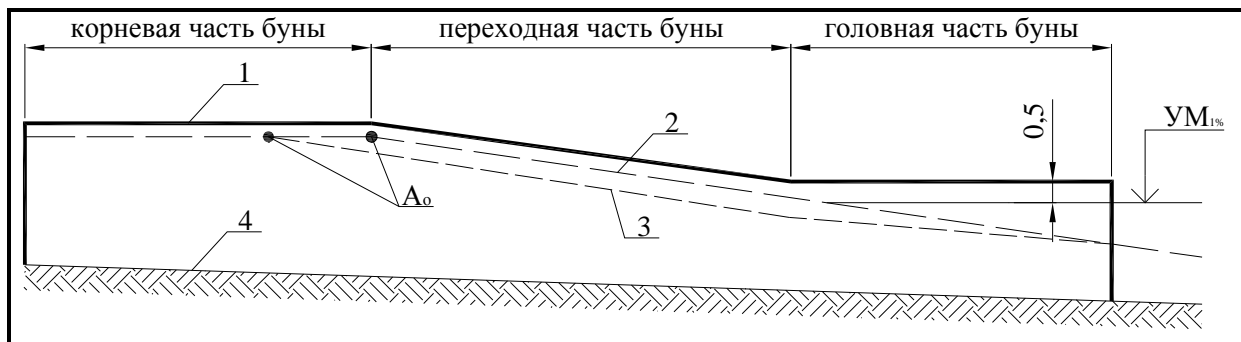
7. Переходная наклонная часть буны сооружается с гребнем, параллельным поверхности расчетного пляжа. Перелом в продольном профиле буны между корневой и переходной частями совмещается с бровкой бермы пляжа (рисунок 1.17). Морская часть буны сооружается с горизонтальным гребнем, расположенным на 0,5 м выше отметки расчетного уровня моря с учетом ветро-волнового нагона.

8. Расстояние между бунами рекомендуется принимать равным не менее одной длины буны.

9. В целях улучшения пропуска наносов на низовой участок берега длины бун на концевом участке необходимо плавно уменьшать в направлении потока наносов. Угол отклонения головных частей бун в сторону берега принимается в пределах 6÷10 градусов. При этом длина последней буны должна быть не менее половины расчетной длины буны. На берегах, где сильные волнения подходят с обеих сторон возводимой системы бун, участки с укороченными бунами устраиваются с двух сторон.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 24
-----	------	----------	-------	------	---	------------



1 – гребень буны; 2 – профиль проектируемого пляжа с верховой стороны буны; 3 – то же с низовой стороны буны; 4 – дно; A_0 – вершина наката волн; $УМ_{1\%}$ – уровень моря 1% обеспеченности

Рисунок 1.17 – Схема профиля буны на берегу с песчаными наносами

10. Волноломы из крупного камня или фасонных массивов, предназначенные для удержания песчаных пляжей, рекомендуется выполнять с ядром из камня разной крупности или с экраном.

11. Поперечному сечению подводных волноломов рекомендуется придавать откосную форму с уклоном грани, обращенной к морю, 1:2.

12. Массу фасонных массивов и камней, образующих защитные покрытия, следует определять согласно положениям [2] (приложение В).

13. Для предотвращения погружения камня в песок под основанием волнолома из каменных набросков следует устраивать обратный фильтр из щебня общей толщиной не менее 0,5 м.

14. Минимальную толщину каменной постели под волноломом, включая щебеночную подготовку, допускается принимать по таблице 1.5 в зависимости от высоты расчетной волны в месте установки волнолома.

Таблица 1.5 – Зависимость толщины каменной постели под волноломом от высоты волн

Грунты в основании постели	Толщина каменной постели при высоте волн $h_{cr.u}$, м		
	2	3	4
Песок	1,3	1,5	1,7
Гравийно-галечные наносы	1,1	1,3	1,5
Галечные наносы	1,0	1,2	1,4

15. На берегах с песчаными пляжами расстояние от волнолома до проектной линии уреза должно быть не менее 100 м, а глубина воды у волнолома - не менее 3 м относительно отметки уровня моря 50 % обеспеченности из средних за год.

16. На отмелях песчаных берегах к применению рекомендуются волноломы распластанного профиля, отсыпаемые из камня, поперечное сечение которых представляет собой призму с шириной верхней полки 10÷15 м и с боковыми гранями уклоном 1:2.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

1.4 Задачи исследований

В соответствии с Техническим заданием (Приложение № 1)

Цель настоящей работы - подготовка исходных материалов для разработки проектной документации по объекту «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка).

Задачи работы:

1. Определение расчетных уровней моря.
2. Расчет элементов волн на глубокой воде в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет по всем волноопасным направлениям и среднесезонной розы волнений.
3. Расчет связи трех элементов волн (высоты, периода и длины) с глубиной в прибойной зоне в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет при высоте волн более 3 м.
4. Расчет скорости вдольберегового волноприбойного течения на акватории со сложным рельефом дна и наличием сооружений.
5. Составление баланса твердого стока при числе расчетных створов 6-10.
6. Определение деформаций при разрушающихся берегах с деформациями дна, движение наносов интенсивное.
7. Моделирование взаимодействия волн с проектируемыми пляжеудерживающими и волногасящими сооружениями с определением их конструкции и конфигурации.
8. Моделирование динамики намываемого пляжа с определением объемов намыва и ежегодных пополнений.
9. Моделирование распространения взвеси при разработке морского подводного карьера песка.
10. Моделирование распространения взвеси при намыве пляжа и устройстве бун.
11. Расчет водообмена в прибрежной зоне с учетом предлагаемых берегозащитных сооружений, определение наличия застойных зон.
12. Разработка рекомендаций для проектирования (определение параметров устраиваемого пляжа и пляжеудерживающих сооружений).
13. Разработка рекомендаций по производству работ при устройстве пляжа и пляжеудерживающих сооружений.

Математическое моделирование выполнялось по программам, реализующим нормативные методы расчетов уровня и ветрового режимов, генерации волн ветром на глубокой воде, их рефракции и трансформации в прибрежной зоне, а также взаимодействия волн с сооружениями и пляжами. Свидетельства о регистрации программных средств приведены в Приложениях 2 - 4.

В качестве исходных данных использовались результаты инженерно-гидрометеорологических и геологических изысканий, батиметрические карты и планы исследуемой акватории, данные наблюдений на Гидрометеорологических станциях (ГМС), а также в районе открытого моря, прилегающем к участку проектирования и на нефтедобывающей платформе Д-6.

В работе использованы данные о ветре и волнении в Балтийском море, приведенные в Российском морском регистре судоходства и других справочных изданиях, данные натурных изысканий и обследований, а также предпроектные проработки.

Цифровые модели местности участков прибрежной зоны по всему периметру побережья Калининградской области были разработаны в рамках выполнения работы [58], Приложение № 3.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Инв. № инв.
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

В данной работе ЦММ Светлогорской бухты была откорректирована по данным современных промеров глубин (рисунки 1.5 – 1.7) и полевых исследований. Отображений этой ЦММ приведено на рисунках 1.18, 1.19. Для участка расположения подводного отвала была разработана специальная цифровая модель местности, отображение этой модели приведено на рисунке 1.20.

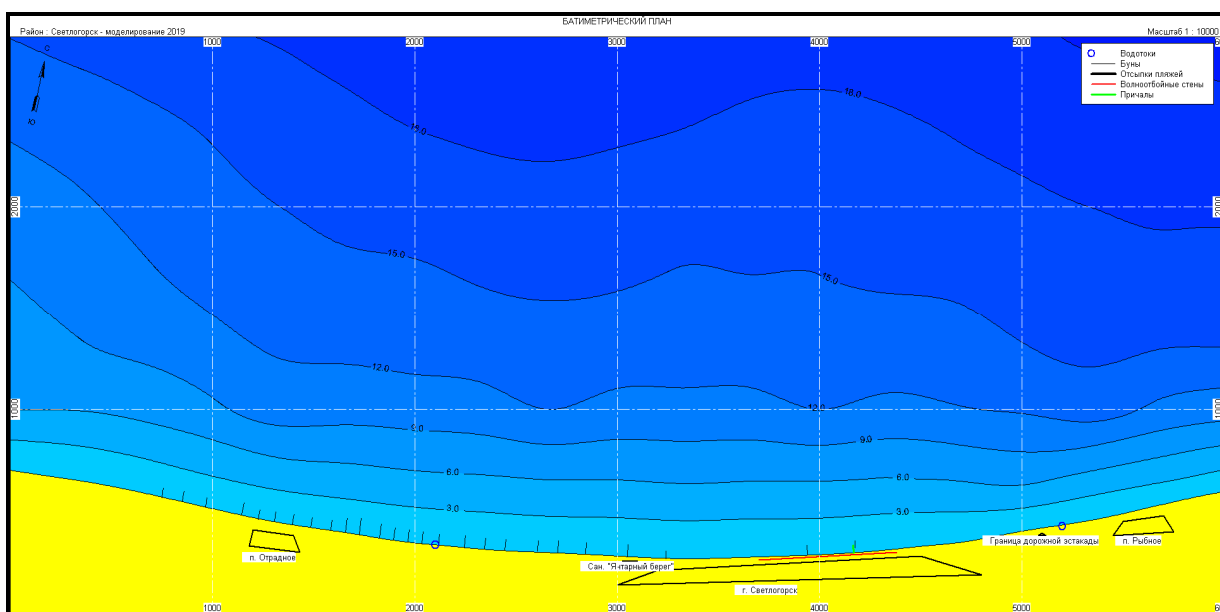


Рисунок 1.18 – Отображение цифровой модели батиметрии участка проектирования

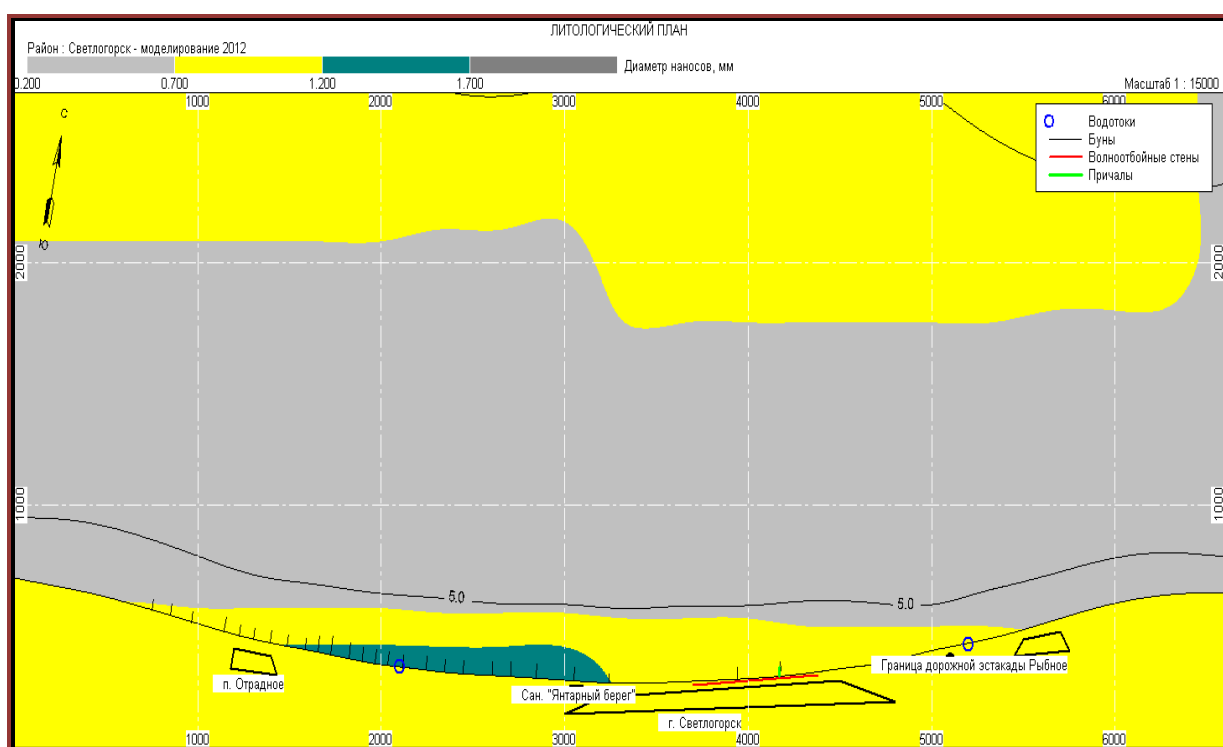


Рисунок 1.19 – Отображение цифровой модели литологии участка проектирования

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

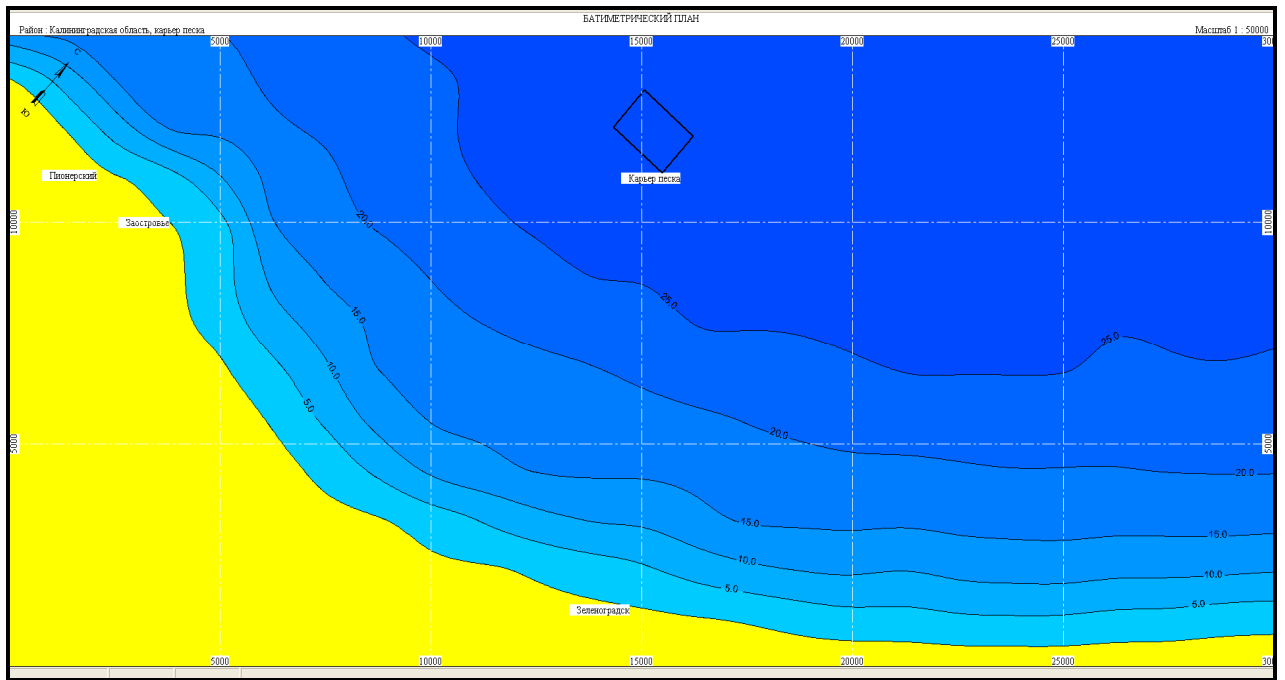


Рисунок 1.20 – Отображение цифровой модели участка подводного карьера

В результате выполнения работы определены объемы исходных отсыпок и эксплуатационных пополнений проектируемого пляжа, разработаны рекомендации для проектирования гидротехнических сооружений.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

2 ФИЗИКО - ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТНОГО УЧАСТКА

Географическое положение. Калининградская область расположена в западной части Восточно-Европейской равнины. На юге область граничит с Польшей, на севере и востоке – с Литвой, а с запада омывается водами юго-восточной части Балтийского моря (рисунок 2.1).

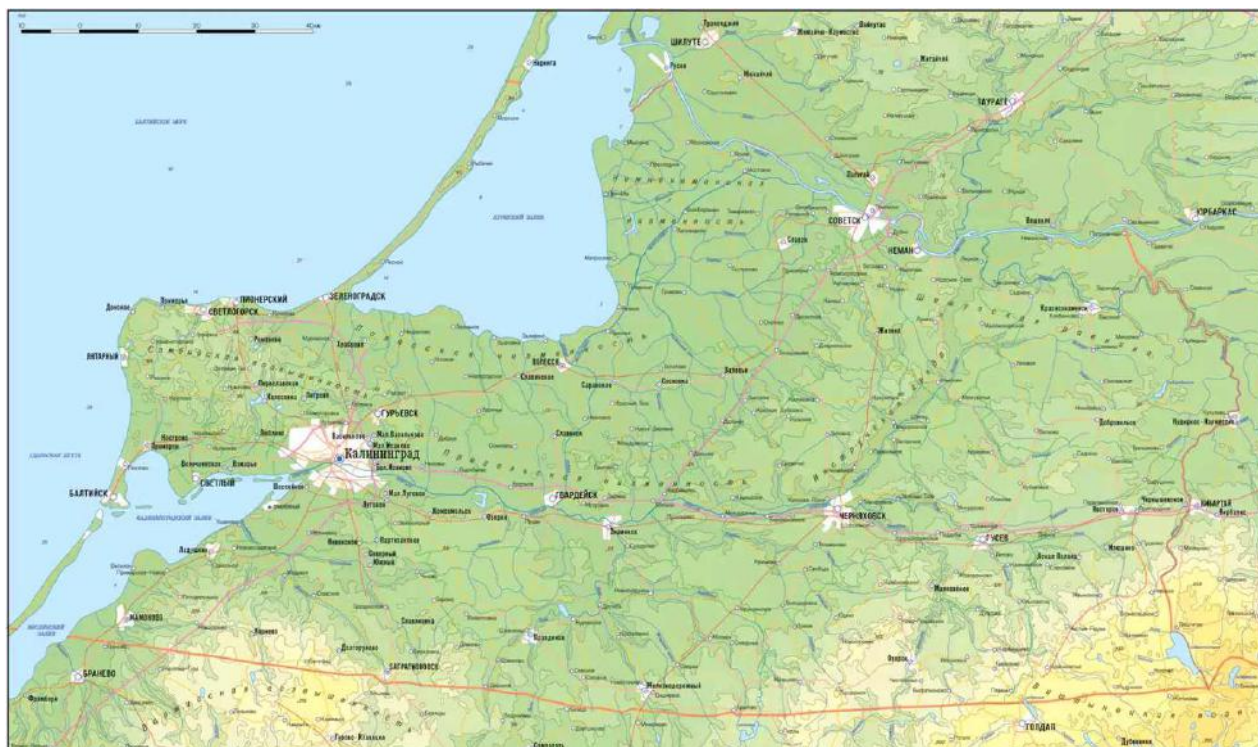


Рисунок 2.1 – Физическая карта Калининградской области

Самбийский полуостров, расположенный в пределах области, представляет собой прямоугольный выступ суши в море. Самая западная точка полуострова – мыс Таран. От него к востоку берег имеет почти широтное простираение, к югу – меридиональное. Общая протяженность береговой линии полуострова от г. Приморска до г. Зеленоградска составляет 75 км.

На северо-восток от Самбийского полуострова, в районе г. Зеленоградска, расположена Куршская коса - аккумулятивное тело, отгородившее от моря мелководную лагуну Куршского залива. С юго-запада к полуострову примыкают Вислинская коса и Вислинский залив – аналогичные по происхождению образования. Северные концы кос отделены от материка проливами, соединяющими заливы с Балтийским морем.

Поверхность Самбийского полуострова вблизи берега моря имеет волнисто-равнинный характер, с колебанием абсолютных отметок по западному побережью к югу от пос. Янтарного в пределах +5 - +35 м в Балтийской системе высот (БС), севернее — +30 - +40 м БС. По северному побережью от мыса Таран до г. Светлогорска отметки поверхности изменяются, в основном, от +40 до +55 м БС.

Наиболее высоким является холмообразное возвышение западнее пос. Филино (+60,1 м БС). В районе г. Пионерский отметки поверхности снижаются с запада на восток от +20 - +25 м до +10 - +12 м, после чего до г. Зеленоградска тянется низменная по своему характеру равнина, с отметками поверхности, редко превышающими +10 м БС.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Береговая линия к югу от м. Таран является в основном выпуклой. Только между мысами у пос. Янтарного и пос. Окунево имеется пологая вогнутость (бухта Покровская). К югу от пос. Окунево идет ровный, слабо вогнутый контур берега, имеющий продолжение по всей длине Вислинской косы.

Вислинская коса в плане имеет вид узкой дуги. Общая длина ее составляет 65 км, российской части - 25 км. Ширина косы к югу от Балтийска колеблется от 0.3 до 1.3 км. У г. Балтийска она расширяется до 8-9 км. Морфологически на Вислинской косе выделяются те же зоны, что и на Куршской косе, но абсолютная высота дюнной гряды меньше и составляет +15 - +25 м БС, и лишь некоторые вершины поднимаются до +40 м.

К востоку от м. Таран на фоне слабо вогнутого контура береговой линии выделяется пологая выпуклость берега в районе пос. Лесное-Отрадное, мысы Купальный и Гвардейский. Восточнее м. Гвардейского, примерно у устья р. Забава, начинается ровная, слабо вогнутая береговая линия, продолжающаяся и на Куршскую косу.

Куршская коса с морской стороны имеет почти ровную вогнутую береговую линию. Общая ее длина составляет 98 км, в Калининградской области — 50 км. Ширина Куршской косы изменяется от 0.4 до 4 км. В поперечном разрезе коса представляет собой пересыпь, состоящую из нескольких последовательно сменяющихся полос. Со стороны моря вдоль берега тянется 20-40-метровая пляжевая полоса. Параллельно береговой линии проходит, питаемая материалом пляжа, зона современной эоловой аккумуляции песка - авантюна, шириной от 30-40 м до 100-150 м, и высотой от +4 - +5 до +60 м БС.

Граница береговой зоны со стороны суши маркируется линией максимального ежегодно повторяющегося заплеска прибойного потока. На абразионных берегах Самбийского полуострова она проходит по подножью клифа, а на аккумулятивных берегах кос - у подножья морского склона авантюны. Нижняя граница береговой зоны, определяемая по критериям динамического воздействия на дно моря, проходит на глубинах 20-23 м. Ширина береговой зоны Калининградского побережья составляет от 2.6 до 4.1 км.

Основные характеристики климата. Балтийское побережье Калининградской области относится к западной зоне Атлантико-континентальной климатической области с мягким и влажным климатом.

Балтийское море – внутриматериковое море Атлантического океана. Системой узких мелководных проливов оно сообщается с окраинным Северным морем – рисунок 2.2.

Основные черты климата и погоды Балтийского моря обусловлены его положением в умеренных широтах и общей циркуляцией атмосферы. Характер циркуляции атмосферы над морем зависит от взаимодействия барических образований над северной частью Атлантического океана (Исландский минимум и Азорский максимум), над Арктикой (полярные антициклоны) и над континентом Азии и Европы (Сибирский максимум и Азиатская депрессия).

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

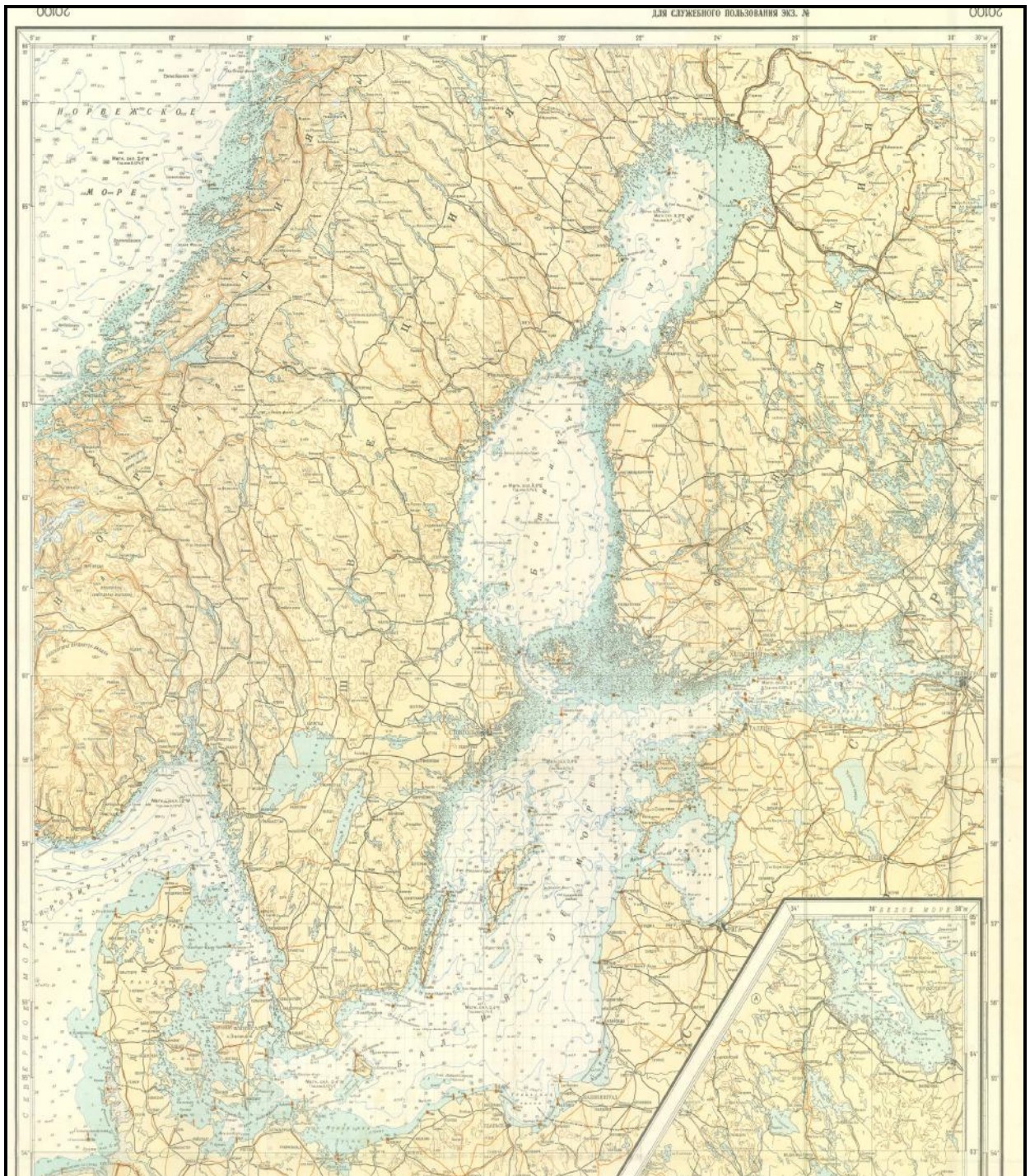


Рисунок 2.2 - Карта Балтийского моря

Основные пути мощных циклонов, перемещающихся с Атлантического океана на материк, проходят над Балтийским морем. Под влиянием устойчивого западного переноса воздушных масс, в климате Балтийского моря формируются черты, характерные для морского климата умеренных широт: высокая влажность воздуха, большое количество осадков, значительная облачность, умеренно теплое лето, относительно мягкая зима. Однако в течение года возможны вторжения холодного сухого воздуха из районов Арктики и северо-восточной части Азии, которые обуславливают резкие понижения температуры воздуха и ясную сухую погоду.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Частая смена воздушных масс с различными характеристиками температуры, влажности, устойчивости вызывает характерные для Балтийского моря резкие и быстрые изменения погоды, увеличение скорости и изменение направления ветра, ухудшение видимости, значительные колебания температуры воздуха, осадки.

Наиболее активная циклоническая деятельность развивается в холодный период года, с середины осени до середины весны. В эти климатические сезоны за счет увеличения широтных контрастов температуры и давления наиболее ярко выражен процесс меридионального термодинамического обмена, что находит отражение в интенсивном циклонообразовании в зоне умеренных широт.

Зимой циклоны перемещаются на Балтийское море чаще всего по двум основным направлениям: через Скандинавский полуостров на восток и юго-восток или через Северное море на юг Скандинавского полуострова и далее на восток и северо-восток. Зимы в Балтийском море, согласно типизации, принятой в климатологии, могут быть мягкими, умеренными, суровыми (и очень суровыми); вероятность каждого типа 30-35%.

В мягкие зимы Исландский минимум углублен и развит. Вследствие этого циклоническая деятельность охватывает почти все море. Погода обычно пасмурная, сырая, преобладают западные ветры, часто достигающие силы шторма. Южная часть Балтийского моря при этом типе зимы иногда подвергается влиянию периферийной части Гренландского антициклона. В этом случае здесь могут быть значительные, но непродолжительные холода.

При умеренном типе зим выделяются два подтипа процессов: в одном случае юго-восточный отрог Гренландского антициклона охватывает все районы Балтийского моря, формируя устойчивую умеренную ледовитость; в другом - отрог Гренландского антициклона оказывает влияние только на северную часть Балтийского моря, Ботнический и Финский заливы, остальные районы моря находятся под преимущественным влиянием циклонической деятельности.

Особенно суровые зимы бывают при распространении гребней полярного антициклона из района островов Шпицберген, с Карского моря. В этих случаях наступает устойчивое похолодание.

В начале весны, в марте сохраняются характерные для зимы особенности атмосферной циркуляции. Но наиболее четко проявляются различия в климате и погоде, обусловленные особенностями географического положения отдельных районов моря. Для центральной части моря обычно вторая половина марта — начало весны. Весна в Балтийском море недружная, затяжная, чаще всего прохладная и, как и другие сезоны, в отдельные годы может быть теплой или холодной. Погода неустойчивая, после оттепелей возможен возврат холодов со снегопадами.

Летом значительно уменьшаются горизонтальные градиенты температуры воздуха в зоне умеренных широт. Интенсивность циклонической активности летом меньше, хотя повторяемость циклонов достаточно велика. Усиливается воздействие Азорского максимума и антициклонов Арктики. Сибирский максимум разрушен, образуется Азиатская депрессия. Преобладающее направление движения циклонов с юго-запада на северо-восток.

Само море находится в полосе пониженного давления в результате частого прохождения циклонов из Атлантического океана. В это время они менее глубоки и траектории их движения смещены к северу. Лето на Балтике прохладное, скорость ветра – наименьшая в году, осадков выпадает много.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Частая смена воздушных масс различного происхождения определяет неустойчивый режим погоды. Обычно летом западные потоки приносят влажные воздушные массы. Вынос теплых воздушных масс тропических широт связан с выходом южных циклонов с Черного и Средиземного морей. Жаркая сухая погода возможна с приходом воздушных масс, прогретых над континентом, с юго-востока. Холодная погода летом бывает при смещении с северо-запада циклонов, в тыловой части которых далеко на юг проникают воздушные массы арктического происхождения.

Осенью увеличиваются температурные контрасты, и процесс междуширотного термодинамического обмена выражен наиболее ярко. Возрастает интенсивность циклонической деятельности в зоне умеренных широт. Исландский минимум углубляется, действие Сибирского максимума усиливается. Возрастает повторяемость мощных, глубоких циклонов над Балтийским морем. Погода бывает ненастная, холодная. По сравнению с летом увеличивается облачность, продолжительность и количество осадков. В море и у берегов бывают туманы. В центральной и южной частях моря осень обычно относительно теплая и сырая. Во всех районах моря - осень самый штормовой сезон. Продолжительность штормов 2-3 дня и больше.

Климатические условия Калининградской области определяются географическим положением ее в юго-восточной части Балтийского моря. Основные особенности климата области связаны с устойчивым переносом воздушных масс с океана на материк. Некоторое влияние на климат оказывает и материк, придающий ему черты континентальности.

Циклоны сопровождаются часто повторяющимися западными и юго-западными ветрами, пасмурной погодой и осадками, которые наибольшей интенсивности достигают в осенне-зимний период.

Зима на юго-востоке Балтики мягкая и непродолжительная, преобладают ветры западных направлений, часты штормы. Весной, имеющей затяжной характер, ветры западные, но умеренной силы. Летом преобладают ветры умеренные и слабые, также западных румбов. Осень теплее весны, но в конце периода часты штормы.

Ветер. Одним из основных климатических факторов является направление и скорость ветра. Сильно выдвинутые берега Самбийского полуострова подвержены воздействию штормовых ветров практически всех господствующих здесь направлений - от юго-западного до северо-восточного. Северному побережью особенно большой ущерб наносят северные и северо-западные направления.

На Балтике наблюдаются ветры всех направлений. В центральной части моря преобладают ветры от юго-западного до западных направлений (15—25% всех случаев). В Ботническом заливе чаще всего наблюдаются южные и юго-западные ветры. Восточные и северо-восточные ветры, исключая западную Балтику, где они составляют от 10 до 20 % всех случаев, наблюдаются относительно редко.

Во всех областях моря максимум годового хода скорости ветра приходится на ноябрь — март, и особенно четко он выражен в декабре. Наименьшие скорости ветра наблюдаются в среднем с мая по июнь. В мае — июне средние значения скорости, как правило, 4—5 м/с, в декабре — 7—8 м/с. Наибольшие значения скорости ветра наблюдались в Финском заливе и центральных районах Балтики [26].

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

В осенне-зимний период (сентябрь-март) наибольшую повторяемость над южной половиной Балтики имеют ветры юго-западной четверти (до 46-60 %), при максимальной вероятности Ю и ЮЗ румбов (до 20 %), а в весенне-летний (май-август) - со стороны северо-западной четверти (52-58 %), с максимумом на З румбе (до 19%). Самая высокая активность ветра отмечается зимой, самая низкая - летом; наибольшую среднюю скорость имеют ветры С и СЗ румбов (6-9 м/с), наименьшую (4 - 5.5 м/с) - В и ЮВ направлений [24 - 26].

По данным многолетних наблюдений на береговых ГМС Светлогорска и Пионерска, а также на платформе Д-6, на северном побережье Самбийского п-ова преобладают ветры Ю - СЗ сектора горизонта – рисунок 2.3 [72]. Их суммарная повторяемость достигает 60 - 65%, а средневзвешенная скорость ($V_{ср.} = \sum (V_{гр.} \cdot P_{гр.} \%) / P_{общ.} \%$) колеблется в пределах 5 - 7 м/с. Максимальные скорости ветра наблюдаются при ветрах со стороны СЗ четверти горизонта (СЗ, С и З румбы), а повышенная повторяемость направления характерна для ЮЗ четверти горизонта (49.3% – 51.4%), включая Ю и З румбы (таблица 2.1).

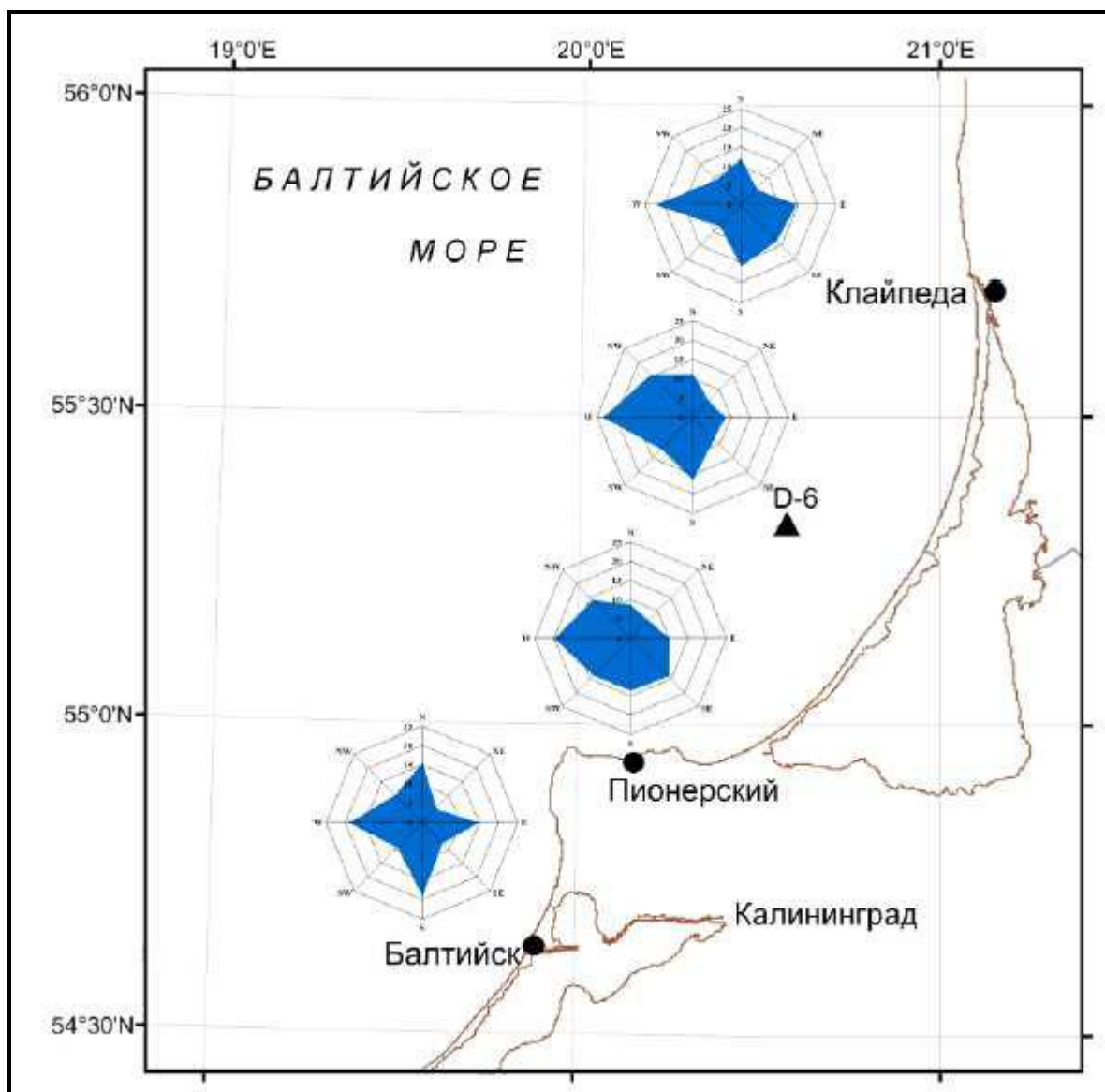


Рисунок 2.3 - Пространственное распределение направлений ветра по данным береговых метеостанций

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 2.1 - Распределение вероятности направлений ветра (%) по градациям скорости и средневзвешенная румбовая скорость (V_{cp} , м/с) по данным многолетних наблюдений на ГМС Светлогорска и Пионерска

Градация скорости V , м/с	Направление ветра румбы								Сумма
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Светлогорск									
0-1	1.23	1.10	0.82	1.23	1.58	0.89	1.44	1.78	10.07
2-5	3.42	4.04	4.04	7.60	11.23	6.37	7.88	5.55	50.33
6-8	1.71	1.16	1.16	2.18	5.48	3.63	5.55	2.95	24.45
9-12	1.40	0.34	0.14	0.62	1.37	1.10	2.32	1.98	8.97
13-15	0.34	0.07	0.14	0.14	0.20	0.27	0.55	0.55	2.26
16-17	0.27	0.07	0.07	0.14	0.07	0.27	0.62	0.82	2.33
18-20	0.21	0.07	-	-	-	0.21	0.20	0.41	1.10
21-24	0.07	0.07	-	-	-	0.07	0.07	0.07	0.35
25-27	0.07	-	-	-	-	-	-	-	0.07
28-30	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.07
Сумма	8.42	7.12	6.37	12.54	19.93	12.81	18.63	14.18	100.00
Пионерск									
0-1	0.5	0.7	0.5	0.9	1.0	0.8	0.5	0.54	5.5
2-5	4.6	5.5	8.9	12.0	10.2	14.6	12.2	8.1	76.2
6-9	1.1	1.0	1.1	1.7	1.1	2.7	4.1	2.1	14.9
10-13	0.2	-	0.2	0.1	-	0.5	1.2	0.4	2.8
14-17	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.3
18-20	-	-	-	-	-	-	0.1	-	0.1
21-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумма	6.5	7.2	10.8	14.9	12.4	18.7	18.2	11.2	99.80
Д-6									
0-1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	2.1
2-5	3.3	3.2	3.6	2.8	3.0	1.9	4.9	6.1	28.8
6-9	3.8	3.2	4.2	4.7	5.1	3.2	7.6	5.0	36.8
10-13	2.1	1.1	1.8	3.0	3.7	3.1	6.4	1.8	22.9
14-17	0.8	0.2	0.3	0.9	1.0	1.1	2.8	0.5	7.6
18-20	0.2		0.1	0.2	0.1	0.2	0.6	0.1	1.4
21-24	0.1						0.2		0.4
25-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29-36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумма	10.7	7.39	10.1	11.8	13.3	9.7	22.8	13.8	100.0

Данные с Д-6 представляют ветровой режим над морем, при этом измерительная аппаратура расположена на высоте 27 м над уровнем моря.

Следует отметить, что скорость ветра на ГМС Пионерск занижена. Сравнительный анализ с данными измерений на открытом побережье показал, что плотности распределения направления были схожими, но скорости на ГМС Пионерск стабильно меньшими. В период штормов занижения скорости ветра достигают 1.5-2-х кратной величины, что связано с влиянием рельефа местности и строений, прилегающих к ГМС Пионерск. Поэтому стати-

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата

стическую обработку данных по ветровому режиму следует проводить по данным наблюдений на ГМС Светлогорска.

Согласно многолетним рядам наблюдений на ГМС Светлогорск, слабые ветры (до 5 м/с включительно) встречаются более чем в половине всех случаев (60%), а умеренные и свежие (6-8 м/с) имеют повторяемость 24.5%. На долю остальных более сильных ветров остается 15%, из которых сильные и крепкие ветры (9-15 м/с) составляют 11.2%, а очень крепкие и штормовые (16 – 20 м/с) – 3.4%. Экстремальные штормы (21 – 30 м/с) встречаются крайне редко (0.5%) (таблица 2.1).

Из ветров силой более 6 баллов (>12 м/с), принимаемых за штормовые, в 79 % случаев скорости располагаются в интервале 13 – 17 м/с, в 19% - в диапазоне 18-20 м/с, и лишь в 2.4% случаев ветер превышает скорость 21 м/с. Во всех случаях господствуют штормы западных румбов, при максимуме на СЗ и З румбах (до 50 - 60%).

Продолжительность штормов, как правило, составляет 12-18 часов, но иногда они могут длиться до 3-4 суток. Наиболее продолжительны штормы при перемещении циклонов с запада и северо-запада, затем с севера и юго-запада. При подходе циклона с юга штормы самые короткие и слабые.

В среднем за год в южной Балтике наблюдается 30-40 штормов (таблица 2.2), что в 2.7 раза больше, чем в северной ее части. Сильные ветры возникают в Балтике и под влиянием хорошо развитых антициклонов, также приходящих с запада. Однако их интенсивность, продолжительность и повторяемость заметно ниже, чем у штормов циклонического типа и поэтому они не играют определяющей роли.

Таблица 2.2 – Основные характеристики штормов в 2006 – 2018 гг. (скорость ветра \geq 12 м/с; продолжительность шторма \geq 6 ч) на платформе Д-6

Год	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2006	Кол-во штормов	2	3	–	–	–	–	–	1	1	3	3	5	18
	Продолж. шторма, ч	13	23	–	–	–	–	–	15	12	25	29	50	50
	Макс. скорость, м/с	18	18	–	–	–	–	–	18	18	23	25	23	25
2007	Кол-во штормов	11	2	3	2	–	1	1	1	2	2	7	3	35
	Продолж. шторма, ч	45	59	22	8	–	27	7	6	11	12	24	38	59
	Макс. скорость, м/с	26	20	20	16	–	21	17	18	18	22	22	23	26
2008	Кол-во штормов	6	6	2	–	–	–	–	1	–	5	9	3	32
	Продолж. шторма, ч	92	27	19	–	–	–	–	13	–	42	30	26	92
	Макс. скорость, м/с	25	23	22	–	–	–	–	22	–	22	21	22	25
2009	Кол-во штормов	5	1	1	–	–	1	–	–	2	5	3	2	20
	Продолж. шторма, ч	62	11	27	–	–	6	–	–	8	49	81	20	81
	Макс. скорость, м/с	23	18	23	–	–	19	–	–	19	25	23	18	25

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Год	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2010	Кол-во штормов	4	1	2	-	1	1	-	-	4	6	5	7	31
	Продолж. шторма, ч	36	14	13	-	11	12	-	-	32	21	32	28	36
	Макс. скорость, м/с	20	18	24	-	16	15	-	-	19	20	21	21	24
2011	Кол-во штормов	3	5	2	1	-	-	-	3	2	5	2	10	33
	Продолж. шторма, ч	15	30	14	7	-	-	-	7	19	19	40	54	54
	Макс. скорость, м/с	24	27	20	18	-	-	-	17	20	19	29	22	29
2012	Кол-во штормов	3	3	3	1	1	-	1	1	1	4	3	4	25
	Продолж. шторма, ч	45	15	8	8	7	-	9	8	6	13	21	37	45
	Макс. скорость, м/с	23	19	19	18	16	-	16	15	17	25	20	19	25
2013	Кол-во штормов	-	2	3	-	-	-	1	1	4	2	2	5	20
	Продолж. шторма, ч	-	8	27	-	-	-	28	20	34	16	21	39	39
	Макс. скорость, м/с	-	16	21	-	-	-	16	17	23	22	20	26	26
2014	Кол-во штормов	4	1	1	-	-	-	-	2	2	3	2	7	22
	Продолж. шторма, ч	172	14	18	-	-	-	-	10	10	40	13	44	172
	Макс. скорость, м/с	24	16	16	-	-	-	-	17	17	17	18	23	24
2015	Кол-во штормов	9	5	3	2	-	-	1	-	-	4	8	3	33
	Продолж. шторма, ч	35	29	15	10	-	-	6	-	-	6	20	64	64
	Макс. скорость, м/с	23	19	27	19	-	-	18	-	-	17	25	21	25
2016	Кол-во штормов	6	6	-	1	1	1	-	3	1	4	5	3	31
	Продолж. шторма, ч	38	48	-	10	17	18	-	11	9	72	41	37	72
	Макс. скорость, м/с	20	24	-	17	18	22	-	23	18	24	22	24	24
2017	Кол-во штормов	4	5	-	-	-	-	-	-	2	8	4	4	27
	Продолж. шторма, ч	48	38	-	-	-	-	-	-	39	56	26	19	56
	Макс. скорость, м/с	24	22	-	-	-	-	-	-	24	25	23	23	25

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Год	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2018	Кол-во штормов	5	1	–	4	–	1	–	–	5	4	2	1	23
	Продолж. шторма, ч	34	7	–	13	–	8	–	–	23	41	43	17	41
	Макс. скорость, м/с	22	17	–	19	–	17	–	–	24	25	20	18	25

Ветер над Балтийским морем в многолетнем режиме характеризуется современными данными реанализа (восстановления) по барическим картам, выполненного в [23]. В указанном документе Балтийское море по ветровому и волновому режимам разделено на районы – рисунок 2.4.

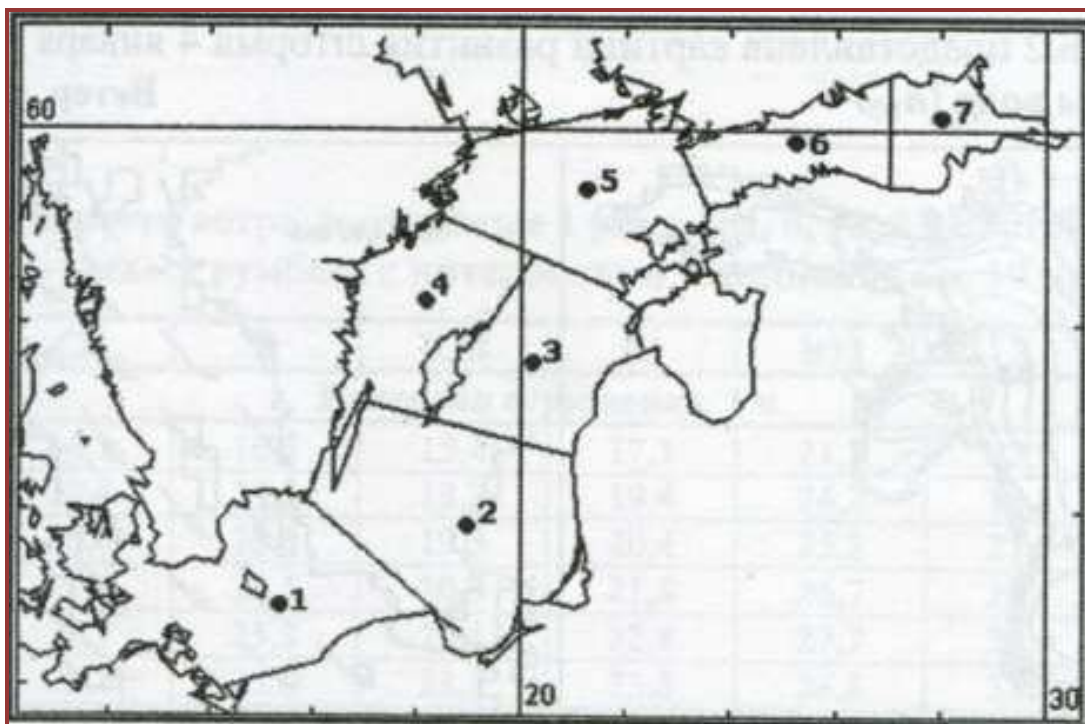


Рисунок 2.4 - Районирование Балтийского моря

Для каждого района для расчетной точки в его центре даны среднееголетние розы ветров. Самбийский полуостров расположен во 2 районе Балтийского моря. Розы ветров над морем согласно [23] для 2 района Балтийского моря приведены в таблице 2.3 и на рисунке 2.5.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Таблица 2.3 - Среднеголетняя повторяемость (%) скоростей ветра (V, м/с) по направлениям (φ), повторяемость f(V)% и обеспеченность F(V)% скоростей ветра, повторяемость направлений ветра f(φ)% и средняя скорость по направлениям $M_y(\phi)$ (м/с) для 2 района Балтийского моря по данным Российского морского регистра судоходства

V, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	f(V)	F(V)
0-4	2,0	2,5	2,2	2,3	2,9	3,6	3,3	2,2	20,9	100,0
4-8	3,1	3,6	3,1	3,4	4,2	6,2	5,9	3,2	32,7	79,1
8-12	2,5	2,6	2,1	2,6	3,3	5,6	5,6	2,5	26,9	46,4
12-16	1,3	1,1	0,8	1,1	1,5	3,2	3,3	1,2	13,5	19,6
16-20	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	1,2	1,3	0,4	4,7	6,0
20-24	0,13	0,06	0,04	0,04	0,1	0,3	0,4	0,10	1,1	1,3
≥24	0,02	0,01	+	+	0,01	0,05	0,07	0,01	0,2	0,2
f(φ)	9,4	10,1	8,5	9,8	12,5	20,2	19,8	9,6	100,00	
$M_y(\phi)$	8,2	7,4	7,2	7,5	7,7	8,7	9,0	7,8		

Примечание: знак «+» означает, что ветер такой скорости получался в расчете, но реже, чем 0,01% повторяемости.

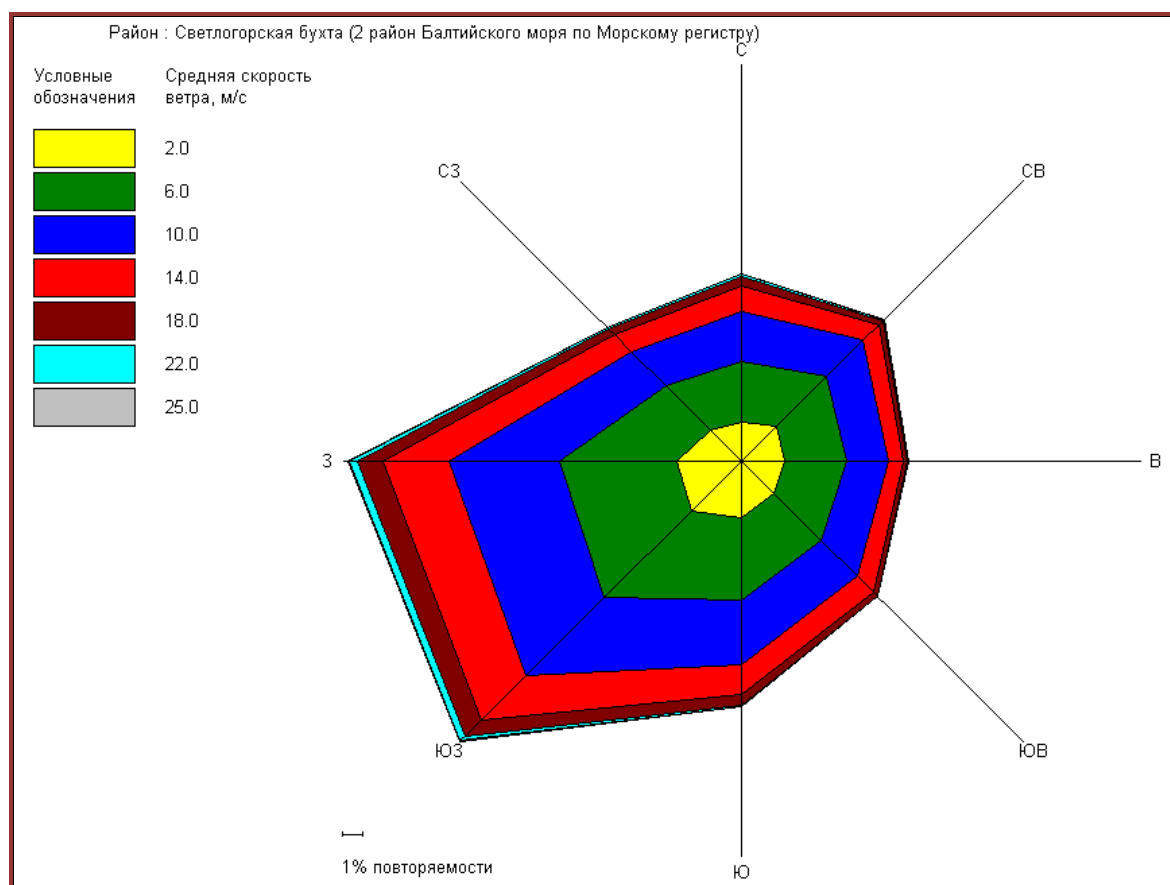


Рисунок 2.5 - Роза ветров для 2 района Балтийского моря согласно Российскому морскому регистру

Как видно из таблицы 2.3 и рисунка 2.5 роза ветров для открытого моря не симметрична относительно оси З – В с заметным преобладанием ветров ЮЗ направлений над СЗ.

Однако, если сравнить розы ветров на рисунках 2.3, 2.5, то можно отметить, что для румбов, волноопасных для проектного участка (от З к В через Север) они практически совпадают.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Расчетные скорости и продолжительности действия ветра, возможные 1 раз в год, 1 раз за 25 лет и 1 раз за 50 лет, рассчитанные по данным таблицы 2.3 приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Скорости и продолжительности ветра над морем, возможные 1 раз в год, 1 раз за 25 лет и 1 раз за 50 лет для 2 района Балтийского моря

Направление, румб	С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ
1 раз в год																
Скорость ветра, м/с	20.5	19.8	19.0	18.7	18.2	18.1	18.0	18.9	19.3	20.2	22.3	22.9	23.3	22.1	19.8	20.2
Продолж. ветра, час.	18	16	16	14	15	15	15	15	15	16	17	16	14	15	16	16
1 раз за 25 лет																
Скорость ветра, м/с	27.4	26.6	25.4	24.9	24.3	24.2	24.1	25.4	26.3	27.9	28.7	29.2	29.6	28.8	26.6	27.0
Продолж. ветра, час.	13	13	13	13	14	14	14	14	13	14	16	16	13	14	14	14
1 раз за 50 лет																
Скорость ветра, м/с	28.7	27.8	26.5	26.2	25.1	25.4	24.9	26.2	27.1	28.6	29.5	30.3	30.8	29.9	27.8	28.3
Продолж. ветра, час.	12	12	12	12	14	12	14	12	12	13	12	12	12	12	12	12

Температура воздуха. Годовой приход суммарной солнечной радиации на рассматриваемой территории составляет 3400 МДж/м². В осенне-зимнее время преобладает рассеянная радиация (70-80% от общего потока). Летом возрастает доля прямой солнечной радиации, достигая примерно половины общего прихода радиации. Радиационный баланс составляет около 1400 МДж/м² в год. С ноября по февраль он отрицателен, но потеря тепла в значительной мере компенсируется адвекцией теплых воздушных масс с Атлантического океана.

Смягчающее влияние океана сказывается на годовых температурах воздуха. Средняя температура воздуха по данным многолетних наблюдений (1981-2012 годы) ГМС Калининград, составляет +7,9 °С. Самый холодный месяц — январь со средней температурой -1,5 °С. Самый тёплый месяц — июль, его среднесуточная температура +18,1 °С. Сравнительно небольшая амплитуда среднесуточных температур января и июля (19,6 °С) характеризует умеренность Калининградского климата. Самая высокая температура, отмеченная в Калининграде за весь период наблюдений, +36,5 °С (10 августа 1992 года), а самая низкая -33,3 °С (1 февраля 1956 года).

Максимальная и минимальная среднемесячные температуры воздуха приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Максимальная и минимальная среднемесячные температуры воздуха по данным ГМС Калининград

Максимальная и минимальная среднемесячная температура воздуха												
Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Самый тёплый, °С	3,5	5,3	6,2	11,0	16,2	18,2	21,2	20,7	15,9	11,0	6,7	5,9
Самый холодный, °С	-13,7	-12,5	-4,2	3,2	8,6	13,6	14,6	14,2	10,6	4,9	-2,9	-9,0

Атмосферные осадки. Пространственное распределение осадков определяется расстоянием от моря и особенностями рельефа. Годовое количество осадков на большей части территории Калининградской области составляет 750-820 мм. Сумма осадков за тёплый период (апрель-октябрь) наибольшая в дельтовой низменности Немана и на наветренных склонах Виштынецкой возвышенности — более 525 мм. На востоке области, а также на Вислинской и Куршской косах выпадает менее 475 мм осадков.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Осадки за холодный период (ноябрь-март) распределены более равномерно и составляют 225-275 мм. В целом за год в области отмечается 178-183 дня с осадками.

В летние месяцы благодаря усилению конвективно-грозовой деятельности увеличивается количество осадков и одновременно уменьшается продолжительность их выпадения. В мае-июле средняя продолжительность осадков составляет 60-70 часов за месяц, в январе-декабре — более 150 часов. На летние месяцы приходится и наибольшее количество осадков, выпавшее в течение одних суток (в Калининграде — 110 мм, в Советске — 85 мм). Большая часть осадков (75%) выпадает в виде дождя. Твердые осадки выпадают в основном в январе-феврале.

Среднегодовое количество осадков возрастает с юга на север области от 771 мм (Балтийск) до 917 мм (Светлогорск). Наибольшее количество осадков приходится на октябрь-декабрь (32%), а наименьшее - на апрель-май.

Спектр многолетнего хода осадкой и годовой их ход представлены на рисунке 2.6. Экстремумы осадков приведены в таблице 2.6.

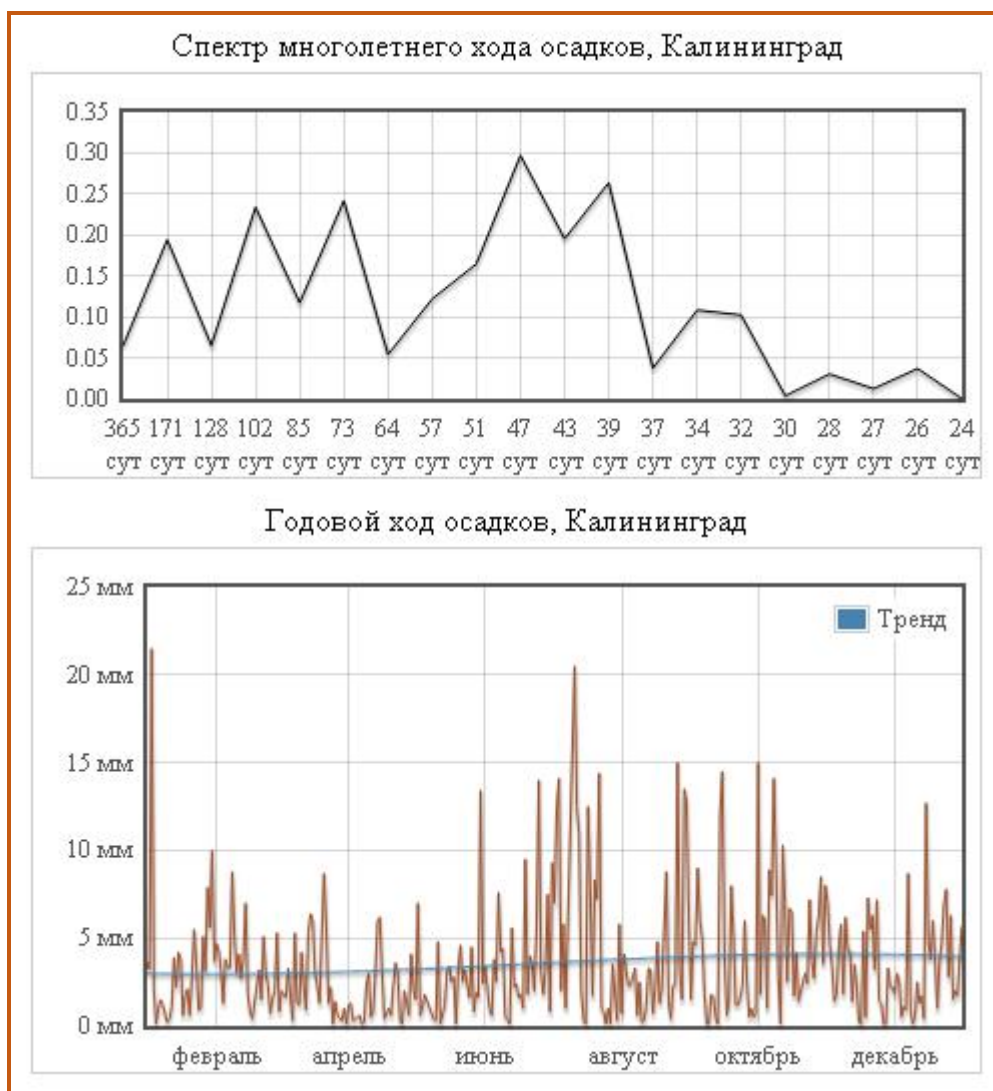


Рисунок 2.6 – Ход атмосферных осадков по ГМС Калининград

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Таблица 2.6 - Экстремумы осадков в Калининградской области по месяцам

Экстремумы осадков по месяцам	
Максимумы	Минимумы
240 мм (август 1957 года)	2 мм (февраль 1972 года)
225 мм (октябрь 1974 года)	2 мм (август 2002 года)
213 мм (июль 2011 года)	4 мм (март 2011 года)
188 мм (ноябрь 1970 года)	5 мм (апрель 1948 года)
166 мм (сентябрь 1978 года)	6 мм (декабрь 1968 года)
166 мм (январь 2007 года)	7 мм (июнь 1969 года)
157 мм (июнь 1981 года)	7 мм (май 1978 года)
144 мм (декабрь 1967 года)	9 мм (октябрь 1951 года)
140 мм (май 2007 года)	9 мм (январь 1997 года)
113 мм (март 1994 года)	10 мм (июль 1994 года)
109 мм (февраль 1958 года)	13 мм (сентябрь 2005 года)
91 мм (апрель 1950 года)	16 мм (ноябрь 1959 года)

Снежный покров устанавливается во второй половине декабря или в январе. Погода зимой, как правило, неустойчивая, пасмурная, с регулярными оттепелями, поэтому снежный покров может за зиму устанавливаться и сходить несколько раз. Характерный годовой ход высоты снежного покрова приведен на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 - Годовой ход высоты снежного покрова

Температура морской воды. Несмотря на неустойчивость температурных характеристик и частые изменения в распределении температур на поверхности, все же существуют некоторые общие характерные особенности в их распределении для всего Балтийского моря.

В летние месяцы температура на поверхности воды Балтийского моря близка к температуре воздуха. У юго-восточных берегов температура воды выше за счет воздействия прогретых лежащих к югу масс суши, а вдоль западного, шведского берега — ниже вследствие

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

тока холодных вод с севера, из Ботнического залива. Зимой, наоборот, восточные участки моря холоднее западных, они подвержены влиянию выхолаженных массивов суши материка, а западные участки моря в этот период испытывают регулярное поступление теплых воздушных масс Атлантики.

Наибольшее прогревание поверхностного слоя приходится на август, когда температура воды в центральной части моря составляет 14-17⁰, в Ботническом заливе — 9-13⁰, а в Финском 15-17⁰. В августе в Балтийском море, когда, прогрев верхнего, в среднем 50-метрового слоя достигает максимального значения, становится особенно заметен так называемый слой температурного скачка, где на расстоянии максимум 10 м температура падает на 3-4⁰.

В летний период, таким образом, двухслойность водной массы качественно становится более яркой (рисунки 2.8а, 2.9.). Однородность верхнего, приповерхностного распределенного слоя (более легкого, чем придонный) обеспечивается влиянием ветра, создающего волновое перемешивание в среднем до глубины 50 м. Естественно, что этот 50-метровый слой всегда подвержен вентиляции, поэтому содержание в нем кислорода обычно близко к насыщению. Ниже влияние ветра не распространяется, поэтому в летний период на большие глубины поступление кислорода затруднено, а во впадинах Балтийского моря к осени образуются застойные зоны с повышенным содержанием углекислого газа, а иногда и присутствием губительного для жизни сероводорода.

В зимний период поверхностный слой охлаждается (рисунок 2.9) все более, поэтому плотность воды в нем возрастает и, таким образом, создаются условия для ликвидации слоя температурного скачка и полного перемешивания водной толщи моря до его предельных глубин.

Столь ясно выраженные сезонные изменения температуры воды захватывают только верхние 50—60 м. Глубже температура воды меняется очень мало. В холодный сезон температура воды имеет близкие значения от поверхности до горизонтов 50—60 м, глубже она несколько ниже и остается почти неизменной до дна. В теплый сезон температура воды на поверхности повышается за счет радиационного прогрева, который распространяется до горизонта 20—30 м. Отсюда она скачкообразно понижается до горизонтов 60—70 м и затем снова несколько повышается ко дну (рисунок 2.8б). Холодный промежуточный слой сохраняется и летом, когда поверхностный слой прогревается еще сильнее и термоклин выражен более резко, чем весной.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		43

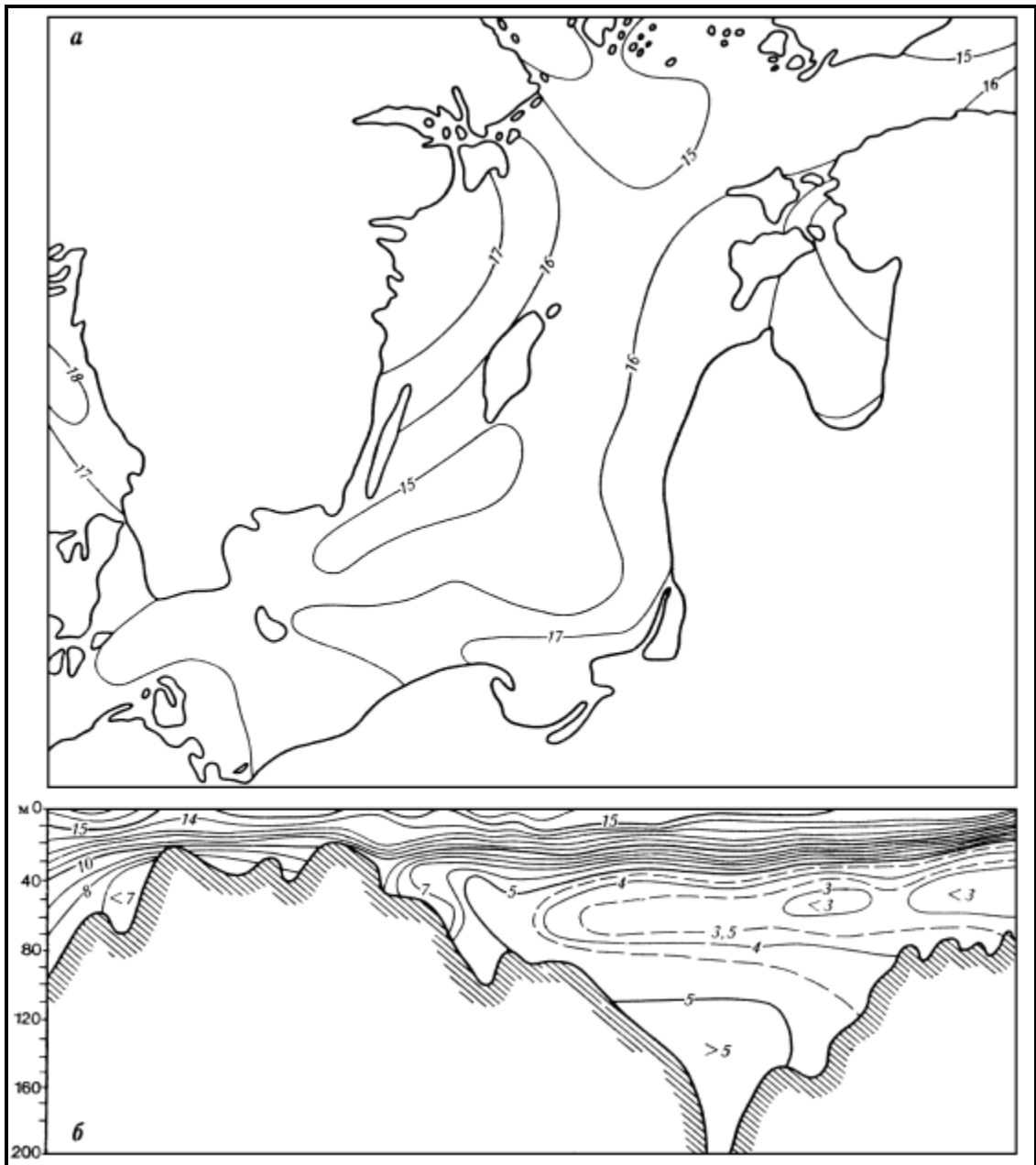


Рисунок 2.8 - Распределение температуры воды в Балтийском море летом на поверхности (а) и на разрезе датские проливы — Финский залив (б)

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)
------	------	----------	-------	------	---

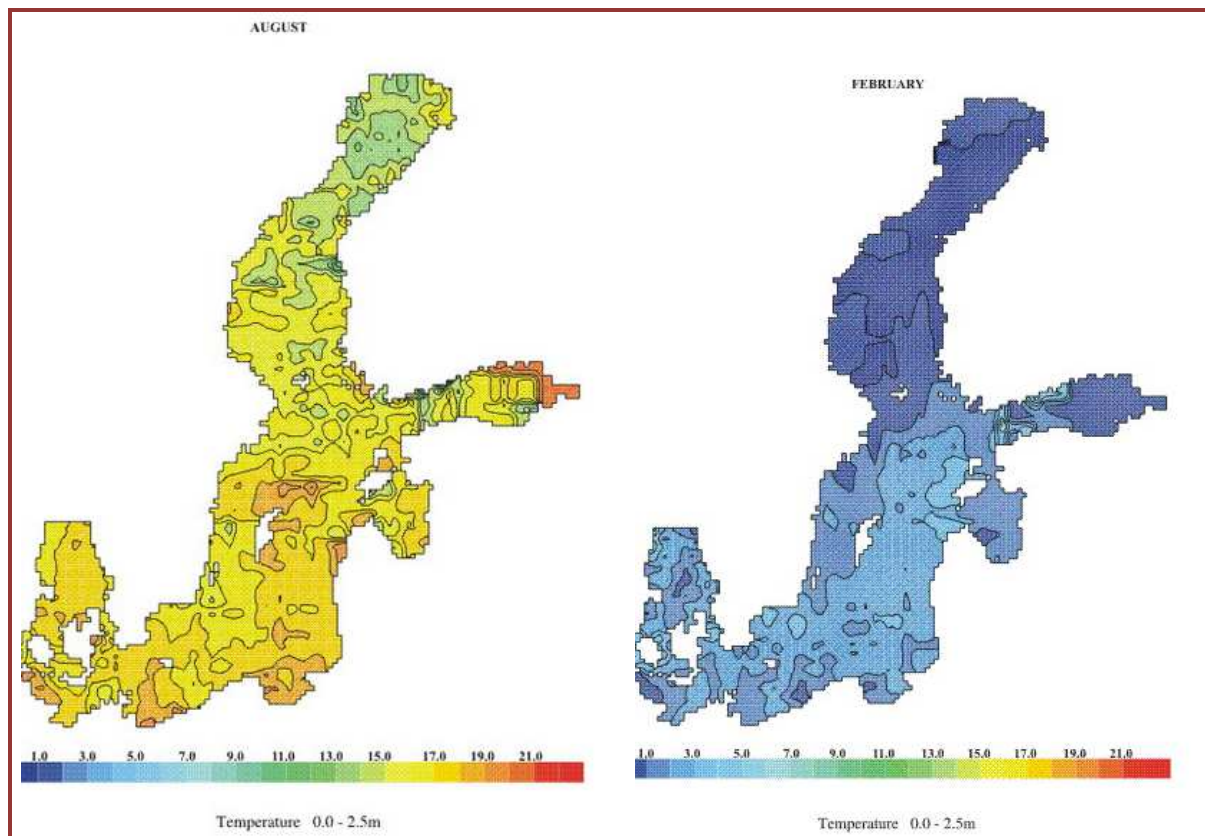


Рисунок 2.9 - Распределение температуры воды на поверхности Балтийского моря в августе и в феврале

Повторяемость различных значений температуры воды в поверхностном слое по месяцам и в среднем за год по данным наблюдений в г. Балтийске приведена в таблице 2.7. Годовой ход температуры воды в открытом море в поверхностном слое показан на рисунке 2.10.

Таблица 2.7 - Повторяемость различных значений температуры воды в поверхностном слое по месяцам и в среднем за год по данным наблюдений в г. Балтийске

градусы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
-2.2 - 0.0	23.2	19.8	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	7.3	4.8
0.1 - 2.0	50.3	59.5	45.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	40.3	16.9
2.1 - 4.0	25.3	19.1	34.0	13.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	12.8	34.9	11.6
4.1 - 6.0	1.2	1.7	11.0	35.6	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	31.8	15.0	8.4
6.1 - 8.0	0.0	0.0	1.4	27.7	9.3	0.3	0.0	0.0	0.0	9.2	31.0	2.5	6.7
8.1 - 10.0	0.0	0.0	0.0	12.4	18.2	1.7	0.0	0.1	0.6	22.8	16.4	0.0	6.0
10.1 - 12.0	0.0	0.0	0.0	4.9	24.1	5.5	0.1	0.1	5.0	37.3	1.1	0.0	6.6
12.1 - 14.0	0.0	0.0	0.0	1.6	20.9	14.2	1.2	0.1	21.4	23.1	0.0	0.0	7.0
14.1 - 16.0	0.0	0.0	0.0	0.5	13.3	30.3	8.5	5.7	38.8	5.0	0.0	0.0	8.5
16.1 - 18.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.3	30.7	36.3	21.8	26.7	0.1	0.0	0.0	10.4
18.1 - 20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	14.1	31.7	45.5	6.8	0.0	0.0	0.0	8.6
20.1 - 22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.9	17.5	21.3	0.7	0.0	0.0	0.0	3.7
22.1 - 24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.1	5.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
24.1 - 26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
26.1 - 28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

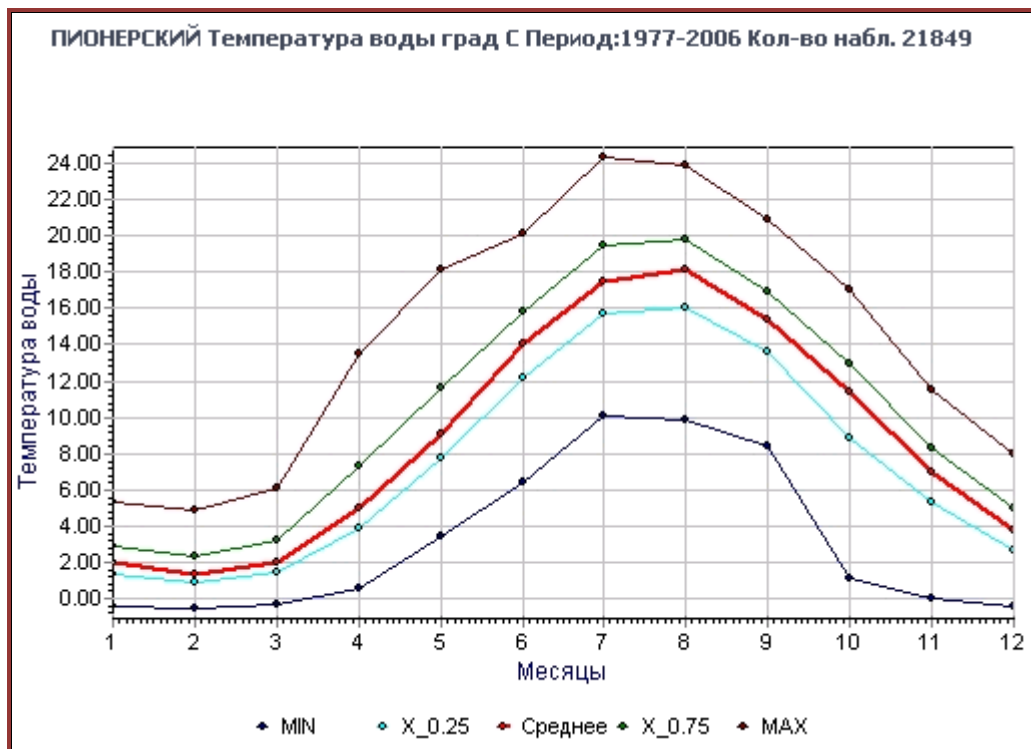


Рисунок 2.10 - Годовой ход температуры воды по данным ГМС Пионерский

Из рисунка 2.10 следует, что в районе проектного участка максимальная температура воды - $+24^{\circ}$ наблюдалась в июле и августе. Минимальная температура воды – около $+0.6^{\circ}$ наблюдалась в период декабрь - февраль.

Соленость морской воды. Ограниченный водообмен с Северным морем и значительный речной сток обуславливают низкую соленость и характерные черты пространственно-временных изменений ее величин в Балтийском море.

Распределение солености на поверхности моря летом показано на рисунке 2.11 а, 2.12 из которых видно общее уменьшение ее величин с запада на восток, что связано с преимущественным поступлением речных вод в восточную часть Балтики. В северном и среднем районах центрального бассейна соленость несколько уменьшается с востока на запад, так как циклоническая циркуляция вод переносит соленые воды с юга на северо-восток вдоль восточного берега моря дальше, чем вдоль западного. Уменьшение поверхностной солености, в общем, прослеживается и с юга на север.

Осенне-зимнему сезону свойственно некоторое повышение солености верхних слоев вследствие сокращения речного стока и осолонения при льдообразовании (рисунок 2.13). Весной и летом соленость на поверхности уменьшается на 0,2—0,5‰ по сравнению с холодным полугодием. Это объясняется значительным опресняющим влиянием материкового стока и весенним таянием льда.

Почти для всего моря характерно значительное увеличение солености от поверхности ко дну (рисунок 2.11б). К примеру, в Борнхольмской впадине соленость на поверхности равна 7,0‰ и около 20,0‰ у дна. Изменение солености с глубиной происходит, в общем, одинаково по всему морю, за исключением Ботнического залива. В юго-западных и отчасти центральных районах моря она плавно и незначительно увеличивается от поверхности до горизонтов 30—50 м, ниже между 60—80 м располагается очень резкий слой скачка, глубже которого, соленость снова несколько увеличивается ко дну. В восточной и северо-

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

восточной частях моря очень медленное увеличение солености наблюдается от поверхности до горизонтов 70—80 м, глубже, на горизонтах 80—100 м, залегает галоклин, и далее соленость слегка увеличивается до дна.

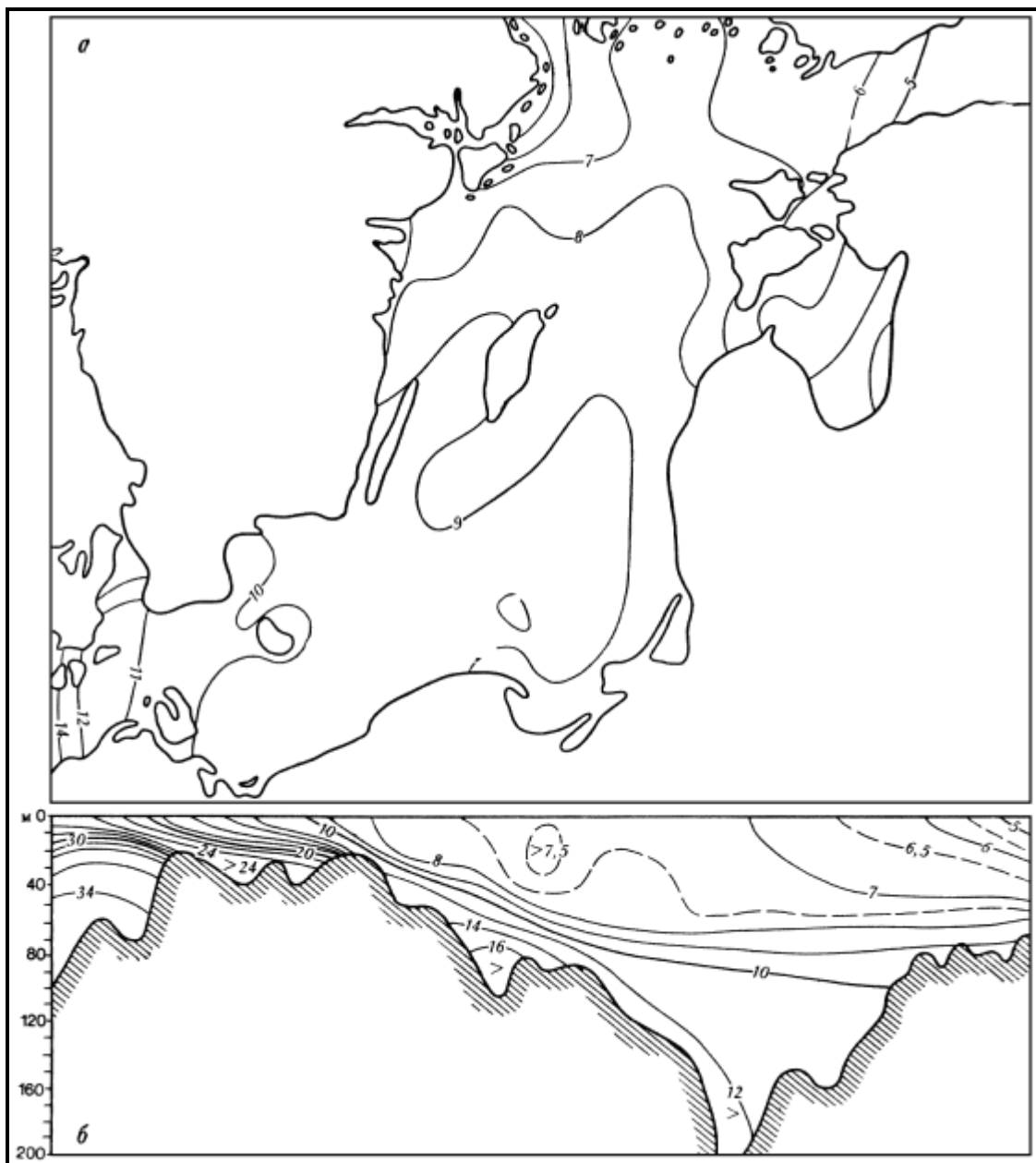


Рисунок 2.11 - Распределение солености в Балтийском море летом на поверхности (а) и на разрезе датские проливы — Финский залив (б)

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Инв. № дубл.
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

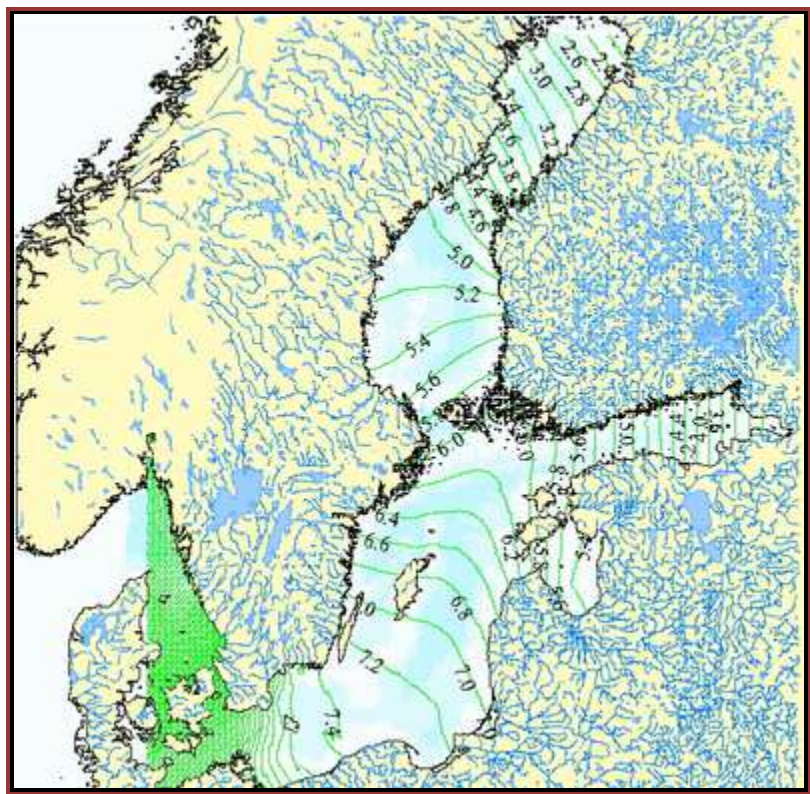


Рисунок 2.13 - Распределение солёности воды на поверхности Балтийского моря в июле

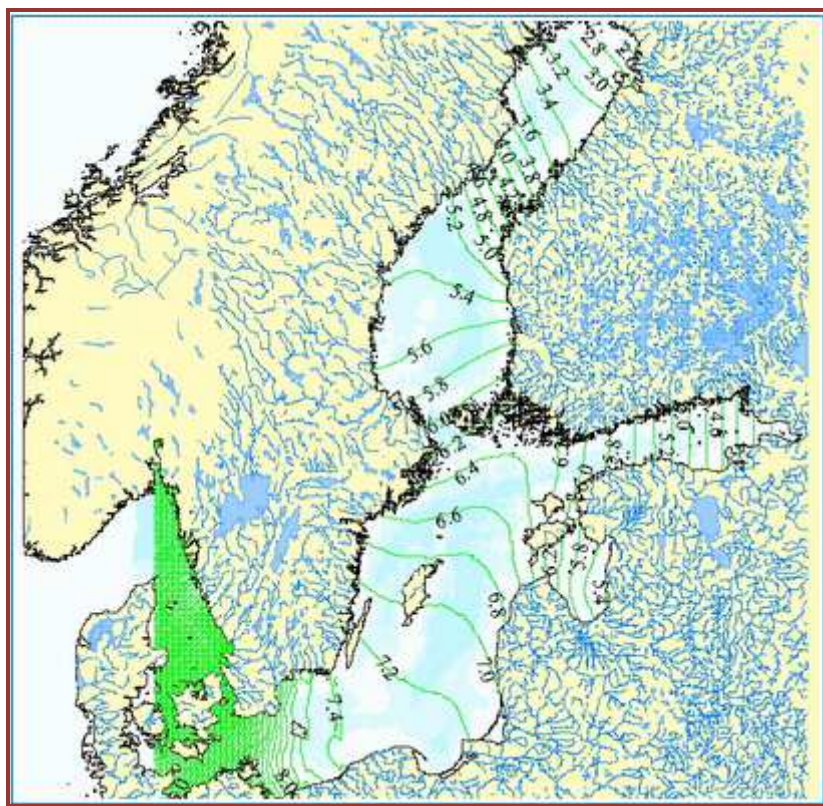


Рисунок 2.14 - Распределение солёности воды на поверхности Балтийского моря в январе

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

В осенне-зимнее время поступление североморских вод в Балтийское море увеличивается, а в летне-осеннее — несколько уменьшается, что влечет за собой соответственно повышение или понижение солености глубинных вод в море. Кроме сезонных колебаний солености Балтийскому морю, в отличие от других крупных морей Мирового океана, свойственны ее значительные межгодовые изменения, что представляет собой одну из наиболее характерных гидрологических черт Балтики.

Наблюдения над соленостью в Балтийском море с начала текущего столетия и до последних лет обнаруживают ее многолетнюю тенденцию к повышению, на фоне которой проявляются краткосрочные флуктуации.

Средняя годовая соленость воды по данным береговых станций, уменьшается в среднем от 6,5—7,5‰ в южных районах до 5,6—6,6‰ в северных районах прибрежной зоны моря. Размах колебаний солености в течение года может изменяться до 1—2‰ в районах, не подверженных прямому воздействию пресного стока, до 4—5‰ в районах сильного влияния пресного стока.

Данные наблюдений за соленостью морской воды на ГМС Пионерский приведены на рисунке 2.15.

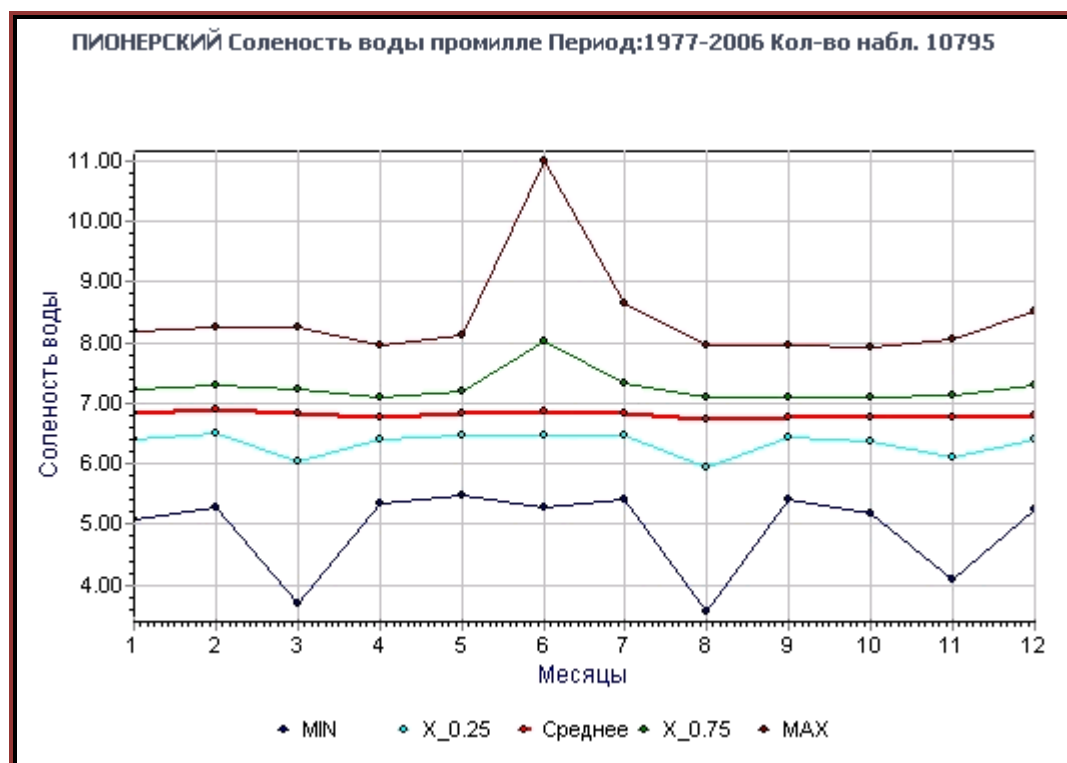


Рисунок 2.15 - Годовой ход солености воды по данным ГМС Пионерский

Из рисунка 2.15 следует, что в районе проектного участка максимальная соленость воды - 11‰ наблюдалась в июне. Минимальная соленость - 1‰ наблюдалась в августе. Средняя соленость морской воды составляет 6.9‰.

Уровень моря. Изменения уровня Балтийского моря зависят от морфометрических особенностей бассейна и определяются взаимодействием следующих факторов: вековые колебания земной коры, водообмен с Северным морем, речной сток, атмосферные осадки, испарение с поверхности моря, изменение атмосферного давления, воздействия ветра и

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

приливообразующих сил, перераспределение поля плотности, циркуляция вод.

В Балтийском море наблюдаются сгонно-нагонные, сейшевые, сезонные и приливные колебания уровня.

Сезонные колебания уровня обусловлены гидрометеорологическими факторами (ветер, речной сток, изменение атмосферного давления). В годовом ходе уровня отчетливо выражены два минимума и два максимума. Основной минимум наблюдается в марте - мае, а второй, более слабый, - в октябре - ноябре. В августе - сентябре отмечается основной максимум, а в декабре - январе - второй, менее выраженный. Величина сезонных колебаний уровня составляет 0,1-0,2 м, местами 0,3 м; в заливах и бухтах она больше, чем в открытом море.

Сгонно-нагонные колебания уровня зависят от продолжительности, направления и скорости ветра. Величина сгонно-нагонных колебаний в открытом море - около 0,5 м, а в вершинах бухт и заливов 1,5-2 м.

Наибольшее число штормовых нагонов в Балтийском море наблюдается с сентября по апрель. Данные по штормовым нагонам в районе проектного участка приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Количество штормовых нагонов, вызывающих повышение уровня в Калининграде, в 1951-2010 гг. (по десятилетиям)

Уровень (см БС)	Число штормовых нагонов					
	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
95-125	5	9	10	21	15	10
126-154	-	-	2	6	2	2
155-180	-	1	-	1	1	3
Выше 180	-	-	-	2	1	-
Всего	5	10	12	30	19	15

В результате исследований вековых колебания уровня моря, связанных с вертикальными движениями земной коры, установлено, что Балтийский кристаллический щит в пределах Самбийского полуострова относительно стабилен, а скорость вертикальных движений участков побережья имеет однонаправленный характер и составляет в Пионерском 0.0 мм/год, в Балтийске 0.2 мм/год.

Вековые колебания уровня, обусловленные изменением объема воды в море в целом (эвстатические колебания), оцениваются величиной 0.8-1.0 мм/год.

Временные колебания уровня, вызванные изменениями плотности воды в отдельных районах моря (стерические колебания) носят сезонный характер. Влияние плотностных приращений на годовой ход уровня моря достаточно велико, особенно во второй половине года, когда стерические колебания соизмеримы со средними месячными высотами уровня. Пространственное распределение уровенной поверхности, обусловленное неоднородным распределением плотности воды по горизонтали, имеет общий наклон (с некоторыми вариациями по сезонам) в направлении с севера на юг.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Приливные колебания уровня Балтийского моря формируются в результате проникновения полусуточной приливной волны из Северного моря и собственных суточных приливных колебаний Балтийского моря. На побережье Калининградской области приливы носят неправильный полусуточный характер, а их амплитуда не превышает 2-5 см.

Периодические колебания уровня Балтийского моря вызываются также метеорологическими факторами. Так, годовой ход атмосферного давления, осадков и испарения, а также сезонные изменения в направлении и скорости господствующих ветров, накладываются на годовую и полугодовую приливные волны. Максимум годовой волны приходится на октябрь, а полугодовой – на январь и июль.

Сейшевые колебания, возникающие в результате реакции водных масс бассейна на нарушения равновесного состояния вод под влиянием внешних воздействий (длительный сгон или нагон воды, резкое изменение атмосферного давления и ветра и т.п.), охватывают всю толщу вод моря, достаточно быстро возбуждаются, а затухают на протяжении нескольких суток. Наибольшую повторяемость имеют сейшевые колебания с периодом 24-28 часов. Амплитуда сейш вдоль побережья Калининградской области может достигать 10-20 см.

Для побережья юго-восточной Балтики характерна межгодовая изменчивость колебаний уровня с незначительной трендовой составляющей. Так, по последним оценкам, величина тренда за последние 100 лет на участке Калининградской области составила около +10 см, что соизмеримо со скоростью эвстатических изменений уровня.

В этом районе Балтийского моря на формировании долгопериодных изменений уровня примерно в равной степени сказывается влияние нескольких факторов: глобальных атмосферных процессов (в основном меридиональной формы атмосферной циркуляции), общей системы циркуляции вод и суммарного речного стока.

В спектральной структуре колебаний уровня в диапазоне межгодовой изменчивости присутствуют периодичности от 2 до 6 лет, которые обычно связывают с перестройкой в автоколебательной системе океан-атмосфера, и периодичности порядка 10-20 лет, обусловленные изменением солнечной активности.

В таблице 2.9 даны осредненные по тридцатилетиям уровни (см БС) у Калининградского побережья Южной Балтики за 1901-2010 гг.

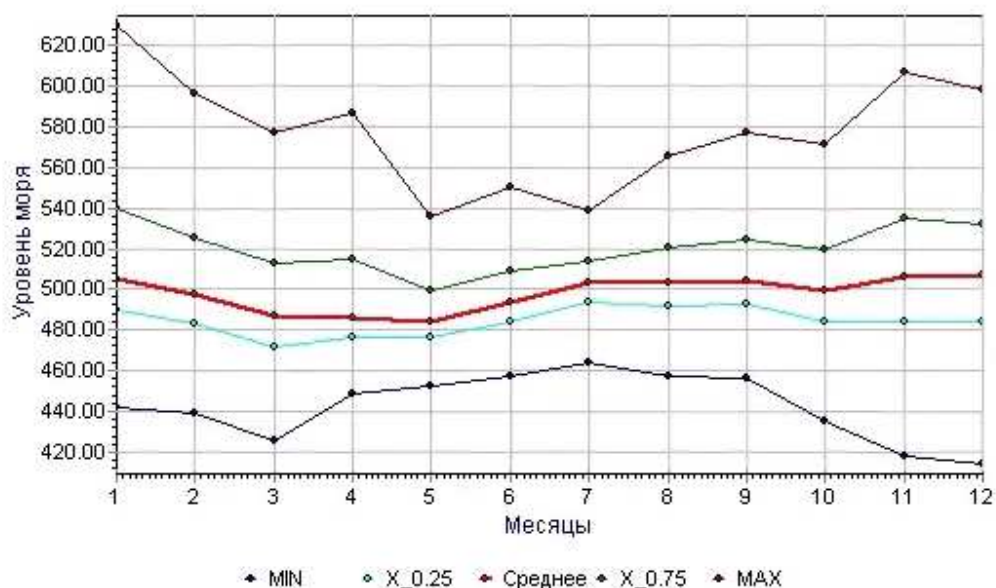
Таблица 2.9 – Осредненные по тридцатилетиям уровни (см БС) у Калининградского побережья Южной Балтики за 1901-2010 гг.

Пункт наблюдений	Уровни, осредненные по 30-летиям (см БС)		
	1901-1950	1951-1980	1981-2010
Балтийск	-15,2	-8,4	3,0
Калининград	-11,3	-5,3	6,5
Пионерский	-	-6,7	1,8

На рисунке 2.16 представлены статистические данные наблюдений за уровнем моря на ГМС Пионерский [25].

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

ПИОНЕРСКИЙ Уровень моря см Период:1977-2006 Кол-во набл. 20440



№ ГВК	Месяц	Кол.набл.	Минимум	Дата Минимума	X0.25	Среднее	X0.75	Максимум	Дата максимума
86179	1	1735	442.	26. 1.1996	489.5	505.3	540.2	630.	19. 1.1983
86179	2	1582	439.	24. 2.1978	483.1	497.8	525.3	596.	2. 2.1983
86179	3	1726	426.	24. 3.1980	472.0	487.4	512.5	577.	13. 3.1990
86179	4	1610	449.	1. 4.1980	476.8	486.1	514.4	587.	11. 4.1977
86179	5	1674	452.	4. 5.1978	476.4	484.5	499.0	536.	24. 5.2004
86179	6	1679	457.	3. 6.1978	484.5	493.7	509.5	550.	24. 6.2003
86179	7	1737	464.	11. 7.1988	493.6	503.4	513.4	539.	12. 7.1998
86179	8	1798	457.	26. 8.1977	491.4	502.8	520.5	566.	27. 8.2003
86179	9	1740	456.	25. 9.1995	492.4	504.5	524.8	577.	12. 9.1977
86179	10	1743	435.	3.10.1993	483.6	499.8	519.7	571.	13.10.2003
86179	11	1680	418.	4.11.1979	484.4	506.6	534.7	607.	2.11.1981
86179	12	1736	414.	31.12.1978	483.6	506.8	532.3	598.	4.12.1999

Рисунок 2.16 – Данные наблюдений за уровнем моря по ГМС Пионерский

Из рисунка 2.16 следует, что максимальный наблюдаемый уровень $H_{\text{макс.наб.}} = +1.30$ м БС (19.01.1983). Минимальный наблюдаемый уровень $H_{\text{мин.наб.}} = -0.97$ м БС (01.02.1937 [75]).

По данным специальных наблюдений за уровнем моря в Светлогорской бухте в 2017 – 2019 годах установлено, что отметки уровня лежали в пределах минус 0.36 - +0.66 м БС в 2017 г., минус 0.36 - +0.46 м БС в 2018 г., минус 0.19 - +0.45 м БС в 2019 г.

Таким образом, заметных изменений в отметках уровня моря по сравнению с рядом наблюдений, приведенном на рисунке 2.16, не зафиксировано.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Волнение. В Балтийском море в течение всего года преобладают волны высотой менее 2 м (повторяемость 70-100 %). Повторяемость сильного волнения (высота волн 2-6 м) с апреля по июль составляет 4-12 %, а с августа по март 10-30%. Очень сильное волнение (высота волн 6 м и более) отмечается крайне редко; повторяемость его, как правило, не превышает 1 %, лишь иногда в зимние месяцы составляет 2%.

Преобладающий период волн менее 5 с. Волнение приходит обычно от З, СЗ и С, однако в южной и западной частях моря весной часто отмечается также волнение от СВ.

Зыбь в Балтийском море наблюдается редко, в основном летом. Преобладающее направление зыби от ЮЗ, а весной иногда от С. В Финском и Рижском заливах чаще всего наблюдается зыбь от З. В южной части Ботнического залива одинаково вероятно зыбь от С и Ю, в северной части залива господствующее направление зыби от ЮЮЗ.

Волнение в Балтийском море формируется преимущественно под влиянием ветров и в связи с этим повторяемость волнений по направлениям и силе зависит от силы и направления действия ветров активных румбов.

Максимальные высоты волн, как правило, наблюдаются осенью и за зоной бурунов достигают 7-8 метров, иногда 9-10 метров. Зимой максимальные высоты волн меньше (4,0-4,5 м) в связи с тем, что сильные ветры дуют с суши.

Наименьшая высота волн наблюдается летом (2,5-3,0 м), что объясняется снижением средних скоростей ветра. Самое бурное волнение отмечается с октября по март, в этот период количество дней со штормами с высотой волн более 4 м достигает четырех раз в месяц.

В соответствии с ветровым режимом, на Калининградском побережье Балтики господствующим является волнение западных и северных румбов. Максимум потока волновой энергии, как и для ветра, приходится на З, СЗ и ЮЗ румбы с величинами соответственно 70.7×10^6 т/м, 28.7×10^6 т/м и 2.9×10^6 т/м, что указывает на определяющую роль волнения З и СЗ румбов в динамике береговой зоны области.

Волнение Балтийского моря, также, как и ветер, характеризуется выраженным годовым ходом. Зимой (ноябрь-февраль) наблюдается наибольшая повторяемость штормовых ветров и экстремальных волн, высота которых 1 раз в 50 лет может достигать в ЮВ Балтике 12.2 м зимой и 10.0 м летом.

По среднемноголетним данным ГМС Светлогорск в большинстве случаев преобладают слабые и умеренные (0-0.75 м) волны (54-62%), примерно треть составляет значительное (0.75-2.0 м) волнение и лишь в 5-10% случаев оно превышает 2 м. (таблицы 2.10, 2.11).

Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		53

Таблица 2.10 - Повторяемость направлений волн (%) по градациям высот МГС Светлогорск 1949-1974 годы

Градацияи высот волн h, м	Направление волн румбы								Сумма
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Светлогорск (1949-1974 гг)									
< 0.25	3.0	4.0	13.6	-	-	-	12.7	6.0	39.3
0.25-0.75	2.5	3.0	3.4	-	-	-	8.7	5.4	22.9
0.75-1.25	2.9	2.0	1.5	-	-	-	7.0	5.4	18.6
1.25-2.00	2.4	0.8	0.3	-	-	-	4.6	3.9	12.2
2.00-3.50	1.3	0.2	-	-	-	-	1.4	2.2	5.0
3.50-6.00	0.5	-	-	-	-	-	0.3	0.7	1.6
>6.00	0.1	-	-	-	-	-	0.05	0.2	0.4
Сумма	12.7	10.0	18.8	-	-	-	34.75	18.6	100

Таблица 2.11 - Максимальная высота волн и их элементы по результатам наблюдений на ГМС Светлогорск за период 1961-1972 гг

Годы	Высота h_{max} , м	Длина λ_{cp} , м	Период τ_{cp} , м	Направление румбы
1961	2.5	60	8.1	З/СЗ
1962	2.8	74	8.8	СЗ
1963	2.7	63	8.0	СЗ
1964	2.9	69	8.1	С/СЗ
1965	2.9	78	8.5	С
1966	2.6	65	7.8	С
1967	4.1	82	8.9	С
1968	2.9	66	7.9	СЗ
1969	3.0	71	8.3	СЗ
1970	3.1	72	8.1	СЗ
1971	3.0	74	8.2	СЗ
1972	2.9	75	8.7	СЗ
Среднее	3.0	68.0	8.3	СЗ/С

На рисунке 2.17 приведены данные наблюдений за волнением на ГМС Пионерский [25].

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

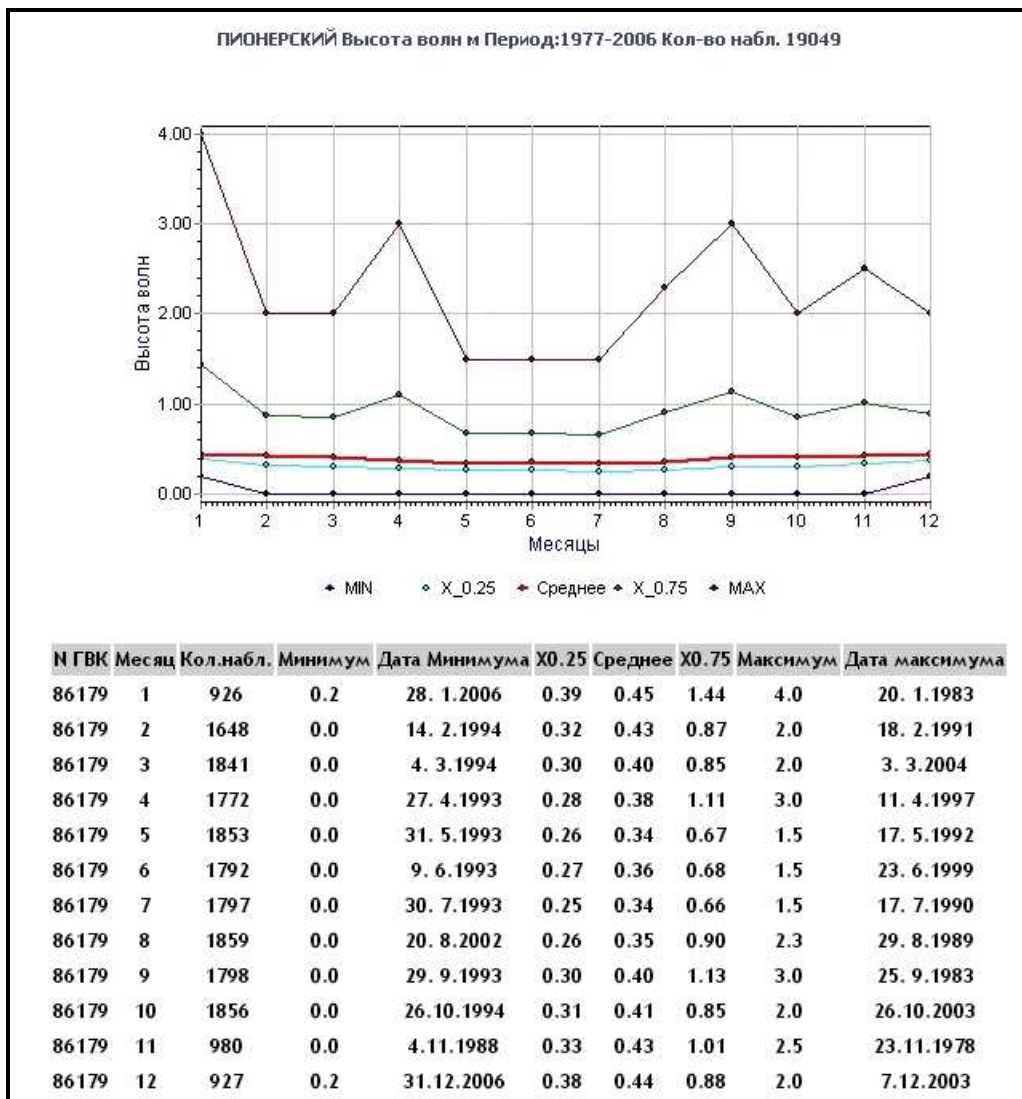


Рисунок 2.17 - данные наблюдений за волнением на ГМС Пионерский

Из таблицы 2.11 и рисунка 2.17 следует, что максимальная наблюдаемая волна имеет высоту 4.1 м. Согласно [33], наблюдаемые ГМС высоты волн имеют обеспеченность в системе 3%. Наиболее опасным для проектируемых сооружений следует считать волнение в секторе 3 - С.

Волны в открытом море характеризуются данными справочника морского регистра [23], которые для 2 района Балтийского моря (согласно рисунку 2.4) приведены в таблице 2.12.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Таблица 2.12 - Расчетные параметры волн различной обеспеченности в режиме и в системе для 2 района Балтийского моря

T	1	5	10	25	50	100
ВЫСОТЫ ВОЛН (м)						
\bar{h}	3,5	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
50%	3,3	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6
13%	5,6	6,3	6,7	7,1	7,4	7,7
3%	7,3	8,2	8,6	9,1	9,5	9,9
1%	8,3	9,4	9,8	10,4	10,9	11,3
0,1%	10,1	11,4	11,9	12,6	13,2	13,7
ПЕРИОДЫ ВОЛН (с)						
$\bar{\tau}$	9,0	9,6	9,8	10,1	10,3	10,5
50%	8,6	9,1	9,3	9,6	9,8	10,0
13%	9,5	10,1	10,3	10,6	10,8	11,1
3%	9,9	10,5	10,8	11,1	11,4	11,6
1%	10,2	10,8	11,1	11,4	11,7	11,9
0,1%	10,4	11,0	11,3	11,6	11,9	12,1
ДЛИНЫ ВОЛН (м)						
$\bar{\lambda}$	127	143	150	160	167	174
50%	115	129	136	144	150	157
13%	140	158	166	176	184	191
3%	154	173	182	193	202	210
1%	162	183	192	204	213	222
0,1%	168	189	199	211	220	230
ВЫСОТЫ ГРЕБНЕЙ (м)						
0,1%	6,1	6,8	7,2	7,6	7,9	8,2

Данные таблицы 2.12 следует рассматривать, как ориентировочные и подлежащие уточнению для конкретных участков побережий.

Течения в Балтийском море представлены в основном постоянными и ветровыми. Постоянное поверхностное течение (рисунок 2.18) формируется в северной части моря в результате слияния двух течений, выходящих из Финского и Ботнического заливов.

Общий поток следует вдоль берегов Швеции на ЮЗ. Затем, огибая с двух сторон остров Борнхольм, через проливы он выходит в Северное море. Вдоль южного берега Балтийского моря течение направлено на восток. В районе Гданьского залива оно поворачивает на север и идет вдоль восточного берега моря до острова Хийумаа. Здесь течение разделяется на три ветви. Одна ветвь следует в Рижский залив, где образует циклонический круговорот.

Другая ветвь течения входит в Финский залив и идет вдоль его южного берега, затем поворачивает на СЗ и, следуя вдоль северного берега, выходит из залива. Третья ветвь направляется на СВ и через проливы Лбо-Аландских шхер проникает в Ботнический залив. Здесь она идет вдоль берегов Финляндии на север, огибает северный берег залива и вдоль берегов Швеции следует на юг. В центральной части Ботнического залива наблюдаются замкнутые циклонические круговороты.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

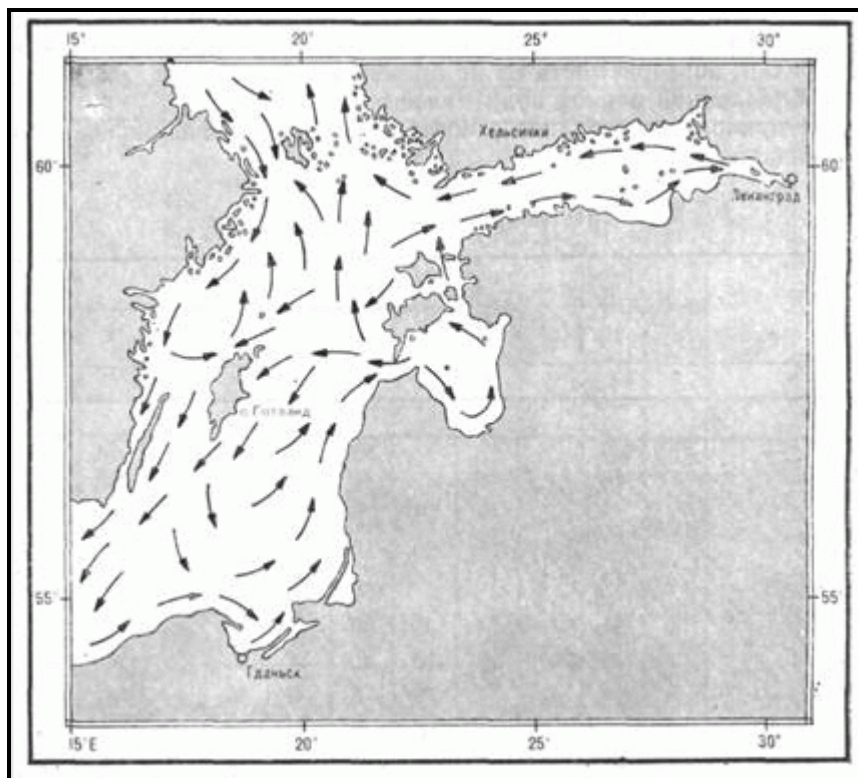


Рисунок 2.18 - Схема постоянных поверхностных течений в Балтийском море

Циклонические циркуляции отмечаются также между восточным берегом моря и островом Готланд и западным берегом моря и тем же островом. Постоянные поверхностные течения в Балтийском море слабые и неустойчивые. В открытом море они не оказывают существенного влияния на судоходство, однако в проливах, узкостях и у мысов, где скорость постоянных течений увеличивается, их следует учитывать. Средняя скорость постоянных течений 0,1-0,5 узла, местами 0,7-0,9 узла, при штормах она достигает 2 узлов в открытом море и 4 узла в прибрежной зоне.

Постоянные течения в проливах Зунд, Большой Бельт, Малый Бельт, Каттегат и Скагеррак определяются в основном водообменом между Балтийским и Северным морями. Для проливов характерна система двухслойных течений: в поверхностном слое течение идет из Балтийского моря в Северное, а в глубинных слоях - в обратном направлении. Особенно отчетливо эта система выражена в проливе Большой Бельт; в мелководном проливе Зунд во всей толще воды отмечается течение, идущее в пролив Каттегат.

Вдоль южного берега пролива Скагеррак наблюдается течение, идущее из Северного моря на NE. У северного берега пролива течение следует из залива Осло-фьорд на ЮЗ; наиболее ярко оно выражено в 7-8 милях от берега, но заметно и на расстоянии до 20 миль.

В центральной части восточной половины пролива отмечается циклонический круговорот. Средняя скорость постоянных течений в проливах, как правило, колеблется от 0,5 до 2 узлов, максимальная скорость достигает 6 узлов.

Схема циркуляции вод Балтийского моря в вертикальной плоскости представлена на рисунок 2.19.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

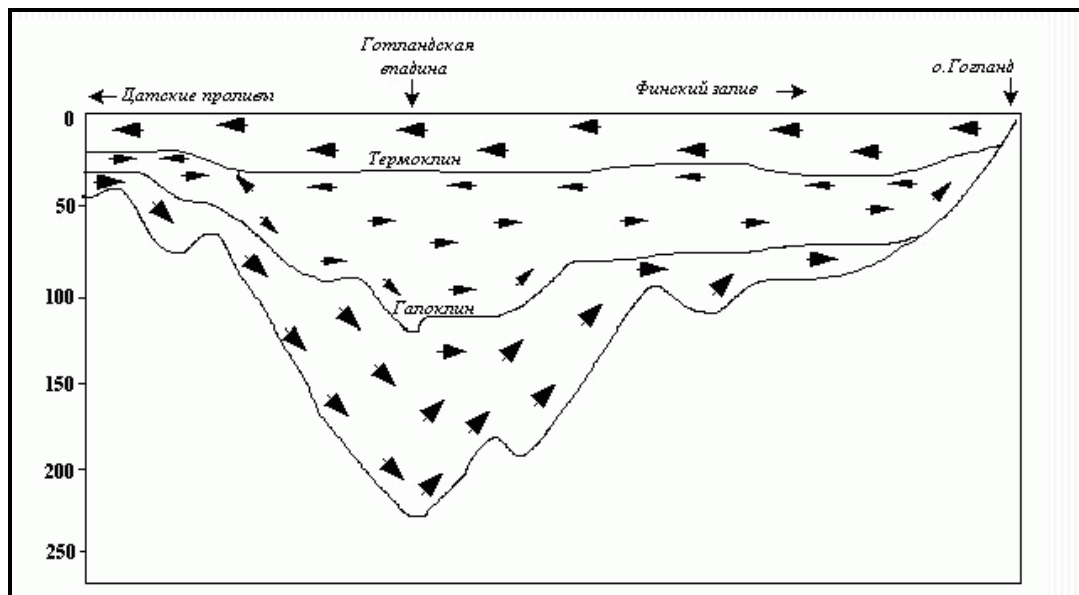


Рисунок 2.19 - Схема циркуляции вод Балтийского моря в вертикальной плоскости

Следует отметить, что на режим течений в Балтийском море большое влияние оказывают скорость и направление преобладающих ветров. Ветровые течения в Балтийском море часто преобладают над постоянными, особенно осенью и зимой. Направление их совпадает с направлением преобладающих ветров, а у берегов на направление ветровых течений влияет конфигурация береговой линии. Часто ветровые течения определяются не местным ветром, а более сильным, дующим в соседних районах. Так, сильные ветры от СЗ или Запада, дующие над Северным морем, вызывают в южной части Балтийского моря восточное течение. При ослаблении этих ветров наблюдается течение противоположного направления. В проливах и закрытых бухтах направление ветровых течений может не совпадать с направлением ветра.

Скорость ветровых течений в значительной степени зависит от силы ветра. В открытом море скорость ветровых течений обычно около 2 узла, но при сильных штормах она превышает 3 узла. В проливах, бухтах и узкостях скорость течений существенно возрастает. Так, в районе Стокгольмских шхер при ветрах со скоростью более 19 м/с скорость течения превышает 2 узла, а в проливе Кальмарсунд она достигает 8 узлов. В восточной половине залива Осло-фьорд (59°22' N, 10°34' E) скорость ветрового течения на отдельных участках 4 узла. У южного берега моря в проливе между островом Рюген и материком при сильных северных ветрах она достигает 5 узлов. В Ботническом заливе в районе пролива Сёдра-Кваркен (60°18' N, 19°02' E) с сентября по декабрь наблюдается течение со скоростью до 6 узлов. В Финском заливе во время штормовых ветров скорость течения достигает 4 узла.

Приливные течения в Балтийском море слабые и существенного значения не имеют. Средняя скорость их в открытом море около 0,1 узла, а в проливах и бухтах местами увеличивается до 1,5 узла. В местах встречи течений наблюдаются сулои и водовороты.

Скорость постоянных течений Балтийского моря очень невелика и равна примерно 3—4 см/с, увеличиваясь иногда до 10—15 см/с. Приведенная схема течений (рисунок 2.18) весьма неустойчива и часто нарушается ветром. В общей картине перемещения поверхностных вод превалируют ветровые (дрейфовые) течения. Они особенно интенсивны осенью и зимой и во время сильных штормов их скорость может достигать 100—150 см/с. Направления дрейфовых течений определяются преобладающими ветрами, поэтому при

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

определенных ветровых полях над морем формируется соответствующий им перенос поверхностных вод.

Глубинная циркуляция в Балтийском море (рисунок 2.19) определяется поступлением вод через датские проливы. Входное течение в них обычно проходит на горизонтах 10—15 м. Затем эта вода, как более плотная, опускается в нижележащие слои и глубинным течением медленно переносится сначала на восток и далее на север. При сильных западных ветрах вода из Каттегата втекает в Балтийское море практически по всему сечению проливов. Восточные ветры, напротив, усиливают выходное течение, которое распространяется до горизонтов 20 м, и только у дна сохраняется входное течение.

С ветровым режимом и волнением связаны течения в береговой зоне. Данные наблюдений за придонными течениями в створе пос. Рыбного приведены в таблице 2.13 и на рисунке 2.20 [64].

Таблица 2.18 - Осредненные и максимальные параметры придонных течений в восточной части Светлогорской бухты (створ Рыбный, западнее порта Пионерский) за полевые сезоны 1988-1991 годы

№ ст.	Глубина, Н, м	Средняя арифм. скорость $V_{ср.а.}$, см/с	Средний геометр. вектор течения		Максимальный вектор течения		Дата	Сектор преобладающих направлений максимальных течений	Кол-во отпечатков N
			Скорость $V_{ср.г.}$, см/с	Напр α° , град	Скорость V_{max} , см/с	Направление α° , град.			
1988 г (7.08-5.11)									
11	3,5	11,1	5,5	54	98	55	9.10.	50-80	2837
12	5	9,8	3,3	48	144	120	29.10.	30-95-130	1793
13	7	6,4	2,4	58	64	30	25.09.	10-50	3328
14	10	5,9	2,4	39	56	315	29.10	10-105	3924
1989 г (12.08-4.11)									
11	3,5	12,5	5,7	52	116	95	24.08.	10-90;	1411
13	8	4,0	1,5	74	24	195	11.09.	200-310; 10-90	1119
14	13	3,7	1,1	248	42	180	30.09.	80-200	1680
1990 г (20.08-16.11)									
13	8	5,4	2,8	62	50	115	1.11.	25-115	3098
1991 г (7.08-17.10)									
12	6	4,3	2,6	65	48	345	7.09.	10-140; 335-350	1540
13	8	5,5	4,4	48	46	10	10.08.	360-50	621
14	13	4,0	2,4	72	26	10	7.09.	340-10-90;	1170

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

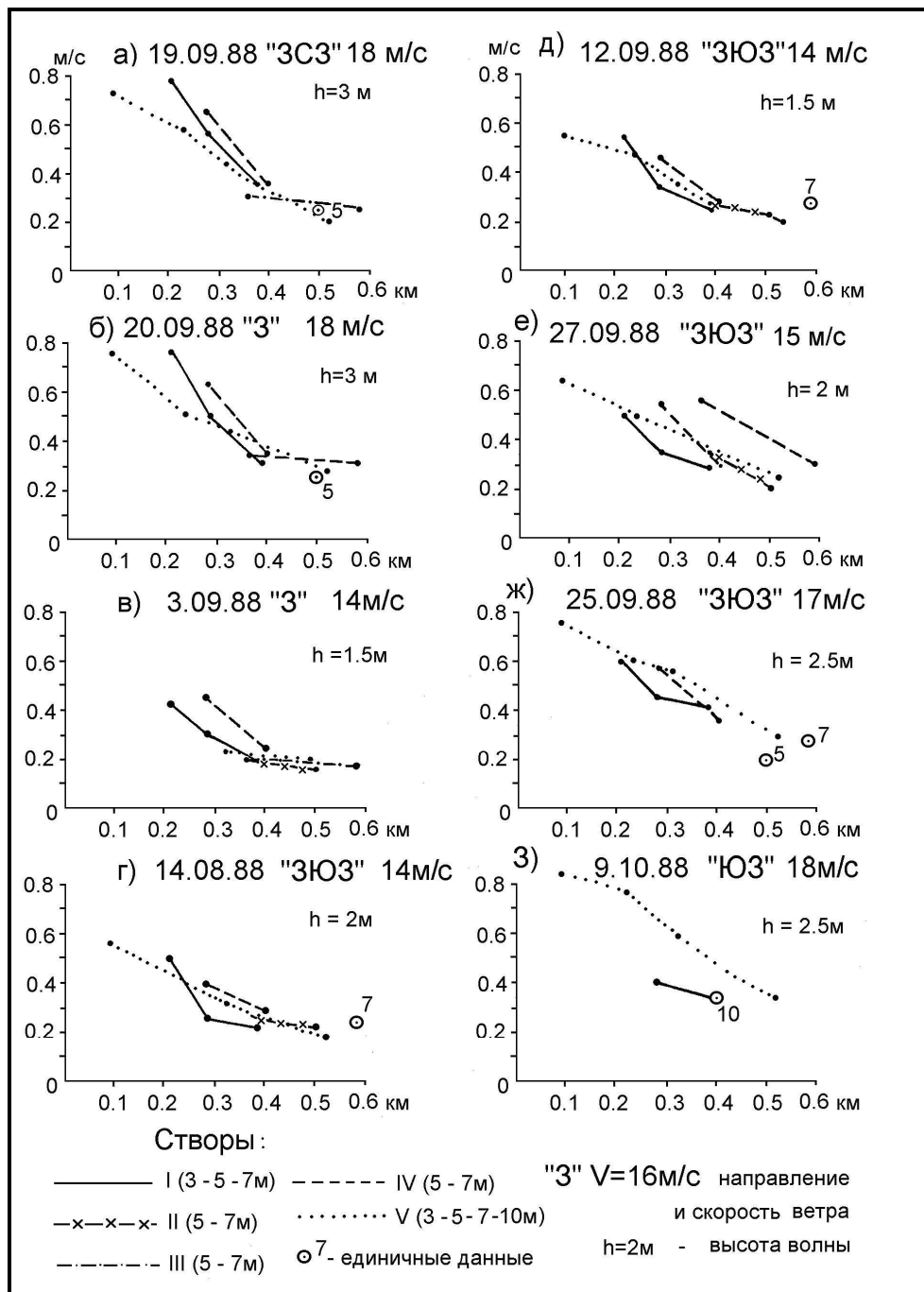


Рисунок 2.20 - Синхронное распределение скоростей штормовых придонных течений по профилям подводного склона в Светлогорской бухте.

Примечание. Точки перегиба кривых соответствуют местоположению станций с глубинами 3.5 м, 5 м, 7 м и 10 м

Из таблицы 2.18 и рисунка 2.20 следует, что по данным наблюдений на исследуемом побережье течения на глубинах 3 – 11 м направлены в основном на СВ, а их средняя скорость при сильных ветрах составляет порядка 0.5 – 0.8 м/с.

В зависимости от угла подхода штормовых волн к берегу, компенсационные стоковые (или оттоковые) течения получают развитие вдоль берега. Скорости прибрежных ветровых и волновых течений с удалением от берега возрастают довольно быстро, пока не достигают некоторой определенной величины, соответствующей скорости дрейфового течения. В прибойной зоне развивается вдольбереговое энергетическое течение.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Литологическая характеристика побережья [34, 66-70, 73]. На палеогеновых темно-зеленых янтароносных глинах, кровля которых расположена на 8-10 метров ниже уровня Балтийского моря, залегают четвертичные моренные серовато-зеленые или серовато-бурые слюдистые суглинки.

В береговой полосе суглинки размыты и прикрыты слоем песка и гравийно-галечниковых отложений, образующих зону пляжа. Мощность песчаных и гравийно-галечниковых отложений увеличивается от коренного берега к морю, достигая 1-3 метров. Коренной берег сложен в основном суглинками.

Грунтовые воды типа верховодки, периодически скапливающиеся в линзах песка на коренном берегу, дренируются у берегового склона непосредственно в пески пляжа.

Наиболее интенсивный подземный сток происходит на тех участках, где песками заполнены впадины в суглинках. Степень водообильности этих зон обусловлена размерами водосборных площадей. Пестрота и минерализация воды является следствием неравномерной засоленности песков пляжа из-за испарений в летний период или из-за загрязнений. Воды имеют углекислотную и сульфатную агрессию.

Основным литодинамическим процессом в пределах береговой зоны Самбийского полуострова является абразионный. Скорость размыва абразионного берега составляет от 0,1 — 0,7 м/год на мысах (мысы Таран, Купальный, Гвардейский, Отраденский выступ) до 0,6 — 1,5 м/год по бортам бухт от пос. Филино до г. Светлогорска, восточнее мыса Гвардейского, на западной окраине г. Зеленоградска, южнее мыса Таран до пос. Бакалино.

Следствием воздействия волн на береговой обрыв является формирование у его подножия свежего абразионного уступа различной высоты и крутизны. Размыв подножия берегового обрыва приводит к нарушению равновесия всего склона и провоцирует усиление оползневых и обвально-осыпных процессов, в результате чего образовавшийся уступ перекрывается оползнями и осыпными накоплениями, которые в свою очередь подвергаются абразионному воздействию последующих штормов с образованием нового уступа. Далее цикл повторяется, поэтому периодические разрушения подножия берегового обрыва по цепочке посредством оползневых и обвально-осыпных процессов распространяются до его бровки. Этому способствует и гидрогеологическое строение побережья: частое чередование песчаных и глинистых прослоев в породах, многочисленные выходы грунтовых вод и др.

Абразионный тип берега, представленный абразионно-осыпными и абразионно-оползневыми берегами, отмечается на большей части побережья Самбийского полуострова от мыса Таран до г. Зеленоградска, от пос. Бакалино до мыса Таран.

Материал для образования береговых наносов пополняется за счет разрушения обрывов и переработки его в зоне прибоя. Из береговых обрывов Самбийского полуострова ежегодно в море поступает от 200 до 300 тыс. м³ рыхлого обломочного материала. Здесь под воздействием волн и течений осуществляется сортировка материала, валуны и крупные обломки пород остаются на месте, образуя у подножия абразионных уступов и на подводном береговом склоне целые скопления, напоминающие булыжные мостовые. Поэтому такие участки называют валунными отмостками.

По периметру Самбийского полуострова на дне отмечается валунно-глыбовая отмостка, прекратившая дальнейшую абразию дна. Песок, вымытый из обвалившегося грунта, вовлекается волнами и течениями в поперечные (на берег и с берега) и продольные (вдоль берега) перемещения наносов, особенно активные во время штормов. Эти песчаные наносы,

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

постепенно перемещаясь, образуют, в конечном счете, такие аккумулятивные формы, как пляжи, береговые и подводные валы, бары, косы. Тонкий илистый материал, который легко взмучивается и долго не оседает, уносится течениями в море и откладывается на больших глубинах.

На рисунке 2.21 показана карта грунтов побережья Самбийского полуострова в районе от пос. Отрадное до порта Пионерский. Согласно этой карте, непосредственно в прибрежной зоне залегают средние и мелкие пески. Данные по гранулометрическому составу песка приведены в таблице 2.19.

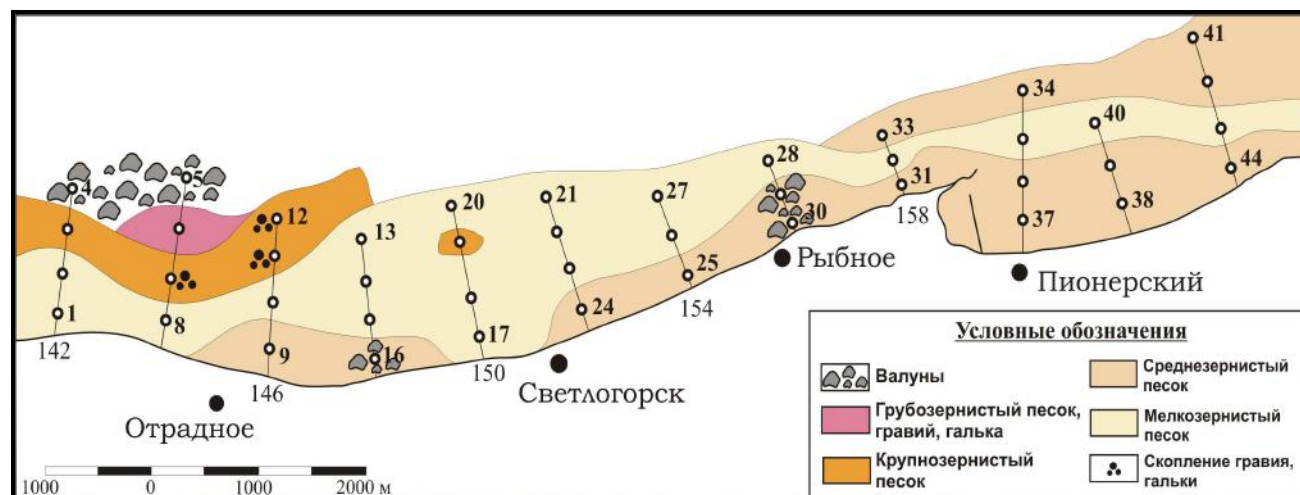


Рисунок 2.21 - Карта грунтов побережья в районе от пос. Отрадное до пос. Пионерский

Таблица 2.19 - Гранулометрический состав донных отложений

Стация №	№ пробы по створам	Координаты		глубина отбора (м)	Содержание фракций, %											Md	S ₀
		долгота	шпрота		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	<0.05		
25	154.1	20,17829	54,952844	3,9	-	-	-	-	-	0,5	2,8	80	16,7	-	-	0,33	1,2
26	154.2	20,17597	54,956008	9,4	-	-	-	0,1 +р.	0,2 +р.	0,7	1	10,5	86	1,5	-	0,18	1,2
27	154.3	20,173505	54,958922	13,5	-	-	-	-	-	0,1 +р.	0,4+р.	21,6	77	0,7	-	0,18	1,3
28	156.3	20,189746	54,96167	13,9	-	-	-	-	-	0,1 +р.	1,5	40,8	57,5	-	-	0,16	1,55
29	156.2	20,191632	54,959172	10,3	В А Л У Н Ы												
30	156.1	20,193372	54,956757	2,4	В А Л У Н Ы												
31	158.1	20,208888	54,959838	3,8	-	-	-	-	0,1	1,8	11,1	82,5	4,5	-	-	0,37	1,3
32	158.2	20,207583	54,961919	9,2	-	-	-	0,2	0,3 +р.	2,3	5,4	14	77,7	-	-		
33	158.3	20,206423	54,963751	13,2	-	-	-	-	0,1 +р.	1,5	11,5	77,4	9,5	-	-	0,36	1,2
34	160.4	20,22629	54,967332	15,9	-	-	-	-	0,1 +р.	0,5	6	68,7	24,7	-	-	0,33	1,44
35	160.3	20,226435	54,963751	12,1	-	-	-	-	-	0,1 +р.	0,5	17,3	79,7	2,4	-	0,18	1,3
36	160.2	20,22629	54,960337	6,1	-	-	-	-	-	0,1+р.	0,3	61,5	38	-	-	0,33	1,44
37	160.1	20,22658	54,957423	3,6	-	-	-	-	0,1	0,3	5,4	87,9	6,3	-	-	0,35	1,2
38	162.1	20,240791	54,958838	4,8	-	-	-	0,1	-	1,1	3,7	65,4	29	-	-		
39	162.2	20,238761	54,961836	7,6	-	1,2	0,2	0,4	1,4	16,1	33,1	42,7	4,9	-	-	0,26	1,7
40	162.3	20,236876	54,965084	13,6	-	-	-	-	0,1 +р.	0,1	0,2	6,6	88,6	4,3	-	0,16	1,3
41	164.4	20,250942	54,971912	16,5	1,6	5	11,4	13,6	5,8 +р.	3,9	12	44,6	2,1	-	-	0,34	1,94
42	164.3	20,253117	54,968248	15,3	-	-	-	-	-	3	22,5	70,5	4	-	-	0,37	1,3
43	164.2	20,254857	54,964751	11,5	-	-	-	-	0,1	0,2	0,7	38	61,5	-	-	0,18	1,34
44	164.1	20,256452	54,96167	3,9	-	-	-	-	0,1	1,5	5,1	73,8	19,3	-	-	0,33	1,35

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

На западном побережье Самбийского полуострова берег ранее тоже был абразионным с активным разрушением береговых обрывов (0,1 — 0,9 м/год).

Значительные изменения в динамике берега южнее пос. Янтарного произошли в связи с поступлением в волноприбойную зону больших объемов песка, количество которого постоянно возрастало в связи с добычей янтароносной породы (голубой глины) и производством вскрышных работ.

Во второй половине 20 века, разработку месторождений янтаря стали производить гидромеханизированным способом. В море в виде пульпы стали сбрасываться и вскрышные породы, объем которых достиг 2 млн. м³/год, а в 1974 г. - 3,4 млн. м³/год.

В результате этого процесса усилилась заносимость порта Балтийск, были замыты илом и алевритом большие площади дна, что значительно ухудшило условия обитания бентоса, возросло содержание взвеси в прибрежных водах, уменьшилась продуктивность планктона. Однако начиная с 1980 года, в связи с изменением технологии сброса пульпы в море, экологические условия западного побережья значительно улучшились.

Таким образом, на западном побережье из-за многолетней промышленной добычи янтаря в береговую зону поступило около 100 млн. м³ вскрышных рыхлых пород (за период с 1920 по 2001 год), или в среднем 1,2 млн. м³/год. В результате изменились природные ландшафты: образовались 2 конуса выноса — Синявинский (35 млн.м³) и Покровский (15 млн.м³), выдвинувшихся на 10-метровые глубины и блокировавших берег на протяжении 10 км. В связи с этим в начале 1970-х годов в пределах отвалов горных пород были заложены пляжевые карьеры, которые к настоящему времени выработаны (поселки Покровское, Синявино, большая часть поселка Янтарный).

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		63

3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРО-ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.1 Волновой режим

Расчет генерации волн ветром на глубокой воде выполнен по программе из комплекса [38, 43, 44], Приложение №2, реализующей нормативную методику [2, 9], с учетом различий длин разгонов в секторах направлений ветра (формула (6) из [9]). Поэтому расчетные параметры волн были уточнены относительно данных отчета [59].

Роза ветров от волноопасных направлений приведена на рисунке 3.1 (таблица 2.3), длины разгона ветра - на рисунке 3.2.

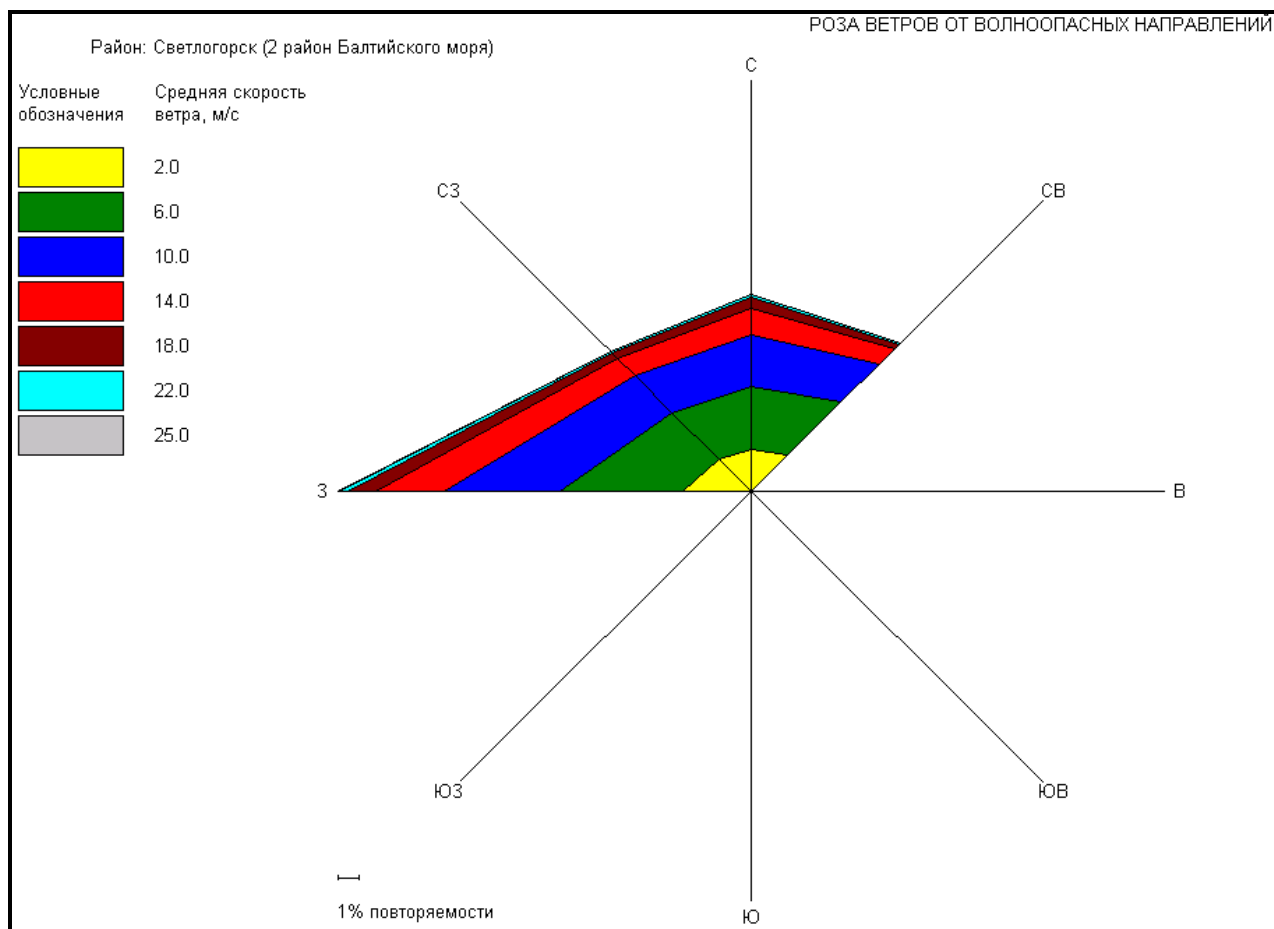


Рисунок 3.1 - Роза ветров от волноопасных для акватории проектного участка направлений

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		64

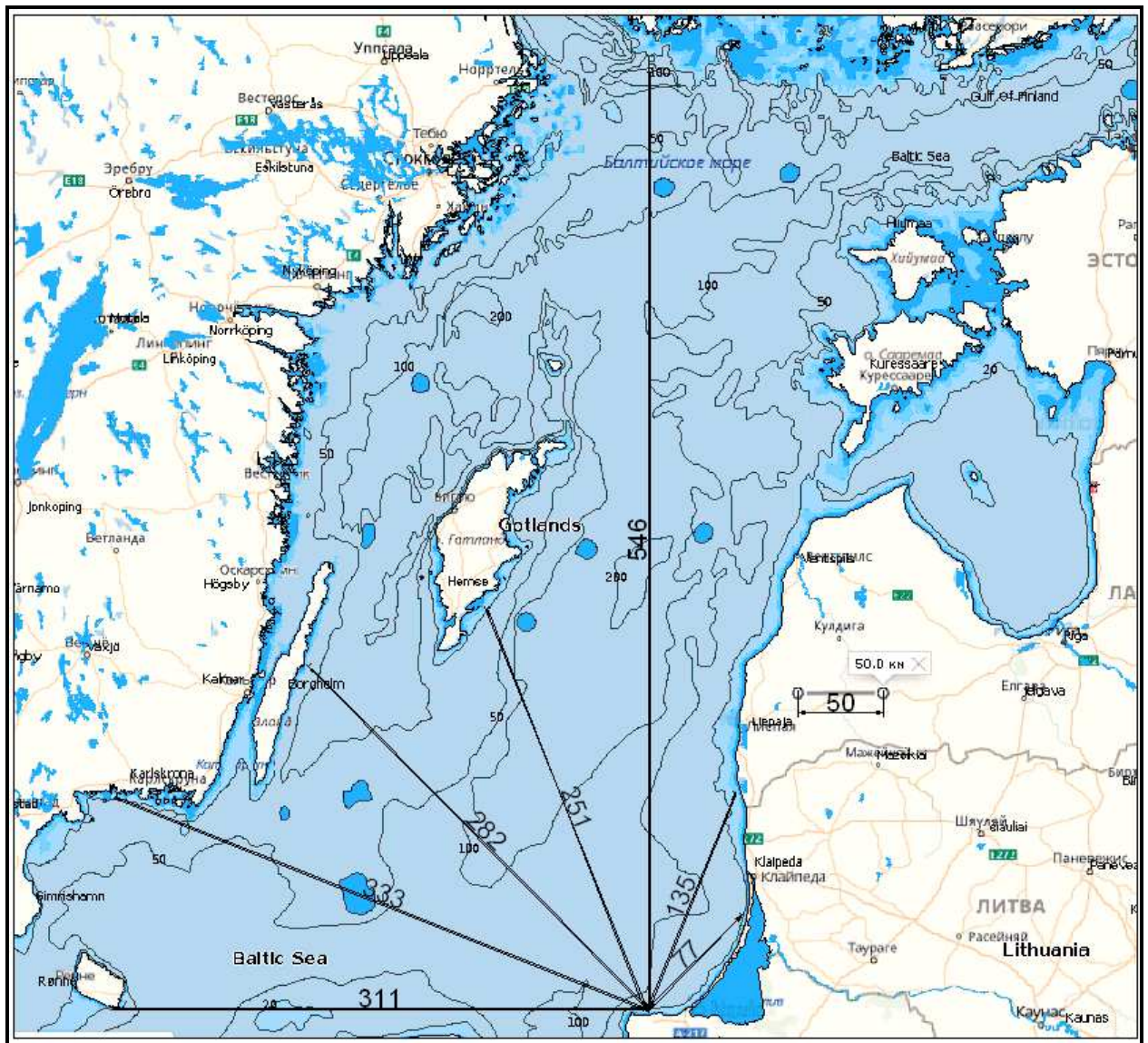


Рисунок 3.2 - Длины разгона ветра от волноопасных для акватории проектного участка направлений

Результаты расчетов глубоководных волн в штормах повторяемостью 1 раз за 50, 25 лет и 1 раз в год представлены в таблицах 3.1 – 3.3. На рисунке 3.3 и в таблице 3.4 приведена среднемноголетняя расчетная роза волнений. В таблице 3.5 дана среднемноголетняя продолжительность волнения с заданной высотой волны 5% обеспеченности в системе.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Таблица 3.1 – Элементы волн в штормах повторяемостью 1 раза за 50 лет на подходах к участку проектирования

Азимут, градус	Разгон, км	Глубина разгона, м	Скорость ветра, м/с	Скорость течения, м/с	Продолж. ветра, час	Средняя высота волн, м	Средний период волн, с	Средняя длина волн, м	Высота волн 1 % обесп, м	Высота волн 5 % обесп, м
270,0	310	50	30,8	1,05	12	4,4	8,9	124	10,4	8,4
292,5	330	60	29,9	1,02	12	4,4	8,9	124	10,3	8,3
315,0	280	80	27,8	0,95	12	4,6	9,3	135	10,7	8,6
337,5	250	90	28,3	0,96	12	4,6	9,4	137	10,9	8,8
0,0	540	60	28,7	0,98	12	4,9	9,6	144	11,4	9,2
22,5	135	50	27,8	0,94	12	3,5	7,8	95	8,1	6,5
45,0	77	30	26,5	0,90	12	2,7	6,8	70	6,3	5,1

Таблица 3.2 – Элементы волн в штормах повторяемостью 1 раза за 25 лет на подходах к участку проектирования

Азимут, градус	Разгон, км	Глубина разгона, м	Скорость ветра, м/с	Скорость течения, м/с	Продолж. ветра, час	Средняя высота волн, м	Средний период волн, с	Средняя длина волн, м	Высота волн 1 % обесп, м	Высота волн 5 % обесп, м
270,0	310	50	29,6	1,01	13	4,3	8,8	122	10,1	8,2
292,5	330	60	28,8	0,98	14	4,3	8,8	122	10,0	8,1
315,0	280	80	26,6	0,90	14	4,4	9,2	130	10,2	8,2
337,5	250	90	27,0	0,92	14	4,4	9,2	132	10,4	8,4
0,0	540	60	27,4	0,93	13	4,7	9,5	141	11,0	8,9
22,5	135	50	26,6	0,90	13	3,3	7,7	93	7,8	6,3
45,0	77	30	25,4	0,86	13	2,6	6,7	69	6,1	4,9

Таблица 3.3 – Элементы волн в штормах повторяемостью 1 раза в год на подходах к участку проектирования

Азимут, градус	Разгон, км	Глубина разгона, м	Скорость ветра, м/с	Скорость течения, м/с	Продолж. ветра, час	Средняя высота волн, м	Средний период волн, с	Средняя длина волн, м	Высота волн 1 % обесп, м	Высота волн 5 % обесп, м
270,0	310	50	23,3	0,79	14	3,5	8,2	105	8,2	6,6
292,5	330	60	22,1	0,75	15	3,4	8,2	104	7,9	6,4
315,0	280	80	19,8	0,67	16	3,1	8,0	99	7,5	6,0
337,5	250	90	20,2	0,69	16	3,2	8,0	101	7,6	6,2
0,0	540	60	20,5	0,70	18	3,5	8,5	113	8,2	6,6
22,5	135	50	19,8	0,67	16	2,6	7,0	77	6,0	4,8
45,0	77	30	19,0	0,65	16	2,0	6,1	58	4,7	3,8

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

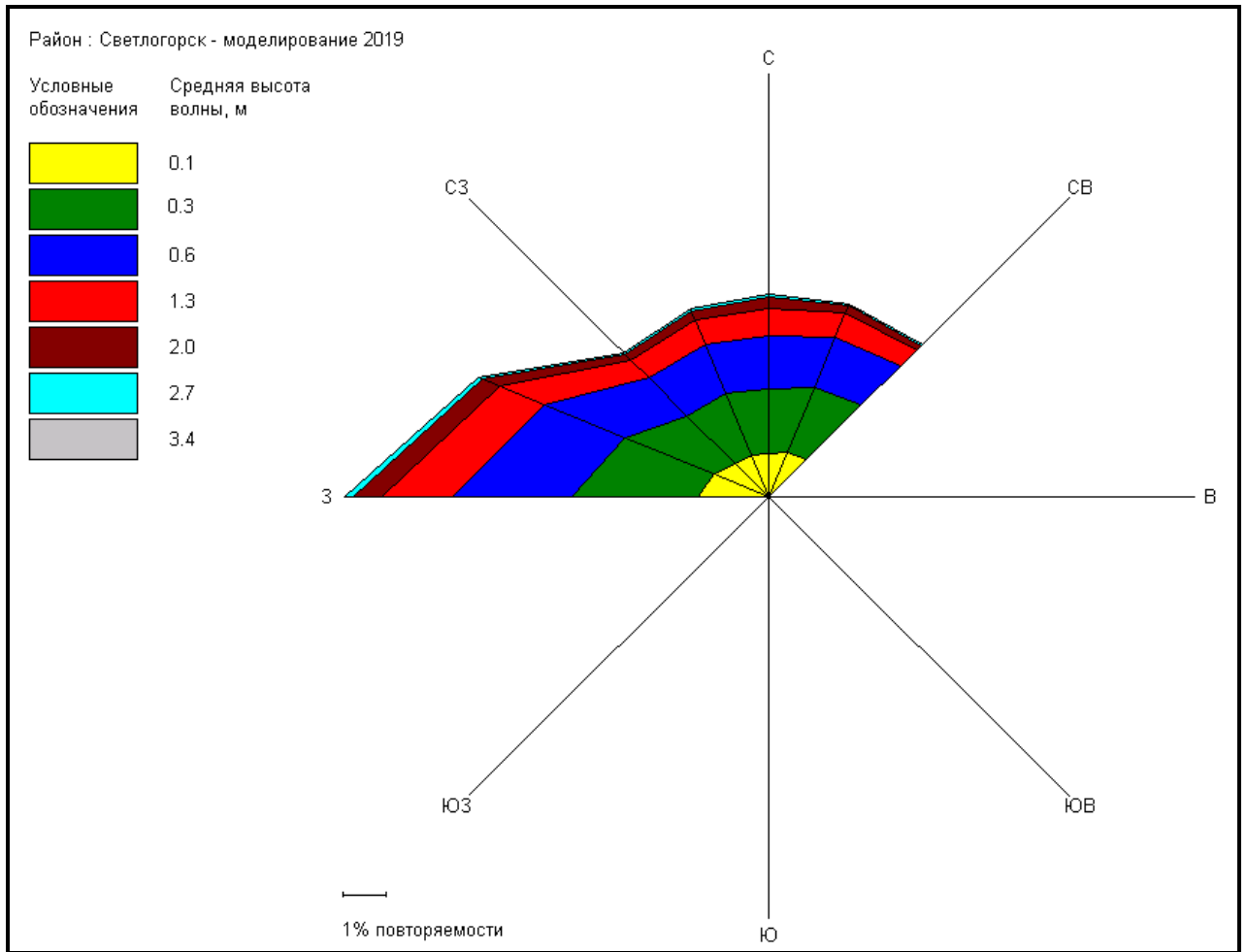


Рисунок 3.3 - Среднемноголетняя роза волнений на подходах к проектному участку

Таблица 3.4 – Среднемноголетняя роза волнений

Производится расчет спектра волн по высотам и направлениям

Светлогорск - моделирование 2019

Азимут волнения, градус 270.00

Скорость ветра м/с	Скорость течения м/с	Продолж. Действия сут	Высота волн средняя	Высота волн 5%	Средняя длина волн, м	Средний период волн, с
2.000	.068	6.023	.063	.122	2.379	1.235
3.000	.102	10.767	.137	.266	5.138	1.815
7.000	.238	10.220	.638	1.239	23.031	3.842
11.000	.374	6.023	1.343	2.605	46.524	5.461
15.000	.510	2.372	2.103	4.079	69.803	6.689
19.000	.646	.730	2.815	5.321	89.328	7.567
23.000	.782	.128	3.445	6.510	104.477	8.184

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Азимут волнения, градус 292.50

Скорость ветра м/с	Скорость течения м/с	Продолж. Идействия сут	Высота волн средняя	Высота волн 5%	Средняя длина волн, м	Средний период волн, с
2.000	.068	5.019	.063	.122	2.387	1.237
3.000	.102	8.304	.138	.267	5.168	1.820
7.000	.238	7.391	.646	1.254	23.389	3.872
11.000	.374	4.106	1.366	2.650	47.538	5.520
15.000	.510	1.551	2.142	4.156	71.442	6.767
19.000	.646	.456	2.865	5.416	91.321	7.651
23.000	.782	.073	3.500	6.615	106.582	8.266

Азимут волнения, градус 315.00

Скорость ветра м/с	Скорость течения м/с	Продолж. Идействия сут	Высота волн средняя	Высота волн 5%	Средняя длина волн, м	Средний период волн, с
2.000	.068	4.015	.063	.122	2.375	1.234
3.000	.102	5.840	.137	.265	5.121	1.812
7.000	.238	4.563	.634	1.230	22.837	3.826
11.000	.374	2.190	1.338	2.595	46.311	5.449
15.000	.510	.730	2.138	4.148	71.277	6.759
19.000	.646	.183	2.950	5.724	94.717	7.792
23.000	.782	.018	3.721	7.034	115.075	8.589

Азимут волнения, градус 337.50

Скорость ветра м/с	Скорость течения м/с	Продолж. Идействия сут	Высота волн средняя	Высота волн 5%	Средняя длина волн, м	Средний период волн, с
2.000	.068	3.832	.063	.122	2.375	1.234
3.000	.102	5.749	.137	.265	5.121	1.812
7.000	.238	4.563	.634	1.230	22.837	3.826
11.000	.374	2.281	1.338	2.595	46.311	5.449
15.000	.510	.821	2.138	4.148	71.277	6.759
19.000	.646	.210	2.950	5.724	94.717	7.792
23.000	.782	.027	3.721	7.034	115.075	8.589

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Азимут волнения, градус 0.00

Скорость ветра м/с	Скорость течения м/с	Продолж. Идействия сут	Высота волн средняя	Высота волн 5%	Средняя длина волн, м	Средний период волн, с
2.000	.068	3.650	.064	.124	2.415	1.244
3.000	.102	5.657	.140	.272	5.279	1.840
7.000	.238	4.563	.678	1.315	24.815	3.988
11.000	.374	2.372	1.470	2.852	52.120	5.780
15.000	.510	.913	2.361	4.580	80.667	7.191
19.000	.646	.237	3.214	6.074	105.401	8.220
23.000	.782	.036	3.971	7.506	124.815	8.945

Азимут волнения, градус 22.50

Скорость ветра м/с	Скорость течения м/с	Продолж. Идействия сут	Высота волн средняя	Высота волн 5%	Средняя длина волн, м	Средний период волн, с
2.000	.068	4.106	.062	.120	2.333	1.223
3.000	.102	6.114	.133	.259	4.966	1.784
7.000	.238	4.654	.596	1.157	21.154	3.682
11.000	.374	2.190	1.214	2.356	41.040	5.129
15.000	.510	.730	1.852	3.594	59.548	6.180
19.000	.646	.173	2.435	4.601	74.315	6.910
23.000	.782	.027	2.943	5.563	85.336	7.417

Азимут волнения, градус 45.00

Скорость ветра м/с	Скорость течения м/с	Продолж. Идействия сут	Высота волн средняя	Высота волн 5%	Средняя длина волн, м	Средний период волн, с
2.000	.068	4.563	.060	.117	2.253	1.202
3.000	.102	6.570	.127	.247	4.683	1.733
7.000	.238	4.745	.536	1.040	18.520	3.446
11.000	.374	2.007	1.046	2.030	34.067	4.673
15.000	.510	.548	1.547	2.925	47.546	5.523
19.000	.646	.109	1.994	3.769	57.866	6.100
23.000	.782	.018	2.382	4.501	65.438	6.498

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Таблица 3.5 - Суммарная продолжительность среднемноголетнего волнения 5% обеспеченности в системе от всех румбов в сутках

Высота волн, м	≤0,6	>0,6	>1,0	>1,4	>2,0	>3,0	>4,0	>5,0	>6,0	>7,0
Продолжит, сут.	293,04	71,96	66,61	31,26	26,21	9,54	8,71	2,13	0,52	0,04

Из таблицы 3.2 следует, что для волноопасных для проектного участка берега направлений в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет средние высоты волн на глубокой воде составляют 2.6 – 4.7 м при средних периодах 6,7 – 9.5 с, средняя длина волн – 69 – 141 м. Продолжительность развитой фазы штормов – 13 - 14 часов. Высота волн 1% обеспеченности в системе достигает 11.0 м (северное направление).

В штормах ежегодной повторяемости (таблица 3.3) средние высоты волн на глубокой воде составляют 2.0 – 3.5 м при средних периодах 6.1 – 8.5 с, средняя длина волн – 58 – 113 м. Продолжительность развитой фазы штормов – 14 - 18 часов. Высота волн 1% обеспеченности в системе достигает 8.2 м (северное направление).

Сопоставление полученных результатов с таблицей 2.12 из Справочника морского регистра [23] свидетельствует об их удовлетворительном соответствии.

Расчет рефракции и трансформации волн на подводном береговом склоне выполнен по программе из комплекса [38, 43], Приложение №2, реализующей лучевой метод согласно [2, 9].

Результаты представлены на рисунках 3.4, 3.5 и в таблице 3.6.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	Подп. и дата

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		70

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

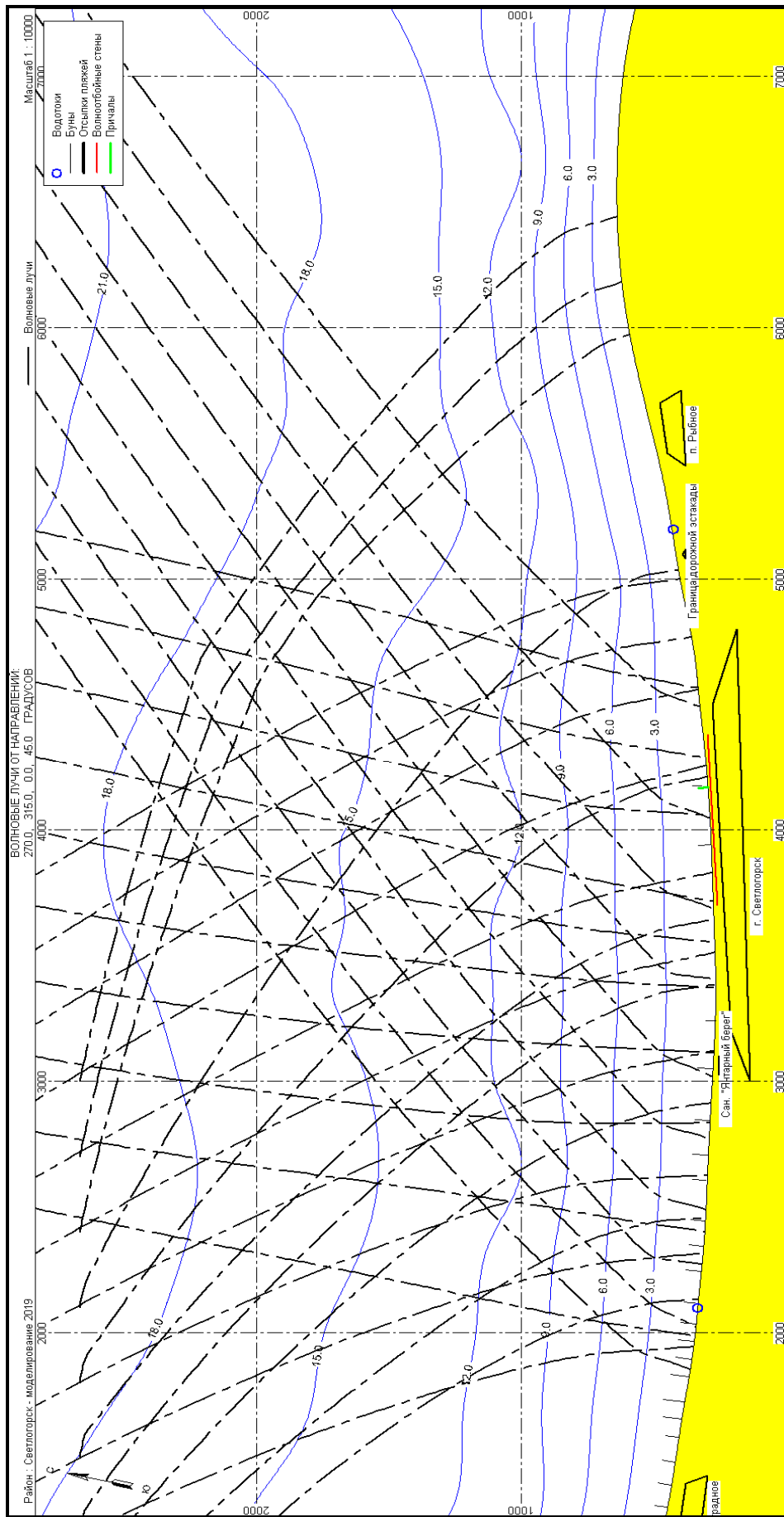


Рисунок 3.4 - Результаты расчета трансформации и рефракции волн в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет от З, СЗ, С и СВ направлений

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
 «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
 пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
 пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

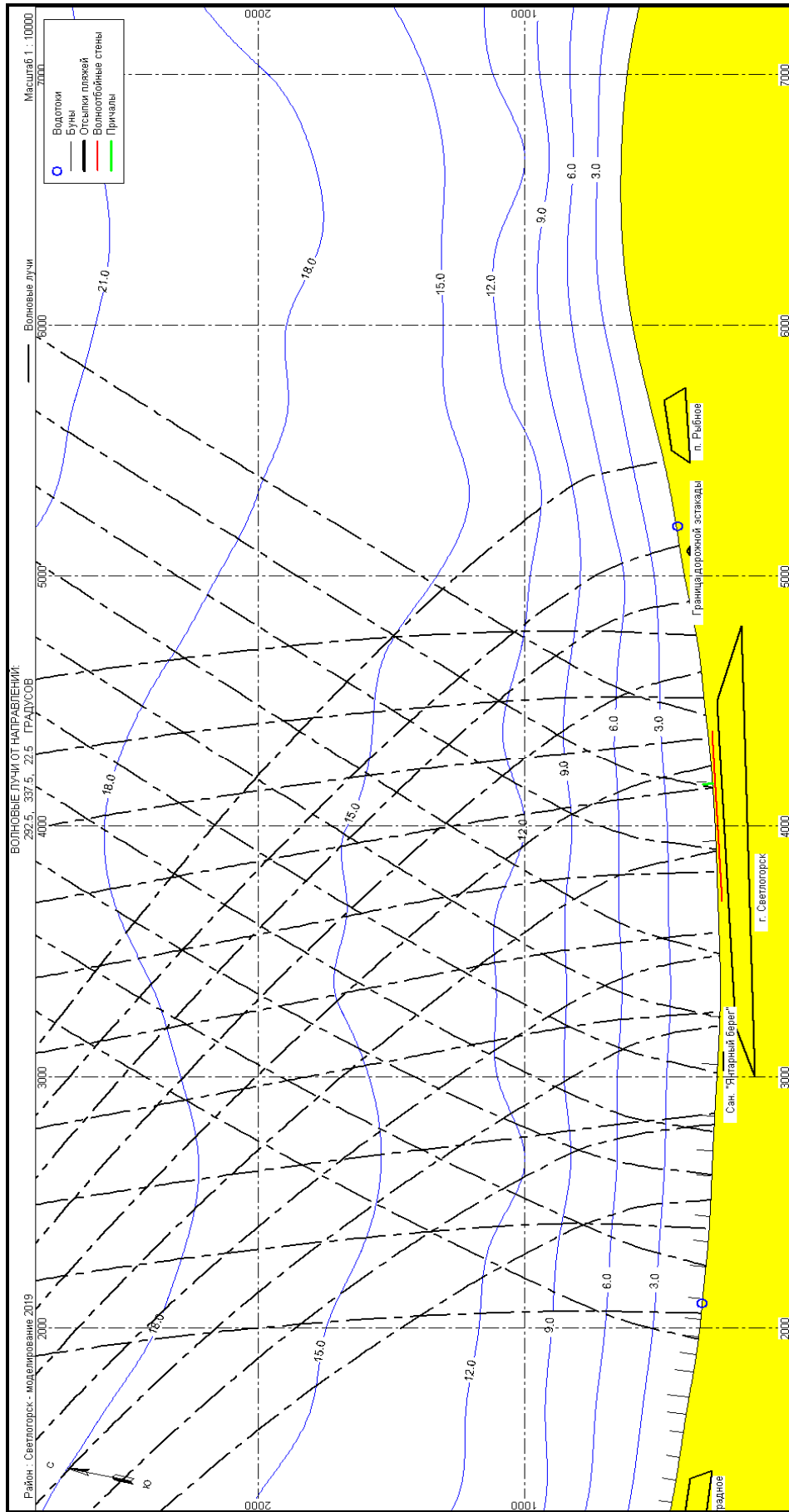


Рисунок 3.5 - Результаты расчета трансформации и рефракции волн в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ, ССЗ и ССВ направлений

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Таблица 3.6 - Расчетные элементы волн в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет, для расчета динамики проектируемых искусственных пляжей и определения их нагрузок и воздействий на проектируемые сооружения

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
270,0	4,3	8,8	122	13

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, $d_{ср}$, м	Высота волны, $h_{ср}$, м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, $\lambda_{ср}$, м	Азимут луча волны, $\alpha_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями бун, β_c , градус	Угол между лучом волны и осями волноломов (линией берега), γ_c , градус
Номер обрушения - 1							
1	5,6	4,7	8,8	72	330	-15	-75
5	5,1	4,3					
50	3,8	3,2					
Номер обрушения - 2							
1	2,8	2,2	8,8	51	336	-9	-81
5	2,6	2,0					
50	1,9	1,5					

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
292,5	4,3	8,8	122	14

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, $d_{ср}$, м	Высота волны, $h_{ср}$, м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, $\lambda_{ср}$, м	Азимут луча волны, $\alpha_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями бун, β_c , градус	Угол между лучом волны и осями волноломов (линией берега), γ_c , градус
Номер обрушения - 1							
1	5,8	4,8	8,8	73	336	-9	-81
5	5,3	4,4					
50	3,9	3,2					
Номер обрушения - 2							
1	3,2	2,5	8,8	54	341	-4	-86
5	3,0	2,3					
50	2,2	1,7					

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
315,0	4,4	9,1	130	14

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, $d_{ср}$, м	Высота волны, $h_{ср}$, м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, $\lambda_{ср}$, м	Азимут луча волны, $\alpha_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями бун, $\beta_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями волноломов (линией берега), $\gamma_{ср}$, градус
Номер обрушения - 1							
1	7,5	6,2	9,1	86	345	0	90
5	6,8	5,7					
50	5,0	4,2					
Номер обрушения - 2							
1	4,2	3,3	9,1	64	348	3	87
5	3,8	3,0					
50	2,8	2,2					
Номер обрушения - 3							
1	2,6	2,1	9,1	51	349	4	86
5	2,4	1,9					
50	1,8	1,3					

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
337,5	4,4	9,2	132	14

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, $d_{ср}$, м	Высота волны, $h_{ср}$, м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, $\lambda_{ср}$, м	Азимут луча волны, $\alpha_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями бун, $\beta_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями волноломов (линией берега), $\gamma_{ср}$, градус
Номер обрушения - 1							
1	8,2	6,8	9,2	91	346	1	89
5	7,5	6,3					
50	5,6	4,6					
Номер обрушения - 2							
1	4,6	3,6	9,2	68	347	2	88
5	4,2	3,3					
50	3,1	2,4					
Номер обрушения - 3							
1	2,9	2,3	9,2	53	350	5	85
5	2,6	2,1					
50	1,9	1,4					

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
0,0	4,7	9,5	141	13

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, $d_{ср}$, м	Высота волны, $h_{ср}$, м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, $\lambda_{ср}$, м	Азимут луча волны, $\alpha_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями бун, $\beta_{с}$, градус	Угол между лучом волны и осями волноломов (линией берега), $\gamma_{с}$, градус
Номер обрушения - 1							
1	8,7	7,2	9,5	96	352	7	83
5	7,9	6,6					
50	5,9	4,9					
Номер обрушения - 2							
1	4,9	3,8	9,5	72	349	4	86
5	4,5	3,5					
50	3,3	2,6					
Номер обрушения - 3							
1	3,1	2,4	9,5	57	347	2	88
5	3,8	2,2					
50	2,1	1,5					

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
22,5	3,3	7,7	93	13

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, $d_{ср}$, м	Высота волны, $h_{ср}$, м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, $\lambda_{ср}$, м	Азимут луча волны, $\alpha_{ср}$, градус	Угол между лучом волны и осями бун, $\beta_{с}$, градус	Угол между лучом волны и осями волноломов (линией берега), $\gamma_{с}$, градус
Номер обрушения - 1							
1	5,9	4,9	7,7	64	357	12	78
5	5,4	4,5					
50	4,0	3,3					
Номер обрушения - 2							
1	3,3	2,6	7,7	48	353	8	82
5	3,0	2,4					
50	2,2	1,8					
Номер обрушения - 3							
1	2,1	1,6	7,7	38	351	6	84
5	1,9	1,5					
50	1,4	1,0					

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Математическое моделирование по объекту:

«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе

пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Лист

75

Лит. Изм. № докум. Подп. Дата

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
45,0	2,6	6,7	69	13

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, d_{cr} , м	Высота волны, h_{cr} , м	Средний период волн, T , с	Средняя длина волн, λ_{cr} , м	Азимут луча волны, α_{cr} , градус	Угол между лучом волны и осями бун, β , градус	Угол между лучом волны и осями волноломов (линией берега), γ , градус
Номер обрушения - 1							
1	4,4	3,7	6,7	48	9	24	56
5	4,1	3,4					
50	3,0	2,5					
Номер обрушения - 2							
1	2,8	2,2	6,7	38	1	16	74
5	2,6	2,0					
50	1,9	1,5					
Номер обрушения - 3							
1	1,8	1,4	6,7	30	355	10	80
5	1,6	1,3					
50	1,2	0,9					

*Примечание: азимут линии берега (осей волноломов) $\alpha_b = 75^0$ (255^0);
Азимут осей бун (нормали к линии берега) $\alpha_{бун} = 345^0$.*

Из таблицы 3.6 для расчетов параметров пляжа и волновых воздействий на сооружения приняты элементы волн в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления:

1. Высота волны – 1% обеспеченности по линии первого обрушения $h_{1\%} = 4,8$ м.
2. Глубина обрушения волны – 1% обеспеченности по линии первого обрушения $d_{cr.1\%} = 5,8$ м.
3. Высота волны – 5% обеспеченности по линии первого обрушения $h_{5\%} = 4,4$ м.
4. Средний период волны $T_{cp} = 8,8$ с.
5. Высота волны – 1% обеспеченности по линии последнего обрушения $h_{cr.u1\%} = 2,5$ м.
6. Глубина обрушения волны 1% обеспеченности по линии последнего обрушения $d_{cr.u1\%} = 3,2$ м.
7. Высота волны – 5% обеспеченности по линии последнего обрушения $h_{cr.u5\%} = 2,3$ м.
8. Глубина обрушения волны 5% обеспеченности по линии последнего обрушения $d_{cr.u5\%} = 3,0$ м.
9. Высота волны – 13% обеспеченности по линии последнего обрушения $h_{cr.u13\%} = 2,1$ м.
10. Глубина обрушения волны 13% обеспеченности по линии последнего обрушения $d_{cr.u13\%} = 2,8$ м.
11. Средняя длина волны при последнем обрушении $\lambda_{cp} = 54$ м.
12. Угол между нормалью к линии берега и лучом волны при последнем обрушении $\alpha_{cr} = 4^0$.

13. Угол между линией берега и лучом волны при последнем обрушении
 $\beta_{сг} = 86^0$.

Уклон надводной части проектируемого песчаного пляжа при средней крупности пляжеобразующего материала $d_{ср} = 0,30$ мм в соответствии с таблицей 1.4 составляет $i_n = 0,03$. Расчеты наката волны на проектируемый пляж и волнового нагона в прибойной зоне выполнены согласно [2]. Результаты приведены в таблицах 3.7, 3.8.

Таблица 3.7 - Параметры наката на пляж волн 1% обеспеченности в системе штормов повторяемостью 1 раз за 25 лет

N	$h_{1\%}$	λ_d	$\lambda_d/h_{1\%}$	i_n	$ctg \varphi$	k_r	k_p	k_{sp}	k_{run}	$h_{run1\%}$	$L_{run1\%}$
25	2,50	122	49	0,03	25	0,95	0,85	1,60	0,25	0,81	27

Таблица 3.8 - Высота волнового нагона в шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет

n	$h_{1\%, м}$	$T, с$	$\eta_{ws}, м$
25	4,8	8,8	0,42

Из таблицы 3.7 следует, что высота наката волны 1% обеспеченности на проектируемый песчаный пляж составляет $h_{run1\%} = 0.81$ м, длина наката – $L_{run1\%} = 27$ м. Согласно таблице 3.8 расчетная высота волнового нагона в прибойной зоне составляет $\eta_w = 0.42$ м.

3.2 Течения на акватории участка проектирования

Расчет полей течений на акватории проектного участка выполнен по соответствующей программе из комплекса [38, 44], реализующей нормативные и рекомендательные методики согласно [13, 16, 48-50].

Поля суммарных (ветровых, дрейфовых и градиентных) течений в расчетных штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет и 1 раз в год от основных румбов в прибрежной зоне в районе проектного участка приведены на рисунках 3.6 – 3.13.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 77
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		

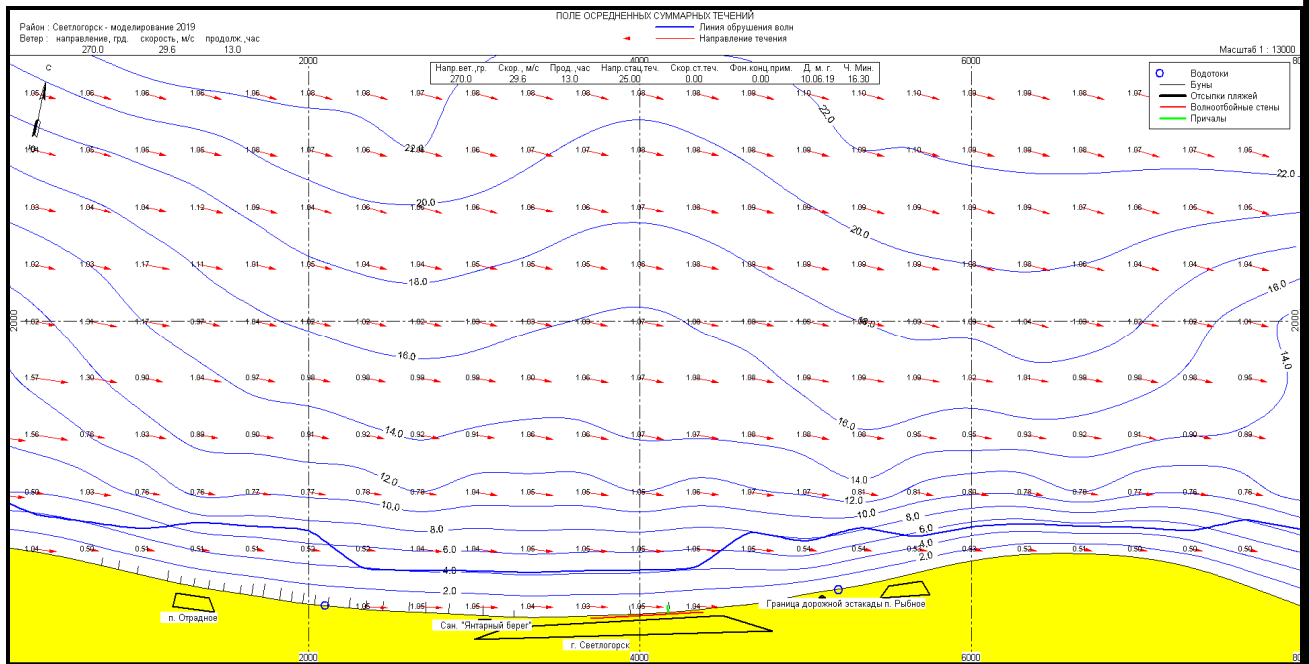


Рисунок 3.6 - Поле суммарных течений при ветре от З направления со скоростью 29.6 м/с (шторм повторяемостью 1 раз за 25 лет)

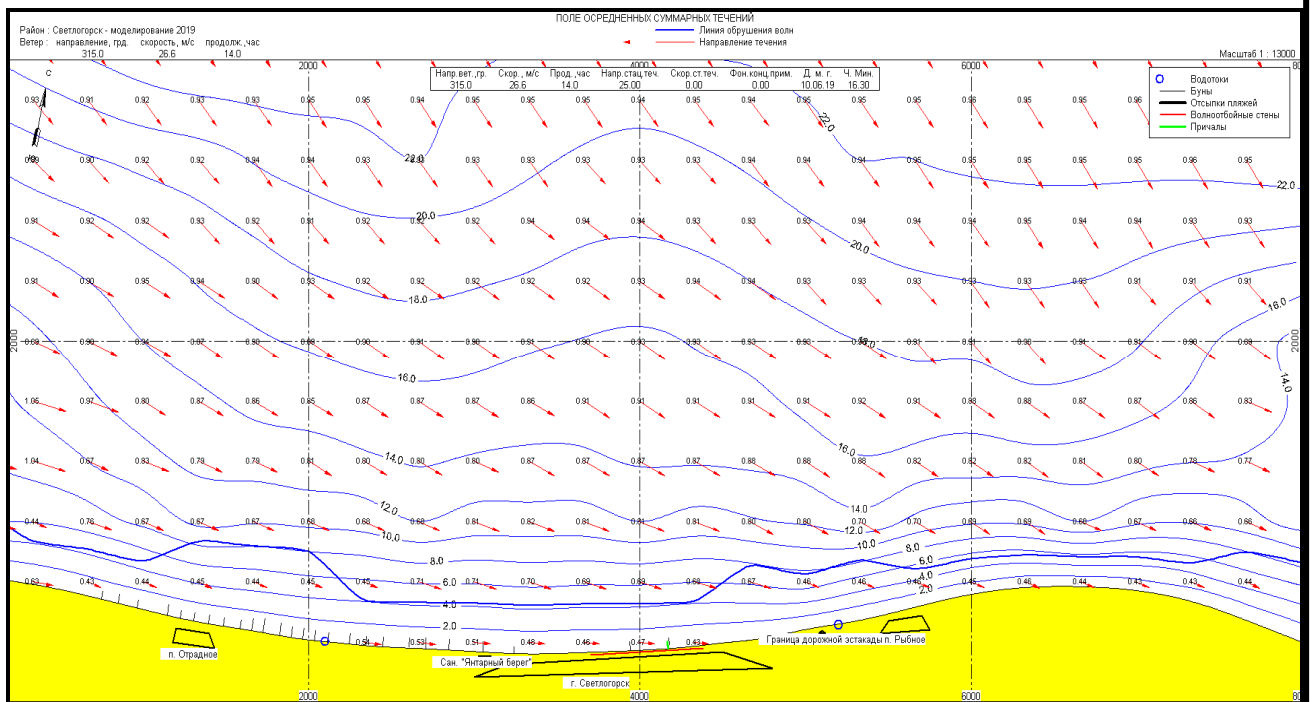


Рисунок 3.7 - Поле суммарных течений при ветре от СЗ направления со скоростью 26.6 м/с (шторм повторяемостью 1 раз за 25 лет)

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

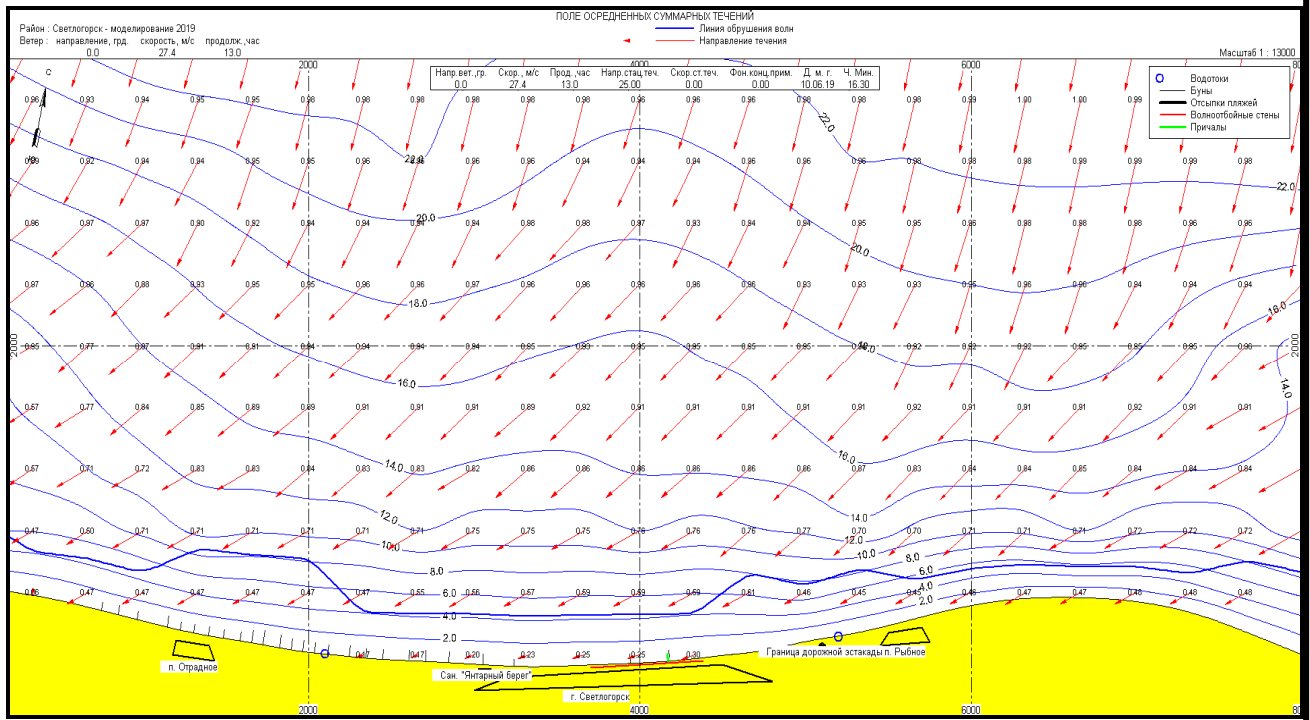


Рисунок 3.8 - Поле суммарных течений при ветре от С направления со скоростью 27.4 м/с (шторм повторяемостью 1 раз за 25 лет)

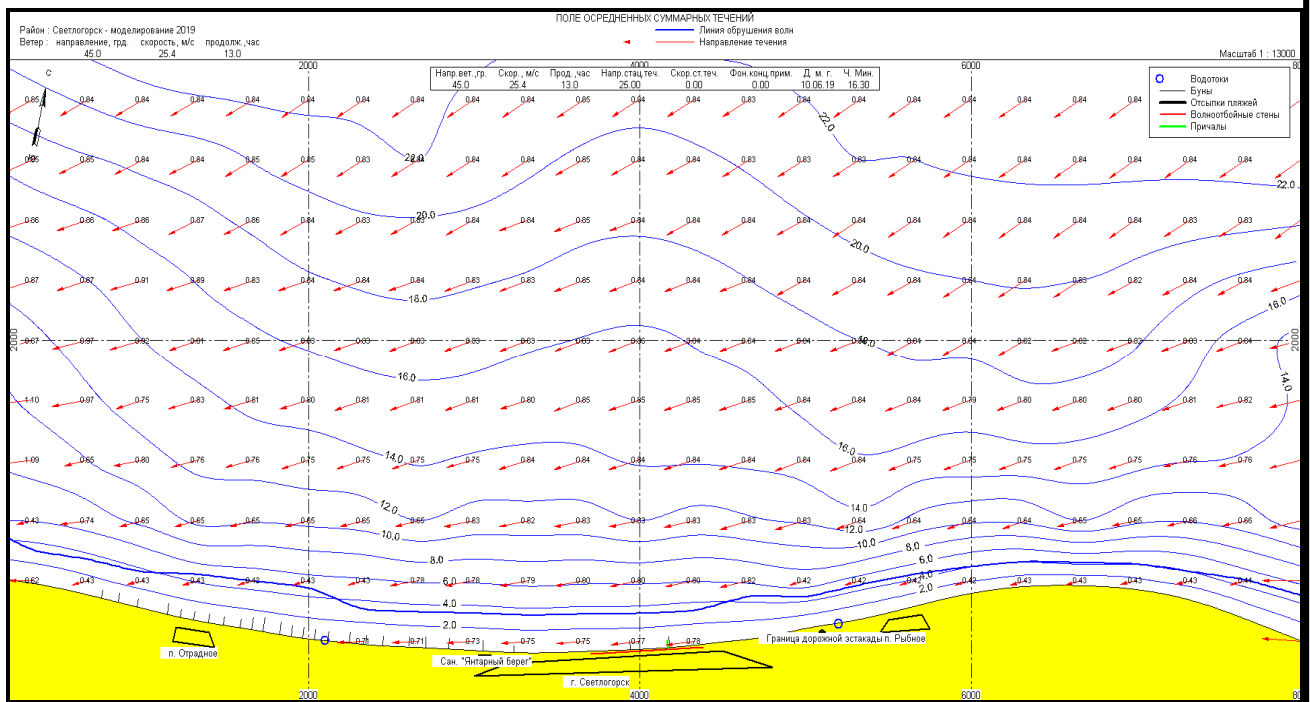


Рисунок 3.9 - Поле суммарных течений при ветре от СВ направления со скоростью 25.4 м/с (шторм повторяемостью 1 раз за 25 лет)

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

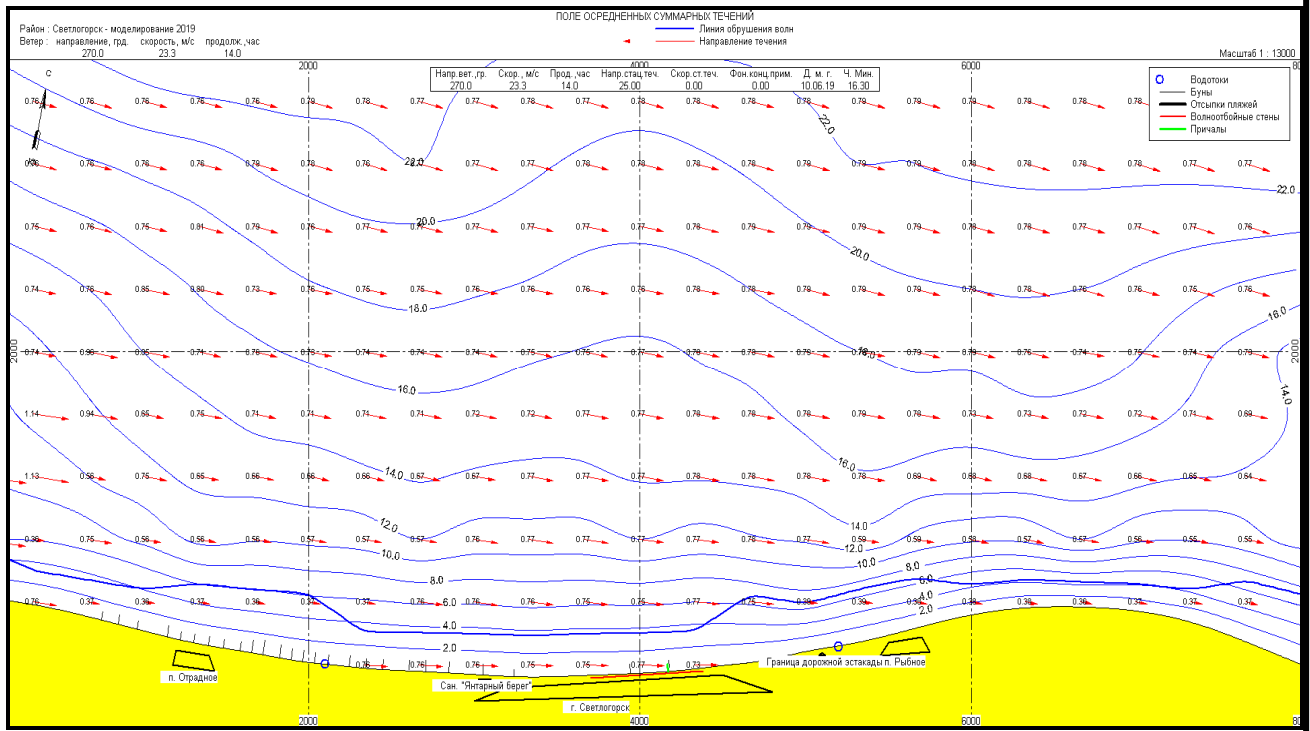


Рисунок 3.10 - Поле суммарных течений при ветре от З направления со скоростью 23.3 м/с (шторм повторяемостью 1 раз в год)

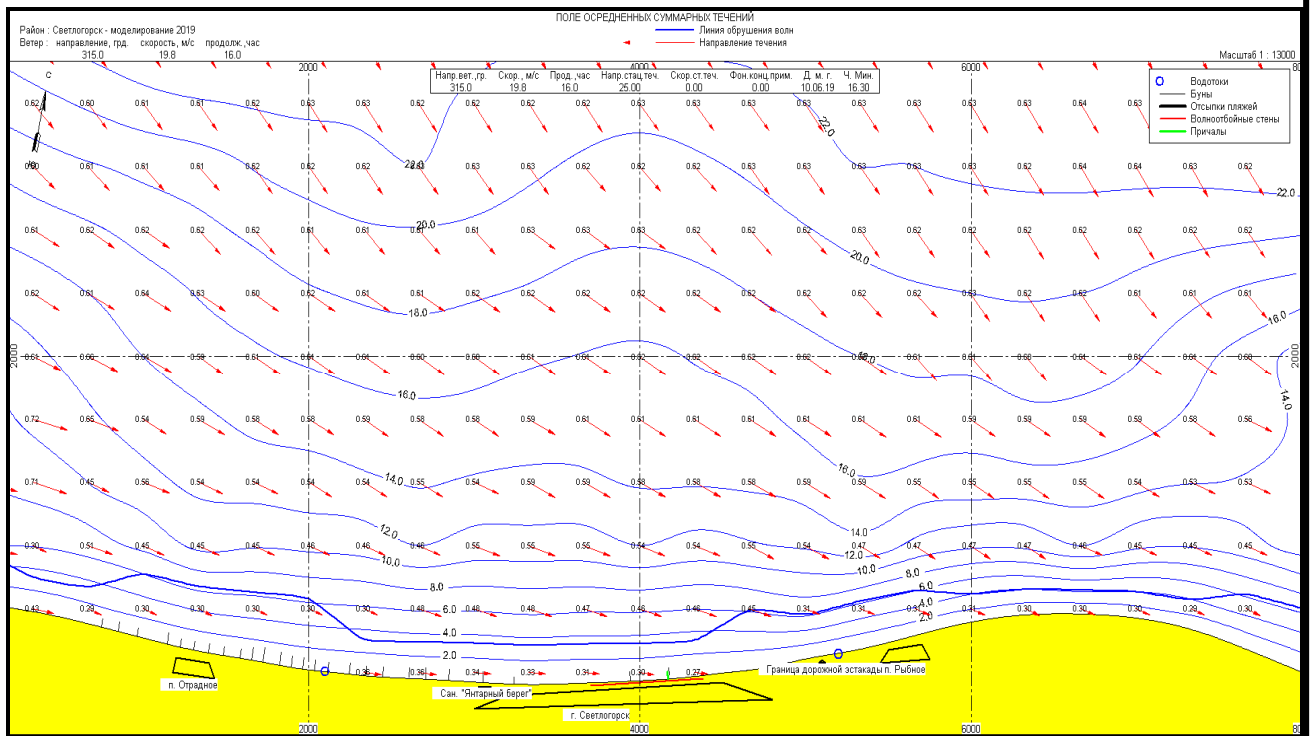


Рисунок 3.11 - Поле суммарных течений при ветре от СЗ направления со скоростью 19.8 м/с (шторм повторяемостью 1 раз в год)

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

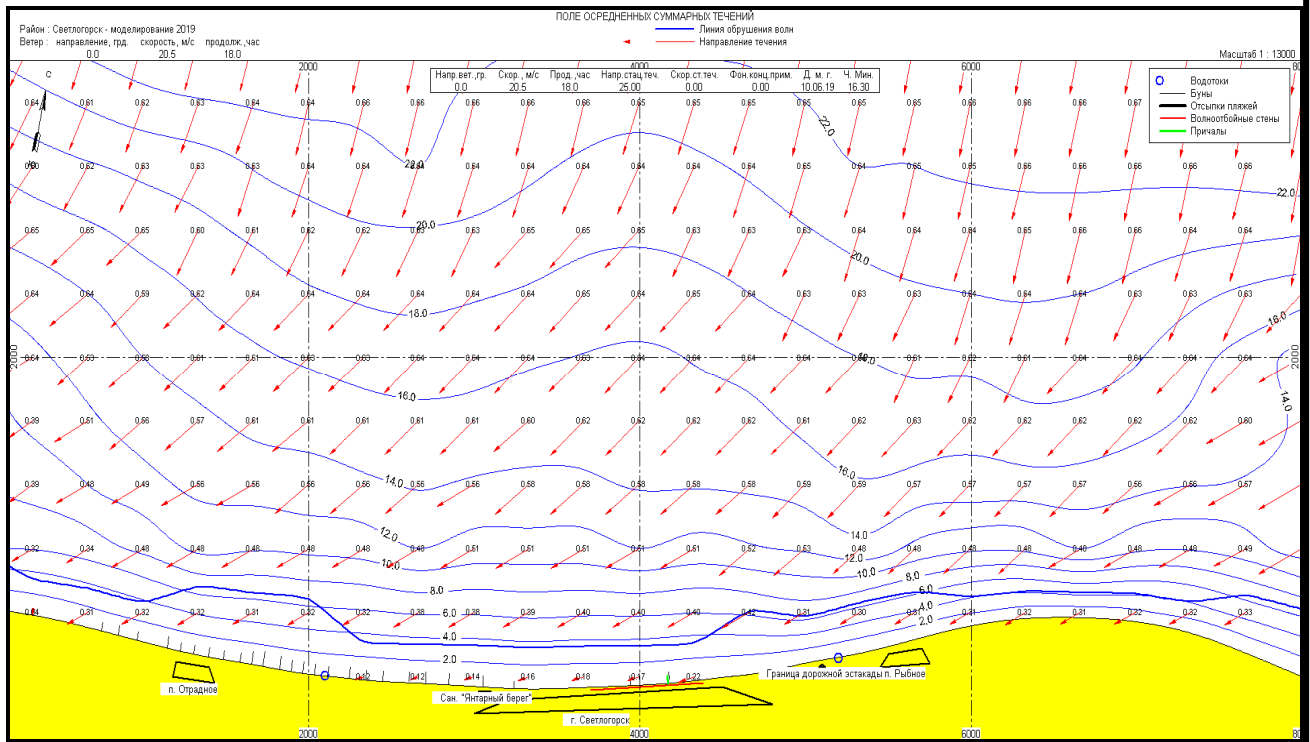


Рисунок 3.12 - Поле суммарных течений при ветре от С направления со скоростью 20.5 м/с (шторм повторяемостью 1 раз в год)

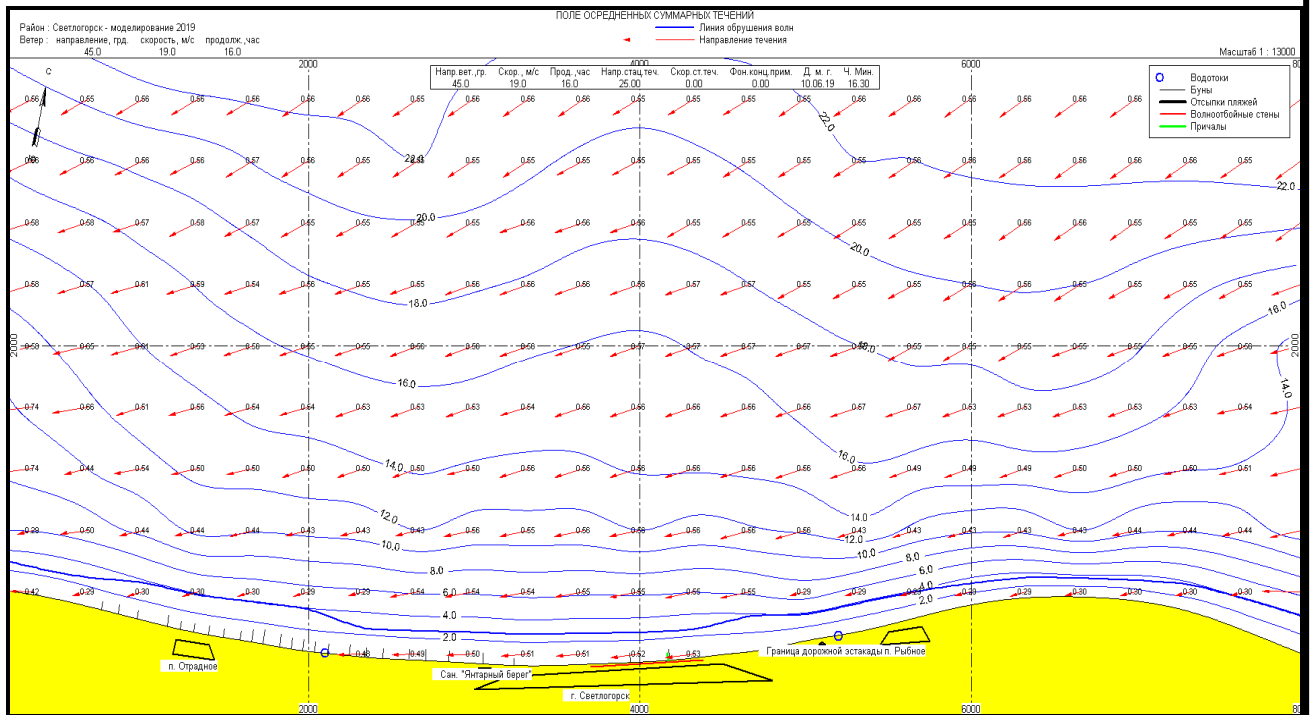


Рисунок 3.13 - Поле суммарных течений при ветре от СВ направления со скоростью 19.0 м/с (шторм повторяемостью 1 раз в год)

Результаты моделирования скоростей и направлений течений на акватории участка проектирования сведены в таблицы 3.9, 3.10.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Таблица 3.9 – Расчетные скорости течений в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет в районе проектного участка берега

Напр. ветра	З	СЗ	С	СВ
Скорость ветра, м/с	29.6	26.6	27.4	25.4
Напр. течения	В	ВЮВ	ЮЗ	ЗЮЗ
Скорость течения, м/с	1.05	0.70	0.75	0.80

Таблица 3.10 – Расчетные скорости течений в штормах повторяемостью 1 раз в год в районе проектного участка берега

Напр. ветра	З	СЗ	С	СВ
Скорость ветра, м/с	23.3	19.8	20.5	19.0
Напр. течения	В	ВЮВ	ЮЗ	ЗЮЗ
Скорость течения, м/с	0.75	0.48	0.40	0.55

Из таблиц 3.9, 3.10 следует, что наибольшие скорости суммарных течений на проектом участке – порядка 1.05 м/с и 0.75 м/с прогнозируются в расчетных штормах от Западного направления соответственно в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет и 1 раз в год. Течение направлено на Восток.

3.3 Расчетные уровни моря

Для разработки проектов и расчета параметров гидротехнических сооружений необходимы сведения об отметках уровня моря различной обеспеченности, в зависимости от класса сооружения (раздел 1.3). От выбора проектных отметок уровня в значительной степени зависят материалоемкость и стоимость строительства.

В соответствии с нормативной методикой [13, 16], определение расчетных отметок уровня моря необходимо осуществлять на основании статистической обработки данных многолетних наблюдений за высотой уровня воды на ближайшем к участку строительства гидрологическом посту. В настоящей работе режимно-статистические характеристики уровня моря были рассчитаны по данным наблюдений на ГМС Пионерский.

На рисунке 3.14 и в таблице 3.11 представлены статистические данные четырехсрочных наблюдений за уровнем моря на ГМС Пионерский [25].

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

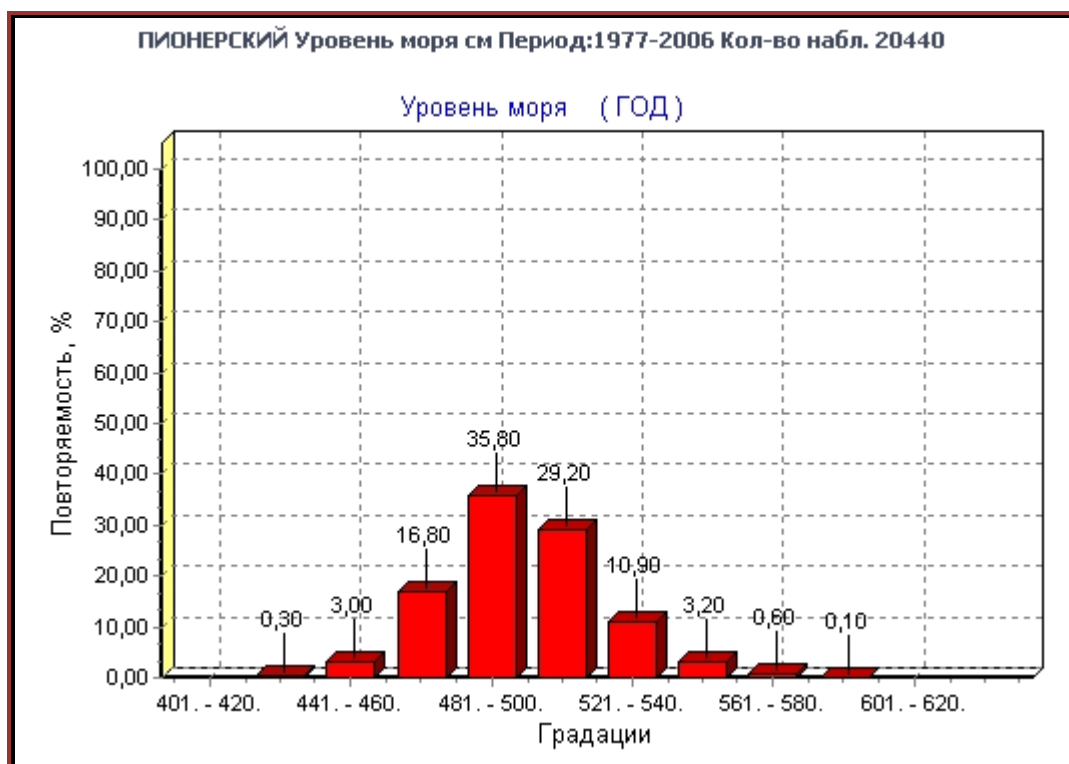


Рисунок 3.14 - Статистические данные четырехсрочных наблюдений за уровнем моря на ГМС Пионерский (отметка нуля водомерного поста $H_{0вп} = -500$ см БС)

Таблица 3.11 – Данные четырехсрочных наблюдений за уровнем моря на ГМС Пионерский

Градация, м БС	Месяцы												Год	Обесп. %	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
-0.99 – -0.80	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	100.0
-0.79 - -0.60	0.0	0.5	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.3	99.9	
-0.59 - -0.40	4.9	8.0	11.8	2.4	1.4	0.5	0.0	0.2	0.5	2.8	1.5	2.5	3.0	99.6	
-0.39 - -0.20	13.9	20.7	31.2	34.0	38.7	16.2	3.2	6.0	7.7	14.1	10.8	7.5	16.8	96.6	
-0.19 – 0.00	26.6	25.6	26.6	47.2	51.4	54.0	40.8	36.2	34.7	30.9	29.9	27.0	35.8	79.8	
0.10 – 0.20	26.2	22.6	16.9	13.5	7.8	25.0	44.8	48.2	39.2	35.6	30.8	36.8	29.2	44.0	
0.21 – 0.40	17.6	16.6	7.0	2.3	0.8	4.2	11.2	8.0	15.1	13.1	16.5	18.6	10.9	14.8	
0.41 – 0.60	7.6	4.6	3.4	0.3	0.0	0.1	0.0	1.3	2.6	2.9	8.2	6.7	3.2	3.9	
0.61 – 0.80	2.4	1.3	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	1.1	0.3	0.6	0.7	
0.81 – 1.00	0.4	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.1	0.1	
1.01 – 1.20	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.01	
1.21 – 1.40	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	

Примечание: нуль водомерного поста имеет отметку -5.00 м в Балтийской системе высот (БС).

В таблице 3.12 представлены отметки максимальных (наивысших), средних годовых и минимальных (наинизших) уровней моря, полученные в результате статистической обработки данных наблюдений на береговой станции.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Таблица 3.12 - Максимальные, средние годовые и минимальные уровни моря (м БС) различной обеспеченности по данным наблюдений на ГМС Пионерск

Пункт наблюдений	Вид уровня	Обеспеченность % (повторяемость 1 раз в n лет)								
		100 (ежегодно)	50 (2 года)	33 (3 года)	20 (5лет)	10 (10лет)	5 (20лет)	4 (25лет)	2 (50лет)	1 (100лет)
Пионерский	наивысший	+0.90	+0.93	+0.94	+0.97	+1.15	+1.23	+1.29	+1.34	+1.36
	средний	-0.09	-0.07	-0.06	-0.04	0.00	+0.02	+0.03	+0.06	+0.07
	наинизший	-0.80	-0.82	-0.83	-0.86	-0.91	-0.97	-0.99	-1.06	-1.10

Из таблицы 3.12 следует:

1. Уровень моря – 1% обеспеченности из наивысших годовых уровней
 $N_{\text{макс.1\%}} = +1,36$ м БС.
2. Уровень моря – 5% обеспеченности из наивысших годовых уровней
 $N_{\text{макс.5\%}} = +1,23$ м БС.
3. Уровень моря – 50% обеспеченности из наивысших годовых уровней
 $N_{\text{макс.50\%}} = +0,93$ м БС.
4. Уровень моря – 50% обеспеченности из средних годовых уровней
 $N_{\text{ср.50\%}} = -0,07$ м БС.

Для строительного периода согласно [11] рекомендуется принимать в бесприливных морях среднемноголетний уровень моря. Поэтому для строительного периода расчетным является $N_{\text{расч.стр.}} = -0.09$ м БС.

3.4 Литодинамические характеристики

Моделирование вдольберегового среднемноголетнего и штормового транспорта наносов выполнено по соответствующей программе из комплекса [41] (Приложение №3), реализующей методику, рекомендованную в [1]. Расчеты выполнены для пляжеобразующего материала со средней крупностью 0.30 мм, то есть в предположении, что проектный пляж отсыпан.

Поскольку проектный пляж полностью перекроет существующие немецкие буны, а также в связи с тем, что они не влияют на вдольбереговое перемещение наносов, наличие этих бун в расчетах не учитывалось.

В таблице 3.13 приведены характеристики исследуемой полосы берега по характерным створам (поперечникам) цифровой модели местности. Проектный участок расположен между 5 ($X_5 = 1300$ м) и 19 ($X_{19} = 6000$ м) поперечниками ЦММ (рисунок 1.18).

Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Взам. инв. №
Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № подл.	Подп. и дата

Таблица 3.13 - Характеристики расчетных участков берега

I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	I I I	
												Сооружение	И
Номер	Длина	Естеств.	Уклон	Азимут	Средний	Глуб.	Сооружение						
уч-ка	уч-ка,	Или зад.	динам.	берега,	диаметр	распр.	к-т	отра	глубина	у			
	м	уклон	равнов.	градус	наносов,	м	жения	мор.	гр.	м			
5	333.0	.01859	.01289	88.1	.00030	4.0	.0	.0	.0				
6	333.0	.01729	.01291	86.5	.00030	4.0	.0	.0	.0				
7	333.0	.01662	.01293	84.8	.00030	4.0	.0	.0	.0				
8	333.0	.01624	.01298	82.1	.00030	4.0	.0	.0	.0				
9	333.0	.01682	.01300	80.9	.00030	4.0	.0	.0	.0				
10	333.0	.01532	.01300	80.6	.00030	4.0	.0	.0	.0				
11	333.0	.01530	.01304	78.5	.00030	4.0	.0	.0	.0				
12	333.0	.01561	.01306	76.3	.00030	4.0	.0	.0	.0				
13	333.0	.01743	.01303	75.0	.00030	4.0	.0	.0	.0				
14	333.0	.01716	.01300	73.2	.00030	4.0	.0	.0	.0				
15	333.0	.01848	.01296	70.2	.00030	4.0	.0	.0	.0				
16	333.0	.01825	.01294	68.6	.00030	4.0	.0	.0	.0				
17	333.0	.02336	.01292	67.4	.00030	4.0	.0	.0	.0				
18	333.0	.02517	.01294	65.9	.00030	4.0	.0	.0	.0				
19	333.0	.02737	.01294	68.7	.00030	4.0	.0	.0	.0				
20	333.0	.03187	.01302	74.3	.00030	4.0	.0	.0	.0				

В таблице 3.14 и на рисунке 3.15 даны результаты расчетов емкости и мощности среднемноголетнего вдольберегового потока наносов на проектном участке.

Таблица 3.14 - Результаты расчета среднемноголетних потоков наносов, куб.м/год

I I I	I I I	I I I			I I I			I I I		
		Реальная мощность	потока		Емкость с учетом	сооружения		Емкость над пляжем	полного профиля	
Номер	уч-ка	+	-	Сумма	+	-	Сумма	+	-	Сумма
5	108752.	-12891.	95861.	108752.	-12891.	95861.	108752.	-12891.	95861.	
6	109022.	-14671.	94351.	109022.	-14671.	94351.	109022.	-14671.	94351.	
7	109152.	-16390.	92762.	109152.	-16390.	92762.	109152.	-16390.	92762.	
8	107774.	-18956.	88818.	107774.	-18956.	88818.	109039.	-19143.	89897.	
9	108856.	-20268.	88588.	108856.	-20268.	88588.	108856.	-20268.	88588.	
10	104100.	-19387.	84713.	104100.	-19387.	84713.	108793.	-20562.	88231.	
11	103594.	-21030.	82565.	103594.	-21030.	82565.	108236.	-22406.	85830.	
12	104035.	-22974.	81061.	104035.	-22974.	81061.	107389.	-24185.	83204.	
13	106730.	-25216.	81514.	106730.	-25216.	81514.	106730.	-25216.	81514.	
14	105613.	-26597.	79016.	105613.	-26597.	79016.	105613.	-26597.	79016.	
15	103349.	-28631.	74718.	103349.	-28631.	74718.	103349.	-28631.	74718.	
16	101883.	-29635.	72249.	101883.	-29635.	72249.	101883.	-29635.	72249.	
17	100743.	-30404.	70339.	100743.	-30404.	70339.	100743.	-30404.	70339.	
18	100182.	-32244.	67938.	100182.	-32244.	67938.	100182.	-32244.	67938.	
19	101990.	-29568.	72422.	101990.	-29568.	72422.	101990.	-29568.	72422.	
20	106292.	-25802.	80490.	106292.	-25802.	80490.	106292.	-25802.	80490.	

Примечание: положительный поток наносов направлен слева направо;
отрицательный - справа налево, если смотреть с берега в море.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

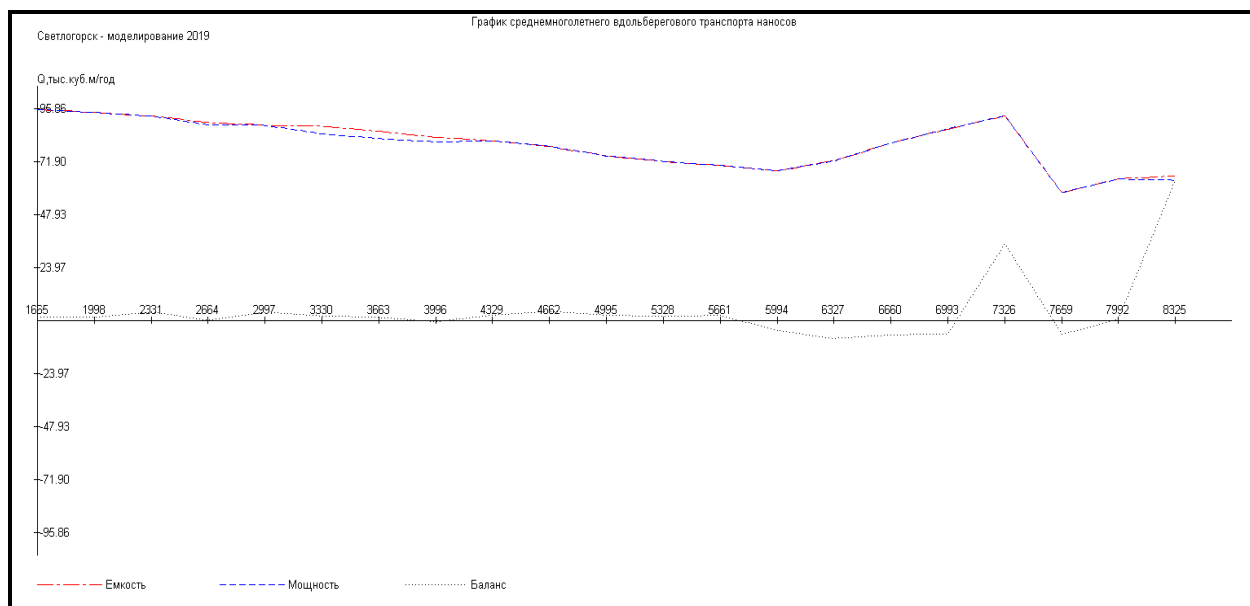


Рисунок 3.15 - График среднемноголетнего вдольберегового транспорта наносов на участке проектирования

Сводные результаты расчета емкости среднемноголетнего вдольберегового потока наносов для материала со средней крупностью 0.30 мм приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 - Сводные результаты расчета емкости среднемноголетнего вдольберегового потока наносов для материала со средней крупностью 0.30 мм по створам ЦММ участка проектирования

№ створа ЦММ	Азимут участка берега, градус	Емкость среднемноголетнего вдольберегового потока наносов со средней крупностью 0.30 мм, м³/год		
		на Восток	на Запад	Результирующий
5	88	108752	-12891	95861
6	86	109022	-14671	94351
7	85	109152	-16390	92762
8	82	109039	-19143	89896
9	81	108856	-20268	88588
10	81	108793	-20562	88231
11	78	108236	-22406	85830
12	76	107389	-24185	83204
13	75	106730	-25216	81514
14	73	105613	-26597	79016
15	70	103349	-28631	74718
16	69	101882	-29625	72257
17	67	100743	-30404	70339
18	66	100182	-32244	67938
19	69	101990	-29568	72422
20	74	106292	-26802	79490
Среднее	76	106001	-23725	82276

Из таблицы 3.15 следует, что на проектном участке в среднем имеет место перемещение наносов в восточном направлении. Среднемноголетняя емкость вдольберегового потока наносов при устройстве пляжа полного профиля из материала со средней крупностью 0.30 мм составит 82 тыс. м³/год. Размах миграций наносов весьма значителен и составляет порядка 106 тыс. м³/год с запада на восток и 24 тыс. м³/год с востока на запад.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Полученные результаты соответствуют данным ретроспективного анализа динамики надводного пляжа, приведенным в разделе 1.

В таблице 3.16 приведены результаты расчета транспорта наносов в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет.

Таблица 3.16 - Результаты расчета штормовых потоков наносов тыс. м³/сутки

Номер	Литологич. I	Направление шторма, градусы									I	
		I	I	I	I	I	I	I	I	I		
Иуч-каI	характер-каI	180.0 I	202.5 I	225.0 I	247.5 I	270.0 I	292.5 I	315.0 I	.0 I	.0 I	.0 I	
5	Мощность	35.4 I	37.0 I	31.7 I	19.0 I	-2.1 I	-10.3 I	-8.2 I	.0 I	.0 I	.0 I	
	Емкость	40.7 I	48.5 I	47.7 I	31.5 I	-3.8 I	-11.6 I	-8.2 I	.0 I	.0 I	.0 I	
	Дефицит по I емкости	5.2 I	11.6 I	16.0 I	12.5 I	1.8 I	1.2 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I	
	Баланс в I в потоке	-.8 I	-1.4 I	-1.9 I	-2.0 I	-2.1 I	-10.3 I	-8.2 I	.0 I	.0 I	.0 I	
	Баланс на I I м берега	-.0024 I	-.0042 I	-.0056 I	-.0061 I	-.0063 I	-.0310 I	-.0248 I	.0000 I	.0000 I	.0000 I	
	Общий вынос I I (приток) за I шторм т.м**3I	-.4 I	-.7 I	-.9 I	-1.0 I	-1.0 I	-5.2 I	-4.1 I	.0 I	.0 I	.0 I	
	Уклон динам. I I равновесия	.01523 I	.01431 I	.01359 I	.01301 I	.01262 I	.01339 I	.01432 I	.00000 I	.00000 I	.00000 I	
	6	Мощность	34.6 I	35.6 I	29.8 I	17.0 I	-3.7 I	-10.2 I	-8.3 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Емкость	41.6 I	48.9 I	47.0 I	29.5 I	-7.1 I	-12.0 I	-8.3 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Дефицит по I емкости	7.0 I	13.3 I	17.1 I	12.6 I	3.4 I	1.8 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Баланс в I в потоке	-.3 I	-.8 I	-1.3 I	-1.7 I	-1.6 I	.1 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I
Баланс на I I м берега		-.0008 I	-.0025 I	-.0040 I	-.0050 I	-.0048 I	.0004 I	-.0001 I	.0000 I	.0000 I	.0000 I	
Общий вынос I I (приток) за I шторм т.м**3I		-.1 I	-.4 I	-.7 I	-.8 I	-.8 I	.1 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I	
Уклон динам. I I равновесия		.01515 I	.01425 I	.01354 I	.01298 I	.01265 I	.01342 I	.01438 I	.00000 I	.00000 I	.00000 I	
7		Мощность	34.3 I	34.8 I	28.5 I	15.3 I	-5.3 I	-10.3 I	-8.3 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Емкость	42.6 I	49.1 I	46.1 I	27.4 I	-10.3 I	-12.5 I	-8.3 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Дефицит по I емкости	8.3 I	14.3 I	17.7 I	12.1 I	5.1 I	2.2 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Баланс в I в потоке	.2 I	-.7 I	-1.6 I	-2.4 I	-1.6 I	-.1 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I
	Баланс на I I м берега	.0006 I	-.0021 I	-.0049 I	-.0072 I	-.0047 I	-.0003 I	-.0001 I	.0000 I	.0000 I	.0000 I	
	Общий вынос I I (приток) за I шторм т.м**3I	.1 I	-.4 I	-.8 I	-1.2 I	-.8 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I	
	Уклон динам. I I равновесия	.01508 I	.01419 I	.01350 I	.01294 I	.01267 I	.01346 I	.01443 I	.00000 I	.00000 I	.00000 I	
	8	Мощность	34.5 I	34.1 I	26.9 I	12.9 I	-7.9 I	-10.7 I	-8.3 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Емкость	44.1 I	49.4 I	44.6 I	23.6 I	-15.6 I	-13.1 I	-8.3 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Дефицит по I емкости	9.6 I	15.3 I	17.7 I	10.7 I	7.7 I	2.4 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I
		Баланс в I в потоке	.8 I	.4 I	-.1 I	-.7 I	-2.6 I	-.5 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I
Баланс на I I м берега		.0024 I	.0013 I	-.0002 I	-.0022 I	-.0079 I	-.0014 I	-.0001 I	.0000 I	.0000 I	.0000 I	
Общий вынос I I (приток) за I шторм т.м**3I		.4 I	.2 I	.0 I	-.4 I	-1.3 I	-.2 I	.0 I	.0 I	.0 I	.0 I	
Уклон динам. I I равновесия		.01495 I	.01409 I	.01342 I	.01289 I	.01272 I	.01353 I	.01453 I	.00000 I	.00000 I	.00000 I	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

9	Мощность	35.3	34.5	26.8	12.2	-9.2	-11.3	-8.3	.0	.0	.0
	Емкость	44.8	49.5	43.8	21.9	-17.7	-13.4	-8.3	.0	.0	.0
	Дефицит по емкости	9.4	15.0	17.0	9.7	8.5	2.1	.0	.0	.0	.0
	Баланс в потоке	-1.5	-1.6	-1.5	-.9	-1.3	-.6	.0	.0	.0	.0
	Баланс на 1 м берега	-.0045	-.0049	-.0045	-.0028	-.0040	-.0018	.0000	.0000	.0000	.0000
	Общий вынос (приток) за шторм т.м**3	-.7	-.8	-.8	-.5	-.7	-.3	.0	.0	.0	.0
	Уклон динам. равновесия	.01490	.01405	.01339	.01287	.01273	.01356	.01457	.00000	.00000	.00000
10	Мощность	33.8	32.9	25.3	11.2	-9.0	-10.5	-8.3	.0	.0	.0
	Емкость	44.9	49.5	43.6	21.4	-18.3	-13.5	-8.3	.0	.0	.0
	Дефицит по емкости	11.1	16.6	18.3	10.2	9.3	2.9	.0	.0	.0	.0
	Баланс в потоке	.3	-.4	-1.1	-1.7	.2	.8	.0	.0	.0	.0
	Баланс на 1 м берега	.0009	-.0011	-.0032	-.0051	.0007	.0024	.0000	.0000	.0000	.0000
	Общий вынос (приток) за шторм т.м**3	.1	-.2	-.5	-.8	.1	.4	.0	.0	.0	.0
	Уклон динам. равновесия	.01489	.01404	.01338	.01286	.01274	.01357	.01458	.00000	.00000	.00000
11	Мощность	34.1	32.5	24.2	9.5	-10.9	-10.9	-8.3	.0	.0	.0
	Емкость	46.0	49.5	42.2	18.3	-22.0	-13.9	-8.3	.0	.0	.0
	Дефицит по емкости	11.8	17.0	17.9	8.8	11.1	2.9	.0	.0	.0	.0
	Баланс в потоке	.6	-.1	-.9	-1.7	-1.9	-.4	.0	.0	.0	.0
	Баланс на 1 м берега	.0018	-.0003	-.0027	-.0051	-.0056	-.0012	.0000	.0000	.0000	.0000
	Общий вынос (приток) за шторм т.м**3	.3	-.1	-.4	-.8	-.9	-.2	.0	.0	.0	.0
	Уклон динам. равновесия	.01480	.01397	.01333	.01283	.01278	.01363	.01466	.00000	.00000	.00000
12	Мощность	34.7	32.4	23.4	7.9	-12.9	-11.5	-8.3	.0	.0	.0
	Емкость	47.0	49.3	40.6	15.0	-25.6	-14.2	-8.3	.0	.0	.0
	Дефицит по емкости	12.3	17.0	17.2	7.2	12.7	2.7	.0	.0	.0	.0
	Баланс в потоке	2.0	1.5	.7	-.6	-2.0	-.6	.0	.0	.0	.0
	Баланс на 1 м берега	.0061	.0046	.0021	-.0019	-.0061	-.0017	.0001	.0000	.0000	.0000
	Общий вынос (приток) за шторм т.м**3	1.0	.8	.4	-.3	-1.0	-.3	.0	.0	.0	.0
	Уклон динам. равновесия	.01471	.01390	.01328	.01279	.01281	.01368	.01474	.00000	.00000	.00000
13	Мощность	36.7	33.9	24.1	7.2	-15.0	-12.8	-8.3	.0	.0	.0
	Емкость	47.5	49.2	39.5	12.9	-27.7	-14.4	-8.3	.0	.0	.0
	Дефицит по емкости	10.8	15.3	15.4	5.7	12.8	1.6	.0	.0	.0	.0
	Баланс в потоке	-.1	-.7	-1.3	-1.8	-2.1	-1.3	.0	.0	.0	.0
	Баланс на 1 м берега	-.0003	-.0022	-.0040	-.0053	-.0063	-.0040	.0001	.0000	.0000	.0000
	Общий вынос (приток) за шторм т.м**3	-.1	-.4	-.7	-.9	-1.0	-.7	.0	.0	.0	.0
	Уклон динам. равновесия	.01465	.01386	.01325	.01277	.01284	.01372	.01479	.00000	.00000	.00000

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

I 14	I Мощность	I	36.6	I	33.2	I	22.7	I	5.4	I	-16.5	I	-13.0	I	-8.2	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Емкость	I	48.3	I	48.9	I	37.9	I	9.9	I	-30.6	I	-14.7	I	-8.2	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Дефицит по	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I емкости	I	11.7	I	15.8	I	15.1	I	4.4	I	14.1	I	1.7	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс в	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I в потоке	I	1.5	I	.3	I	-1.0	I	-2.7	I	-1.5	I	-2	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс на	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I 1 м берега	I	.0045	I	.0010	I	-.0031	I	-.0081	I	-.0045	I	-.0005	I	.0001	I	.0000	I	.0000	I	.0000	I	.0000
I	I Общий вынос	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I (приток) за	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I шторм т.м**3	I	.7	I	.2	I	-.5	I	-1.3	I	-.8	I	-.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Уклон динам.	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I равновесия	I	.01458	I	.01380	I	.01320	I	.01274	I	.01287	I	.01377	I	.01486	I	.00000	I	.00000	I	.00000	I	.00000
I 15	I Мощность	I	38.1	I	33.5	I	21.7	I	2.7	I	-19.8	I	-14.3	I	-8.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Емкость	I	49.3	I	48.3	I	35.0	I	4.8	I	-35.0	I	-15.0	I	-8.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Дефицит по	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I емкости	I	11.2	I	14.7	I	13.3	I	2.1	I	15.1	I	.7	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс в	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I в потоке	I	-.2	I	-.8	I	-1.3	I	-1.6	I	-3.4	I	-1.3	I	.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс на	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I 1 м берега	I	-.0006	I	-.0023	I	-.0038	I	-.0049	I	-.0101	I	-.0039	I	.0003	I	.0000	I	.0000	I	.0000	I	.0000
I	I Общий вынос	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I (приток) за	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I шторм т.м**3	I	-.1	I	-.4	I	-.6	I	-.8	I	-1.7	I	-.6	I	.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Уклон динам.	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I равновесия	I	.01446	I	.01371	I	.01314	I	.01269	I	.01293	I	.01386	I	.01497	I	.00000	I	.00000	I	.00000	I	.00000
I 16	I Мощность	I	37.9	I	32.8	I	20.4	I	1.1	I	-21.1	I	-14.4	I	-8.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Емкость	I	49.8	I	47.8	I	33.4	I	2.0	I	-37.2	I	-15.1	I	-8.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Дефицит по	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I емкости	I	11.9	I	15.0	I	13.0	I	.9	I	16.2	I	.8	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс в	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I в потоке	I	4.9	I	4.0	I	2.1	I	-1.1	I	-1.2	I	-.1	I	.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс на	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I 1 м берега	I	.0146	I	.0119	I	.0064	I	-.0034	I	-.0036	I	-.0003	I	.0002	I	.0000	I	.0000	I	.0000	I	.0000
I	I Общий вынос	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I (приток) за	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I шторм т.м**3	I	2.4	I	2.0	I	1.1	I	-.6	I	-.6	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Уклон динам.	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I равновесия	I	.01440	I	.01366	I	.01310	I	.01267	I	.01296	I	.01391	I	.01504	I	.00000	I	.00000	I	.00000	I	.00000
I 17	I Мощность	I	42.8	I	36.7	I	22.6	I	-.1	I	-25.4	I	-11.6	I	-8.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Емкость	I	50.2	I	47.4	I	32.1	I	-.2	I	-38.8	I	-15.2	I	-8.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Дефицит по	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I емкости	I	7.4	I	10.7	I	9.6	I	.1	I	13.4	I	3.6	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс в	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I в потоке	I	1.5	I	.8	I	-.3	I	-.1	I	-4.3	I	2.8	I	.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс на	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I 1 м берега	I	.0046	I	.0023	I	-.0009	I	-.0003	I	-.0130	I	.0084	I	.0002	I	.0000	I	.0000	I	.0000	I	.0000
I	I Общий вынос	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I (приток) за	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I шторм т.м**3	I	.8	I	.4	I	-.2	I	-.1	I	-2.2	I	1.4	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Уклон динам.	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I равновесия	I	.01435	I	.01362	I	.01307	I	.01266	I	.01299	I	.01394	I	.01509	I	.00000	I	.00000	I	.00000	I	.00000
I 18	I Мощность	I	44.3	I	37.5	I	22.2	I	-1.9	I	-27.9	I	-11.8	I	-7.9	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Емкость	I	50.5	I	46.9	I	30.5	I	-2.8	I	-40.7	I	-15.3	I	-7.9	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Дефицит по	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I емкости	I	6.2	I	9.4	I	8.2	I	.9	I	12.8	I	3.6	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс в	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I в потоке	I	1.9	I	2.9	I	3.5	I	3.5	I	-2.5	I	-.2	I	.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Баланс на	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I 1 м берега	I	.0056	I	.0086	I	.0107	I	.0105	I	-.0074	I	-.0005	I	.0002	I	.0000	I	.0000	I	.0000	I	.0000
I	I Общий вынос	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I (приток) за	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I шторм т.м**3	I	.9	I	1.4	I	1.8	I	1.8	I	-1.2	I	-.1	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0	I	.0
I	I Уклон динам.	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
I	I равновесия	I	.01429	I	.01358	I	.01304	I	.01268	I	.01302	I	.01399	I	.01515	I	.00000	I	.00000	I	.00000	I	.00000

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

I 19	I Мощность	I 46.2	I 40.4	I 25.8	I 1.6	I -26.4	I -11.4	I -8.1	I .0	I .0	I .0
I	I Емкость	I 49.8	I 47.8	I 33.5	I 2.2	I -37.1	I -15.1	I -8.1	I .0	I .0	I .0
I	I Дефицит по емкости	I 3.6	I 7.5	I 7.7	I .6	I 10.6	I 3.7	I .0	I .0	I .0	I .0
I	I Баланс в потоке	I -12.3	I 5.3	I 7.1	I 11.2	I 1.4	I .3	I -.1	I .0	I .0	I .0
I	I Баланс на 1 м берега	I -.0371	I .0158	I .0212	I .0337	I .0044	I .0010	I -.0004	I .0000	I .0000	I .0000
I	I Общий вынос (приток) за шторм т.м**3	I -6.2	I 2.6	I 3.5	I 5.6	I .7	I .2	I -.1	I .0	I .0	I .0
I	I Уклон динам. равновесия	I .01440	I .01366	I .01310	I .01267	I .01296	I .01390	I .01504	I .00000	I .00000	I .00000
I 20	I Мощность	I 33.8	I 45.6	I 32.9	I 9.3	I -22.1	I -10.6	I -8.3	I .0	I .0	I .0
I	I Емкость	I 47.8	I 49.1	I 38.8	I 11.7	I -28.9	I -14.5	I -8.3	I .0	I .0	I .0
I	I Дефицит по емкости	I 14.0	I 3.5	I 6.0	I 2.4	I 6.8	I 3.9	I .0	I .0	I .0	I .0
I	I Баланс в потоке	I -.3	I -14.4	I 7.7	I 8.3	I 4.3	I .8	I -.2	I .0	I .0	I .0
I	I Баланс на 1 м берега	I -.0010	I -.0431	I .0231	I .0249	I .0128	I .0024	I -.0006	I .0000	I .0000	I .0000
I	I Общий вынос (приток) за шторм т.м**3	I -.2	I -7.2	I 3.8	I 4.2	I 2.1	I .4	I -.1	I .0	I .0	I .0
I	I Уклон динам. равновесия	I .01462	I .01383	I .01323	I .01276	I .01285	I .01374	I .01482	I .00000	I .00000	I .00000

Таблица 3.17 – Емкость штормовых потоков наносов тыс. м³/сутки на участке проектирования по створам ЦММ

№ створа ЦММ	Направление шторма						
	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ	С	ССВ	СВ
5	41	48	48	32	-4	-12	-8
6	42	49	47	29	-7	-12	-8
7	43	49	46	27	-10	-12	-8
8	44	49	45	24	-16	-13	-8
9	45	49	44	22	-18	-13	-8
10	45	50	44	21	-18	-13	-8
11	46	50	42	18	-22	-14	-8
12	47	49	41	15	-26	-14	-8
13	48	49	40	13	-28	-14	-8
14	48	49	38	10	-31	-15	-8
15	49	48	35	5	-35	-15	-8
16	50	48	33	2	-37	-15	-8
17	50	47	32	0	-39	-15	-8
18	50	47	30	-3	-41	-15	-8
19	50	48	33	2	-37	-15	-8
20	48	49	39	12	-29	-14	-8
Среднее	47	49	40	14	-25	-14	-8

Из таблицы 3.17 можно сделать вывод, что наиболее опасными с точки зрения размыва пляжа на участке проектирования являются штормы повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ и С направлений, в которых емкость вдольберегового потока наносов составляет 49 и 25 тыс. м³/сутки соответственно.

Графики штормового вдольберегового транспорта наносов на участке проектирования в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ и С направлений приведены на рисунках 3.16, 3.17.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

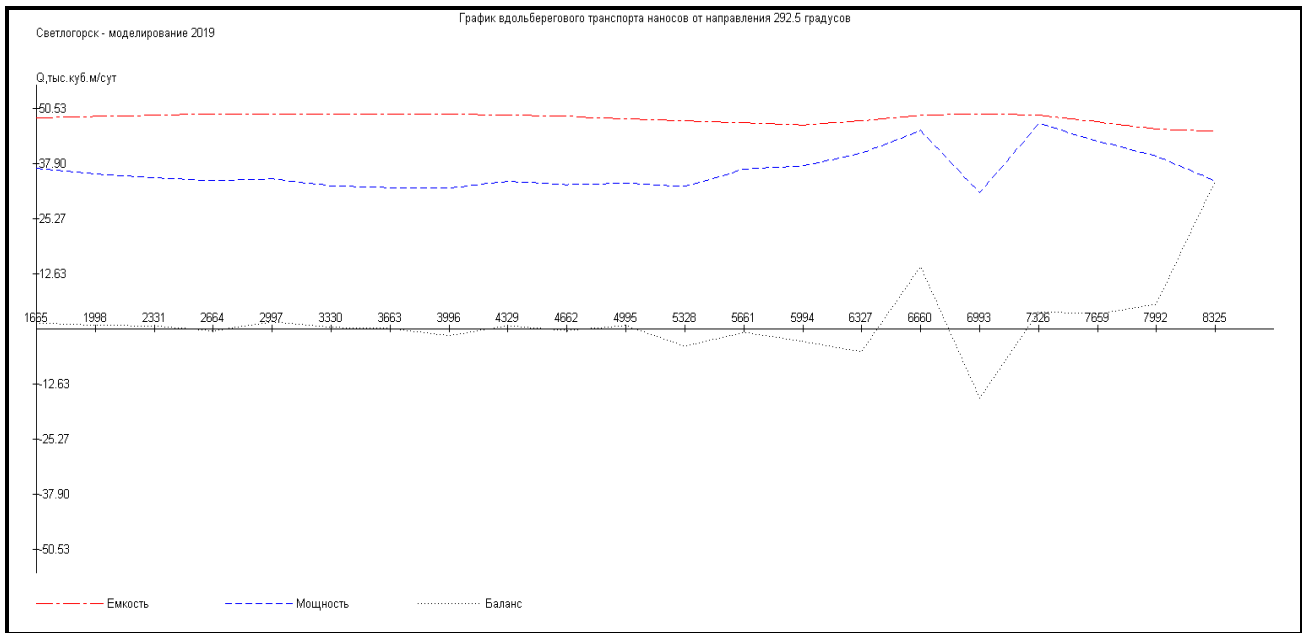


Рисунок 3.16 - График штормового транспорта наносов в шторме от ЗСЗ направления

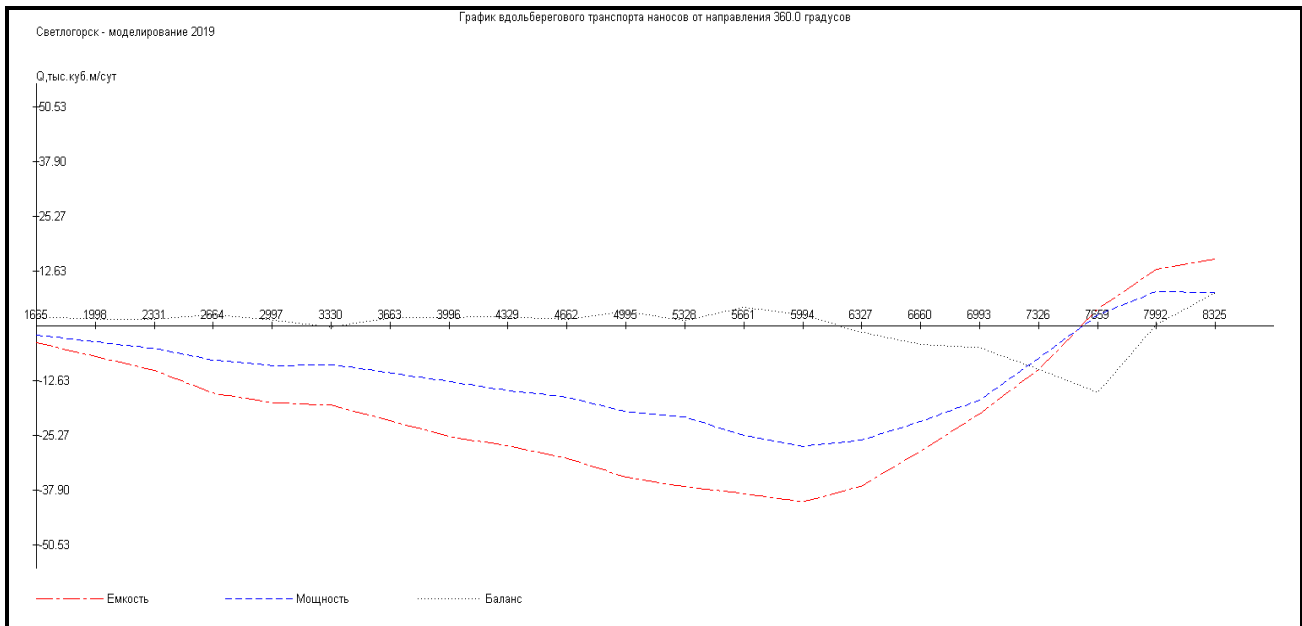


Рисунок 3.17 - График штормового транспорта наносов в шторме от С направления

Из приведенных результатов расчетов, а также по данным натуральных наблюдений и ретроспективных фотоматериалов могут быть сделаны следующие выводы:

1. Поскольку пляж на участке проектирования предполагается довести до полного профиля (профиля относительного динамического равновесия), на котором полностью гасятся расчетные волны, расход наносов на участке будет равен его емкости.

2. В среднемноголетнем плане проектный участок расположен в зоне значительного преобладания переноса наносов в восточном направлении (106 тыс. м³/год) над его перемещением в западном направлении (24 тыс. м³/год). Среднемноголетняя емкость вдольберегового потока наносов при устройстве пляжа полного профиля из материала со средней крупностью 0,30 мм составит 82 тыс. м³/год в восточном направлении.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

3. Наиболее опасными с точки зрения размыва пляжа на участке проектирования являются штормы повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ и С направлений, в которых емкость вдольберегового потока наносов составляет 49 и 25 тыс. м³/сутки соответственно.

4. Штормовой поток наносов в шторме от ЗСЗ направления продолжительностью 2,2 суток соответствует среднемноголетнему перемещению наносов в восточном направлении. Штормовой поток наносов в шторме от С направления продолжительностью 1,0 суток соответствует среднемноголетнему перемещению наносов в западном направлении.

В таблице 3.18 приведены расчетные элементы волн в штормах от ЗСЗ и С направлений, принятые для моделирования динамики пляжа на участке проектирования.

Таблица 3.18 - Расчетные элементы волн в штормах от ЗСЗ и С направлений, принятые для моделирования динамики пляжа на участке проектирования

Напр. шторма на глубокой воде, градус	Напр. шторма на линии обрушения волн, градус	Угол луча волны с нормалью к линии берега, градус	Высота волны 13% обеспеченности, м	Глубина обрушения волны 13% обеспеченности, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолжительность шторма, сутки
292,5	341	-4	2,2	2,8	8,8	54	2,2
0,0	347	2	2,1	2,7	9,5	57	1,0

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					<p>Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)</p>	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		92

4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛЯЖА И ПЛЯЖЕУДЕРЖИВАЮЩИХ СООРУЖЕНИЙ

4.1 Свободный песчаный пляж

Согласно п. 5.6 из документа [1], при проектировании мероприятий по защите берегов следует исходить из того, что эффективность любого комплекса берегозащитных сооружений будет определяться наличием в нем волногасящих сооружений. Применение пляжеудерживающих и волногасящих сооружений различных типов допустимо только при отсутствии условий для образования свободного пляжа полного профиля.

Таким образом, при проектировании берегозащитных мероприятий в первую очередь следует оценить возможность создания и поддержания в эксплуатационном состоянии свободного пляжа полного профиля. То есть такого профиля, на котором полностью гасится энергия расчетных штормовых волн.

В качестве варианта № 1 создания пляжа на проектном участке рассматривается вариант свободного пляжа без сооружений.

Профиль динамического равновесия песчаного пляжа определяется согласно разделу 9.1 из [1]. Этот профиль показан на рисунке 4.1.

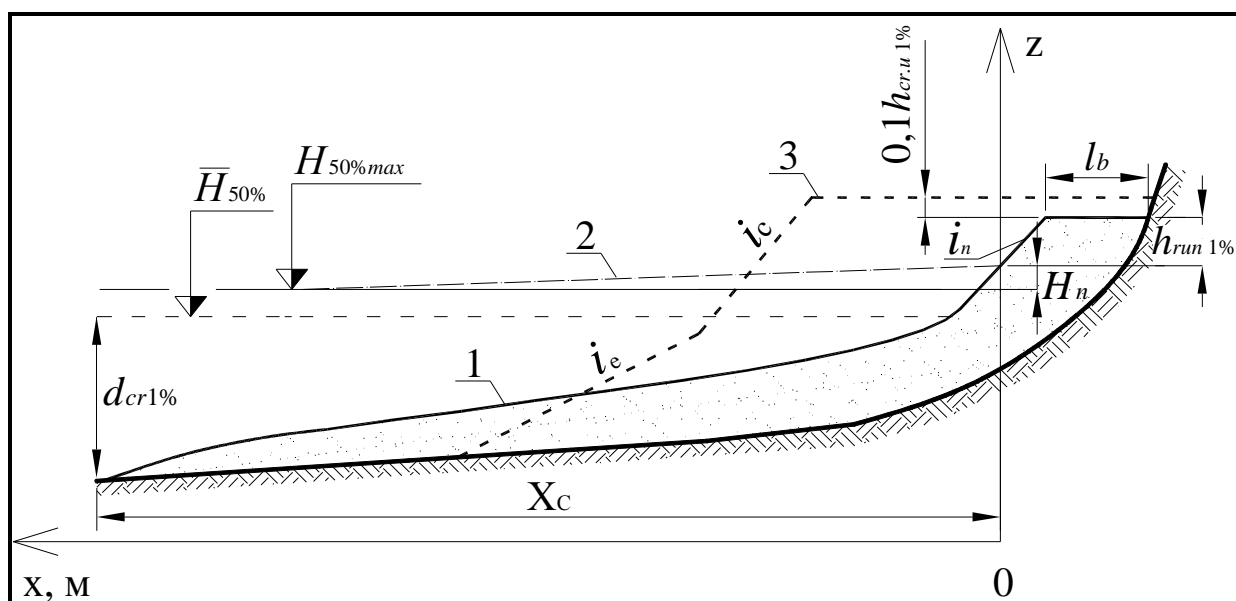


Рисунок 4.1 - Поперечный профиль относительного динамического равновесия искусственного свободного песчаного пляжа

На рисунке 4.1 1 – профиль относительного динамического равновесия; 2 – уровень волнового нагона; 3 – строительный профиль; l_b – ширина бермы; i_c – уклон, соответствующий углу естественного откоса карьерного сухого грунта; i_e – уклон, соответствующий углу естественного откоса грунта в воде; i_n – уклон пляжа в зоне наката волн; H_n – высота волнового нагона; $h_{run1\%}$ – высота наката волн 1% обеспеченности в системе; $h_{cr.u1\%}$ – высота волн 1% обеспеченности в системе на глубине последнего обрушения; $d_{cr1\%}$ – глубина на линии первого обрушения волн 1% обеспеченности в системе; X_c – ширина подводной части пляжа; $\bar{H}_{50\%}$ – отметка среднего многолетнего уровня моря; $H_{50\%max}$ – отметка уровня моря 50% обеспеченности их максимальных годовых.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Исходные данные для расчета профиля динамического равновесия проектируемого пляжа приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Исходные данные для расчета профиля динамического равновесия проектируемого пляжа

$h_{cr1\%}$, м	$d_{cr1\%}$, м	$h_{cr.u1\%}$, м	$d_{cr.u1\%}$, м	$h_{cr.u5\%}$, м	$d_{cr.u5\%}$, м	$\lambda_{cr.ср.}$, м	$T_{ср.с}$	$\alpha_{ср.}$ грд.
4,8	5,8	2,5	3,2	2,3	3	54	8,8	4
$H_{макс.1\%}$, м БС	$H_{макс.50\%}$, м БС	$H_{ср.50\%}$, м БС	H_n , м	$h_{гун1\%}$, м	$d_{ср.}$, мм	i_n	$i_{дна ест.}$	$H_{дна}$, м
1,36	0,93	-0,07	0,42	0,81	0,30	0,03	0,017	-5,8

Расчет параметров пляжа выполнен в предположении, что он будет впервые пополнен через 5 лет после строительства. Результаты расчетов параметров пляжа приведены в таблицах 4.2, 4.3. На рисунке 4.2 показан расчетный профиль относительного динамического равновесия и строительный профиль проектируемого песчаного пляжа.

Таблица 4.2 – Основные геометрические параметры проектируемого пляжа

n , лет	L , м	Q , м ³ /год	ΔH , м	$H_{бермы}$, м БС	ΔH^* , м	V_1 , м	l_b , м	$l_{над}$, м	$L_{над}$, м
5	4550	82276	1,48	2,41	8,21	2,6	13	55	68

Таблица 4.3 – Основные объемные параметры проектируемого пляжа

X_c , м	i_c	i_e	$W_{надв}$ м ³ /м	$W_{подв}$ м ³ /м	$W_{сумм}$ м ³ /м с уплотн.	Общий объем отсыпки, тыс. м ³	Объем пополнений 1 раз в 5 лет, тыс. м ³
188	0,44	0,385	102	187	347	1578,6	791,5

В таблице 4.3 даны объемы надводной и подводной частей пляжа, полный объем отсыпки пляжа на 1 погонный метр берега с учетом запаса на уплотнение пляжеобразующего материала в объеме 20% от общей отсыпки, объем отсыпки на весь проектный участок и объем пополнений пляжа 1 раз за 5 лет.

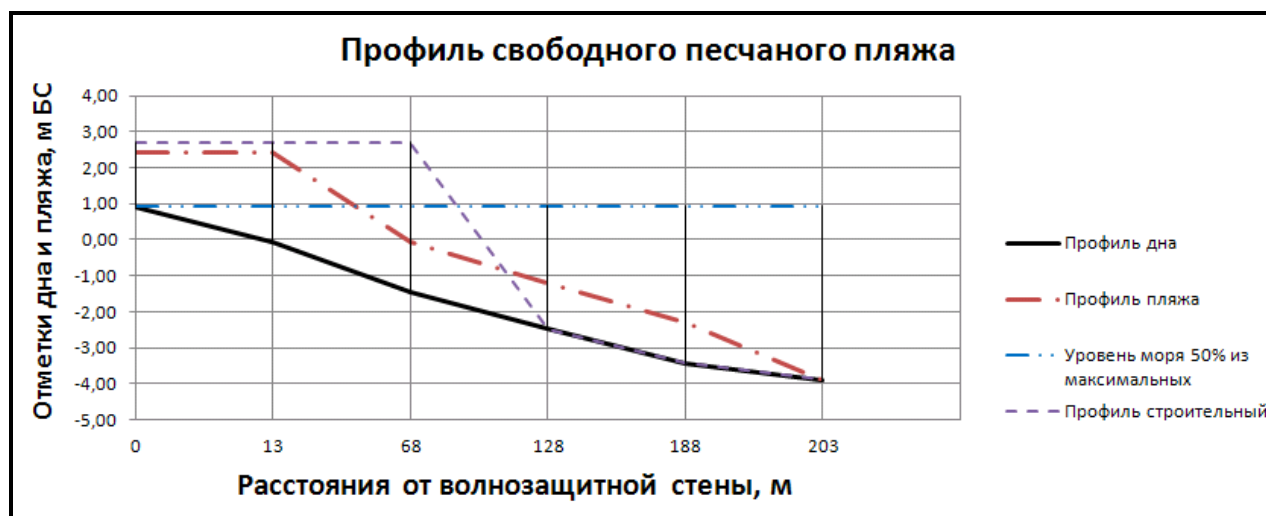


Рисунок 4.2 – Проектный и строительный профили пляжа

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Из приведенных данных, с учетом раздела 3.4, могут быть сделаны следующие выводы:

1. В штилевых условиях при среднемноголетнем уровне моря, ширина пляжа без учета бермы составит порядка 80 м, что соответствует техническому заданию.

2. Объем первоначальной отсыпки (намыва) проектируемого свободного песчаного пляжа составляет 347 м³/м. На весь проектный участок длиной 4550 м потребуется отсыпать (намыть) 1.58 млн. м³.

3. В среднем за год потери пляжеобразующего материала с проектируемого пляжа будут составлять около 130 тыс. м³. Однако при проходах сильных штормов от западных направлений, потери пляжеобразующего материала за каждый шторм будут составлять еще до 30 тыс. м³.

3. Для восполнения указанных потерь потребуется организовать эксплуатационные пополнения проектируемого пляжа в объеме порядка 0.80 млн. м³ пляжеобразующего материала каждые 5 лет.

4. При наличии достаточных резервов пляжеобразующего материала, с такими эксплуатационными пополнениями можно было бы согласиться. Однако, учитывая острый дефицит пляжеобразующего материала в условиях Калининградской области, необходимо максимально сократить объем его потерь путем строительства пляжеудерживающих сооружений.

5. В случае если будет принято решение о строительстве свободного пляжа без сооружений, его рекомендуемые параметры следует соблюдать также и на участке строительства бун по проекту противоаварийной защиты.

4.2 Пляж с системой бун

В качестве варианта № 2 создания пляжа на участке проектирования рассмотрен вариант пляжеудерживающих сооружений в виде системы бун.

Согласно [1] профиль гребня бун в надводной части пляжа должен соответствовать расчетному профилю относительного динамического равновесия пляжа. В связи с этим по длине буны различают три части: корневую (часто горизонтальную), переходную и головную.

В качестве расчетного для определения отметки головных частей бун рекомендуется принять уровень моря 50% обеспеченности из средних годовых уровней $H_{ср.50\%} = -0,07$ м БС. С учетом запаса 0.50 м [1], волнового нагона $H_n = 0.42$ м, отметки головных частей бун рекомендуется принять равными $H_{г.б.} = +0.80$ м БС.

Согласно рекомендациям нормативного документа [1], приведенным в разделе 1.3, а также результатам расчетов свободного пляжа (раздел 4.1), рекомендуется следующий профиль бун:

- корневая часть, начиная от волнозащитной стены или от коренного берега имеет длину $l_k = 15$ м с отметкой верха +2.45 м БС;
- переходная часть длиной $l_n = 55$ м – наклонная от отметки +2.45 м БС до отметки +0,80 м БС;
- головная часть – горизонтальная длиной $l_z = 110$ м с отметкой верха $H_{г.б.} = +0.80$ м БС;
- общая длина буны – $l_б = 180$ м.

Рекомендуемый продольный профиль буны приведен на рисунке 4.3.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 95
-----	------	----------	-------	------	---	------------

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

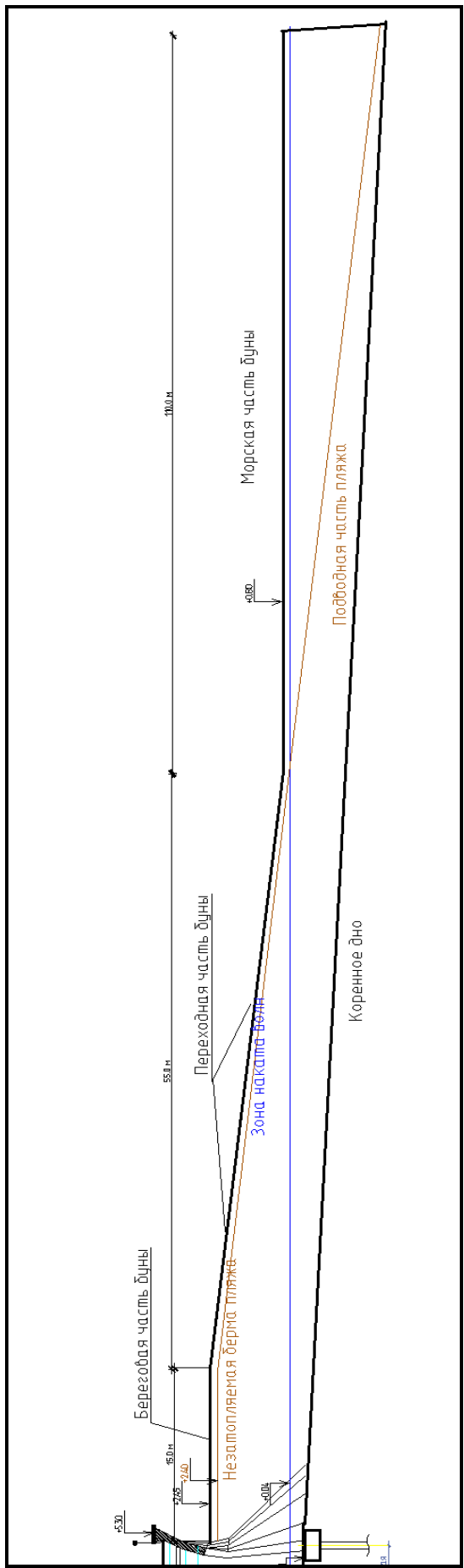


Рисунок 4.3 – Рекомендуемый продольный профиль буны

Расстояние между бунами на берегах с песчаными наносами в документе [1] рекомендуется принимать равным не менее длины буны $S = l_b$. В то же время, для берегов с галечными наносами, допускается принимать $S = 1.4l_b$.

Поэтому с целью возможной оптимизации проекта (увеличения расстояния между бунами) было выполнено математическое моделирование динамики проектного пляжа при длине бун по 180 м и расстояниях между ними $S = 180 - 250$ м.

Для моделирования использовался специальный программный комплекс [41], Приложение № 4. Расчет выполнен для 5 межбунных отсеков, расположенных на границе восточного и западного фрагментов участка проектирования.

Результаты моделирования динамики проектного пляжа при длине бун по 180 м и расстояниях между ними 250, 220 и 180 м приведены на рисунках 4.4 – 4.9.

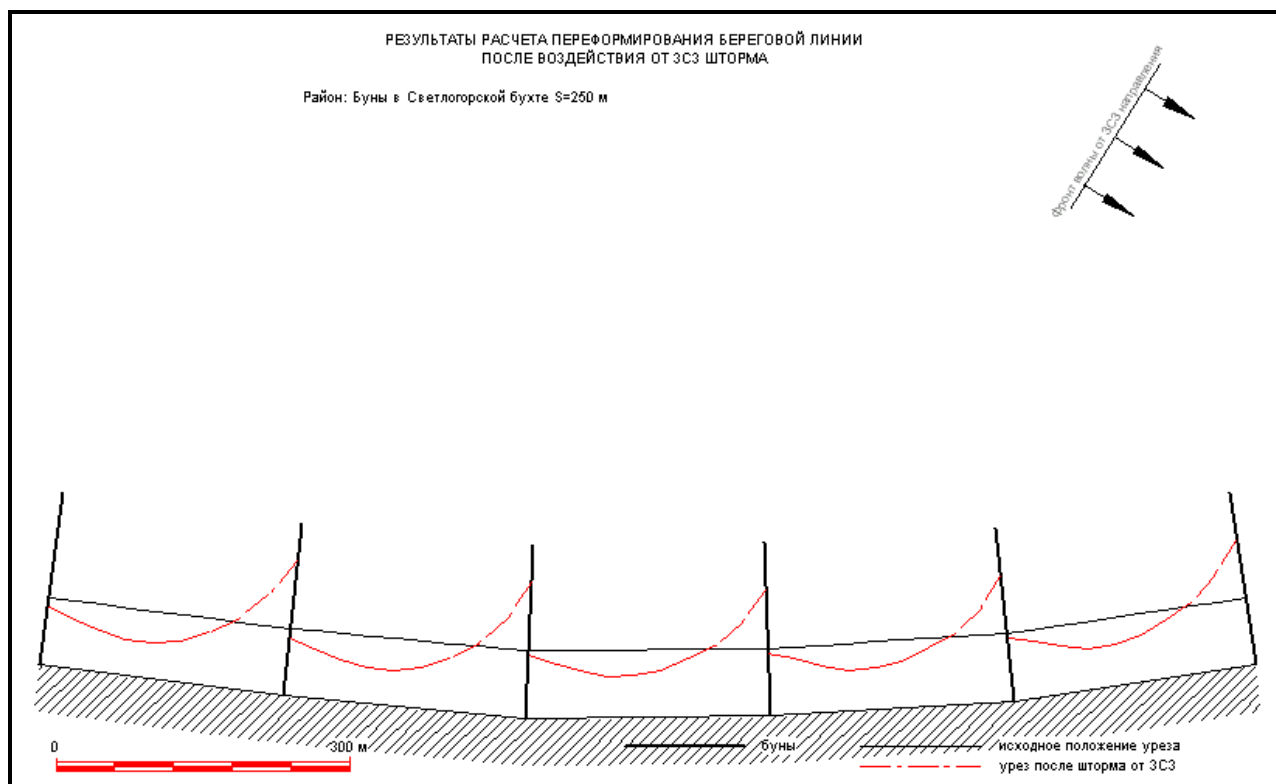


Рисунок 4.4 – Динамика проектного пляжа при $S = 250$ м в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления

Изм. № подл.	Подп. и дата
Изм. № дубл.	Взам. инв. №
Изм. № подл.	Подп. и дата
Изм. № подл.	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

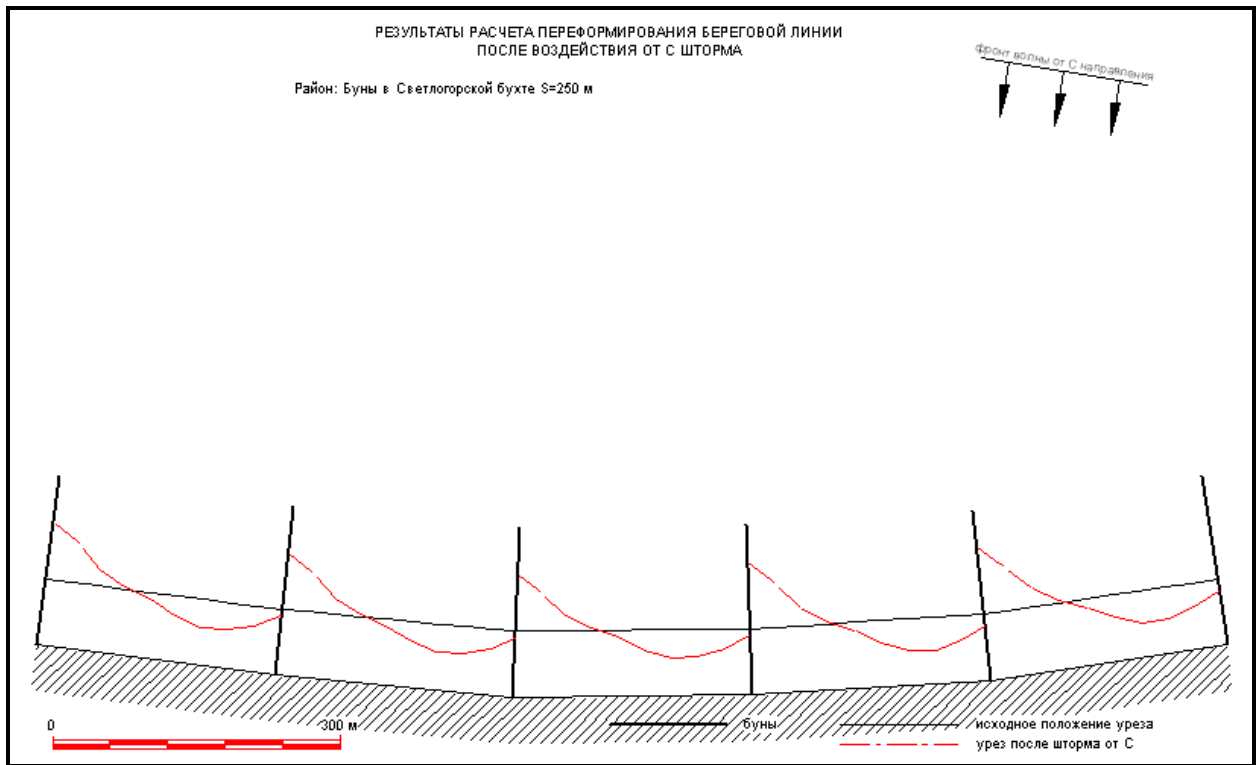


Рисунок 4.5 – Динамика проектного пляжа при $S = 250$ м в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления

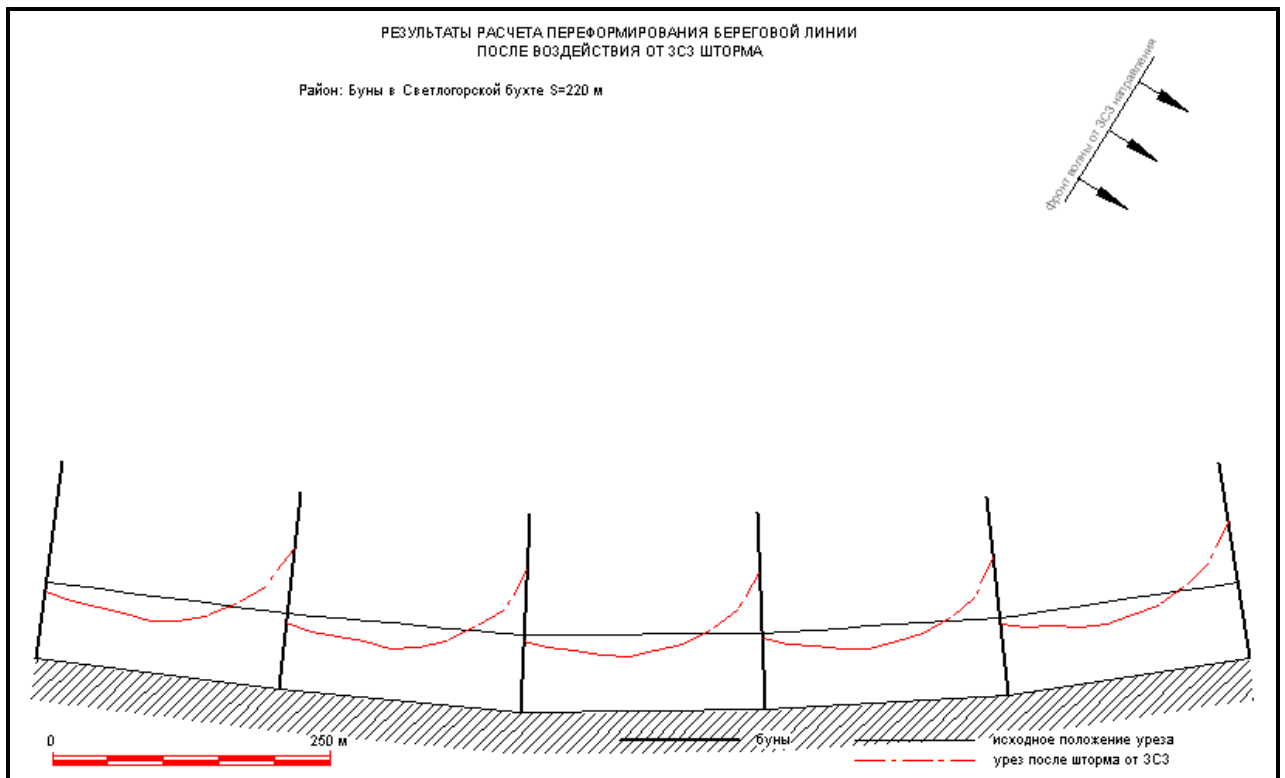


Рисунок 4.6 – Динамика проектного пляжа при $S = 220$ м в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

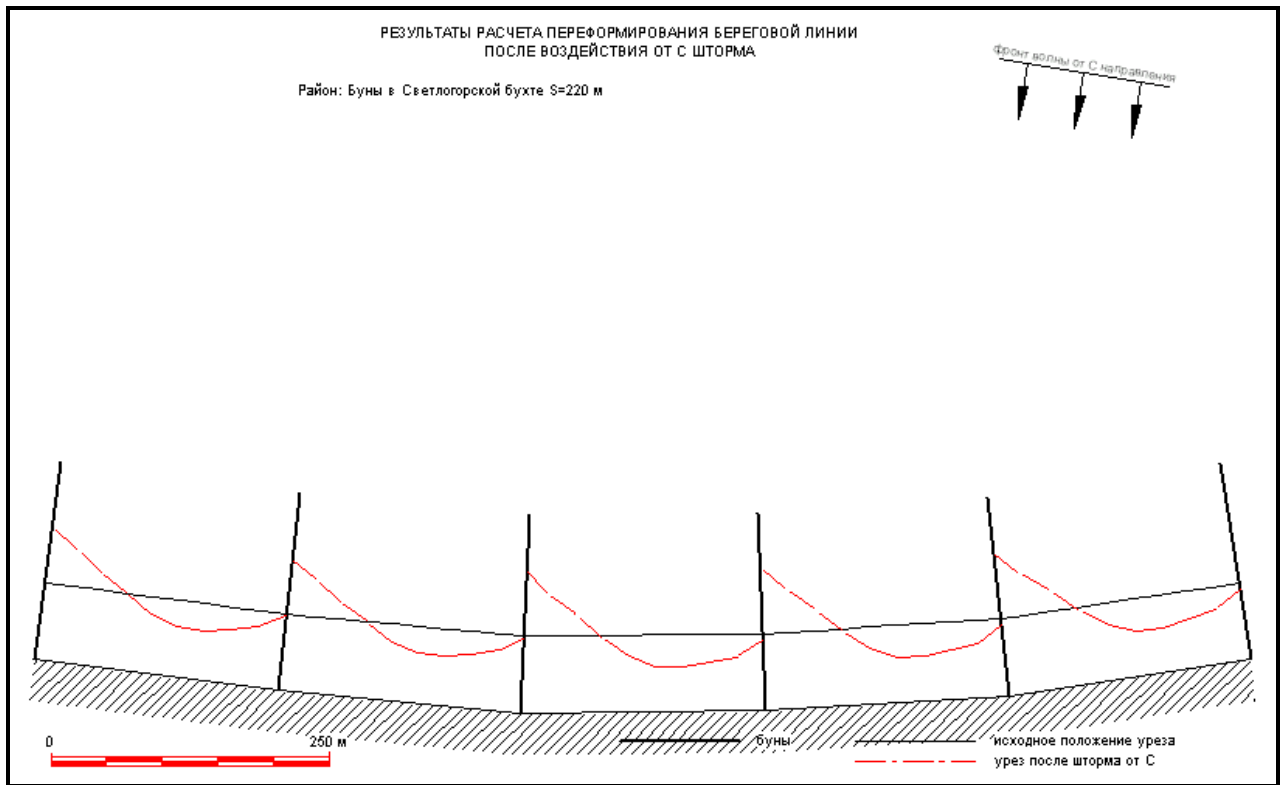


Рисунок 4.7 – Динамика проектного пляжа при $S = 220$ м в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления

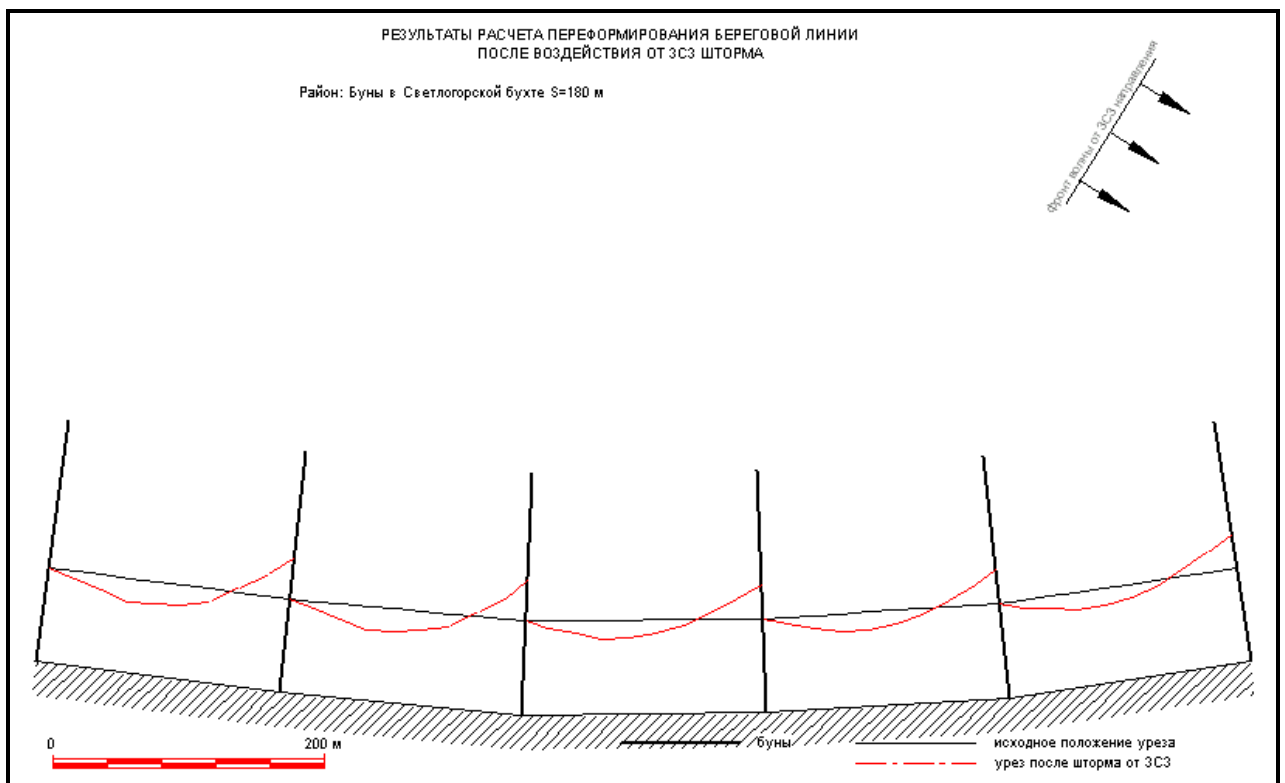


Рисунок 4.8 – Динамика проектного пляжа при $S = 180$ м в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

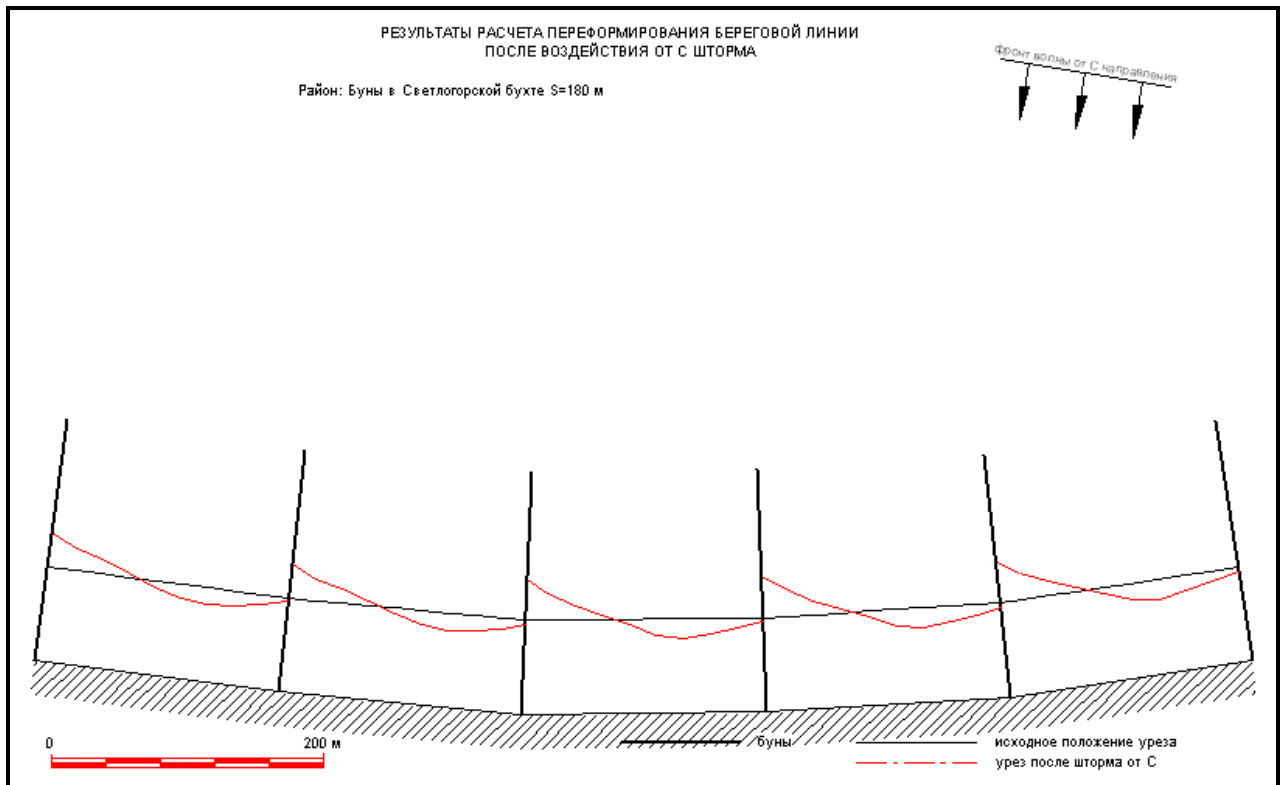


Рисунок 4.9 – Динамика проектного пляжа при $S = 180$ м в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления

Буны предполагается строить каменнонабросной или свайной конструкции. Согласно [1] для расчета волновых нагрузок и воздействий на элементы бун расчетными являются высота волны 5% обеспеченности в системе расчетного шторма повторяемостью 1 раз за 25 лет, средняя длина и период волн.

Указанные параметры имеют следующие значения (раздел 3):

- высота волны – 5% обеспеченности по линии последнего обрушения $h_{cr.u5\%} = 2,3$ м;
- глубина обрушения волны 5% обеспеченности $d_{cr.u5\%} = 3,0$ м;
- средняя длина волны при последнем обрушении $\lambda_{cp} = 54$ м;
- средний период волны $T_{cp} = 8,8$ с.

Расчет выполнен по программе (Приложение № 5), реализующей нормативную методику согласно [2]. Результаты расчета массы камня в головных частях каменнонабросных бун приведены в таблице 4.4.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Таблица 4.4 - Результаты расчета массы камня в головных частях каменноабросных бун

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Расчетная высота волны, м	2.30
Расчетная длина волны, м	54.00
Период расчетной волны, с	8.80
Крепление откоса производится камнем	

Результаты расчета массы предельного равновесия камня

I Уклон откоса I	I Масса пред.рав.т I		I Диаметр экв.шара, м I		I Параметры наката I			
	I в набр. I	I в уклад. I	I в набр. I	I в уклад. I	I выс., м I	I длин.м I		
I 1:3 I	I .71 I	I .71 I	I .89 I	I .89 I	I 1.76 I	I 5.34 I		
I 1:2 I	I 1.27 I	I 1.27 I	I 1.08 I	I 1.08 I	I 2.29 I	I 4.59 I		
I 1:1.5 I	I 1.83 I	I 1.83 I	I 1.22 I	I 1.22 I	I 1.88 I	I 2.81 I		

В документах [11, 37] при расположении элементов креплений откосов в прибойной зоне, рекомендуется их массу увеличивать на 15% по сравнению с расчетной по формуле из [2].

По результатам расчета рекомендуется в головных частях каменноабросных бун применить камень массой 2 т с уклоном 1:2.

В случае если буны будут иметь свайную конструкцию, актуальными являются волновые нагрузки на них и скорости у дна.

Расчеты указанных параметров выполнены по методике, рекомендованной в [2]. Результаты расчетов приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Результаты расчета волновой нагрузки на буну свайной конструкции

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Расчетная высота волны, м	2.30
Расчетная длина волны, м	54.00
Угол между фронтом волны и продольной осью буны, град.	86.00
Длина элемента буны, м	1.00
Возвышение верха элемента над расчетным уровнем моря, м	0.80

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Полная сдвигающая нагрузка на внешнюю относительно фронта волны грань элемента буны, кН	24.76
Возвышение гребня волны над расчетным уровнем у внешней грани элемента буны, м	1.73
Возвышение гребня волны над расчетным уровнем у теневой грани элемента буны, м	0.78

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Волновая скорость у дна $V_f = 4.6$ м/с.

По приведенным результатам математического моделирования могут быть сделаны следующие выводы:

1. При длине межбунных отсеков по 250 и 220 м размыв (сокращение ширины) надводной части пляжа достигает 25 м. В результате возможно повреждение волнозащитной стены (променада) накатной волной.

2. Урез пляжа имеет значительный перекося. Поэтому до 8 - 10% пляжеобразующего материала перемещается в обход головных частей бун – почти столько же, что и при свободном пляже.

3. При длине межбунных отсеков по 180 м, размыв пляжа не превышает 15 м, в обход головных частей бун перемещается не более 3 - 5% пляжеобразующего материала. Для дальнейшего проектирования варианта пляжеудерживающих сооружений только в виде бун, рекомендуется принять длину бун $l_b = 180$ м с расстоянием между бунами $S = 180$ м.

4. На участке противоаварийной защиты берега, вновь проектируемые буны рекомендуются совместить с бунами аварийной защиты через 2 буны.

5. Объем эксплуатационных пополнений пляжа должен составить 400 тыс. м³ 1 раз за 5 лет.

6. В документе [1] для пропуска естественного вдольберегового потока наносов на низовой участок системы бун рекомендуется плавно уменьшать длины бун. Это предусматривается с целью предотвращения возможного размыва низового участка берега в результате перехвата бунами естественного вдольберегового потока наносов.

7. Поскольку на проектом участке естественный вдольбереговой поток наносов практически отсутствует, сокращать длину бун на восточном фланге проектного участка не рекомендуется.

8. Для обеспечения устойчивости берега на низовом участке (к востоку от проектного) на длине 180 м рекомендуется отсыпать (намыть) пляж в том же объеме, что и на проектом участке, то есть по 350 м³ на погонный метр берега. Всего – 63.0 тыс. м³ пляжеобразующего материала.

9. В случае, если буны будут иметь набросную конструкцию, рекомендуется в головных их частях применить камень массой 2 т с уклоном 1:2. В районе уреза масса камня может быть снижена до 1.0 т.

10. В случае если буны будут иметь свайную конструкцию, горизонтальная нагрузка на буну в головной части составит $R = 24,8$ кН/м.

11. Волновая скорость у дна $V_f = 4.6$ м/с.

4.3 Пляж с системой бун и волноломов

Для обеспечения равномерной ширины проектируемого пляжа, сокращения объемов исходной отсыпки и эксплуатационных пополнений был исследован вариант № 3 в виде системы пляжеудерживающих сооружений, состоящий из бун и волноломов. При этом длины бун приняты равными 180 м. Волноломы предложено устанавливать по линии головных частей бун.

Таким образом, задачей моделирования являлось определение оптимального расстояния между бунами, длины волноломов и их расположение в межбунных отсеках. Ширина волноломов по их гребням согласно рекомендациям [1], принималась равной 10 м. Отметка гребня волноломов соответствовала уровню моря 50% обеспеченности из наивысших годовых уровней $H_{\text{макс.50\%}} = +0,93$ м БС.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

По результатам вариантного моделирования для дальнейшего проектирования рекомендуется вариант сооружений следующей конфигурации:

1. Буны длиной $l_b = 180$ м с расстоянием между бунами $S = 270$ м.
2. Волноломы длиной $b = 120$ м, располагаемые по головным частям бун на расстоянии $l = 180$ м от волнозащитной стены (коренного берега).
3. Волноломы располагаются в межбунных отсеках не симметрично, а со сдвижкой на запад. Расстояние от головы буны до волнолома в западной части каждого межбунного отсека составляет 60 м, расстояние от волнолома до головы буны в восточной части отсека – 90 м.

Результаты моделирования динамики проектного пляжа при рекомендуемой конфигурации пляжеудерживающих сооружений приведены на рисунках 4.10 – 4.13.

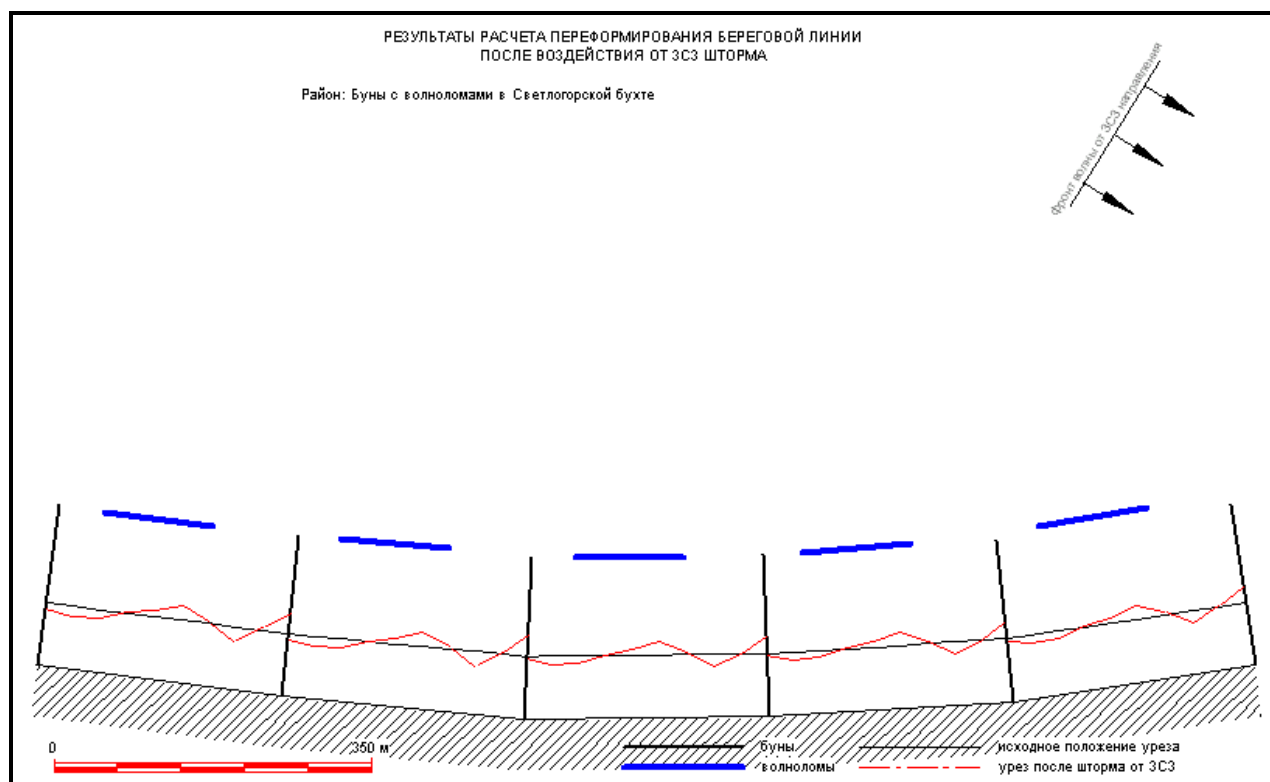


Рисунок 4.10 – Динамика проектного пляжа при рекомендуемой конфигурации сооружений в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

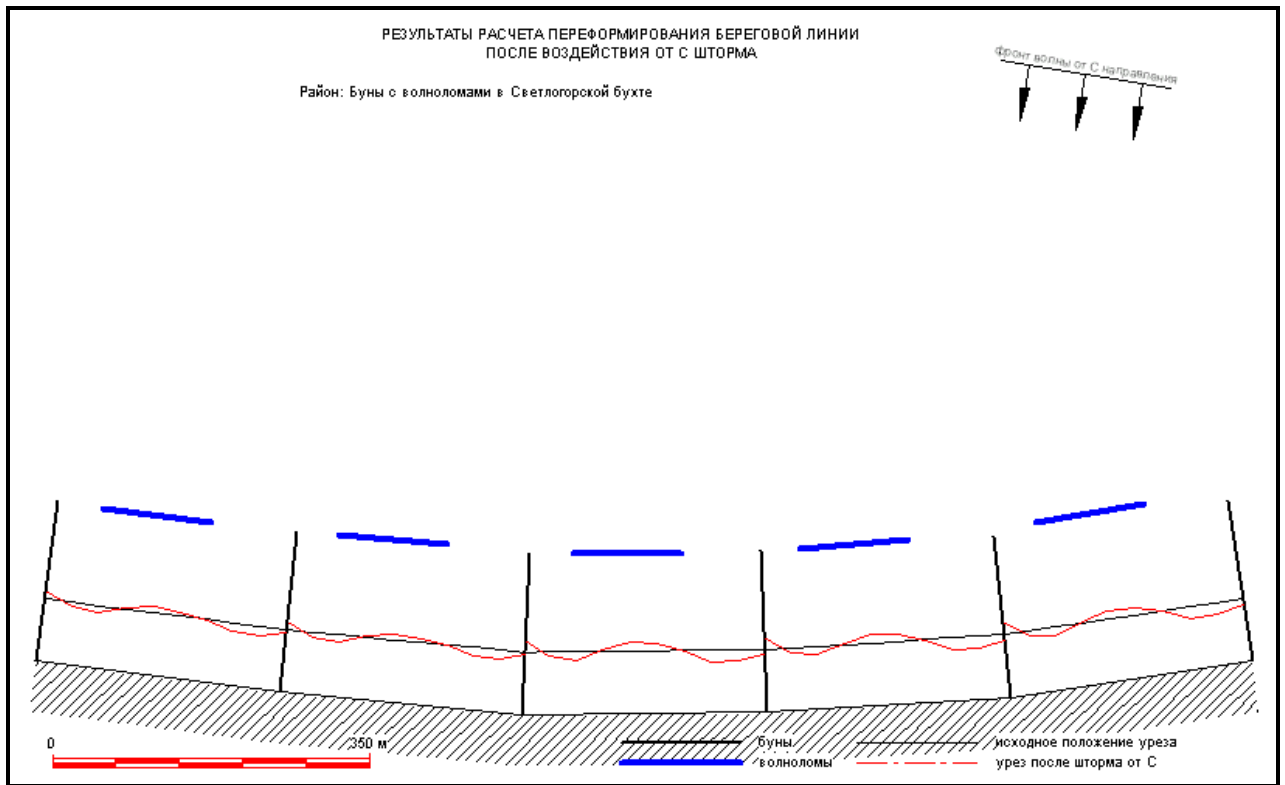


Рисунок 4.11 – Динамика проектного пляжа при рекомендуемой конфигурации сооружений в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления

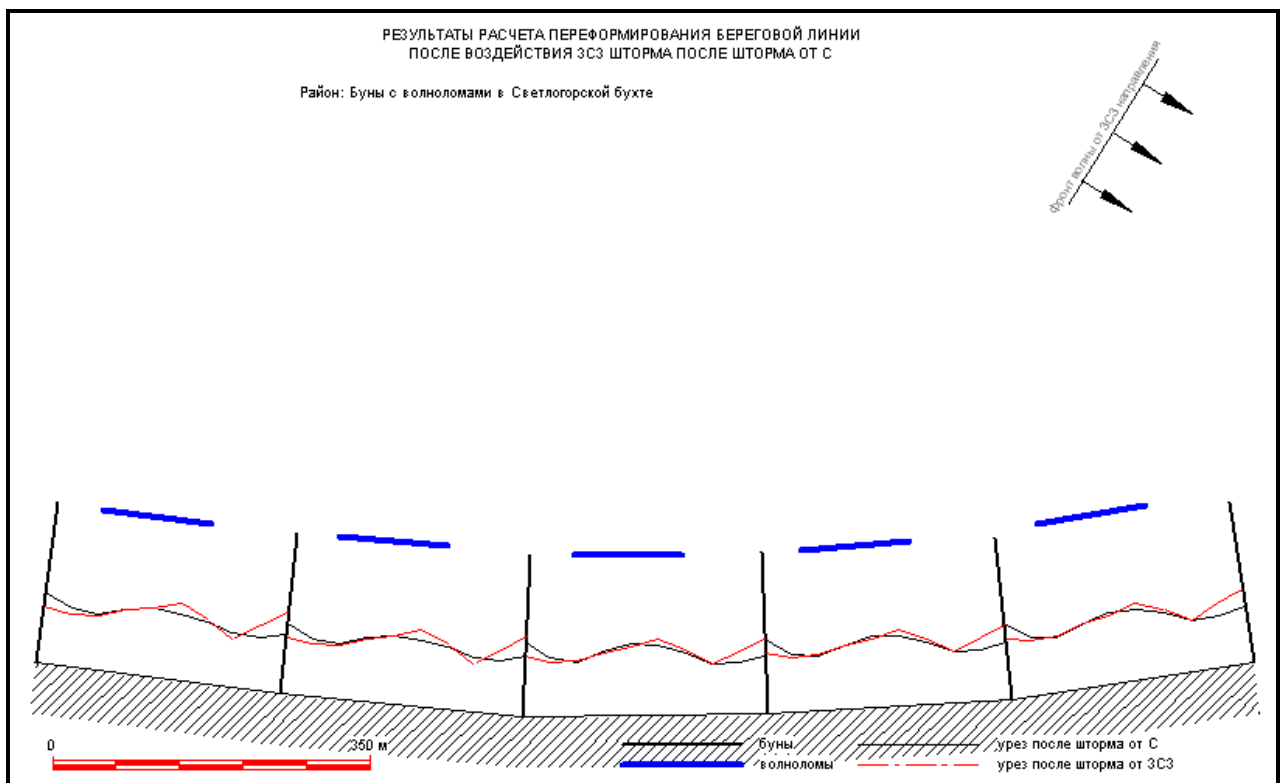


Рисунок 4.12 – Динамика проектного пляжа при рекомендуемой конфигурации сооружений в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления после воздействия шторма от С направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)
------	------	----------	-------	------	---

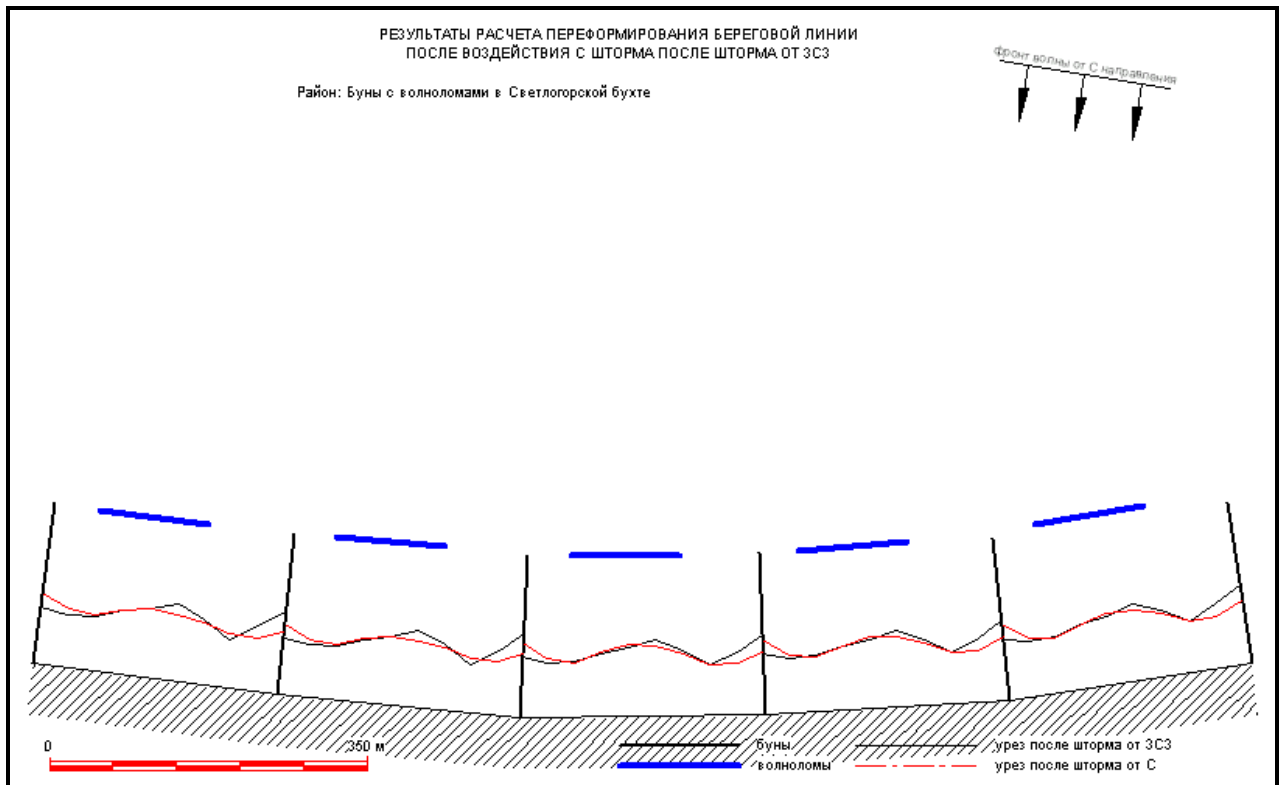


Рисунок 4.13 – Динамика проектного пляжа при рекомендуемой конфигурации сооружений в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления после воздействия шторма от ЗСЗ направления

Для строительства волноломов, как и головных частей набросных бун, рекомендуется применить камень массой 2 – 3 т с уклоном 1:2. Согласно [1] для предотвращения погружения камня в песок под основанием волнолома из каменных набросков следует устраивать обратный фильтр из щебня общей толщиной не менее 0,5 м.

Рекомендуемое плановое расположение сооружений приведено на рисунке 4.14, рекомендуемая конструкция волнолома из камня - на рисунке 4.15.

В п. 9.10.8 документа [1] рекомендовано на берегах с песчаными наносами предпочтение отдавать волноломам свайных конструкций в сочетании с наброской из камня или фасонных массивов с внешней стороны свайного ограждения. Поскольку волнолом свайной конструкции является непроницаемым для волн, ширину его гребня рекомендуется принять равной 0.6λ [10]. Тогда ширина гребня волнолома $B \approx 6.0$ м. Рекомендуемая конструкция волнолома свайной конструкции приведена на рисунке 4.16.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

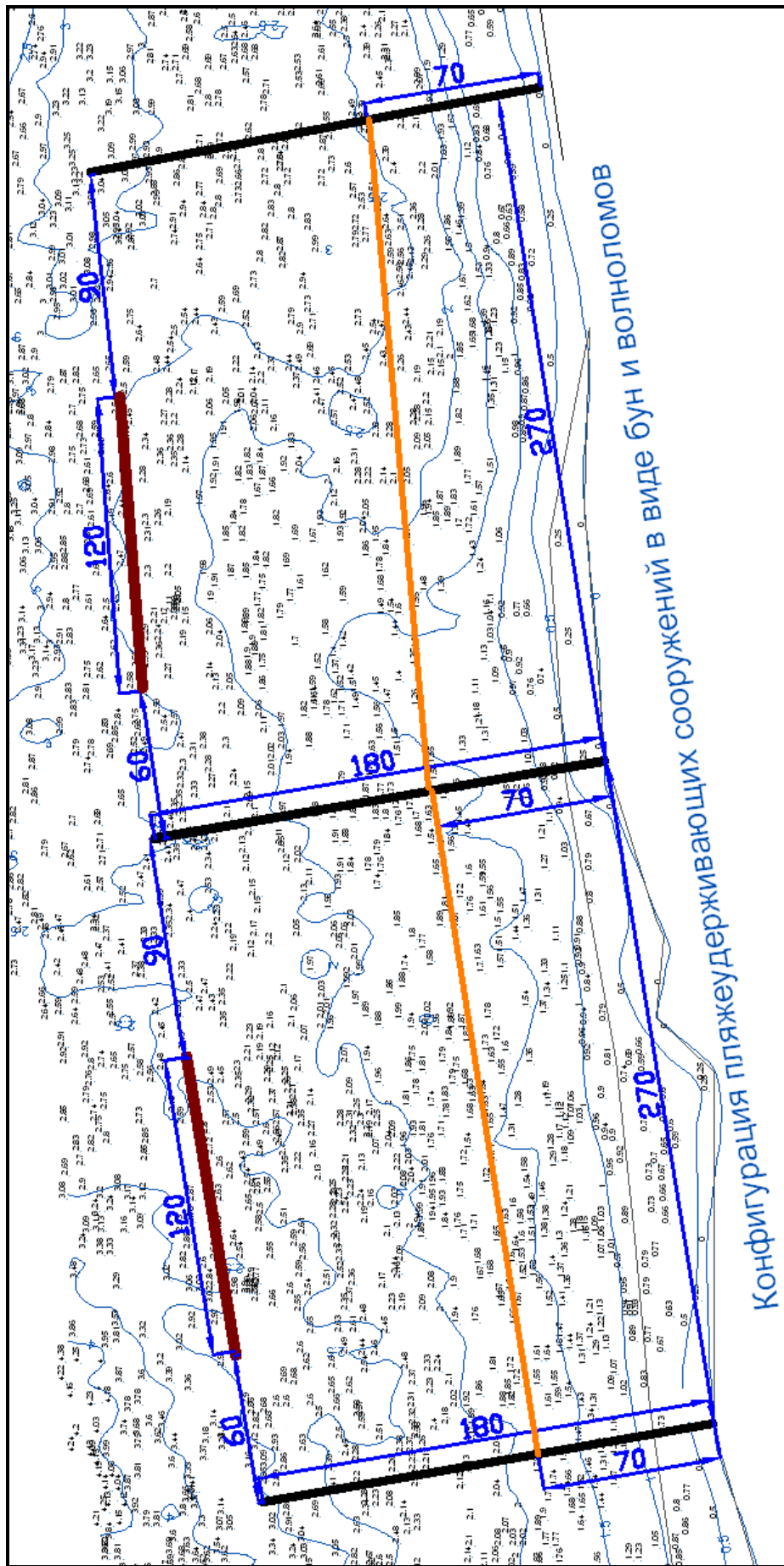


Рисунок 4.14 – Конфигурация бун и волноломов по варианту № 3

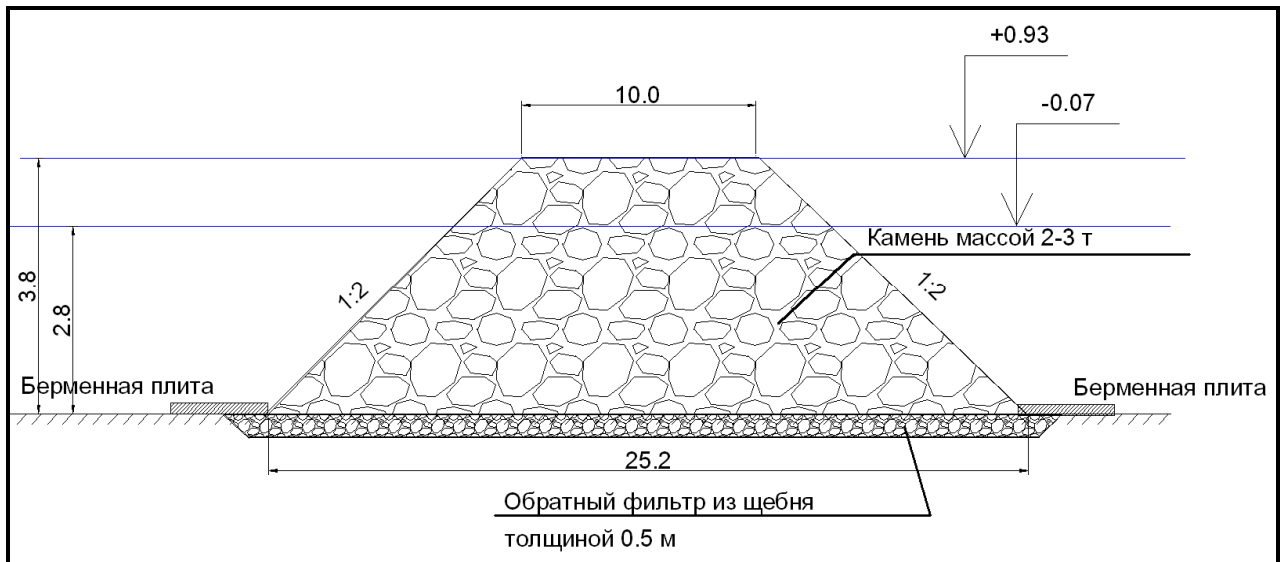


Рисунок 4.15 – Рекомендуемый разрез волнолома по варианту № 3

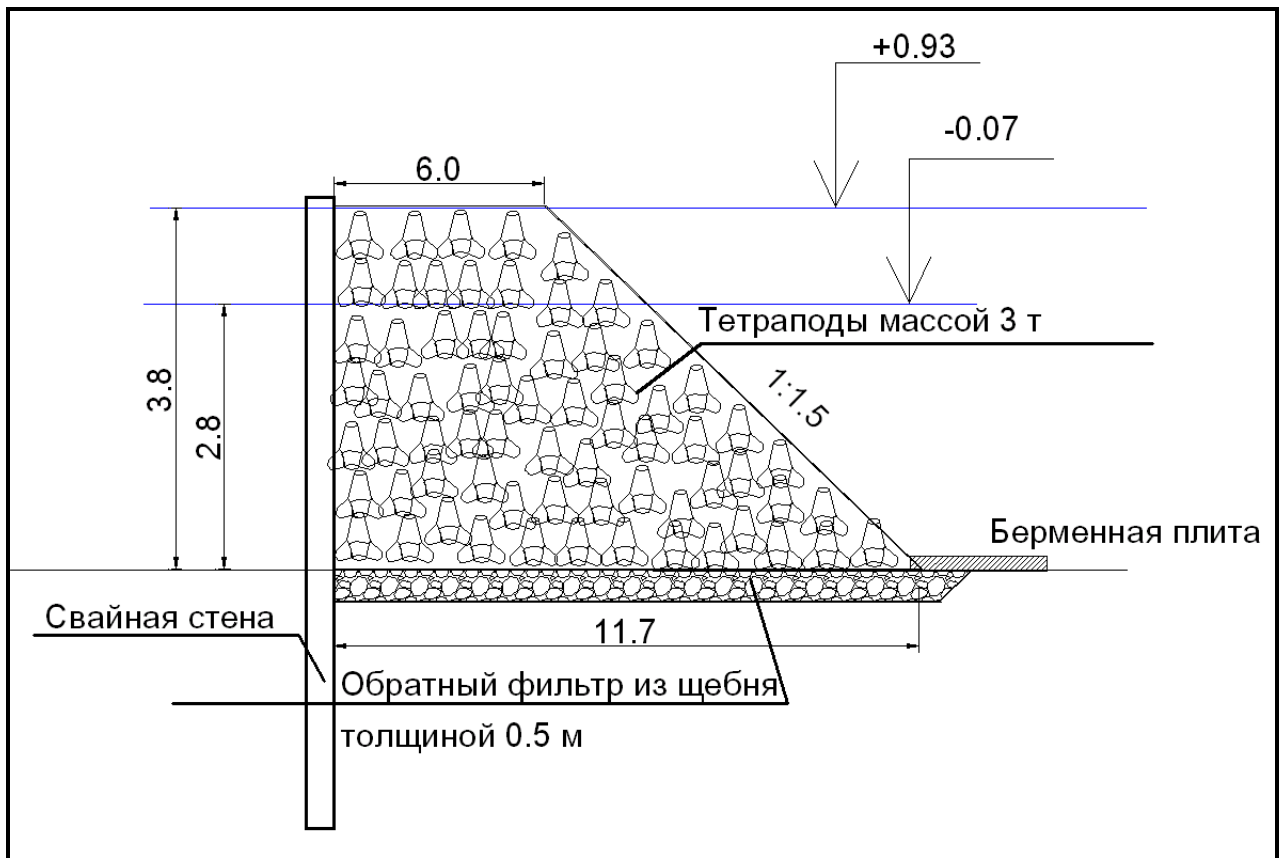


Рисунок 4.16 – Разрез волнолома свайной конструкции

Расчетная нагрузка при откате волны определена согласно [2]. Результаты расчета приведены в таблице 4.6.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Таблица 4.6 - Результаты расчета волновой нагрузки на свайную стену волнолома согласно рисунку 4.16

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Расчетная высота волны, м	2.30
Расчетная длина волны, м	54.00
Глубина у морской грани волнолома, м	3.80
Высота волнолома от дна, м	3.80
Ширина волнолома по верху, м	6.00
Ширина волнолома по подошве, м	11.70

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА

Погонная горизонтальная нагрузка на волнолом при откате волны, кН/м	65.00
Максимальная придонная скорость перед волноломом, м/с	3.96

При наличии волноломов высота расчетной волны, воздействующей на проектный пляж, уменьшится по сравнению с исходной, принятой в разделе 4.1.

При набросных волноломах, на пляж будет воздействовать волна, прошедшая сквозь тело волнолома и проникающая в заволноломную акваторию в результате дифракции в промежутках между волноломами.

Коэффициент прохождения волны через волнолом определен по графику на рисунке 5.6 из документа [11].

При соотношении $d/\lambda = 3.8/54 = 0.07$, пористости камня $\Pi = 40\%$, отношении $B/\lambda = 10/54 = 0.18$, $r/h = 0.7/2.3 = 0.3$ и возможном переливе волны через сооружение $K_{пр} = 0.4$.

Расчет коэффициента дифракции волны длиной 54 м для луча, проникающего под углом 4^0 в промежуток между волноломами шириной 150 м, дает величину коэффициента дифракции порядка $K_{dif} = 0.80$. Следовательно, для расчетов параметров пляжа в заволноломном пространстве следует принять высоту волны $h_{1\%} = 2.5 \times 0.8 = 2.0$ м.

Высота наката волны составит $h_{run} = 0.65$ м. Потери пляжеобразующего материала на вдольбереговой вынос в соответствии с выполненными расчетами сократятся в 4 раза по сравнению со свободным пляжем и составят порядка 40 тыс. м³/год. Расчетные параметры проектируемого искусственного пляжа будут иметь характеристики, представленные в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Основные геометрические параметры проектируемого пляжа с бунами и волноломами

п, лет	L, м	H _{бермы} , м БС	V ₁ , м	l _б , м	l _{над} , м	L _{над} , м
5	4550	2,20	1,3	7	50	57

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ширина надводной части пляжа в штилевых условиях составит порядка 73 м, что соответствует техническому заданию.

Таблица 4.8 – Основные объемные параметры проектируемого пляжа с бунами и волноломами

$W_{\text{надв}} \text{ м}^3/\text{м}$	$W_{\text{подв}} \text{ м}^3/\text{м}$	$W_{\text{сумм}} \text{ м}^3/\text{м}$ с уплотн.	Общий объем отсыпки, тыс. м^3	Объем пополнений 1 раз в 5 лет, тыс. м^3
86	144	276	1253,9	250,0

Как следует из таблиц 4.7, 4.8, при конфигурации пляжеудерживающих сооружений по варианту № 3, отметка тыльной части пляжа составит +2.20 м БС, объем отсыпки (намыва) пляжа – 276 $\text{м}^3/\text{м}$ или 1.25 млн. м^3 на весь участок проектирования, объем ежегодных пополнений пляжа – 250 тыс. м^3 1 раз за 5 лет. Таким образом, отметки гребней бун могут быть уменьшены до +2,25 м БС. В остальном профиль бун рекомендуется сохранить в соответствии с вариантом № 2.

При варианте конфигурации сооружений в виде бун и волноломов в результате волнового нагона в заволноломное пространство, возможно возникновение сильных разрывных течений вдоль бун. Эти течения могут выносить пляжеобразующий материал.

4.4 Пляж с системой волноломов

Был рассмотрен вариант № 4 пляжеудерживающих сооружений в виде волноломов (без бун), располагаемых на расстоянии 170 м от проектируемой волнозащитной стены, на глубинах порядка 3.0 м в штилевых условиях согласно [1].

Длина волноломов и расстояние между ними, обеспечивающие относительно равномерную ширину пляжа при воздействии штормов редкой повторяемости, подбирались методом вариантного математического моделирования.

По результатам моделирования приемлемые результаты получены при длине волноломов 170 м с расстоянием между ними 240 м. Результаты моделирования для фрагмента из 5 волноломов приведены на рисунках 4.17 – 4.20.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

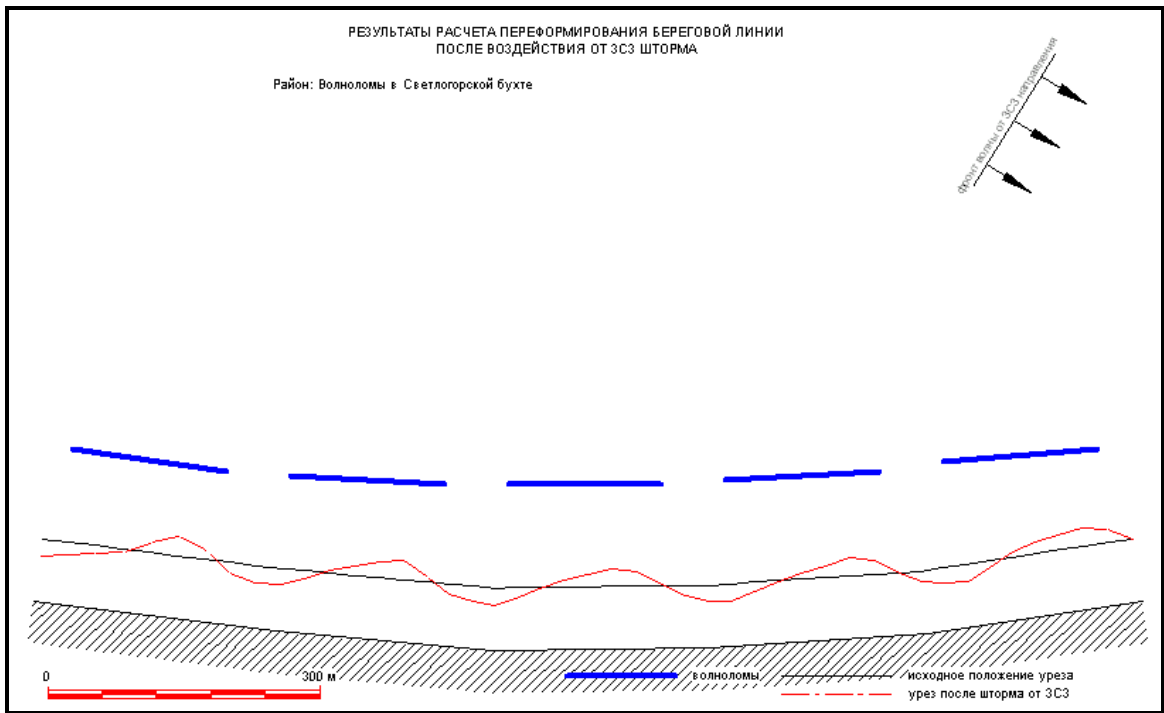


Рисунок 4.17 – Динамика проектного пляжа при наличии рекомендуемой системы волноломов в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления

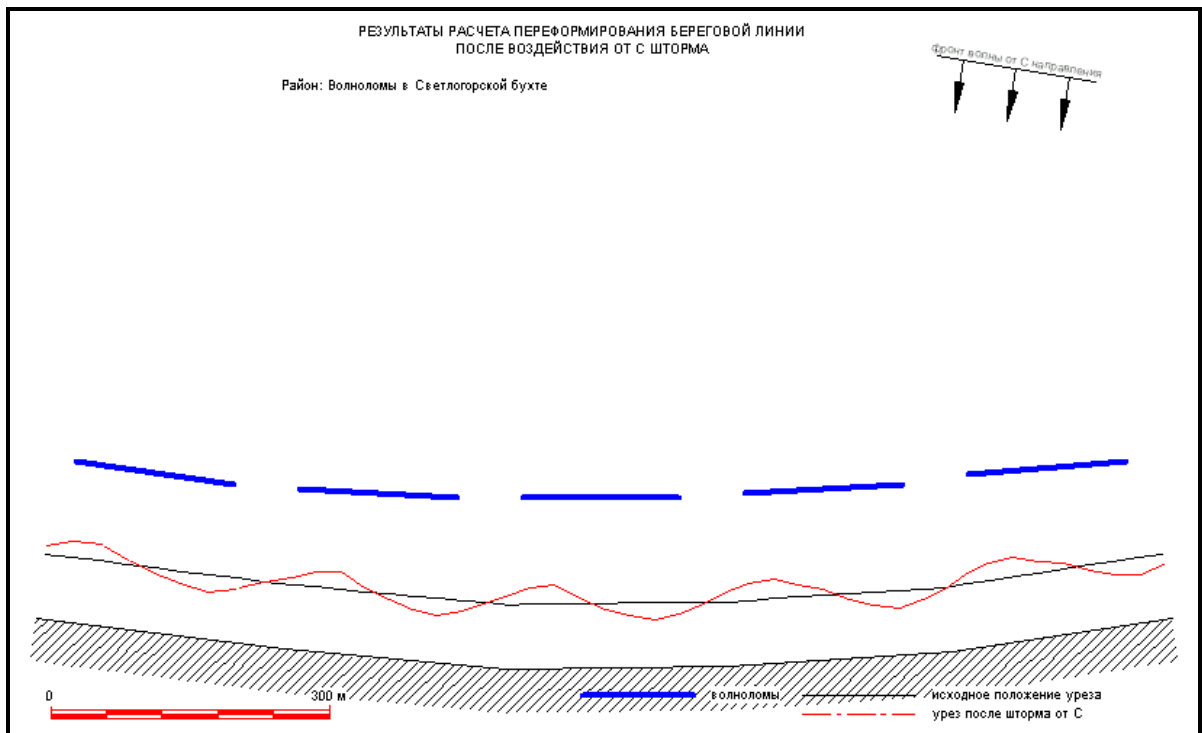


Рисунок 4.18 – Динамика проектного пляжа при наличии рекомендуемой системы волноломов в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

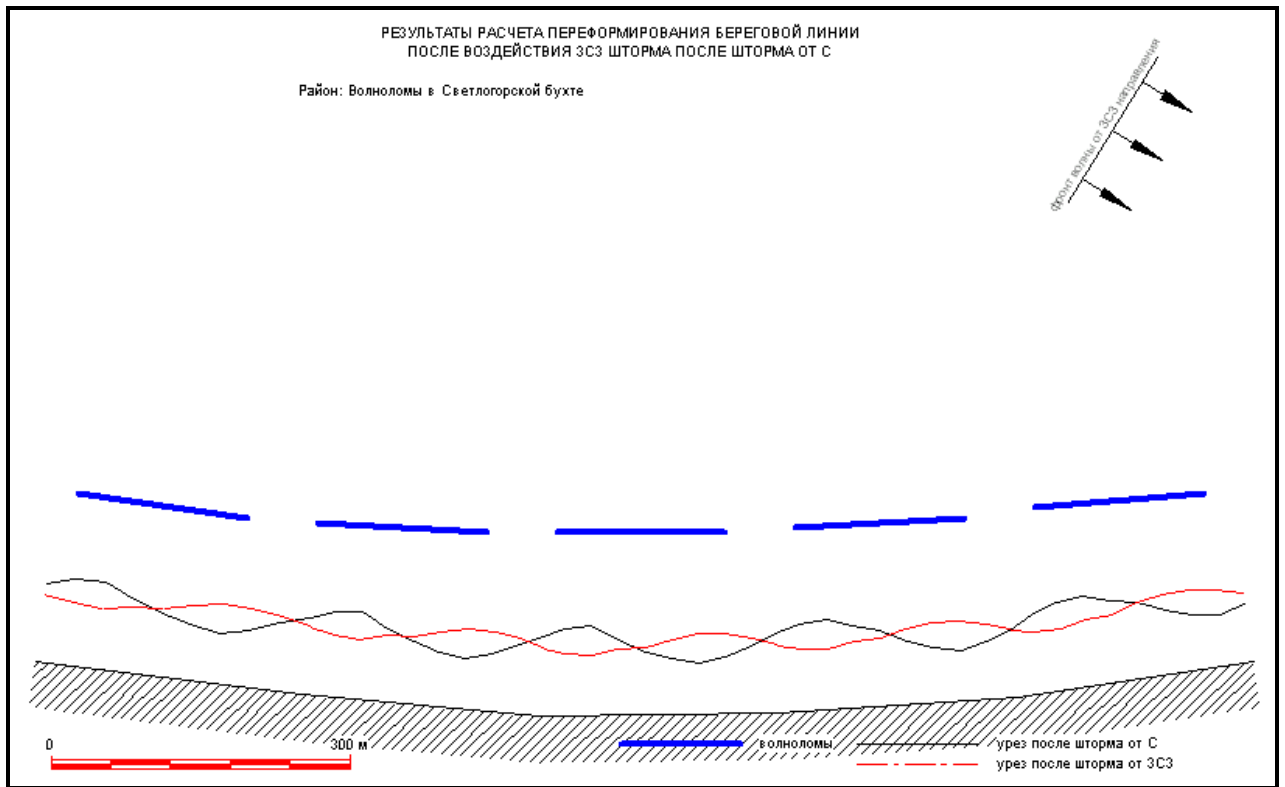


Рисунок 4.19 – Динамика проектного пляжа при наличии рекомендуемой системы волноломов в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления после предварительного воздействия шторма от С направления

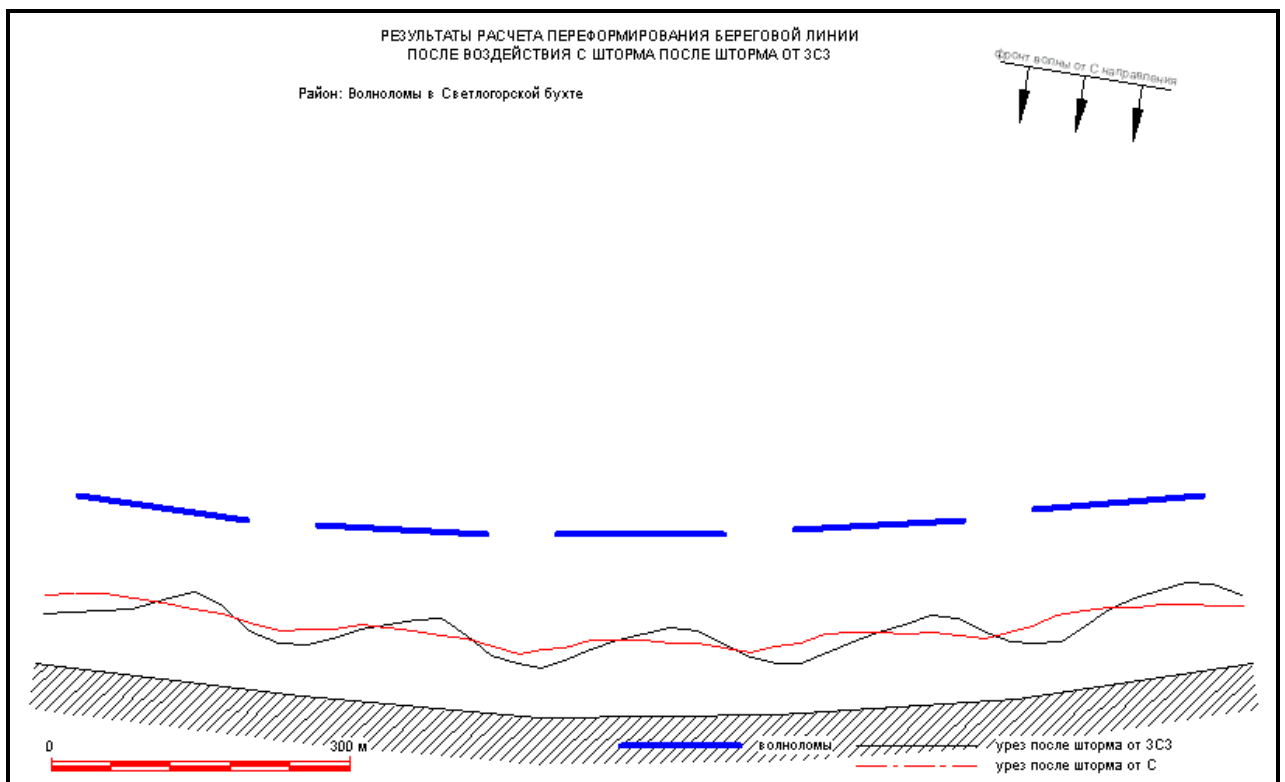


Рисунок 4.20 – Динамика проектного пляжа при наличии рекомендуемой системы волноломов в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления после предварительного воздействия шторма от ЗСЗ направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Как следует из рисунков 4.17– 4.20, вариант № 4 пляжеудерживающих сооружений в виде системы волноломов длиной по 170 м с расстоянием между ними 240 м (расстояние между концами волноломов – 70 м) обеспечивает динамическую устойчивость проектируемого пляжа и может быть рекомендован для реализации.

Рекомендуемая конфигурация волноломов по варианту № 4 приведена на рисунке 4.21.

Конструкции волноломов по варианту № 4 рекомендуется принять в соответствии с рисунками 4.15 или 4.16. Геометрические и объемные параметры пляжа – в соответствии с таблицами 4.7, 4.8.

Для обеспечения динамической устойчивости проектируемого пляжа по варианту № 4 рекомендуется на западной границе проектного участка на длине 150 м отсыпать (намыть) свободный пляж в том же объеме на 1 погонный метр, что и для пляжа на проектном участке, то есть $276 \text{ м}^3/\text{м}$, всего – порядка 40 тыс. м^3 пляжеобразующего материала.

На участке аварийной защиты конфигурацию сооружений по варианту № 4 рекомендуется принять без изменений.

Объем эксплуатационных пополнений пляжа составляет 400 – 500 тыс. м^3 1 раз за 5 лет.

Был исследован вариант конфигурации пляжеудерживающих сооружений № 5, который заключается в следующем. Волноломы устанавливаются на расстоянии $l = 100$ м от волнозащитной стены (коренного берега), что является минимально допустимым согласно [1]. Длины волноломов согласно п. 9.11 из [1] принимаются равными $b = 1.25l = 125$ м. Расстояние между волноломами $S = 1.8l = 180$ м. В результате отложения наносов в зоне волновой тени волноломов образуются томболо (пляж соединяется с волноломом) и создается бухтовый пляж.

Результаты моделирования динамики пляжа по варианту № 5 приведены на рисунках 4.22 – 4.25.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		112

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

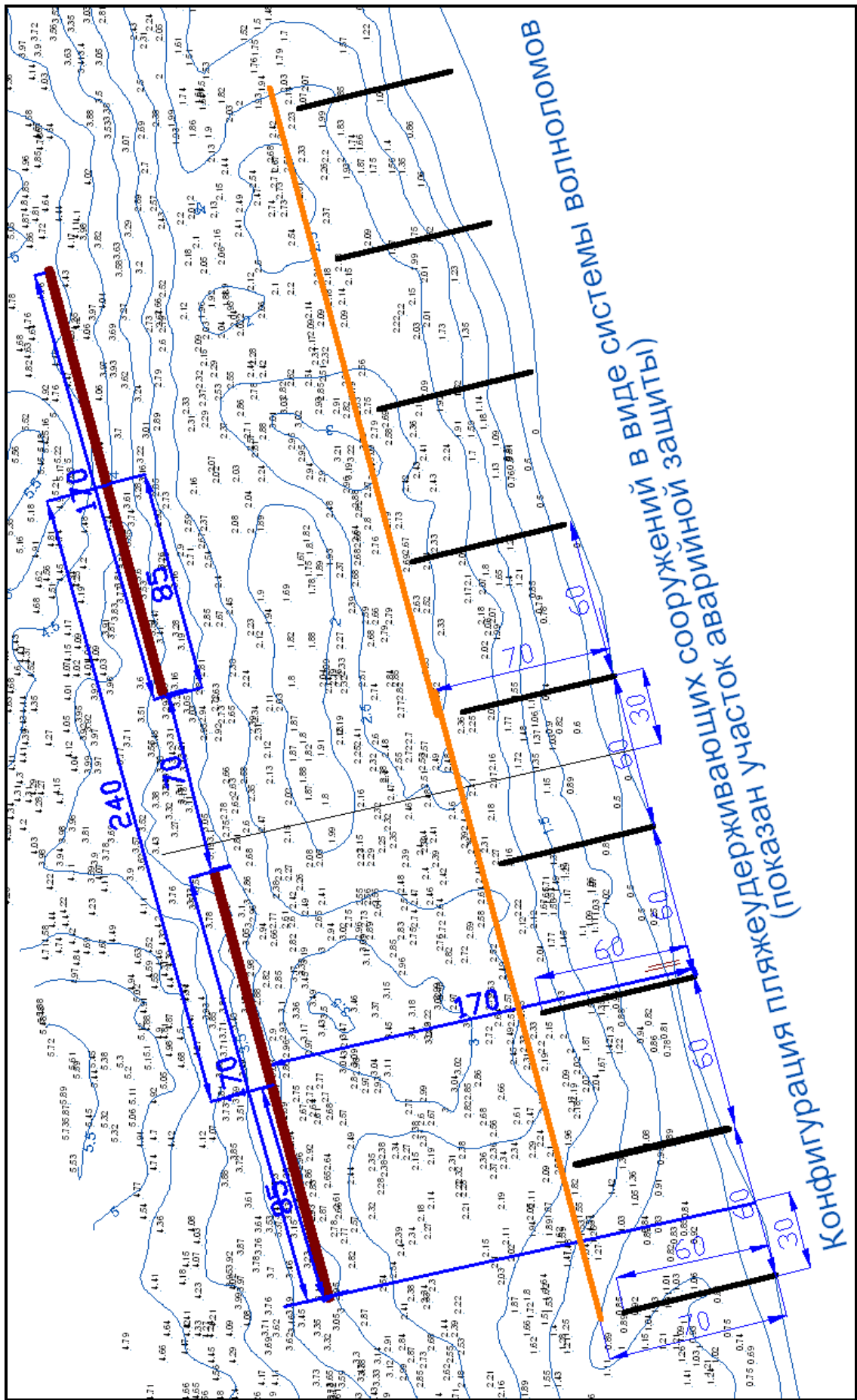


Рисунок 4.21 – Конфигурация волноломов по варианту № 4

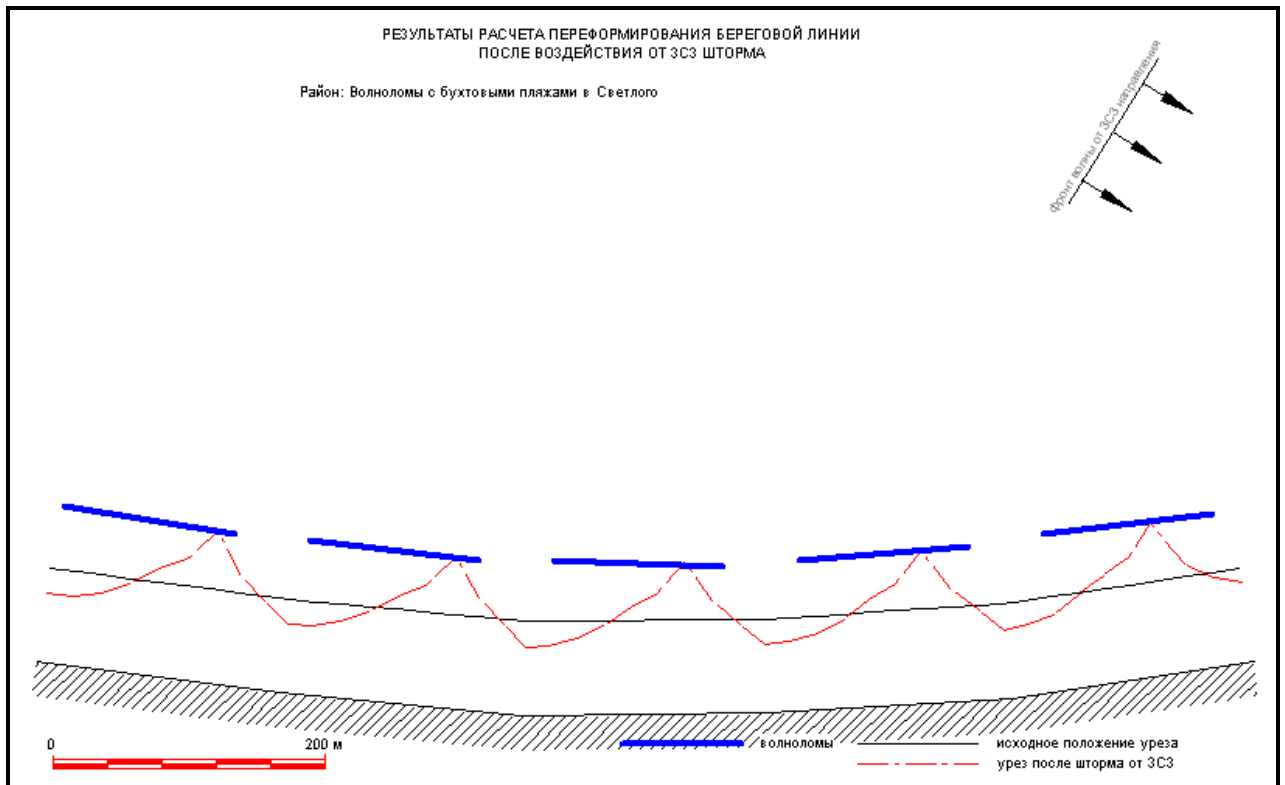


Рисунок 4.22 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов по варианту № 5 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления

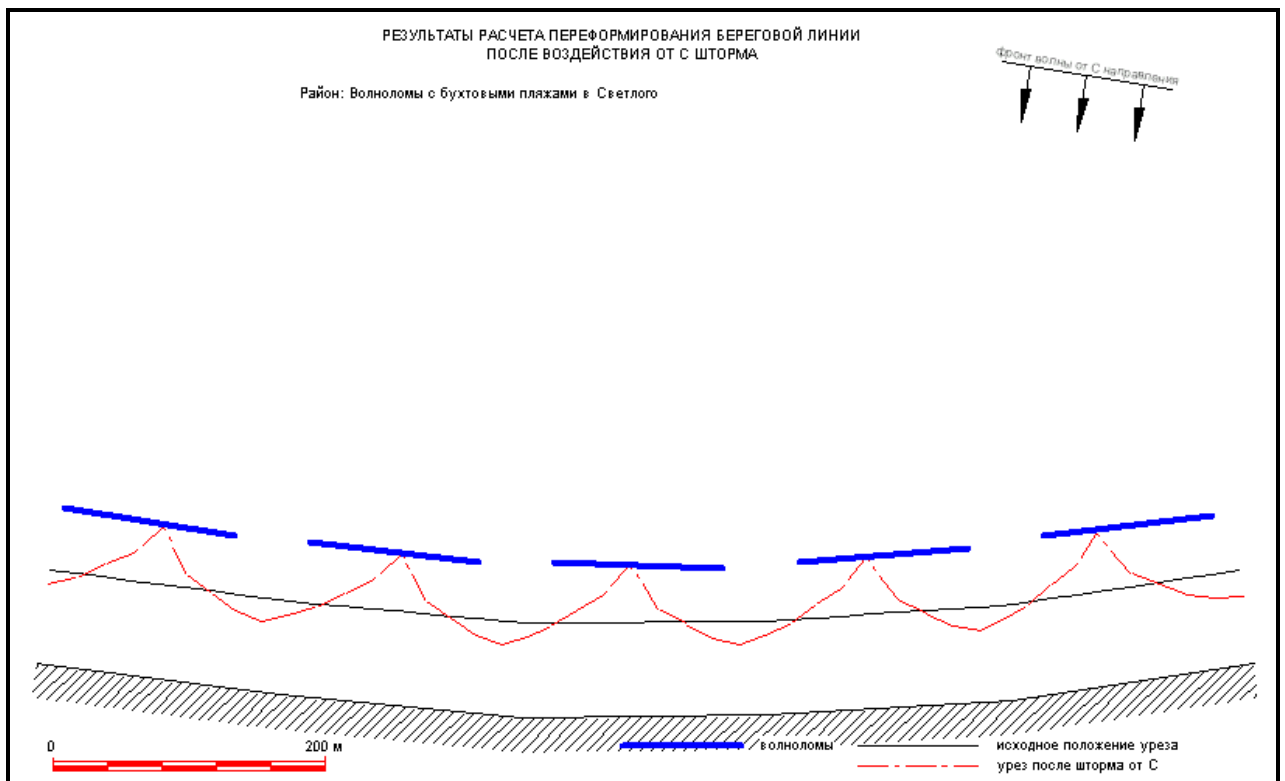


Рисунок 4.23 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов по варианту № 5 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)
------	------	----------	-------	------	---

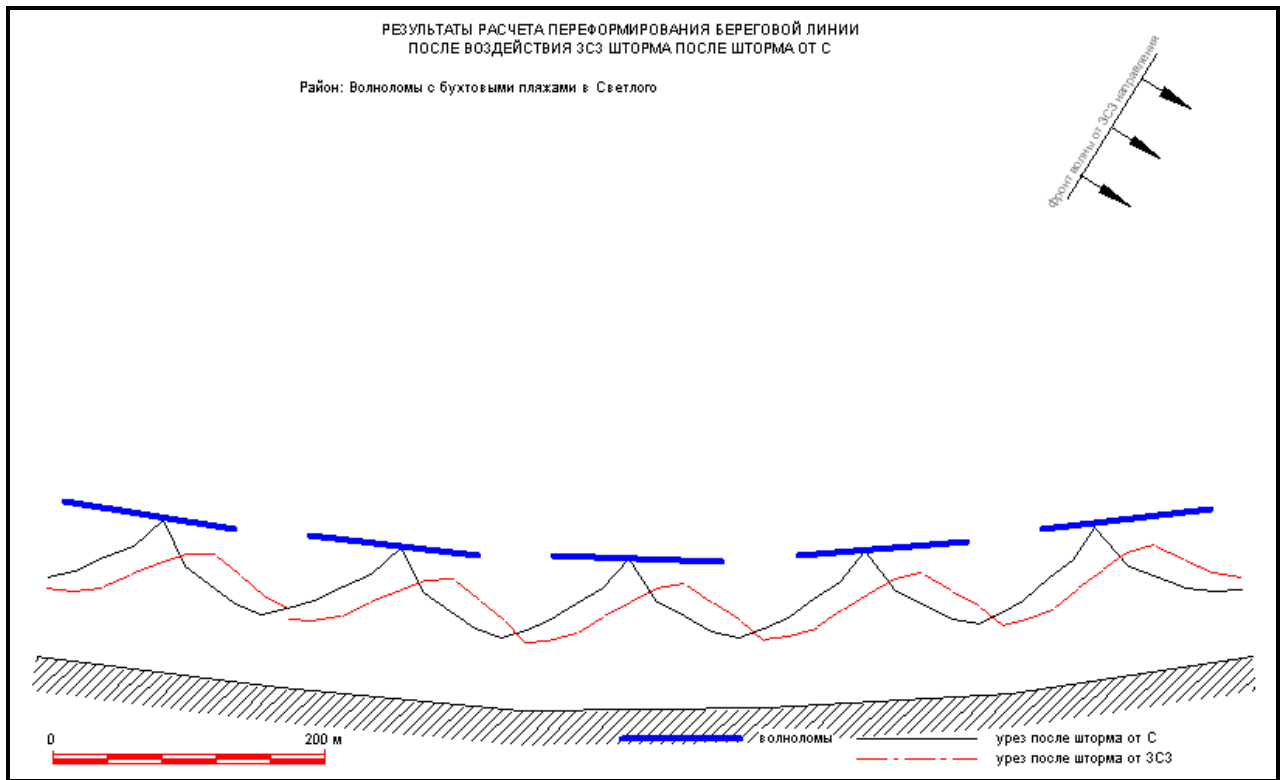


Рисунок 4.24 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов по варианту № 5 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления после предварительного воздействия шторма от С направления

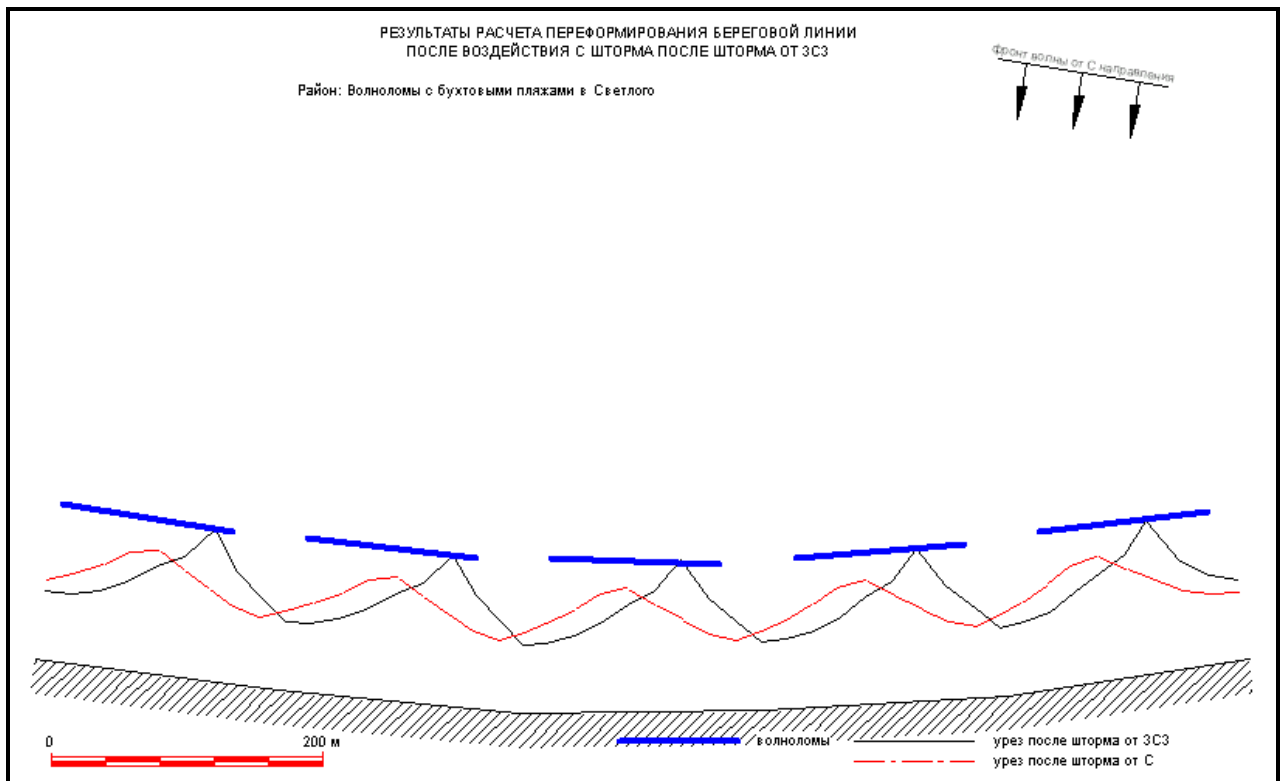


Рисунок 4.25 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов по варианту № 5 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления после предварительного воздействия шторма от ЗСЗ направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Как следует из рисунков 4.21 – 4.24, вариант № 5 пляжеудерживающих сооружений в виде системы волноломов длиной по 125 м с расстоянием между ними 180 м (расстояние между концами волноломов – 55 м) обеспечивает динамическую устойчивость проектируемого пляжа и может быть рекомендован для реализации.

При варианте № 5 волноломы рекомендуется строить из камня массой 1 т с уклоном 1:1.5. Ширину волноломов по гребню рекомендуется принять равной 6.0 м, отметку верха волноломов - +0.93 м БС.

По выполненным геометрическим построениям, объем отсыпки (намыва) пляжа рекомендуется принять равным 203 м³/м или 920 тыс. м³ на весь проектный участок.

Объем эксплуатационных пополнений – порядка 300 тыс. м³ 1 раз за 5 лет.

В процессе обсуждения предпроектных решений было высказано предложение, проверить вариант пляжеудерживающих сооружений по варианту № 4, но с бунами длиной по 170 м на границах проектного участка, соединенными с волноломами (вариант № 6) – рисунок 4.26.

Результаты моделирования динамики пляжа по варианту № 6 приведены на рисунках 4.27 – 4.30.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		116

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

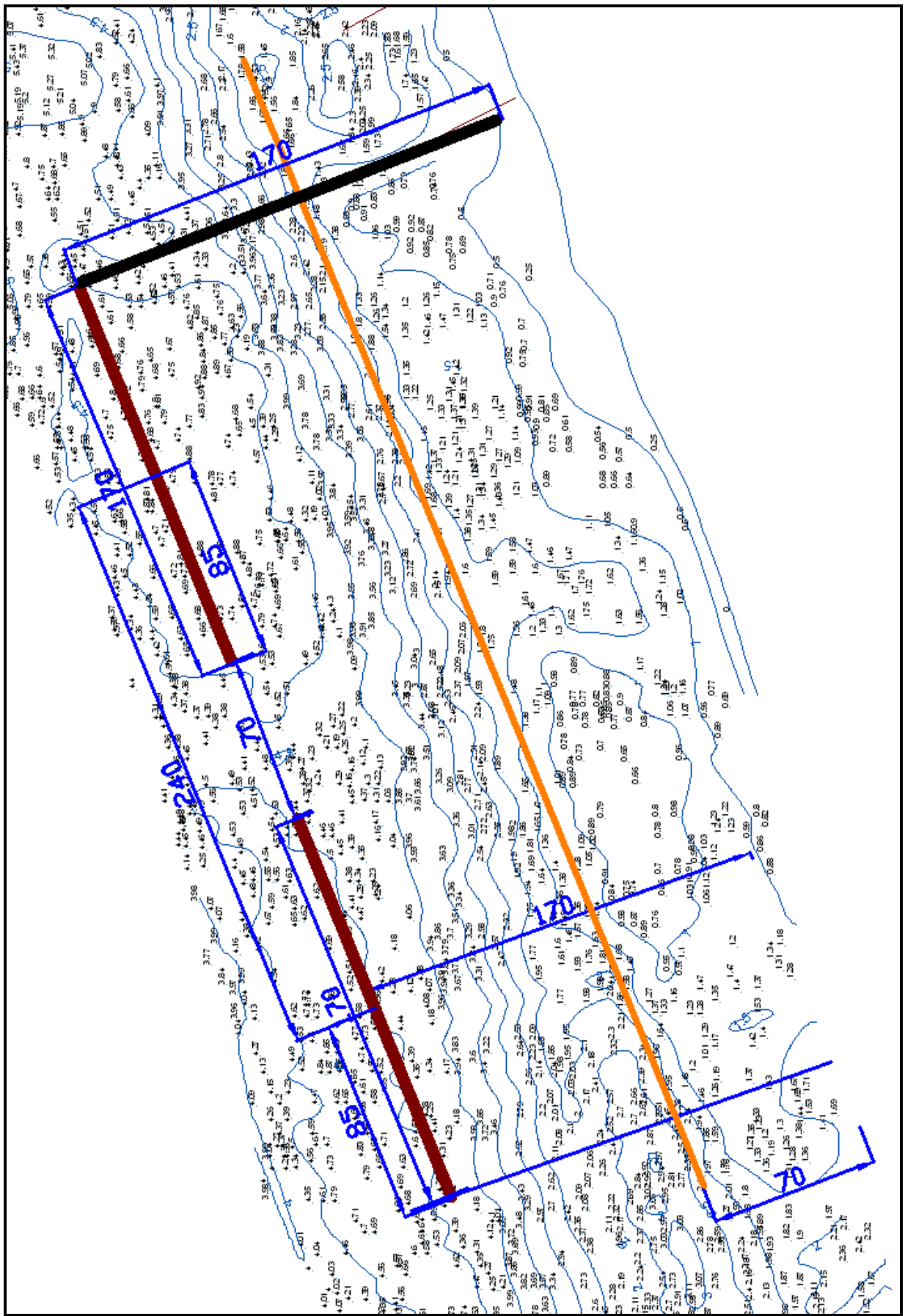


Рисунок 4.26 – Конфигурация волноломов с бунами на границах участка по варианту № 6

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 117
-----	------	----------	-------	------	---	-------------

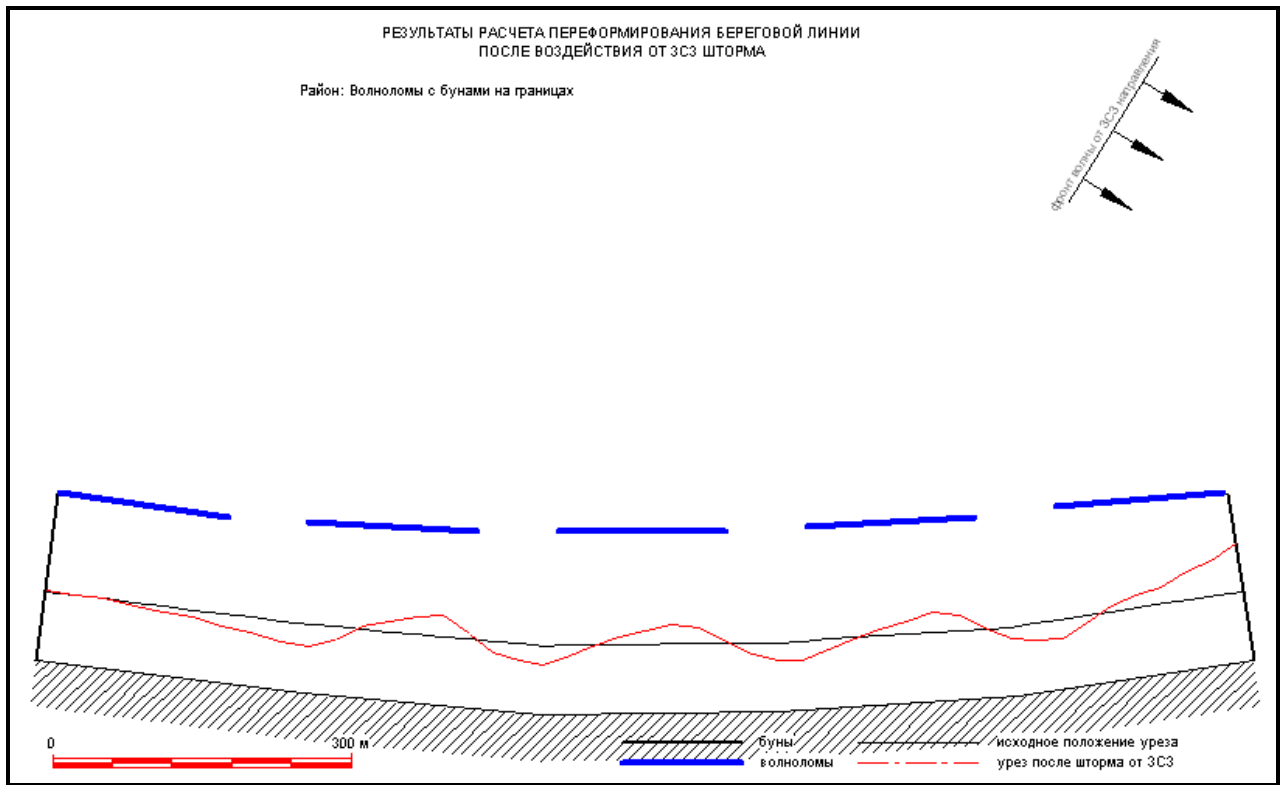


Рисунок 4.27 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов с бунями на границах по варианту № 6 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления

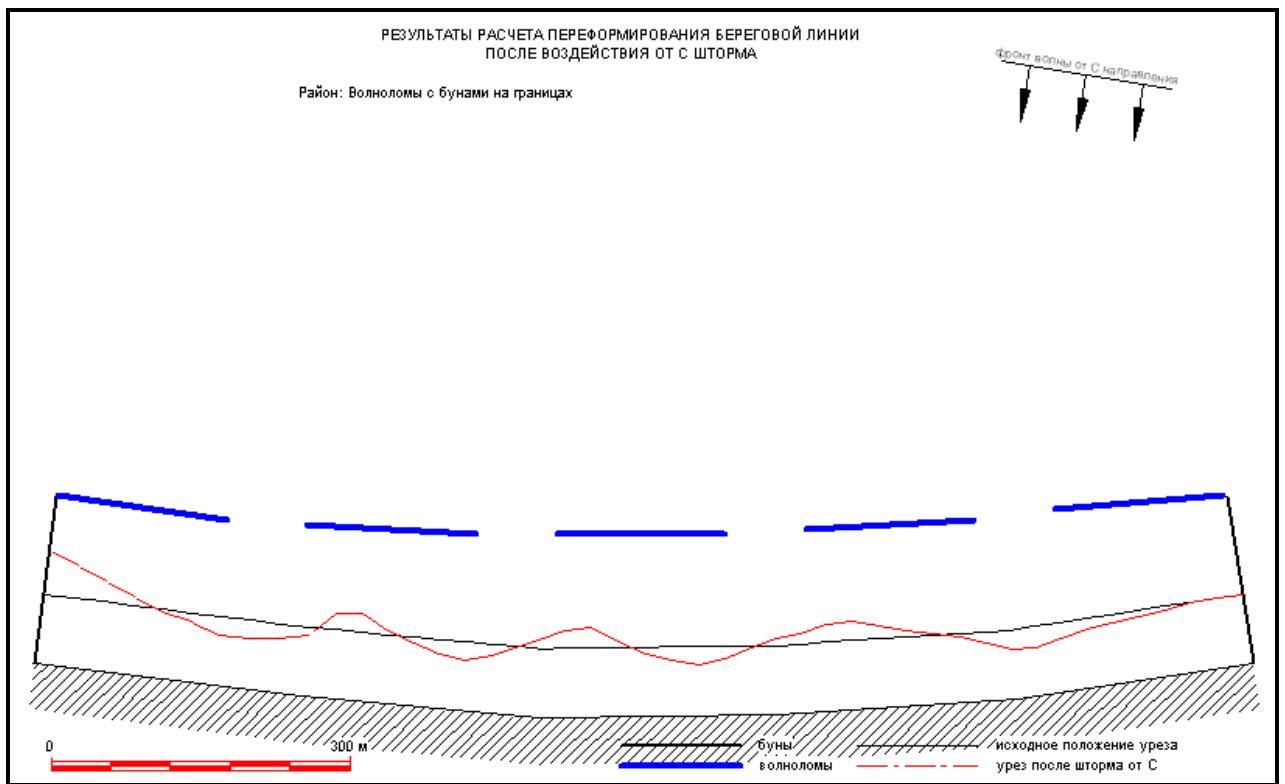


Рисунок 4.28 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов с бунями на границах по варианту № 6 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от С направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

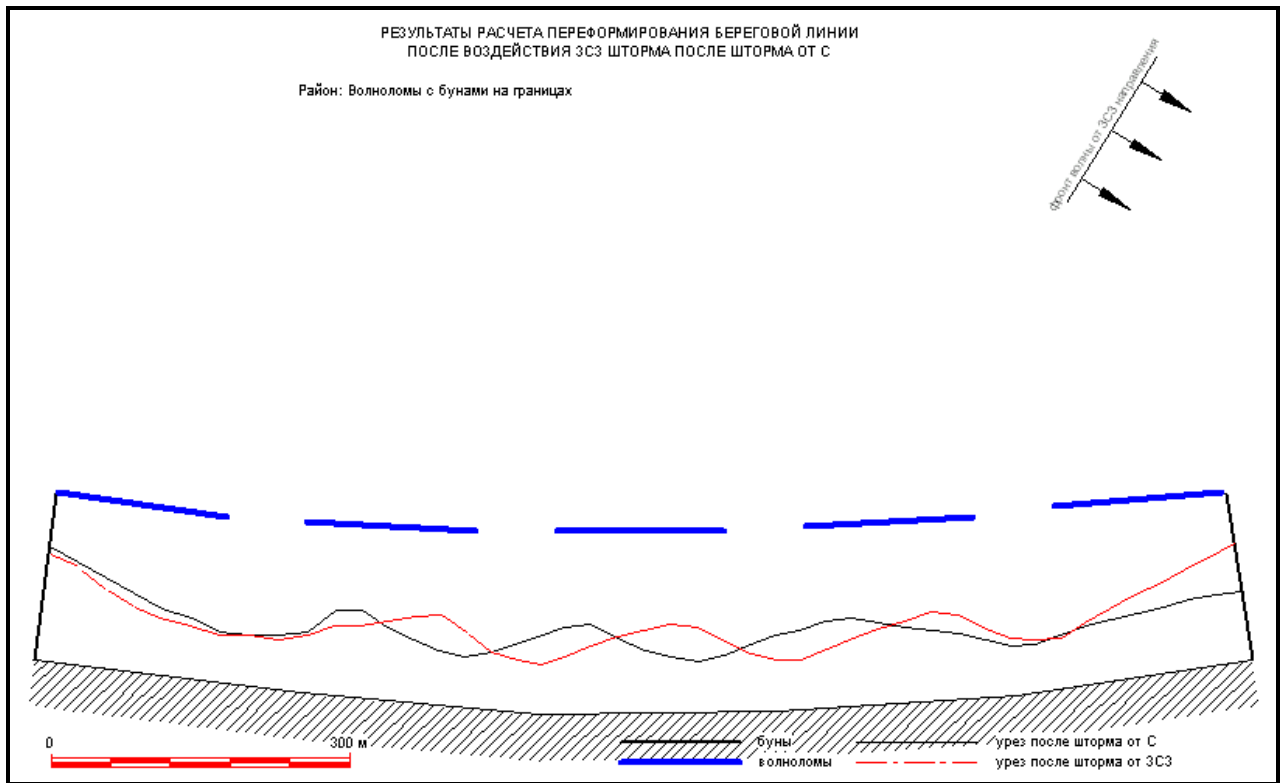


Рисунок 4.29 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов с бунами на границах по варианту № 6 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления после воздействия шторма от С направления

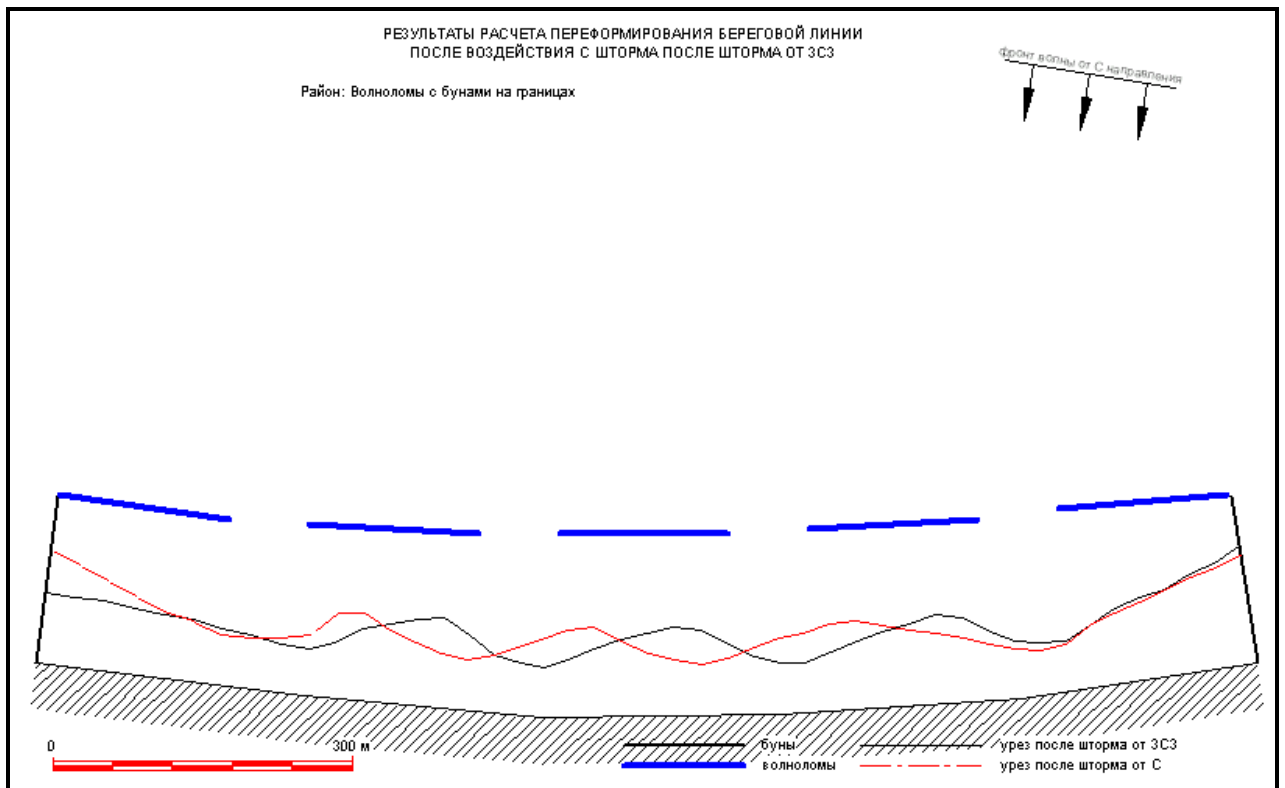


Рисунок 4.30 – Динамика проектного пляжа при наличии системы волноломов с бунами на границах по варианту № 6 в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления после воздействия шторма от С направления

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Как следует из рисунков 4.27 – 4.30, вариант № 6 пляжеудерживающих сооружений в виде системы волноломов длиной по 170 м с расстоянием между ними 70 м и наличием бун длиной по 170 м на границах участка проектирования обеспечивает динамическую устойчивость проектируемого пляжа. При этом потери пляжеобразующего материала будут минимальны и составят порядка 40 тыс. м³ в год или 200 тыс. м³ за 5 лет.

В граничных участках с бунами будет возникать дополнительный волновой нагон и, следовательно, градиентные течения в прилегающих разрывах между волноломами. По результатам расчета величина дополнительного нагона в шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления составляет $\Delta H = 0.18$ м.

Скорость градиентного течения за счет разности уровней моря и заволноломного пространства составит $V_r = 0.64$ м/с. Эта скорость примерно равна неразмывающей для песка со средней крупностью 0.3 мм (0.55 м/с), поэтому значительного выноса песка через промежутки между волноломами не ожидается.

По результатам моделирования вариант конфигурации сооружений № 6 может быть рекомендован для дальнейшего рассмотрения.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	Подп. и дата

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		120

5 ВОДООБМЕН АКВАТОРИЙ С ОТКРЫТЫМ МОРЕМ

Водообмен – это совокупность физических процессов, приводящих к смене воды в водном объекте, замещению одних водных масс, находящихся в нем, другими водными массами, поступающими в него из сопредельных объектов гидросферы [17].

Показатель водообмена дает представление о сменности воды в водоеме, влиянии приточных вод на его режим. Он представляет собой время, в течение которого произойдет полная смена воды в водоеме: $T_{вод} = w/q$, где q – приток воды в водоем в единицу времени (предполагается, что он равен оттоку), w – объем воды водоема.

Может быть определена также **кратность водообмена** - величина Δw – часть воды водоема, которая сменится за заданный промежуток времени ΔT , при заданном расходе притока: $\Delta w = q\Delta T/w$.

Водообмен полузамкнутой акватории с морем является косвенной физической характеристикой самоочищающей способности водоема, но не характеризует в полной мере качество воды в нем [51 - 55] поскольку оно зависит также от химического и биологического состава воды, ее температуры и других факторов.

В данной работе, в соответствии с техническим заданием, было выполнено математическое моделирование водообмена с морем акваторий проектируемого пляжа, межбунных отсеков и заволноломных акваторий. При этом рассматривался физический аспект самоочищения. Химические и биологические факторы в работе не рассматривались. Это представляется правомерным, поскольку при отсыпке пляжа, не предполагается привнесение или изъятие каких-либо дополнительных химических или биологических компонентов в их акватории по сравнению с существующими условиями.

Моделирование выполнялось в соответствии со следующими теоретическими положениями [53]:

1. Скорости и направления поверхностных течений (дрейфовых и стоковых волновых) определяются скоростью и направлением ветра, и наличием волнения.
2. Поверхностные течения проникают в заволноломную акваторию и акватории межбунных отсеков через открытое пространство со стороны моря. При этом они испытывают влияние сооружений.
3. Поверхностные течения распространяются на глубину порядка 1.0 – 2.0 м.
4. В придонном слое воды образуются компенсационные противотечения, которые выносят воду из акватории. При этом объем выноса равен объему притока.

Таким образом, для расчета времени водообмена открытой или огражденной акватории с морем, необходимо рассчитать объем воды, проникающей в эту акваторию с поверхностными дрейфовым и стоковым волновым течениями.

Скорости дрейфовых и волновых течений рассчитывались по ветру по методикам, приведенным в [13, 16, 48-51]. Расчетная (наиболее неблагоприятная, кроме полного штиля) гидрометеорологическая ситуация для моделирования водообмена принята по табл. 3.4: ветер от СЗ направления со скоростью 2.0 м/с: высота волны $h_{cr5\%} = 0.06$ м, средняя длина $\lambda_{cp} = 2.4$ м, средний период $T_{cp} = 1.24$ с. Скорость суммарного течения составляет при этом 0.02 м/с.

Инт. № подл.	Подп. и дата
Инт. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Инт. № подл.
Инт. № подл.	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 121
-----	------	----------	-------	------	---	-------------

В качестве эталонного принят водообмен части акватории свободного пляжа с размерами 180 × 180 м (вариант сооружений № 1). Глубина на морской границе акватории принята равной 3.0 м, средняя глубина акватории – 1.5 м. Боковые границы акватории полностью открыты.

В расчетах водообмена для варианта № 2 (система бун) акватория одного межбунного отсека аппроксимировалась таким же квадратом 180 × 180 м. Ширина входа в акваторию – 180 м. Боковые границы акватории закрыты.

Для варианта № 3 (система бун с волноломами) акватория межбунного отсека с волноломами аппроксимировалась прямоугольником длиной 270 м. Ширина акватории - 180 м. Общая ширина входа (промежуток между волноломами) - 120 м. Боковые границы акватории закрыты.

Для варианта № 4 заволноломная акватория аппроксимировалась прямоугольником длиной 240 м. Ширина акватории - 170 м. Общая ширина входа (промежуток между волноломами) - 70 м. Глубина на входе – 2.8 м. Боковые границы акватории открыты.

Для варианта № 5 заволноломная акватория аппроксимировалась прямоугольником длиной 180 м. Ширина акватории - 100 м. Общая ширина входа (промежуток между волноломами) - 55 м. Глубина на входе – 1.5 м. Боковые границы акватории закрыты.

Для варианта № 6 расчет выполнен для граничного участка, где волнолом примыкает к буне. Заволноломная акватория аппроксимировалась прямоугольником длиной 240 м. Ширина акватории - 170 м. Общая ширина входа (промежуток между волноломами) - 70 м. Глубина на входе – 2.8 м. Боковая граница с одной стороны акватории закрыта.

Результаты расчета водообмена проектных акваторий с морем приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Результаты расчета водообмена проектных акваторий с открытым морем

 Вариант № 1. Акватория свободного пляжа

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Средняя длина акватории, м	180.0
Средняя ширина акватории, м	180.0
Средняя глубина акватории, м	1.5
Объем воды в акватории, куб.м	48600.0
Ширина входа, м	180.0
Глубина на входе, м	3.0
Высота волны, м	0.06
Период волны, с	2.4
Угол луча волны с линией входа в акв. градусы	45.0
Скорость ветра, м/с	2.0
Угол направления ветра с линией входа, градусы	45.0

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)					Лист
					Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	122

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Скорость волнового течения, м/с	0.01
Скорость ветрового течения, м/с	0.02
Входящий волновой расход, куб.м/с	0.4
Входящий ветровой расход, куб.м/с	8.1
Входящий суммарный расход, куб.м/с	8.5
Время полного водообмена с морем, час	1.6

Вариант № 2. Акватория межбунного отсека без волноломов

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Средняя длина акватории, м	180.0
Средняя ширина акватории, м	180.0
Средняя глубина акватории, м	1.5
Объем воды в акватории, куб.м	48600.0
Ширина входа, м	180.0
Глубина на входе, м	3.0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Скорость волнового течения, м/с	0.01
Скорость ветрового течения, м/с	0.02
Входящий волновой расход, куб.м/с	0.2
Входящий ветровой расход, куб.м/с	4.6
Входящий суммарный расход, куб.м/с	4.8
Время полного водообмена с морем, час	2.8

Вариант № 3. Акватория межбунного отсека с волноломом

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Средняя длина акватории, м	270.0
Средняя ширина акватории, м	180.0
Средняя глубина акватории, м	1.5
Объем воды в акватории, куб.м	72900.0
Ширина входа, м	120.0
Глубина на входе, м	3.0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Скорость волнового течения, м/с	0.01
Скорость ветрового течения, м/с	0.02
Входящий волновой расход, куб.м/с	0.1
Входящий ветровой расход, куб.м/с	3.1
Входящий суммарный расход, куб.м/с	3.2
Время полного водообмена с морем, час	6.3

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Лист

123

 Вариант № 4. Заволноломная акватория

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Средняя длина акватории, м	240.0
Средняя ширина акватории, м	170.0
Средняя глубина акватории, м	1.4
Объем воды в акватории, куб.м	57120.0
Ширина входа, м	70.0
Глубина на входе, м	2.8

 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Скорость волнового течения, м/с	0.01
Скорость ветрового течения, м/с	0.02
Входящий волновой расход, куб.м/с	0.2
Входящий ветровой расход, куб.м/с	2.9
Входящий суммарный расход, куб.м/с	3.1
Время полного водообмена с морем, час	5.1

 Вариант № 5. Заволноломная акватория

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Средняя длина акватории, м	180.0
Средняя ширина акватории, м	100.0
Средняя глубина акватории, м	1.2
Объем воды в акватории, куб.м	21600.0
Ширина входа, м	55.0
Глубина на входе, м	1.5

 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Скорость волнового течения, м/с	0.01
Скорость ветрового течения, м/с	0.02
Входящий волновой расход, куб.м/с	0.05
Входящий ветровой расход, куб.м/с	0.70
Входящий суммарный расход, куб.м/с	0.75
Время полного водообмена с морем, час	8.0

 Вариант № 6. Заволноломная акватория с бундой на границе

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Средняя длина акватории, м	240.0
Средняя ширина акватории, м	170.0
Средняя глубина акватории, м	1.4
Объем воды в акватории, куб.м	57120.0
Ширина входа, м	70.0
Глубина на входе, м	2.8

 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Скорость волнового течения, м/с	0.01
Скорость ветрового течения, м/с	0.02
Входящий волновой расход, куб.м/с	0.2
Входящий ветровой расход, куб.м/с	2.9
Входящий суммарный расход, куб.м/с	3.1
Время полного водообмена с морем, час	6.6

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Результаты расчетов водообмена проектных акваторий с морем приведены в таблице 5.2. В этой таблице t_b – время водообмена с морем акватории по проектному варианту сооружений, $t_{св.плл}$ – время водообмена с морем акватории свободного пляжа.

Таблица 5.2 - Результаты расчетов водообмена проектных акваторий с морем

Вариант сооружения	Время водообмена t_b , час	Соотношение $t_b/t_{св.плл}$
1	1,6	1,0
2	2,8	1,8
3	6,3	3,9
4	5,1	3,2
5	8,0	5,0
6	6,6	4,1

Графики времени полного водообмена проектных акваторий с морем и соотношения $t_b/t_{св.плл}$ приведены на рисунке 5.1.

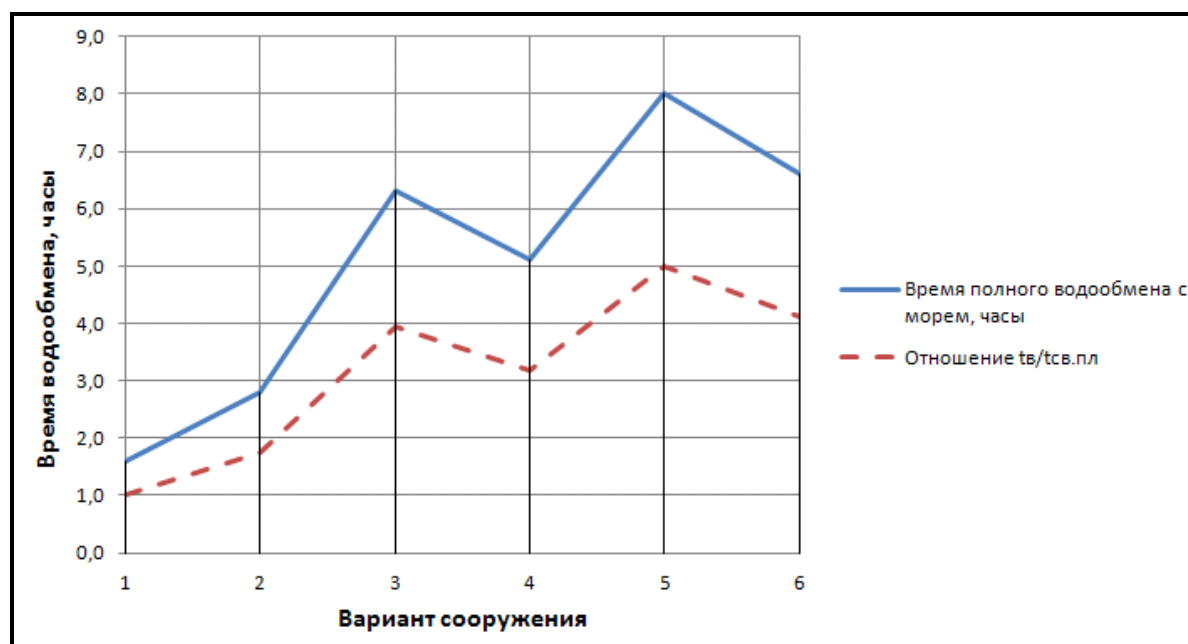


Рисунок 5.1 – Время полного водообмена проектных акваторий с морем

Из таблицы 5.2 и рисунка 5.1 следует, что при самых неблагоприятных (кроме полного штиля) гидрометеорологических условиях, время полного водообмена проектных акваторий с открытым морем по первому варианту сооружений (свободный пляж) составляет 1.6 часа. Наиболее затруднен водообмен с морем проектных акваторий по вариантам № 5 (бухтовый пляж с волноломами) и № 6 (пляж с волноломами и буной на границе).

Если принять для оценки времени водообмена проектных акваторий с морем продолжительность курортного сезона в течение 3 месяцев, то есть 90 суток, то коэффициент водообмена (количество раз полного замещения воды в водоеме в течение заданного периода) для всех вариантов организации пляжа $K_b = 2160/t_b \geq 270$. Следовательно, по классификации [17], проектные акватории будут относиться к проточным водоемам. Поэтому дополнительных мероприятий по обеспечению водообмена не требуется.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

6 МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

6.1 Моделирование распространения взвеси при разработке морского подводного карьера песка

Для разработки песка из подводного карьера проектом предполагается использовать самоотвозный трюмный рефулерный землесос «Brabo» - рисунок 6.1.



Рисунок 6.1 - Самоотвозный трюмный землесос «Brabo»

Землесос «Brabo» построен в 2007 г., имеет длину - 122 м, ширину – 28 м, осадку – 7.4 м (в полном грузу – до 9 м). Дедвейт судна – 18440 т, валовый тоннаж – 11136 т.

Согласно [20], работа самоотвозных трюмных рефулерных землесосов ограничивается следующими гидрометеорологическими условиями:

- скорость ветра – до 10 м/с;
- высота волны – до 2.0 м;
- максимальная скорость течения вдоль прорези – 1.0 м/с, перпендикулярно прорези – 0.15 м/с;
- работа самоотвозного землесоса не допускается при наличии на акватории битого льда.

При загрузке трюма землесоса происходит перелив воды, содержащей мелкие частицы. Осветленная смесь из окон перелива выходит горизонтально на уровне поверхности моря, растекаясь по поверхности и погружаясь под действием гравитационных сил, образуя шлейф мутности.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Большая часть шлейфа попадает в кильватерную струю, где происходит перемешивание шлейфа с кильватерной струей по всей ее толще. После разрушения вихревых потоков кильватерной струи начинается осаждение частиц грунта. При наличии дрейфовых или постоянных течений происходит дрейф шлейфа мутности.

Для рыбохозяйственных водоемов, каковым является Балтийское море, предельно допустимое превышение дополнительной мутности над фоновой не должно превышать 0.25 мг/л (0.25 г/м³). Таким образом, если принять, что фоновая мутность является нулевой, то границей зоны загрязнения является изолиния мутности 0.25 г/м³.

Выносимый в виде факелов мутности материал будет в дальнейшем оседать и формировать на дне площади, покрываемые слоем грунта вне проектной зоны разработки грунта. Это может приводить к гибели микроорганизмов, являющихся кормовой базой рыбы. Это же относится к площадям дна, испытывающим воздействие воды с мутностью, превышающей фоновую более чем на 0.25 г/м³. Через замутненные зоны будут проходить некоторые объемы воды, в которой могут погибнуть содержащиеся в ней представители биоты.

Для оценки указанных негативных воздействий от повышения мутности морской воды при дноуглублении, добыче инертных материалов со дна водоемов, а также при сбросе грунтов дноуглубления в отвалы (дампинг) или намыве территории на берегу определяются следующие параметры:

- мгновенное положение шлейфа загрязненных вод на различные моменты времени и максимальные расстояния от источника до границ зон с концентрациями, превышающими заданное значение;
- поле максимальной достигнутой за период работ концентрации (МДК) и максимальные расстояния распространения концентраций от источника или границы площадки за весь период работ;
- поле толщины отложившихся осадков и максимальные расстояния от источника или границы площадки до границ зон с толщиной осадков, превышающей заданную величину;
- максимальные значения за период работ мгновенных объемов (областей шлейфов), загрязненных выше заданной концентрации (м³);
- средние значения мгновенных объемов загрязненных выше заданной концентрации за период работ (м³);
- время существования шлейфов с концентрацией выше заданной (час);
- объемы свежих незагрязненных вод протекших через области шлейфов взвеси с заданной концентрацией за период работ (м³);
- среднее время протекания через объемы шлейфов взвеси с концентрацией выше заданной (мин);
- площади осадков, с толщиной, превышающей заданную величину вне границ зоны намыва (м²).

Общий набор моделируемых параметров представлен в таблице 6.1.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		127

Таблица 6.1 - Параметры, получаемые в процессе моделирования распространения взвешенных веществ и используемые при определении воздействия на морскую среду

Определяемые параметры	Способ определения и представления
Мгновенное положение шлейфа загрязненных вод на различные моменты времени и максимальные расстояния от источника до границ зон с концентрациями, превышающими заданное значение	$L_{\max} = \max_{t \in T_{\text{работ}}} \{ \max_{\vec{r} \in M(t)} l[\vec{r}, \vec{r}_0(t)] \},$ $M(t) = \bigcup_{c=c_r} P(c),$ <p>здесь \vec{r} - положение точки с заданной концентрацией, \vec{r}_0 - положение источника, $M(t)$ - множество точек $P(c_r)$ с заданной концентрацией.</p> <p>Расчетная величина.</p>
Поле максимальной достигнутой за период работ концентрации (МДК) и максимальные расстояния распространения концентраций от источника или границы площадки за весь период работ	$C_{\max}(\vec{r}) = \max_{t \in T_{\text{работ}}} c(\vec{r}, t)$ <p>Расчетная величина.</p>
Поле толщины отложившихся осадков и максимальные расстояния от источника или границы площадки до границ зон с толщиной осадков, превышающей заданную величину	$\Lambda_h = \max_{t \in T_{\text{работ}}} L_{h, \max}^h(t)$ $L_{h, \max}^h(t) = \max_{\vec{r} \in M(t)} l^h[\vec{r}, \vec{r}_b],$ $M(t) = \bigcup_{h=h_r} P(h),$ <p>Расчетная величина</p>
Максимальные значения за период работ мгновенных объемов (областей шлейфов), загрязненных выше заданной концентрации (ММО)	$V_{c_r} = \max_{t \in T_{\text{работ}}} V_{c_r}(t)$ $V_{c_r}(t) = \bigcup_{c > c_r} P(c),$ <p>Расчетная величина</p>
Средние значения мгновенных объемов загрязненных выше заданной концентрации за период работ (СМО)	$\bar{V}_{c_r} = \frac{1}{T_{\text{работ}}} \int_{t \in T_{\text{работ}}} V_{c_r}(t) dt$ <p>Расчетная величина</p>
Время существования шлейфов с концентрацией выше заданной	$T_{\text{сущ}}$ <p>Расчетная величина</p>
Объемы свежих незагрязненных вод протекших через области шлейфов взвеси с заданной концентрацией за период работ (ПО)	$V_{\text{протек}, c_r} = \int_{t \in T_{\text{работ}}} dt \int_{A_{c_r}(t)} u dA,$ <p>u - скорость течения, A_{c_r} - площадь сечения шлейфа, перпендикулярно скорости течения,</p> <p>Расчетная величина</p>
Среднее время протекания через объемы шлейфов взвеси с концентрацией выше заданной	$T_{\text{сред}} = \frac{1}{T_{\text{работ}}} \int_{t \in T_{\text{работ}}} \frac{L_{c_r}}{u} dt$ <p>L_{c_r} - длина пути жидкой частицы через шлейф вдоль скорости течения,</p> <p>Расчетная величина</p>

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Определяемые параметры	Способ определения и представления
Площади осадков, с толщиной превышающей заданную величину вне границ зоны дноуглубления	$S_{\max} = \max_{t \in T_{\text{работ}}} S[M(t)]$ $M(t) = \bigcup_{h > h_r} P(h_r),$ <p>Расчетная величина</p>

Отображение цифровой модели участка подводного отвала приведено на рисунке 1.20.

Обобщенный гранулометрический состав песка, предполагаемого к намыву искусственного пляжа приведен в таблице 1.3. Из этой таблицы следует, содержание частиц грунта диаметром 0.1 мм и менее, переходящих во взвесь составляет 1,6%.

Поскольку максимально допустимой для работы землесоса является скорость ветра 10 м/с, в качестве расчетной наиболее неблагоприятной гидрометеорологической ситуации была принята такая скорость ветра от СВ направления. В этом случае шлейф мутности будет уноситься в сторону берега, где негативные последствия от повышения мутности морской воды представляются наибольшими. Согласно таблице 2.3, скорость ветра 10 м/с имеет обеспеченность 46.4% в среднем за год.

Поле течений на акватории подводного карьера при ветре от СВ со скоростью 10 м/с приведено на рисунке 6.1.

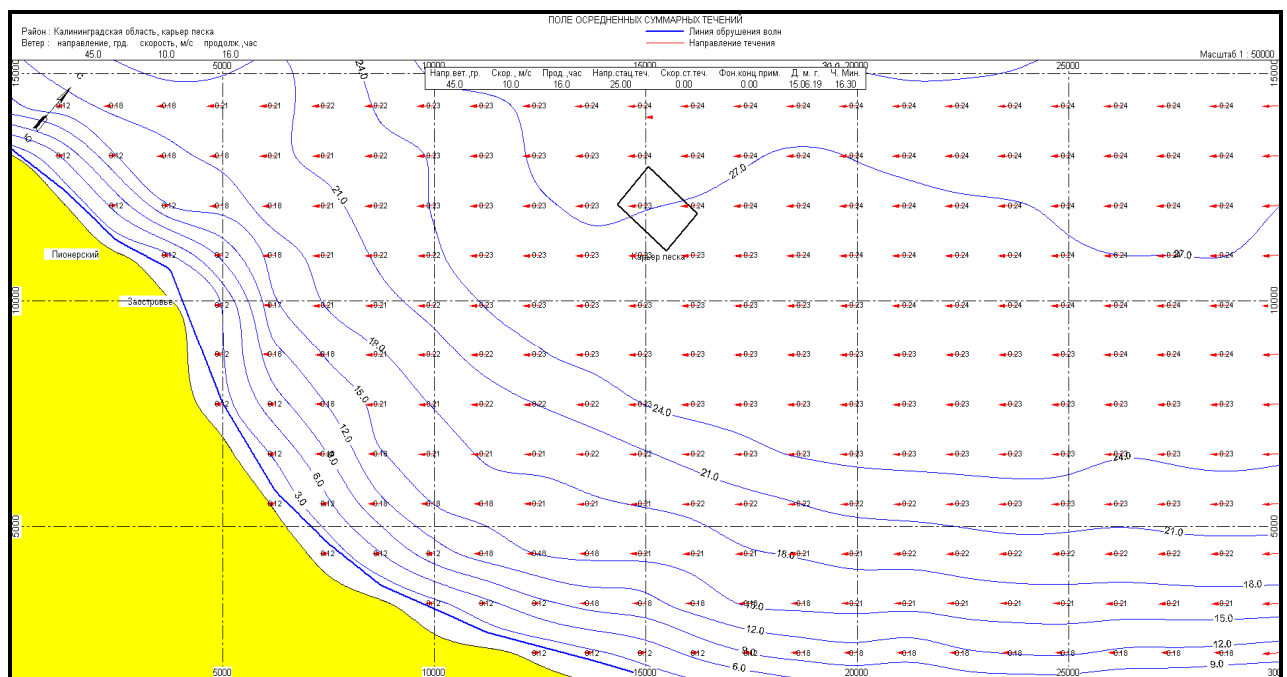


Рисунок 6.1 - Поле суммарных (дрейфовых, волновых и градиентных) течений на акватории подводного карьера при ветре от СВ со скоростью 10 м/с

Из рисунка 6.1 следует, что расчетная скорость течения составляет 0.23 м/с.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Коэффициенты турбулентной диффузии приняты следующими [18]:

- горизонтальный $K_{dz} = 1 \text{ м}^2/\text{с}$;
- вертикальный $K_{dv} = 0.001 \text{ м}^2/\text{с}$.

Глубина в месте разработки грунта – порядка 27 м.

По рекомендациям [18] непрерывное время работы землесоса принято равным 1 часу. Время цикла работы землесоса по проектным данным составляет 14 часов. Поэтому шлейфы мутности не будут накладываться друг на друга.

Скорость седиментации частиц взвеси принята для диаметра частиц 0.08 мм при температуре воды 15°C $W_{oc} = 0,0038 \text{ м/с}$ [20].

Необходимый объем грунта для намыва проектируемого пляжа составляет $W = 1.58$ млн.м³ (таблица 4.3). Согласно [20] для самоотвозных землесосов коэффициент загрузки трюма составляет 0,9. Тогда общий объем выбираемого грунта составляет $W_o = W/0.9 = 1.76$ млн. м³. Следовательно, общий объем материала, поступающий во взвешенное состояние $W_{вз} = W_o \times 0,016 = 28160 \text{ м}^3$ или при плотности материала $2.65 \text{ т/м}^3 - 74624 \text{ т}$.

Землесос имеет валовую грузоподъемность 11000 т, следовательно, он может принять на борт порядка 4000 м³ песчаного материала. Таким образом, для формирования проектного пляжа потребуется 395 циклов работы землесоса. Если землесос наполняет трюм за 1 час непрерывной работы, то его производительность по грунту составляет 4000 м³/час.

Основные теоретические положения и практические рекомендации по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге грунта приведены в нормативном документе [18]. В этом документе для глубин до 12 м решается плоская (двухмерная) задача, а для больших глубин – трехмерная.

Параметры воздействия на морскую среду, определяемые по проектным данным приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Параметры воздействия на морскую среду, определяемые по проектным данным

Полный объем разработки грунта	1760000	м ³
Полная масса грунта, переходящего во взвешенное состояние	74624	т

Исходные данные для расчетов сведены в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 - Исходные данные для расчетов распространения взвеси при разработке грунта в подводном карьере

Глубина в зоне дноугл., d, м	Масса частиц грунта, переходящая во взвесь, G, т	Время непр. работы земснаряда, T _{раб} , час	Произв. земснар. Q, м ³ /час	K _{x,y} , м ² /с	K _z , м ² /с	Эфф. гидравл. крупность, V _{oc} , см/с	Скорость течения, U, м/с	К-т пер. грунта во взвесь, κ	Весов. содерж. частиц менее 0.1 мм в долях ед.
27,0	74624,0	1,00	4000,0	1,000	0,00100	0,3800	0,23	0,05	0,0160

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Основные результаты моделирования, необходимые для оценки воздействия на водную среду и расчета ущерба биоресурсам при разработке грунта из подводного карьера представлены в таблицах 6.4 – 6.6.

Таблица 6.4 - Расстояния от границ участка карьера грунта до положения изолиний с заданной пороговой концентрацией взвеси

C _{max} , мг/л	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
73	Средние расстояния от подводного карьера, м					
	37	68	131	167	467	522
	Максимальные расстояния от подводного карьера, м					
	44	82	158	202	543	630

Таблица 6.5 - Объемы (м³) и время существования (час) водных объемов, загрязняемых взвесью при одном цикле работы землесоса

Определяемые параметры	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
Средние значения объемов областей шлейфов, м ³ (СМО)	7107	13199	25383	32491	94082	101534
Максимальные значения объемов областей шлейфов, м ³ (ММО)	8129	15097	29032	37161	104328	116127
Среднее время существования шлейфов с концентрацией выше заданной, час ($T_{сущ}$)	0,11	0,14	0,23	0,38	0,93	1,04
Проточные водные объемы через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, м ³ (ПО)	9104	17663	34548	44964	170055	190448
Среднее время протекания воды через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, час ($T_{сред}$)	0,11	0,14	0,23	0,38	0,93	1,04

Таблица 6.6 - Объемы (м³) и время существования (час) водных объемов, загрязняемых взвесью за 395 циклов работы землесоса с учетом повторяемости скорости ветра

Определяемые параметры	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
Средние значения объемов областей шлейфов, м ³ (СМО)	1291405	2398323	4612159	5903564	17094609	18448637
Максимальные значения объемов областей шлейфов, м ³ (ММО)	1477019	2743036	5275069	6752088	18956398	21100276

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Среднее время существования шлейфов с концентрацией выше заданной, час ($T_{сущ}$)	21	25	42	70	170	189
Проточные водные объемы через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, м ³ (ПО)	1654262	3209352	6277332	8170027	30898928	34604452
Среднее время протекания воды через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, час ($T_{сред}$)	21	25	42	70	170	189

Таблица 6.7 - Площади морского дна, покрываемые слоем отложений взвешенных веществ вне зоны разработки грунта при одном цикле работы землесоса

Толщина слоя осадков, мм					
≥ 100	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1
Площадь морского дна, м ²					
91	203	2526	4349	8283	20708

Таблица 6.8 - Площади морского дна, подвергающиеся воздействию взвешенных веществ разной концентрации вне зоны разработки грунта при одном цикле работы землесоса

Концентрация взвеси в воде, мг/л					
≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1	≥ 0.25
Площадь морского дна, м ²					
166	369	4593	7907	15060	37 650

Таблица 6.9 - Площади морского дна, покрываемые слоем отложений взвешенных веществ вне зоны разработки грунта за 395 циклов работы землесоса с учетом повторяемости скорости ветра

Толщина слоя осадков, мм					
≥ 100	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1
Площадь морского дна, м ²					
1656	3687	45903	79014	150502	376255

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 6.10 - Площади морского дна, подвергающиеся воздействию взвешенных веществ разной концентрации вне зоны разработки грунта за 395 циклов работы землесоса с учетом повторяемости скорости ветра

Концентрация взвеси в воде, мг/л					
≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1	≥ 0.25
Площадь морского дна, м ²					
3010	6704	83460	143661	273640	684101

6.2 Моделирование распространения взвеси при намыве пляжа

В таблице 6.3 приведена масса грунта, переходящего во взвешенное состояние из всего объема разработки грунта в подводном карьере $G = 74624$ т. Весовой расход грунта, переходящего во взвешенное состояние при разработке карьера, определен по формуле (5.1) из документа [18] и составляет $q = 0,00146$ т/с. Следовательно, за 395 часов (циклов) работы землесоса при разработке карьера, во взвесь перейдет $G_k = 2076$ т мелкодисперсного грунта или 3% от всего его объема. Поэтому содержание мелкодисперсных фракций в грунте намыва принято таким же, что и для грунта при его разработке – 1.6%.

Для моделирования распространения взвешенных веществ при намыве пляжа принята наиболее неблагоприятная гидрометеорологическая ситуация, при которой ветер от ЗСЗ направления дует со скоростью 10 м/с. Поле течений в прибрежной зоне при заданной гидрометеорологической ситуации приведено на рисунке 6.2.

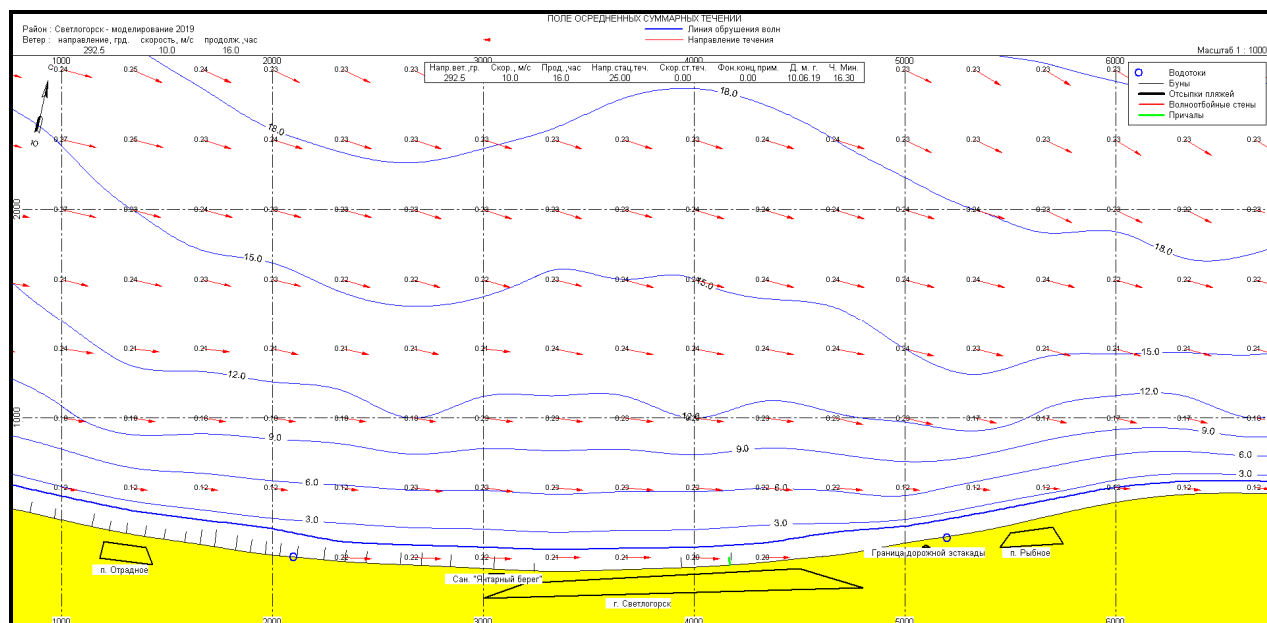


Рисунок 6.1 - Поле суммарных (дрейфовых, волновых и градиентных) течений в прибрежной зоне участка проектирования на при ветре от ЗСЗ со скоростью 10 м/с

Из рисунка 6.2 следует, что расчетная скорость течения на глубине 2 – 3 м составляет 0.22 м/с.

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Параметры воздействия на морскую среду, определяемые по проектным данным приведены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 - Параметры воздействия на морскую среду, определяемые по проектными данным

Полный объем намыва	1580000	м ³
Полная масса грунта, переходящего во взвешенное состояние	66992	т
Полная площадь поврежденной поверхности дна в зоне намыва	765000	м ²
Объем намыва при одном цикле работы землесоса	4000	м ³
Масса грунта, переходящего во взвешенное состояние при одном цикле работы землесоса	170	т
Площадь поврежденной поверхности дна при одном цикле работы землесоса	1942	м ²

Расчет распространения взвеси в прибрежной зоне выполнен для двух вариантов сооружений:

- свободный пляж полного профиля;
- вариант № 6 пляжеудерживающих сооружений (рисунок 4.26). В этом варианте рассматривался центральный участок, где буны не препятствуют распространению взвешенного вещества.

Свободный пляж. Основные результаты моделирования, необходимые для оценки воздействия на водную среду и расчета ущерба биоресурсам при намыве свободного пляжа представлены в таблицах 6.12 – 6.18.

Таблица 6.12 - Расстояния от границ участка намыва до положения изолиний с заданной пороговой концентрацией взвеси при намыве свободного пляжа

С _{max} . мг/л	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
82	Средние расстояния от карты намыва, м					
	42	76	158	202	506	564
	Максимальные расстояния от карты намыва, м					
	44	82	188	221	543	630

Таблица 6.13 - Объемы (м³) и время существования (час) водных объемов, загрязняемых взвесью при одном цикле работы землесоса при намыве свободного пляжа

Определяемые параметры	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
Средние значения объемов областей шлейфов, м ³ (СМО)	124	163	233	370	490	1250
Максимальные значения объемов областей шлейфов, м ³ (ММО)	139	180	270	418	685	1540

Инв. № подл. Подп. и дата
Инв. № дубл. Подп. и дата
Инв. № инв. № Взам. инв. №

Лит. Изм. № докум. Подп. Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Лист
134

Среднее время существования шлейфов с концентрацией выше заданной, час ($T_{суц}$)	0,16	0,18	0,31	0,45	1,12	1,27
Проточные водные объемы через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, м ³ (ПО)	10215	18230	36780	47214	178340	200620
Среднее время протекания воды через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, час ($T_{сред}$)	0,16	0,18	0,31	0,45	1,12	1,27

Как следует из приведенных результатов расчетов, время существования шлейфов взвеси меньше времени цикла работы землесоса. Поэтому определение суммарных характеристик загрязнений можно производить их суммированием по количеству циклов работы землесоса с учетом повторяемости расчетной скорости ветра.

Таблица 6.14 - Объемы (м³) и время существования (час) водных объемов, загрязняемых взвесью за 395 циклов работы землесоса при намыве свободного пляжа с учетом повторяемости скорости ветра

Определяемые параметры	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
Средние значения объемов областей шлейфов, м ³ (СМО)	22531	29617	42336	67229	89033	227125
Максимальные значения объемов областей шлейфов, м ³ (ММО)	25256	32706	49059	75951	124465	279818
Среднее время существования шлейфов с концентрацией выше заданной, час ($T_{суц}$)	29	33	56	82	204	231
Проточные водные объемы через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, м ³ (ПО)	1856066	3312391	6682926	8578784	32404378	36452654
Среднее время протекания воды через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, час ($T_{сред}$)	29	33	56	82	204	231

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Таблица 6.15 - Площади морского дна, покрываемые слоем отложений взвешенных веществ вне зоны намыва свободного пляжа при одном цикле работы землесоса

Толщина слоя осадков, мм					
≥ 100	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1
Площадь морского дна, м ²					
18	58	4670	6520	8283	14220

Таблица 6.16 - Площади морского дна, подвергающиеся воздействию взвешенных веществ разной концентрации вне зоны намыва свободного пляжа при одном цикле работы землесоса

Концентрация взвеси в воде, мг/л					
≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1	≥ 0.25
Площадь морского дна, м ²					
5617	9020	10550	11209	15060	23240

Таблица 6.17 - Площади морского дна, покрываемые слоем отложений взвешенных веществ вне зоны намыва свободного пляжа за 395 циклов работы землесоса с учетом повторяемости скорости ветра

Толщина слоя осадков, мм					
≥ 100	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1
Площадь морского дна, м ²					
1138	3666	295144	412064	523486	898704

Таблица 6.18 - Площади морского дна, подвергающиеся воздействию взвешенных веществ разной концентрации вне зоны намыва свободного пляжа за 395 циклов работы землесоса с учетом повторяемости скорости ветра

Концентрация взвеси в воде, мг/л					
≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1	≥ 0.25
Площадь морского дна, м ²					
354994	570064	666760	708409	951792	1468768

Пляж с пляжеудерживающими сооружениями в виде волноломов и бун на границах проектного участка. Вариант № 6. Расчет распространения взвеси при наличии пляжеудерживающих сооружений выполнен в предположении, что сооружения построены. Тогда волны будут разрушены волноломами, и распространение взвеси будет происходить под воздействием только дрейфовых течений. Средняя скорость дрейфового течения при расчетной гидрометеорологической ситуации составляет 0.15 м/с.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Основные результаты моделирования, необходимые для оценки воздействия на водную среду и расчета ущерба биоресурсам при намыве свободного пляжа представлены в таблицах 6.19 – 6.25.

Таблица 6.19 - Расстояния от границ участка намыва до положения изолиний с заданной пороговой концентрацией взвеси при намыве пляжа с пляжеудерживающими сооружениями по варианту № 6

C _{max} , мг/л	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
96	Средние расстояния от карты намыва, м					
	27	48	100	128	321	358
	Максимальные расстояния от карты намыва, м					
	28	52	119	140	344	399

Таблица 6.20 - Объемы (м³) и время существования (час) водных объемов, загрязняемых взвесью при одном цикле работы землесоса при намыве пляжа с пляжеудерживающими сооружениями по варианту № 6

Определяемые параметры	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
Средние значения объемов областей шлейфов, м ³ (СМО)	79	103	148	235	311	793
Максимальные значения объемов областей шлейфов, м ³ (ММО)	88	114	171	265	434	976
Среднее время существования шлейфов с концентрацией выше заданной, час ($T_{суц}$)	0,26	0,29	0,51	0,74	1,83	2,08
Проточные водные объемы через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, м ³ (ПО)	6476	11558	23319	29934	113068	127193
Среднее время протекания воды через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, час ($T_{сред}$)	0,26	0,29	0,51	0,74	1,83	2,08

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Таблица 6.21 - Объемы (м³) и время существования (час) водных объемов, загрязняемых взвесью за 395 циклов работы землесоса при намыве пляжа с пляжеудерживающими сооружениями по варианту № 6 с учетом повторяемости скорости ветра

Определяемые параметры	Концентрация взвеси в воде, мг/л					
	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 0.75	≥ 0.25
Средние значения объемов областей шлейфов, м ³ (СМО)	14285	18777	26841	42623	56447	143997
Максимальные значения объемов областей шлейфов, м ³ (ММО)	16012	20736	31103	48153	78911	177405
Среднее время существования шлейфов с концентрацией выше заданной, час ($T_{сущ}$)	47	54	92	134	333	377
Проточные водные объемы через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, м ³ (ПО)	1176746	2100056	4236975	5438949	20544376	23110983
Среднее время протекания воды через области шлейфа взвеси с концентрацией выше заданной, час ($T_{сред}$)	47	54	92	134	333	377

Таблица 6.22 - Площади морского дна, покрываемые слоем отложений взвешенных веществ вне зоны намыва пляжа с пляжеудерживающими сооружениями по варианту № 6 при одном цикле работы землесоса

Толщина слоя осадков, мм					
≥ 100	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1
Площадь морского дна, м ²					
11	37	2961	4134	5251	9015

Таблица 6.23 - Площади морского дна, подвергающиеся воздействию взвешенных веществ разной концентрации вне зоны намыва пляжа с пляжеудерживающими сооружениями по варианту № 6 при одном цикле работы землесоса

Концентрация взвеси в воде, мг/л					
≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1	≥ 0.25
Площадь морского дна, м ²					
3561	5719	6689	7107	9548	14734

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Таблица 6.24 - Площади морского дна, покрываемые слоем отложений взвешенных веществ вне зоны намыва пляжа с пляжеудерживающими сооружениями по варианту № 6 за 395 циклов работы землесоса с учетом повторяемости скорости ветра

Толщина слоя осадков, мм					
≥ 100	≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1
Площадь морского дна, м ²					
721	2324	187121	261249	331890	569778

Таблица 6.25 - Площади морского дна, подвергающиеся воздействию взвешенных веществ разной концентрации вне зоны намыва с пляжеудерживающими сооружениями по варианту № 6 за 395 циклов работы землесоса с учетом повторяемости скорости ветра

Концентрация взвеси в воде, мг/л					
≥ 50	≥ 20	≥ 10	≥ 5	≥ 1	≥ 0.25
Площадь морского дна, м ²					
225066	361421	422726	449131	603436	931199

Таким образом, определены необходимые параметры для оценки вреда водным биологическим ресурсам при разработке песка в подводном карьере и намыве на участке проектирования свободного пляжа или пляж под защитой системы бун и волноломов по варианту № 6.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата			139

7 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БЕРЕГА ПРИ ИЗЪЯТИИ ПЛЯЖЕОБРАЗУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ НАМЫВА ПЛЯЖА

Как показали расчеты, для формирования профиля проектного намывного пляжа потребуется объем намыва порядка 340 – 380 м³ пляжеобразующего материала на 1 погонный метр берега. Для всего проектного участка намыва пляжа длиной 4500 м потребуется изъять 1.8 млн. м³ пляжеобразующего материала.

В среднем за год потери пляжеобразующего материала с проектируемого пляжа будут составлять 40 - 120 тыс. м³.

Для восполнения указанных потерь потребуется организовать эксплуатационные пополнения проектируемого пляжа в объеме 200 - 600 тыс. м³ пляжеобразующего материала каждые 5 лет.

Материал для намыва и пополнения пляжа предполагается изымать из подводного карьера, располагаемого на глубинах 25 – 28 м (рисунки 1.15, 1.16, 7.1, 7.2). Гранулометрический состав грунта для намыва пляжа представлен в таблице 1.3.

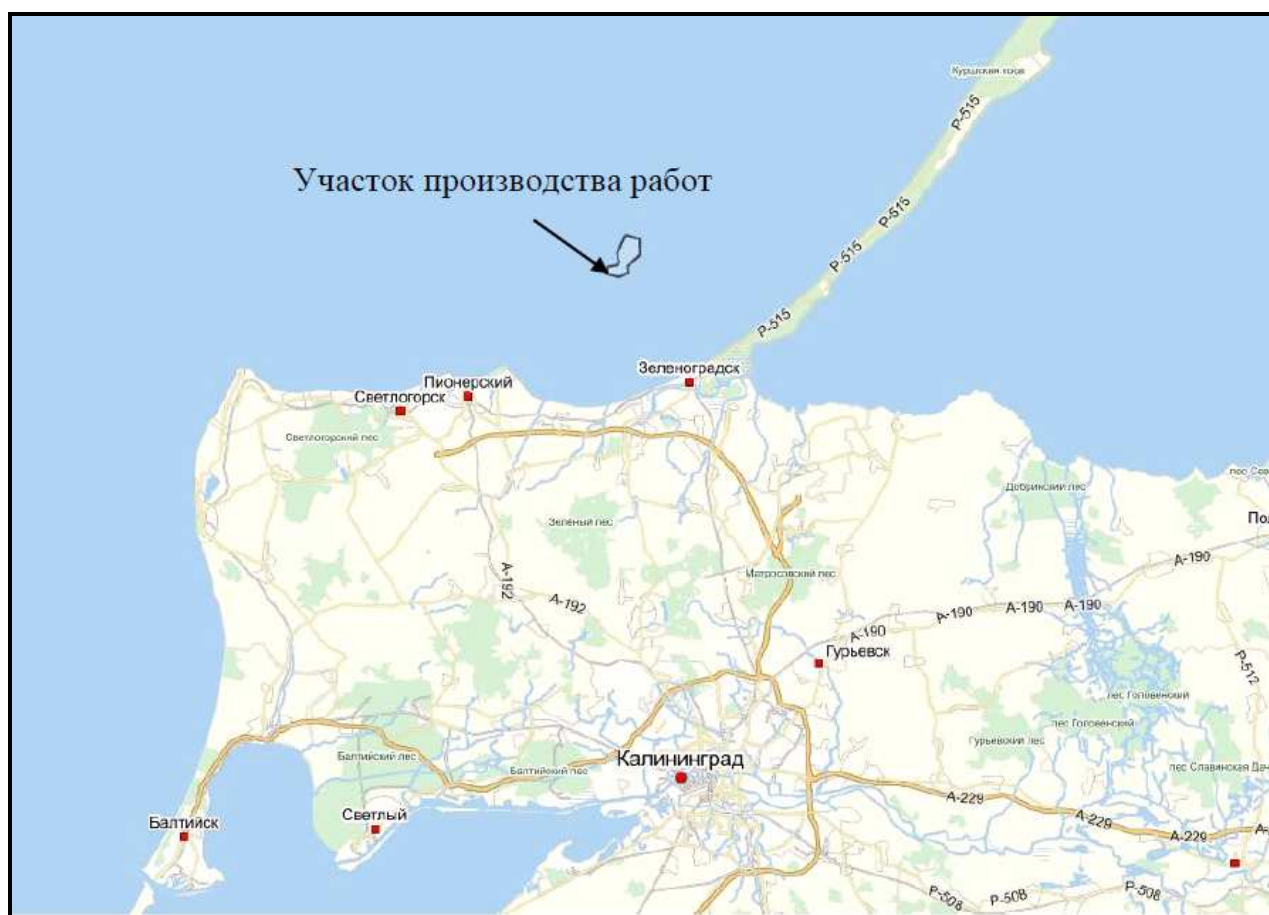


Рисунок 7.1 - Расположение подводного карьера на акватории Балтийского моря, прилегающей к Калининградской области

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

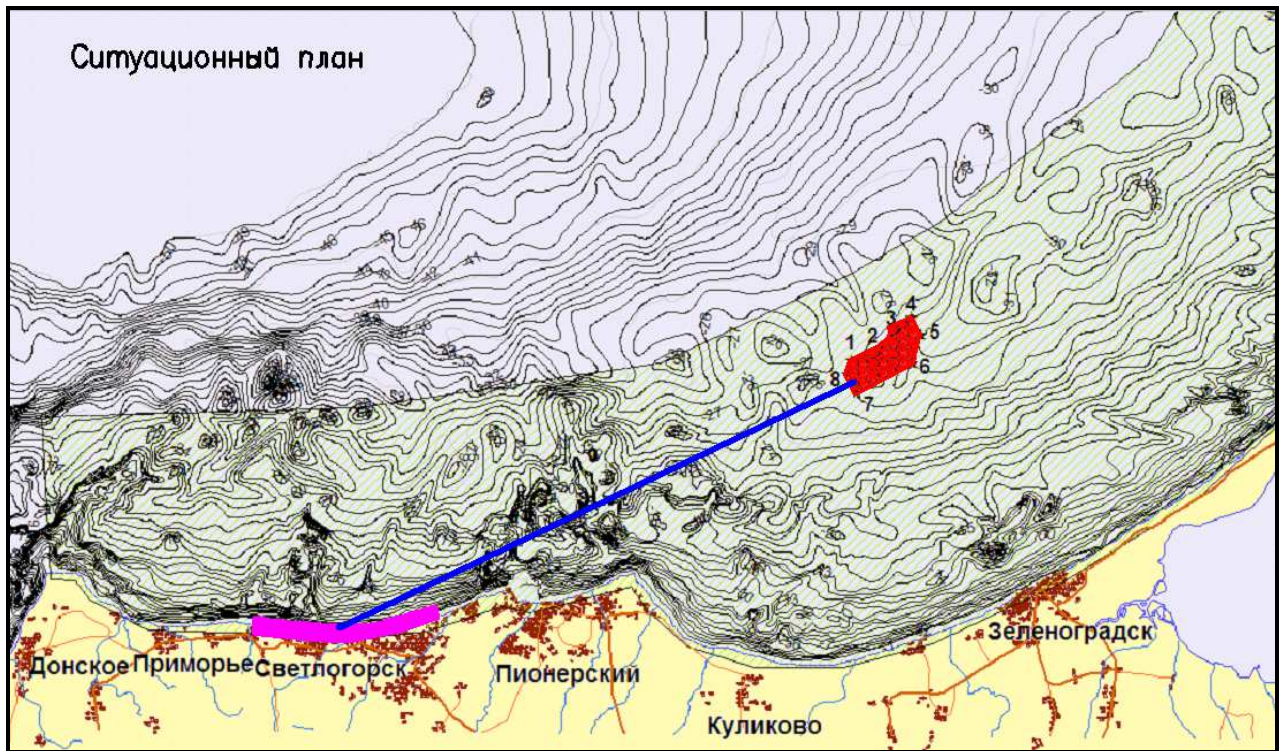


Рисунок 7.2 - Расположение карьера песка для намыва пляжа на батиметрической карте побережья

Как видно из рисунков 7.1, 7.2 разработка песка для намыва пляжа в Светлогорской бухте теоретически может оказать влияние на динамику берега в районе г. Зеленоградска.

Батиметрический план побережья в районе г. Зеленоградска приведен на рисунке 7.3. На рисунках 7.4, 7.5 дано отображение цифровой модели рельефа и литологического строения этого побережья в районе Зеленоградска.

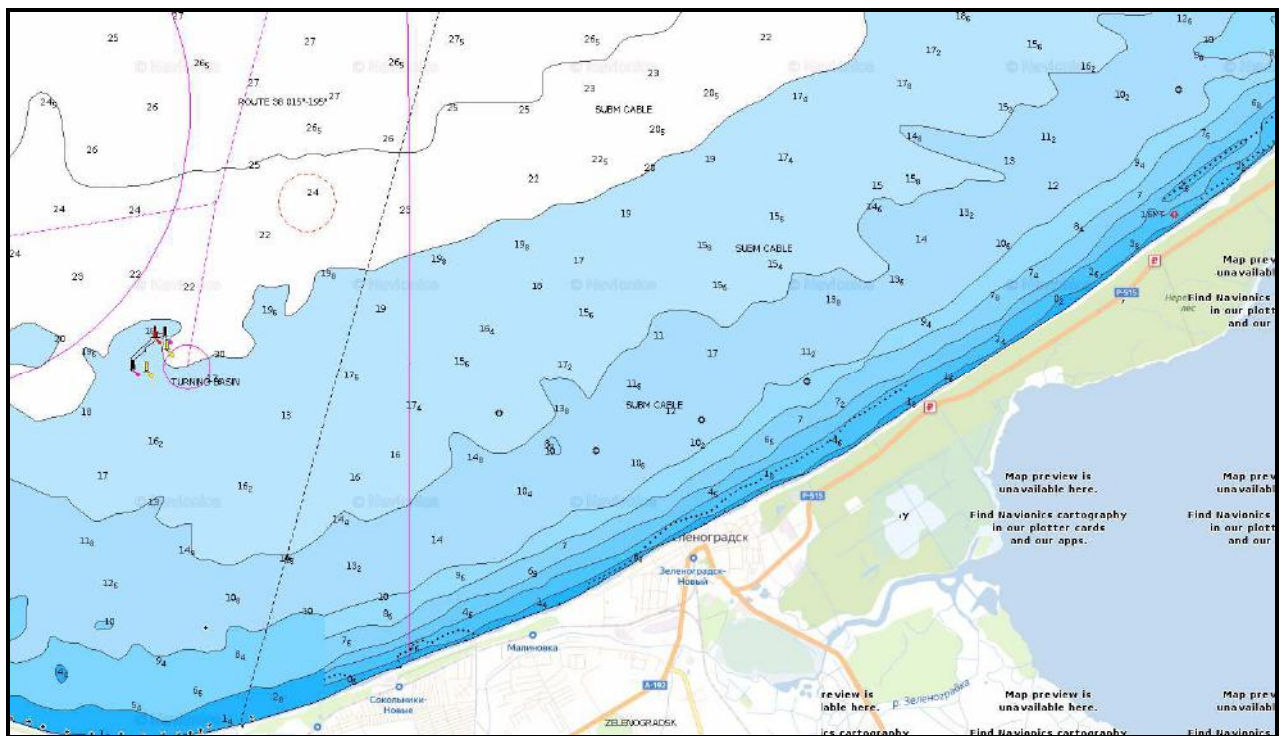


Рисунок 7.3 – Гидрография прибрежной зоны в районе г. Зеленоградска

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № инв.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Математическое моделирование по объекту:
 «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

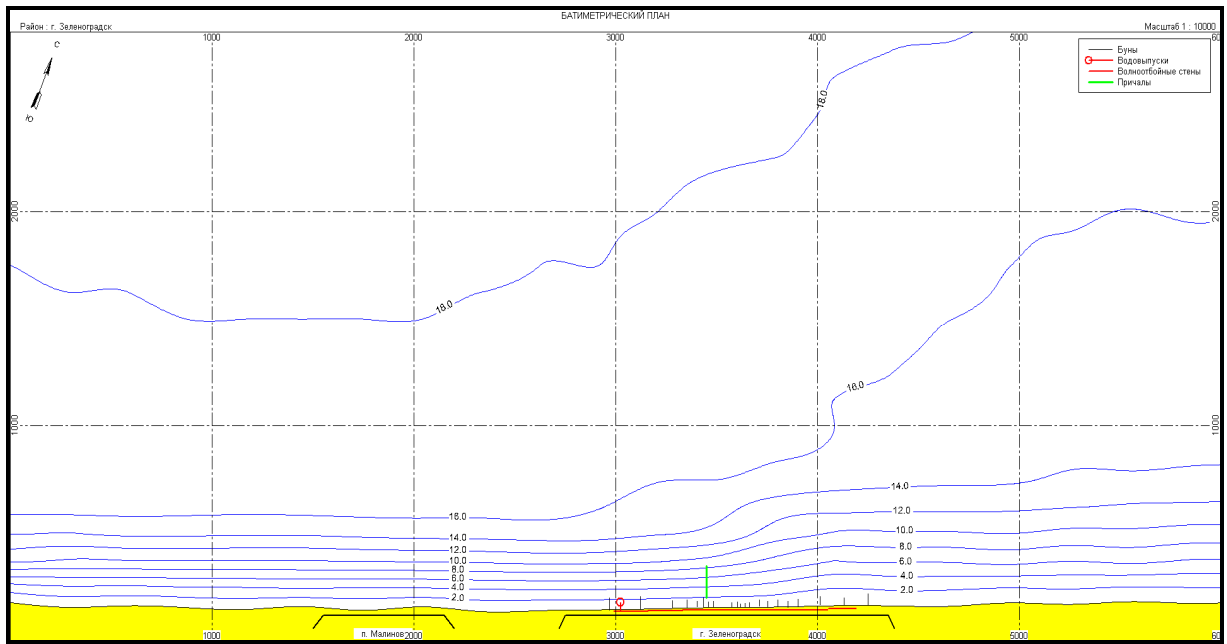


Рисунок 7.4 - Отображение цифровой модели рельефа прибрежной зоны в районе г. Зеленоградска

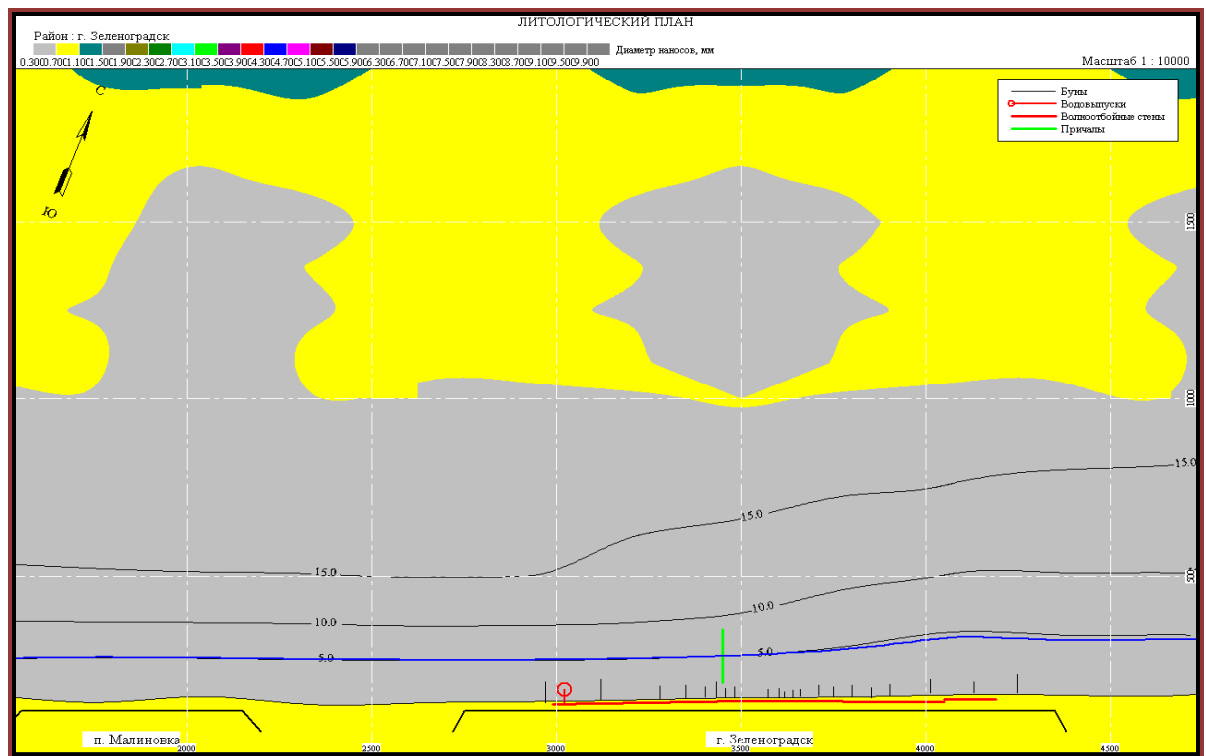


Рисунок 7.5 - Отображение цифровой модели литологии дна в районе г. Зеленоградска

Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Были выполнены расчеты элементов волн в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет на подходах к району г. Зеленоградска (таблица 7.1), трансформации и рефракции этих волн в прибрежной зоне (рисунок 7.6). Кроме того, была рассчитана среднемноголетняя роза волнений для прибрежной зоны г. Зеленоградска – рисунок 7.7.

Таблица 7.1 - Элементы волн в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет для побережья в районе г. Зеленоградска

Азимут, градус	Разгон, км	Глубина разгона, м	Скорость ветра, м/с	Скорость течения, м/с	Продолж. ветра, час	Средняя высота волн, м	Средний период волн, с	Средняя длина волн, м	Высота волн 1 % обесп, м	Высота волн 5 % обесп, м
270,0	320	50	29,6	1,01	13	4,3	8,8	123	10,2	8,2
292,5	340	60	28,8	0,98	14	4,3	8,8	123	10,0	8,1
315,0	290	80	26,6	0,90	14	4,4	9,2	132	10,3	8,3
337,5	255	90	27,0	0,92	14	4,4	9,2	132	10,4	8,4
0,0	520	60	27,4	0,93	13	4,6	9,4	139	10,9	8,8
22,5	125	50	26,6	0,90	13	3,2	7,6	90	7,6	6,1
45,0	57	30	25,4	0,86	13	2,4	6,4	64	5,7	4,6

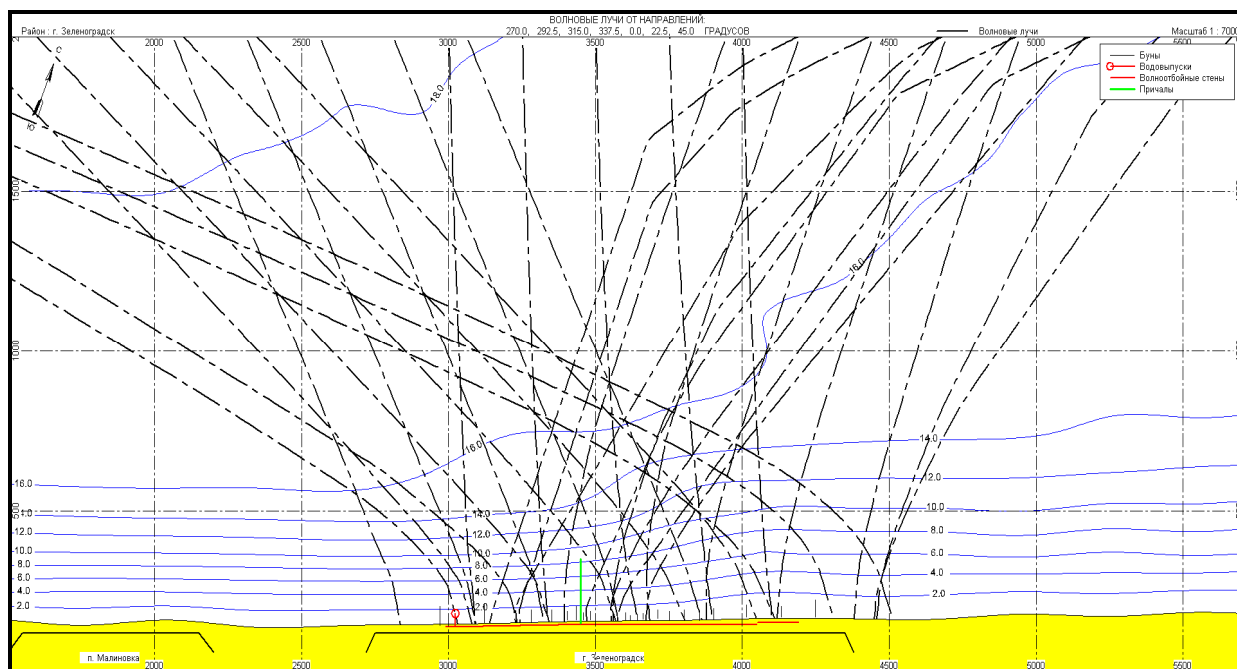


Рисунок 7.6 - План рефракции волн в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет в прибрежной зоне г. Зеленоградска

Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

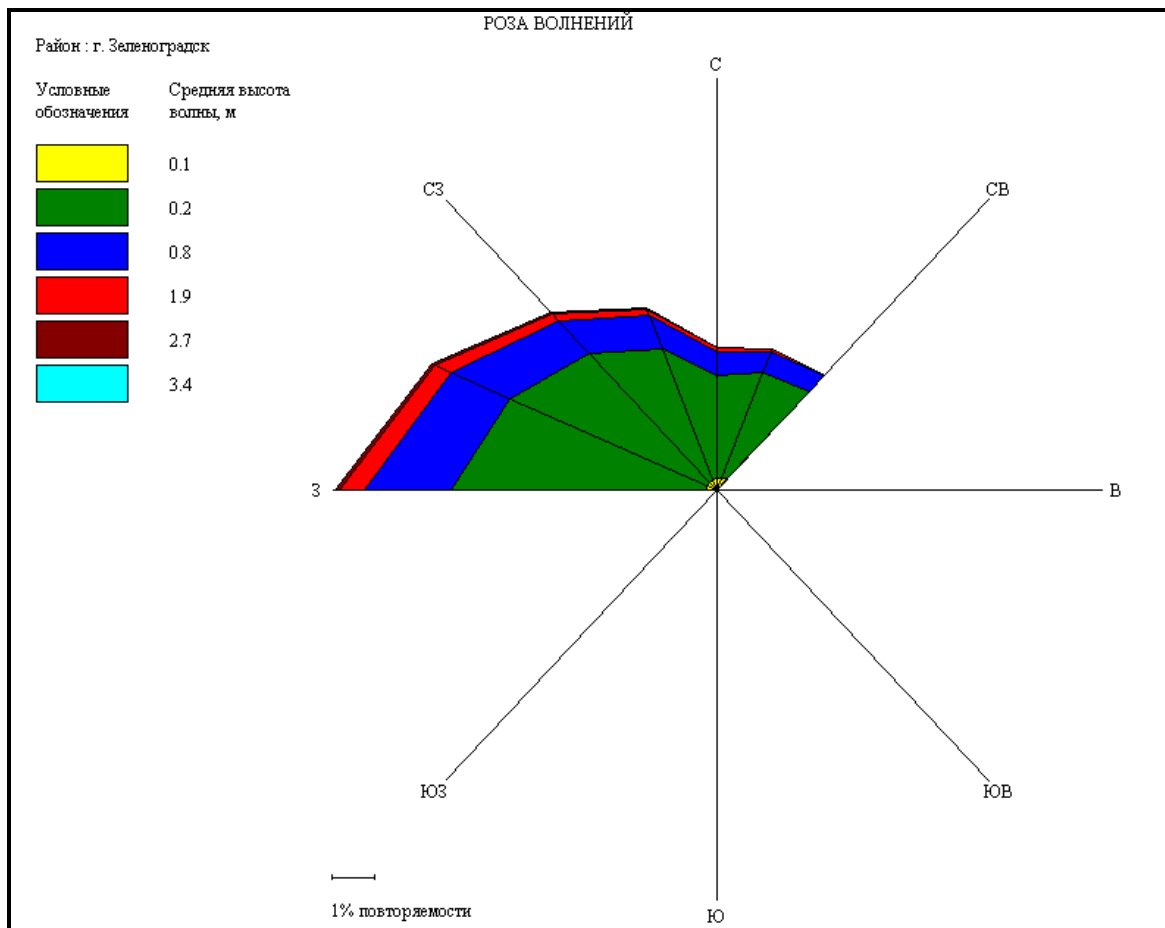


Рисунок 7.7 – Среднемноголетняя роза волнений в прибрежной зоне г. Зеленоградска

Расчетные элементы волн в прибойной зоне в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет от СЗ и С направлений приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Расчетные элементы волн в прибойной зоне в районе г, Зеленоградска в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ и С направлений

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волны, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
292,5	4,3	8,8	123	14

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, d_{cr} , м	Высота волны, h_{cr} , м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, λ_{cr} , м	Азимут луча волны, α_{cr} , градус	Угол между лучом волны и нормалью к линии берега, β_c , градус	Угол между лучом волны и (линией берега, γ_c , градус
Номер обрушения - 1							
1	7.8	6.5	8.8	82	324	-15	-75
5	7.1	6.0					
50	5.3	4.4					
Номер обрушения - 2							
1	2,9	2,9	8.8	50	332	-7	-83
5	2,6	2,1					
50	2,0	1,6					

Направление и элементы волн на глубокой воде

Азимут, градус	Средняя высота волны, м	Средний период волн, с	Средняя длина волны, м	Продолж., час
0,0	4,7	9,5	139	13

Элементы волн на линиях обрушения

Обеспеченность высоты волны в системе, %	Глубина обрушения, d_{cr} , м	Высота волны, h_{cr} , м	Средний период волн, T, с	Средняя длина волн, λ_{cr} , м	Азимут луча волны, α_{cr} , градус	Угол между лучом волны и нормалью к линии берега, β_c , градус	Угол между лучом волны и (линией берега, γ_c , градус
Номер обрушения - 1							
1	8.2	6.8	9.5	93	346	7	83
5	7.5	6.3					
50	5.5	4.6					
Номер обрушения - 2							
1	3.7	3.0	9.5	54	343	4	86
5	3.4	2.7					
50	2.5	2.0					

Согласно формуле для расчета транспорта песчаных наносов, рекомендуемой в нормативном документе [1] и приведенной в разделе 1.3 (формула (1.1)), основной транспорт песчаных наносов сосредоточен между границей наката волн на берег и глубиной обрушения волн 13% обеспеченности в системе расчетного шторма.

Из таблицы 7.2 следует, что глубина первого обрушения волн 13% обеспеченности в системе расчетных штормов составляет порядка $d_{cr13\%} = 7.0$ м.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

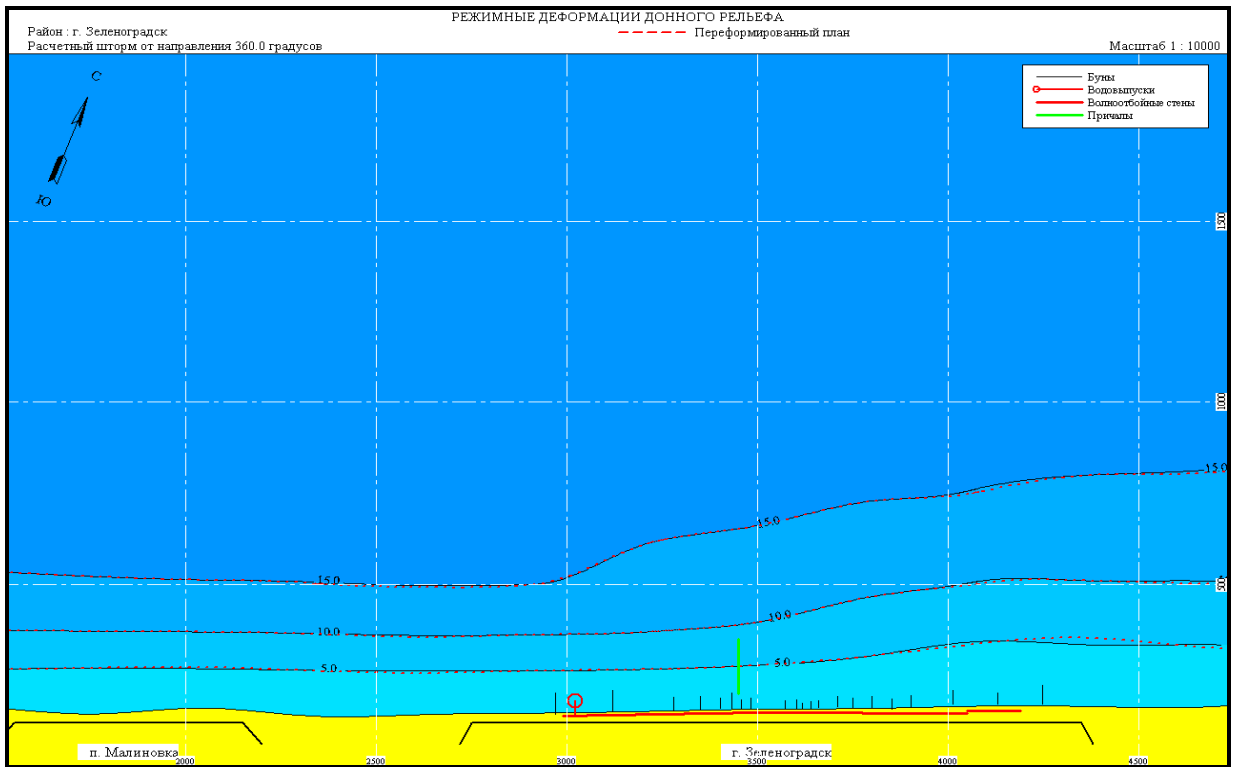


Рисунок 7.9 - Прогноз деформаций дна в прибрежной зоне г. Зеленоградска под воздействием шторма от С направления повторяемостью 1 раз за 25 лет

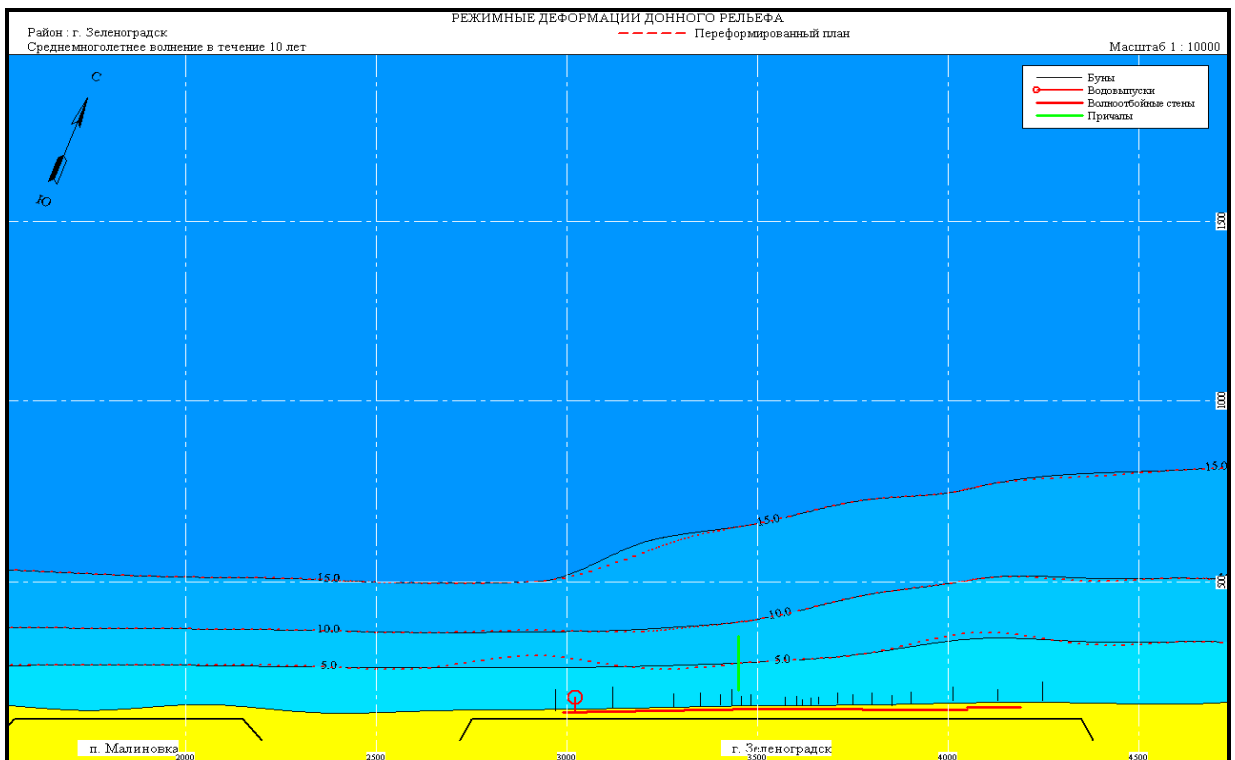


Рисунок 7.10 - Прогноз деформаций дна в прибрежной зоне г. Зеленоградска под воздействием среднегодовое волнения в течение 10 лет

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Из рисунков 7.8 – 7.10 следует, что как штормовые, так и среднесезонные деформации дна и берегового склона прибрежной зоны в районе г. Зеленоградска распространяются до глубин, не превышающих 17 м.

Предполагаемые к использованию для намыва пляжа залежи песка, по-видимому, образовались в голоценовый период, когда уровень Балтийского моря был значительно ниже современного [79].

Таким образом, можно утверждать, что добыча песка из подводного карьера, расположенного на глубинах порядка 25 – 28 м, не окажет отрицательного влияния на динамику берега и берегового склона в районе г. Зеленоградска.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата
	Подп. и дата					Взам. инв. №				
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	<p>Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)</p>					Лист
										148

8 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

8.1 Выводы

По результатам выполнения НТР «Исследование эффективности проектируемых пляжеудерживающих сооружений и определение границ зон загрязнения морской воды при разработке и намыве песчаного материала в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область на основе математического моделирования» по проекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей). (Корректировка)» могут быть сделаны следующие выводы:

1. Проектный участок расположен на Калининградском побережье Балтийского моря, в г. Светлогорске между существующим спуском к пляжу в пос. Отрадное и ул. Балтийской и включает Светлогорскую бухту.

2. Существующие сооружения представляют собой набережную с узким песчаным пляжем и волнозащитной стеной сквозной конструкции с променадом. На участке сохранились остатки немецких бун. Современных пляжеудерживающих сооружений (бун или волноломов) в настоящее время на проектом участке нет. Ширина пляжа – 10 – 15 м не обеспечивает гашение волн, а также рекреационные потребности.

3. В пределах рассматриваемого участка берега на длине 2040 м в 2019 г. разработан проект проведения аварийно-восстановительных берегозащитных мероприятий на объекте «Набережная в Светлогорске». Проект предполагает строительство 35 деревянных бун длиной по 60 м с расстоянием между бунами – 60 м.

4. Общая длина проектного участка – около 4550 м. Он может быть разделен на 2 фрагмента:

- восточный длиной 1900 м от ул. Балтийской до солнечных часов на променаде. Азимут линии берега $\alpha_{бв} = 70-250^{\circ}$;

- западный длиной 2650 м от солнечных часов до спуска на пляж в пос. Отрадное. Азимут линии берега $\alpha_{бз} = 80-260^{\circ}$.

Генеральный азимут линии берега $\alpha_{бг} = 75-255^{\circ}$.

5. В рамках проекта предусматривается создание искусственного песчаного пляжа шириной не менее 70 м в надводной части (в штиль), обеспечивающего гашение волн, устойчивость променада и рекреационные требования.

6. Пляж предполагается создать путем намыва песка из подводного карьера, расположенного к СВ от проектного участка на глубинах 24 – 28 м (рисунки 1.15, 1.16). Литологические характеристики и гранулометрический состав грунтов песчаного карьера приведены в таблицах 1.1 – 1.3.

7. В рамках вариантного проектирования рассматривались свободный пляж без пляжеудерживающих сооружений, пляж с пляжеудерживающими бунами, сочетание бун с волноломами, только волноломы, искусственные мысы с бухтами между ними. Буны и берегоукрепление, выполняемые в рамках проекта аварийно-восстановительных работ, рассматриваются как составная часть проектируемых инженерных мероприятий.

8. Класс проектируемых искусственного пляжа и пляжеудерживающих сооружений согласно нормативным документам принят равным III.

9. Цель и задачи работы приведены в Техническом задании – Приложение № 1 и в разделе 1.4.

10. Математическое моделирование выполнялось по программам, реализующим нормативные методы расчетов уровня и ветрового режимов, генерации волн ветром на глубокой воде, их рефракции и трансформации в прибрежной зоне, а также взаимодействия волн с сооружениями и пляжами. Свидетельства о регистрации программных средств приведены в Приложениях 2 - 4.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 149
-----	------	----------	-------	------	---	-------------

11. В качестве исходных данных использовались результаты инженерно-гидрометеорологических и геологических изысканий, батиметрические карты и планы исследуемой акватории, данные наблюдений на Гидрометеорологических станциях (ГМС), а также в районе открытого моря, прилегающем к участку проектирования и на нефтедобывающей платформе Д-6.

12. В работе использованы данные о ветре и волнении в Балтийском море, приведенные в Российском морском регистре судоходства и других справочных изданиях, данные натурных изысканий и обследований, а также предпроектные проработки.

13. Существующее положение на проектом участке, а также ретроспективы научных исследований гидро- лито- и морфо- динамики рассматриваемой территории приводятся по работам [60 - 79].

14. Основные нормативные требования для проектирования искусственных пляжей приведены в разделе 1.3.

15. Физико-географические характеристики проектного участка дана в разделе 2.

16. Расчетные скорости и продолжительности действия ветра, возможные 1 раз в год, 1 раз за 25 лет и 1 раз за 50 лет приведены в таблице 2.4.

17. Результаты расчетов глубоководных волн в штормах повторяемостью 1 раз за 50, 25 лет и 1 раз в год представлены в таблицах 3.1 – 3.3. На рисунке 3.3 и в таблице 3.4 приведена среднемноголетняя расчетная роза волнений. В таблице 3.5 дана среднемноголетняя продолжительность волнения с заданной высотой волны 5% обеспеченности в системе.

18. Для волноопасных для проектного участка берега направлений в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет средние высоты волн на глубокой воде составляют 2.6 – 4.7 м при средних периодах 6,7 – 9.5 с, средняя длина волн – 69 – 141 м. Продолжительность развитой фазы штормов – 13 - 14 часов. Высота волн 1% обеспеченности в системе достигает 11.0 м (северное направление).

19. Результаты расчета рефракции и трансформации волн в прибрежной зоне представлены на рисунках 3.4, 3.5 и в таблице 3.6.

20. Высота наката волны 1% обеспеченности на проектируемый песчаный пляж составляет $h_{run1\%} = 0.81$ м, длина наката – $L_{run1\%} = 27$ м. Расчетная высота волнового нагона в прибойной зоне $\eta_w = 0.42$ м.

21. Поля суммарных (ветровых, дрейфовых и градиентных) течений в расчетных штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет и 1 раз в год от основных румбов в прибрежной зоне в районе проектного участка приведены на рисунках 3.6 – 3.13.

22. Наибольшие скорости суммарных течений на проектом участке – порядка 1.05 м/с и 0.75 м/с прогнозируются в расчетных штормах от Западного направления соответственно в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет и 1 раз в год. Течение направлено на Восток.

23. На проектом участке в среднем имеет место перемещение наносов в восточном направлении. Среднемноголетняя емкость вдольберегового потока наносов при устройстве пляжа полного профиля из материала со средней крупностью 0.30 мм составит 82 тыс. м³/год. Размах миграций наносов весьма значителен и составляет около 106 тыс. м³/год с запада на восток и 24 тыс. м³/год с востока на запад.

24. Наиболее опасными с точки зрения размыва пляжа на участке проектирования являются штормы повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ и С направлений, в которых емкость вдольберегового потока наносов составляет 49 и 25 тыс. м³/сутки соответственно.

25. Штормовой поток наносов в шторме от ЗСЗ направления продолжительностью 2,2 суток соответствует среднемноголетнему перемещению наносов в восточном направлении. Штормовой поток наносов в шторме от С направления продолжительностью 1,0 суток соответствует среднемноголетнему перемещению наносов в западном направлении.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 150
-----	------	----------	-------	------	---	-------------

26. Результаты математического моделирования динамики пляжа при различных вариантах проектного решения приведены в разделе 4.

27. Результаты моделирования водообмена акваторий проектируемого пляжа при различных вариантах компоновки сооружений (и без сооружений) приведены в разделе 5.

28. По результатам моделирования установлено, что при самых неблагоприятных (кроме полного шторма) гидрометеорологических условиях, время полного водообмена проектных акваторий с открытым морем по первому варианту сооружений (свободный пляж) составляет 1.6 часа. Наиболее затруднен водообмен с морем проектных акваторий по вариантам № 5 (бухтовый пляж с волноломами) и № 6 (пляж с волноломами и буной на границе).

29. Если принять для оценки времени водообмена проектных акваторий с морем продолжительность курортного сезона в течение 3 месяцев, то есть 90 суток, то коэффициент водообмена (количество раз полного замещения воды в водоеме в течение заданного периода) для всех вариантов организации пляжа $K_v = 2160/t_v \geq 270$. Следовательно, по классификации [17], проектные акватории будут относиться к проточным водоемам. Поэтому дополнительных мероприятий по обеспечению водообмена не требуется.

30. Результаты моделирования распространения взвеси при разработке морского подводного карьера песка, а также при намыве свободного пляжа и пляжа с сооружениями по рекомендуемому варианту № 6 приведены в разделе 6. При этом определены необходимые параметры для оценки вреда водным биологическим ресурсам при разработке песка в подводном карьере и намыве пляжа.

31. В разделе 7 методом математического моделирования выполнена оценка устойчивости берега в районе г. Зеленоградска после разработки подводного карьера песка.

32. По результатам моделирования штормовых и среднемноголетних деформаций дна установлено, что эти деформации в самых сильных штормах распространяются на глубину не более 17 м.

33. Таким образом, можно утверждать, что добыча песка из подводного карьера, расположенного на глубинах порядка 25 – 28 м, не окажет отрицательного влияния на динамику берега и берегового склона в районе г. Зеленоградска.

8.2 Рекомендации

1. Для расчетов параметров пляжа и волновых воздействий на сооружения рекомендованы элементы волн в расчетном шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЗСЗ направления:

1.1 Высота волны – 1% обеспеченности по линии первого обрушения $h_{1\%} = 4,8$ м.

1.2 Глубина обрушения волны – 1% обеспеченности по линии первого обрушения $d_{cr\ 1\%} = 5,8$ м.

1.3 Высота волны – 5% обеспеченности по линии первого обрушения $h_{5\%} = 4,4$ м.

1.4 Средний период волны $T_{cp} = 8,8$ с.

1.5 Высота волны – 1% обеспеченности по линии последнего обрушения $h_{cr.u1\%} = 2,5$ м.

1.6 Глубина обрушения волны 1% обеспеченности по линии последнего обрушения $d_{cr.u1\%} = 3,2$ м.

1.7 Высота волны – 5% обеспеченности по линии последнего обрушения $h_{cr.u5\%} = 2,3$ м.

1.8 Глубина обрушения волны 5% обеспеченности по линии последнего обрушения $d_{cr.u5\%} = 3,0$ м.

1.9 Высота волны – 13% обеспеченности по линии последнего обрушения $h_{cr.u13\%} = 2,1$ м.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)					Лист
					Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	151

1.9 Глубина обрушения волны 13% обеспеченности по линии последнего обрушения $d_{cr.u13\%} = 2,8$ м.

1.10 Средняя длина волны при последнем обрушении $\lambda_{cp} = 54$ м.

1.12 Угол между нормалью к линии берега и лучом волны при последнем обрушении $\alpha_{cr} = 4^{\circ}$.

1.13 Угол между линией берега и лучом волны при последнем обрушении $\beta_{cr} = 86^{\circ}$.

2. Для определения высотных отметок сооружений и глубин на акватории рекомендуются следующие уровни моря:

2.1 Уровень моря – 1% обеспеченности из наивысших годовых уровней $H_{\max.1\%}$, = +1,36 м БС.

2.2 Уровень моря – 5% обеспеченности из наивысших годовых уровней $H_{\max.5\%}$, = +1,23 м БС.

2.3 Уровень моря – 50% обеспеченности из наивысших годовых уровней $H_{\max.50\%}$, = +0,93 м БС.

2.4 Уровень моря – 50% обеспеченности из средних годовых уровней $H_{cp.50\%} = -0,07$ м БС.

а. Для строительного периода расчетным является $H_{расч.стр.} = -0,09$ м БС.

3. По результатам выполненного математического моделирования динамики, проектируемого искусственного песчаного пляжа, для дальнейшего рассмотрения предложены шесть вариантов проектного решения:

3.1 Свободный песчаный пляж полного профиля (профиля относительного динамического равновесия). Объем первоначальной отсыпки (намыва) составляет $347 \text{ м}^3/\text{м}$. На весь проектный участок длиной 4550 м потребуется отсыпать (намыть) 1.58 млн. м^3 . Для поддержания пляжа в проектном положении потребуются эксплуатационные пополнения в объеме порядка 0.80 млн. м^3 пляжеобразующего материала каждые 5 лет. На участке аварийной защиты параметры пляжа не изменяются.

3.2 Пляж с системой бун. Профиль пляжа и объем его отсыпки те же, что в варианте № 1. Длина бун – по 180 м, расстояние между бунами – 180 м. Рекомендуемый профиль бун приведен на рисунке 4.3. На участке противоаварийной защиты берега, вновь проектируемые буны рекомендуется совместить с бунами аварийной защиты через 2 буны. Объем эксплуатационных пополнений пляжа должен составить 400 тыс. м^3 1 раз за 5 лет. Сокращать длину бун на восточном фланге проектного участка не рекомендуется. Для обеспечения устойчивости берега на низовом участке (к востоку от проектного) на длине 180 м рекомендуется отсыпать (намыть) пляж в том же объеме, что и на проектном участке, то есть по 350 м^3 на погонный метр берега. Всего – 63.0 тыс. м^3 пляжеобразующего материала.

3.3 Пляж с системой бун и волноломов. Рекомендуется вариант сооружений следующей конфигурации:

Буны длиной $l_b = 180$ м с расстоянием между бунами $S = 270$ м. Волноломы длиной $b = 120$ м, располагаемые по головным частям бун на расстоянии $l = 180$ м от волнозащитной стены (коренного берега).

Волноломы располагаются в межбунных отсеках не симметрично, а со сдвижкой на запад. Расстояние от головы буны до волнолома в западной части каждого межбунного отсека составляет 60 м, расстояние от волнолома до головы буны в восточной части отсека – 90 м.

Для строительства волноломов рекомендуется применить камень массой 2 – 3 т с уклоном 1:2. Для предотвращения погружения камня в песок под основанием волнолома из каменных набросков следует устраивать обратный фильтр из щебня общей толщиной не

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Инв. № подл.
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

менее 0,5 м. Рекомендуемое плановое расположение сооружений приведено на рисунке 4.14, рекомендуемая конструкция волнолома - на рисунках 4.15, 4.16.

Отметка тыльной части пляжа составит +2.20 м БС, объем отсыпки (намыва) пляжа – 276 м³/м или 1.25 млн. м³ на весь участок проектирования, объем пополнений пляжа – 250 тыс. м³ 1 раз за 5 лет. Таким образом, отметки гребней бун могут быть уменьшены до +2,25 м БС. В остальном профиль бун рекомендуется сохранить в соответствии с вариантом № 2.

При варианте № 3 возможно возникновение сильных разрывных течений вдоль бун. Эти течения могут выносить пляжеобразующий материал.

3.4 Пляж с системой волноломов, удаленных от волнозащитной стены (коренного берега) на расстояние 170 м. Длина волноломов – 170 м, расстояние между волноломами – 240 м. Рекомендуемая конфигурация волноломов по варианту № 4 приведена на рисунке 4.20. Конструкции волноломов по варианту № 4 рекомендуется принять в соответствии с рисунками 4.15, 4.16. Геометрические и объемные параметры пляжа – в соответствии с таблицами 4.7, 4.8. На участке аварийной защиты конфигурацию сооружений по варианту № 4 рекомендуется принять без изменений.

Для обеспечения динамической устойчивости проектируемого пляжа по варианту № 4 рекомендуется на западной границе проектного участка, на длине 150 м отсыпать (намыть) свободный пляж в том же объеме на 1 погонный метр, что и для пляжа на проектом участке, то есть 276 м³/м, всего – порядка 40 тыс. м³ пляжеобразующего материала.

Объем эксплуатационных пополнений пляжа составляет 400 – 500 тыс. м³ 1 раз за 5 лет.

6.3 Бухтовый пляж с волноломами. Волноломы устанавливаются на расстоянии $l = 100$ м от волнозащитной стены (коренного берега). В результате отложения наносов в зоне волновой тени волноломов образуются томболо (пляж соединяется с волноломом) и создается бухтовый пляж.

Длины волноломов $b = 125$ м. Расстояние между волноломами $S = 180$ м. Волноломы рекомендуется строить из камня массой 1 т с уклоном 1:1.5. Ширину волноломов по гребню рекомендуется принять равной 6.0 м, отметку верха волноломов - +0.93 м БС. Объем отсыпки (намыва) пляжа - 203 м³/м или 920 тыс. м³ на весь проектный участок. Объем эксплуатационных пополнений – порядка 300 тыс. м³ 1 раз за 5 лет.

6.4 Пляж с системой волноломов с бунами на границах. Волноломы удалены от волнозащитной стены (коренного берега) на расстояние 170 м. Длина волноломов – 170 м, расстояние между волноломами – 240 м. Крайние фланговые волноломы примыкают к головным частям бун.

Рекомендуемая конфигурация волноломов по варианту № 6 приведена на рисунке 4.26. Конструкции волноломов по варианту № 6 рекомендуется принять в соответствии с рисунками 4.15, 4.16. Геометрические и объемные параметры пляжа рекомендуется принять в соответствии с таблицами 4.7, 4.8. На участке аварийной защиты конфигурацию сооружений по варианту № 6 рекомендуется принять без изменений.

Объем эксплуатационных пополнений пляжа составляет порядка 200 тыс. м³ 1 раз за 5 лет.

Для обеспечения устойчивости берега на низовом участке (к востоку от проектного) на длине 170 м рекомендуется отсыпать (намыть) пляж в том же объеме, что и на проектом участке, то есть по 350 м³ на погонный метр берега. Всего – 59.5 тыс. м³ пляжеобразующего материала.

4. Из шести рассмотренных вариантов, наиболее оптимальными представляются варианты № 6 – рекомендуется, как основной, и вариант № 5. В этих вариантах, даже при сокращении ширины пляжа, коренной берег, и променад будут защищены от прямого волнового воздействия.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

5. В случае если буну будут иметь свайную конструкцию, горизонтальная нагрузка на буну в головной части составит $R_6 = 24,8$ кН/м. Волновая скорость у дна $V_f = 4.6$ м/с.

6. Для строительства набросных волноломов (рисунок 4.15), как и головных частей набросных бун, рекомендуется применить камень массой 2 – 3 т с уклоном 1:2. Для предотвращения погружения камня в песок под основанием волнолома из каменных набросков следует устраивать обратный фильтр из щебня общей толщиной не менее 0,5 м. Ширину волноломов по их гребням рекомендуется принять равной 10 м. Отметка гребня волноломов $Z_{гр.вл} = H_{макс.50\%} = +0,93$ м БС.

7. Если будет принято решение строить волноломы свайной конструкции (рисунок 4.16), то ширина гребня волнолома должна быть не менее 6.0 м. Отметка гребня волноломов $Z_{гр.вл} = H_{макс.50\%} = +0,93$ м БС. С морской стороны свайного ряда рекомендуется устроить наброску из тетраподов массой 3 т с уклоном 1:1.5. Расчетная горизонтальная нагрузка на свайную стену волнолома при откате волны составляет $R_B = 65,0$ кН/м.

8. В случае, если будет принят вариант строительства свободного пляжа, намыв песка рекомендуется производить с запада на восток.

8. В случае, если будет принят вариант строительства пляжа с пляжеудерживающими сооружениями, строительство рекомендуется производить захватками с востока на запад (против вдольберегового потока наносов). Вначале рекомендуется строить секцию пляжеудерживающих сооружений (буну и волнолом или только волнолом), затем под защитой сооружений намывать участок пляжа.

10. Разработку подводного карьера, намыв пляжа и строительство сооружений рекомендуется производить согласно нормативным документам [15, 19 – 22].

11. Основными положениями этих документов для гидромеханизированных земляных работ являются:

11.1 Разработке грунта должны предшествовать завершение и приемка всех разбивочных и подготовительных работ.

11.2 Запас полезных грунтов карьера должен обеспечить потребность строительства. При исчислении запаса полезного грунта исключается вскрыша, линзы некачественного грунта, унос мелких фракций пылеватого песка, пыли, глинистых частиц, недобор по дну грунта.

11.3 Заложение откосов выемок, подлежащих разработке плавучими землесосными снарядами, проектируется с учетом угла естественного откоса грунта. При производстве работ выемку следует уширять с таким расчетом, чтобы после обрушения грунта откосов площадь живого сечения выемки соответствовала проектной. Крутизну подводных откосов при разработке среднезернистых песков в акватории с течением следует принимать равной 1:4 – 1:6.

11.4 При намыве сооружений должен быть организован отвод (сброс) воды с помощью сбросных устройств. Система отвода воды и конструкция сбросных устройств определяются в проекте организации строительства с учетом типа намываемого сооружения, способов и схем намыва, а также с учетом требований к составу и качеству сбросной воды.

11.5 Каждая карта намываемого сооружения рассчитывается на прием всей пульпы, подаваемой на нее землесосными снарядами, а также на отвод всей осветленной воды. Количество водосбросных колодцев на карте устанавливается проектом организации строительства.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
											154

12. При возведении бун и волноломов следует руководствоваться следующими основными положениями:

12.1 Работы по погружению свайных элементов необходимо выполнять в соответствии со специально разработанными или типовыми, привязанными к местным условиям, технологическими картами производства работ, указаниями рабочих чертежей по производству работ с соблюдением требований техники безопасности на строительстве.

12.2 Все операции в период производства работ по погружению свайных элементов должны выполняться в строгом соответствии со специальной инструкцией на производство свайных работ, составляемой для конкретной сваебойной установки, с учетом технологических карт и требований техники безопасности.

12.3 Стальные и деревянные сваи, имеющие отклонения в плане свыше допускаемых, разрешается выправлять по согласованию с проектной организацией. При этом дополнительное к проектной нагрузке на сваю воздействие горизонтального усилия от выправки не должно нарушать нормальной работы сваи в сооружении.

12.4 Камень, применяемый для возведения морских гидротехнических сооружений по своим характеристикам (прочность, морозостойкость, коэффициент размягчаемости и др.), должен удовлетворять требованиям проекта, ВСН 5-84 Применение природного камня в морском гидротехническом строительстве.

12.5 Камни не должны иметь признаков выветривания, прослоек глины, гипса и других размокающих, растворимых или рыхлых включений, видимых расслоений и трещин. Качество камня, его пригодность для возведения сооружения, а также выбор соответствующих карьеров должны быть подтверждены соответствующими документами, согласованными с заказчиком и проектной организацией; если они отсутствуют, то перед началом строительства должна быть проведена согласованная лабораторная проверка качества камня и определена его пригодность для оградительных сооружений.

12.6 Фасонные блоки следует изготавливать на заводах железобетонных и бетонных изделий или на полигонах строительной организации. В каждом случае необходимость изготовления на том или другом предприятии должна подтверждаться технико-экономическим обоснованием. Фасонные блоки необходимо изготавливать в соответствии с рабочими чертежами, в которых должна быть указана марка бетона по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости в соответствии с ГОСТ 26633-85 на бетон и материалы для его приготовления.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 277.1325800.2016. Сооружения морские берегозащитные. Правила проектирования. – М., Минстрой РФ, 2016.
2. СП 38.13330.2012. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). - М., Минрегионразвития РФ, 2012.
3. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. - М., Минрегионразвития РФ, 2011.
4. Постановление Правительства РФ от 2 ноября 2013 г. № 986 «О классификации гидротехнических сооружений».
5. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. СНиП 2.01.07-85*. Актуализированная редакция. – М., Минстрой РФ, 2016.
6. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – М., Минстрой РФ, 2016.
7. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». СНиП 23-01-99*. Актуализированная версия. – М., Минрегионразвития РФ, 2017.
8. Р 31.3.07-01. Указания по расчету нагрузок и воздействий от волн, судов и льда на морские гидротехнические сооружения. - М., Союзморниипроект, 2001.
9. РД 52.10.865-2017. Руководство по расчету режимных характеристик морского ветрового волнения. – М., Росгидромет, 2018.
10. РД 31.31.86-85. Рекомендации по проектированию и технологии строительства оградительных сооружений из набросков с жестким экраном. – Л., ММФ СССР, 1986.
11. ВСП 33-03-07. Инструкция по проектированию откосных и сквозных оградительных сооружений, и специальных подводных стендов. – М., МО РФ, 2008.
12. Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях. – М., Гидрометеиздат, 1975.
13. Руководство по расчету элементов гидрологического режима в прибрежной зоне моря и в устьях рек при инженерных изысканиях. – М., Гидрометеиздат, 1973.
14. Рекомендации по расчету искусственных свободных песчаных пляжей. - М., Минтрансстрой, ЦНИИС, 1982.
15. ВСН 34-91 Правила производства и приемки работ на строительстве новых, реконструкции, расширении действующих гидротехнических морских и речных транспортных сооружений. - М., Минтрансстрой СССР, 1992.
16. Руководство по морским гидрологическим прогнозам. - С. Петербург, Гидрометеиздат, 1994.
17. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утверждены Приказом МПР России от 12.12.2007, № 328.
18. ВРДС 12-05-03. Методические указания по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на акваториях ВМФ. – М., МО РФ, 2003.
19. РД 31.74.09-96 Нормы на морские дноуглубительные работы.
20. РД 31.74.08-94. Техническая инструкция по производству дноуглубительных работ.
21. РД 31.74.07-95. Наставление по обеспечению навигационной безопасности дноуглубительного флота.
22. РД 31.29.04-90. Суда дноуглубительного флота. Правила технической эксплуатации рабочих устройств.
23. Справочные данные по режиму ветра и волнения Балтийского, Северного, Черного, Азовского и Средиземного морей / Под ред. Л.И. Лопатухина, А.В. Бухановского, С.В. Иванова, Е.С. Чернышевой. – СПб., Российский морской регистр судоходства, 2006 (актуализирован в 2019 г.).
24. Атлас волнения и ветра Балтийского моря. - Таллин, 1965.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

					Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		156

25. Атлас Балтийского моря Единой системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). – ФБГУ «ВНИГМИ – МЦД», 2013 – 2017. http://www.esimo.ru/atlas/Balt/1_1.html
26. Проект «Моря СССР». Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: Справочник. – Т. III. Балтийское море. – С. Пб., Гидрометеиздат, 1992.
27. Режим, диагноз и прогноз ветрового волнения в морях и океанах. – М., Гидрометеиздат, 2013.
28. Думанская И.О. Типовые ледовые условия на основных судоходных трассах морей Европейской части России для зим различной суровости. – Гидрометцентр РФ.
29. Нестеров Е.С. Экстремальные волны в океанах и морях. – Гидрометцентр РФ, М., 2015.
30. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация (с поправкой). Межгосударственный стандарт. – М., Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2012.
31. Справочник по литологии/Под ред. Н. Б. Вассоевича, В. Л. Либровича, Н. В. Логвиненко, В. И. Марченко. – М., Недра, 1983.
32. Ветер и волны в океанах и морях. Регистр СССР. Справочные данные. – Л., Транспорт, 1974.
33. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на береговых станциях и постах. – Л., Гидрометеиздат, 1984.
34. Географический атлас Калининградской области. Под ред. В.В.Орленка. – Издательство: Калининградского государственного университета, 2002.
35. Справочник по гидрологическому режиму морей и устьев рек СССР. Ч.1. Основные гидрологические характеристики. Т.1 Балтийское море. Вып. 4. Южная часть Балтийского моря и Куршский залив. – Л., 1973.
36. Горлова А.А., Макаров К.Н. Заносимость портовых акваторий и подходных каналов. – Гидротехническое строительство, 2016, №7, с. 33-40.
37. Лаппо Д.Д., Стрекалов С.С., Завьялов В.К. Нагрузки и воздействия ветровых волн на гидротехнические сооружения. – М., 1990.
38. Макаров К.Н., Николенко А.А. Программный комплекс гидродинамических и литодинамических расчетов "Берег". Версия 3.0. – Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №950056 в РосАПО от 17.02.95.
39. Макаров К.Н., Катлине Коблев А.Х. Программа расчета элементов волн в прибрежной зоне моря при наличии подводных каньонов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013618846 от 19 сентября 2013 г.
40. Макаров К.Н., Абакумов О.Л., Погорельцев Ю.Р. Программа расчета волногасящих откосных укреплений берегозащитных и портовых сооружений. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016612286 от 20 февраля 2016 г.
41. Макаров К.Н., Макаров Н.К., Николенко А.А., Погорельцев Ю.Р. Программа расчета динамики свободных пляжей и пляжей под защитой пляжеудерживающих сооружений, в том числе на искусственных островах. Свидетельство о государственной регистрации № 2014617856 от 5 августа 2014 г.
42. Макаров К.Н., Погорельцев Ю.Р. Программа расчета длинноволновых колебаний (тягуна) в портах. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017613648 от 23 марта 2017 г.
43. Макаров К.Н. Программный комплекс для расчета параметров волн в окраинных морях. – Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Моря России: Методы, средства и результаты исследований», Севастополь, 24–28 сентября 2018 г., с. 268-269.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

44. Макаров К.Н., Николенко А.А. Программный комплекс по расчету гидро- и литодинамики бесприливных морей, озер и водохранилищ. - Гидротехническое строительство, 1992, № 1, с. 11-12.
45. Макаров К.Н. Математическое моделирование в морской гидротехнике. – Сочи, СГУТ и КД, 2008.
46. Макаров К.Н. Регулирование вдольберегового потока наносов для снижения заносимости подходных каналов к портам на песчаных берегах. - Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2016, № 9-10, с. 32-35.
47. Ветер, волны и морские порты// Галенин Б.А. и другие. - Л., Гидрометеиздат, 1986.
48. Шадрин И.Ф. Прибрежные ветровые и градиентные течения. В кн.: Береговая зона моря. - М., Наука, 1981, с. 40-46.
49. Россинский К.И., Дебольский В.К. Речные наносы. – М., Наука, 1980.
50. Судольский А.С. Динамические явления в водоемах. – Л., Гидрометеиздат, 1991.
51. Динамические процессы береговой зоны моря. (Под ред.Р.Д. Косьяна, И.С. Подымова, Н.В. Пыхова). – М., Научный мир, 2003. – 320 с.
52. Китаев А.Б. Методы оценки внешнего водообмена водохранилищ. Отдельный оттиск.
53. Макаров К.Н., Макарова И.Л. Расчет водообмена огражденной акватории с открытым морем. - Обозрение прикладной и промышленной математики, 2008, том 15, вып. 1.
54. Прохода-Шумских Л.В., Кантаржи И.Г. Некоторые вопросы экологической экспертизы глобальных морских проектов. - Вестник МГСУ, 2010, № 4. Т. 2. с. 26-29.
55. Кантаржи И.Г., Мадерич В.С. Обеспечение качества морской воды в искусственных береговых акваториях. – Инженерно-строительный журнал, 2013, №2, с. 75 – 80.
56. Лонге-Хиггинс М.С. Механика прибойной зоны // Механика. Период. сб. пер. статей, 1974. № 1. - М., Мир. С. 84–103.
57. Изучение мирового опыта проектирования и строительства морских берегоукрепительных сооружений и оценка их применения для конкретных условий на участке Сочи-Адлер Северо-Кавказской ж.д. – НИЦ «Морские берега», Сочи, 2010.
58. Щербина В.В., Чубаренко Б.В., Макаров К.Н., Болдырев В.М., Шibaев С.В., Новожилов О.А., Алдушин А.В., Домнин Д.А., Гурова Е.С., Николенко А.А. Информационно-прогнозная автоматизированная система береговой зоны Калининградской области (ИПАС). Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620273. - Служба интеллектуальной собственности РФ, 2012.
59. Математическое моделирование пляжеудерживающих сооружений с намывом пляжа в районе пос. Отрадное - г. Светлогорск в Калининградской области с обеспечением инженерной инфраструктурой. Инженерно-гидрометеорологические изыскания. Отчет по НТР. – ООО «ВЭЙВ», Калининград, 2014.
60. Отчет по отбору и лабораторному анализу проб донных осадков и пляжевых отложений. – Отчет по НИР, РосПроект, Калининград, 2011.
61. Изучение поверхностного слоя грунтов морского дна в районе п. Отрадное – м. Гвардейский. – Отчет по НИР, АО ИО РАН, Калининград, 2008.
62. Комплексные инженерно-геодезические изыскания на застроенной территории для проекта «2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область». – ООО «ГеоВестГрад», Гурьевск, 2019.
63. Проведение аварийно-восстановительных работ берегозащитных сооружений, расположенных на территории побережья муниципального образования «Светлогорский городской округ Калининградской области в целях ликвидации чрезвычайной ситуации локального характера на объекте «Набережная в г. Светлогорске» и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Интв. № подл.	Подп. и дата
Интв. № дубл.	Взам. инв. №
Интв. № инв.	Подп. и дата
Интв. № подл.	Подп. и дата

чайной ситуации регионального характера в муниципальном образовании «Светлогорский городской округ Калининградской области. Проектная документация. – ООО «Центр комплексного проектирования», Калининград, 2019.

64. Бабаков А.Н. Пространственно-временная структура прибрежных течений и миграций наносов в береговой зоне юго-восточной Балтики. Дисс. канд. геогр. наук. – Калининград, 2002.

65. Басс О.В. Воздействия техногенных факторов на морфолитодинамические процессы прибрежной зоны юго-восточной Балтики. Дисс. канд. геогр. наук. – Калининград, 2006.

66. Болдырев В.Л., Рябкова О.И. Динамика береговых процессов на Калининградском побережье Балтийского моря. – Известия Русского географического общества. 2001. Т. 133. № 5.

67. Бурнашов Е.М. Современная динамика и геоэкологическое состояние морского берега Калининградской области. Дисс. канд. геогр. наук. – Барнаул, 2011.

68. Корзинин Д.В. Динамика рельефа береговой зоны Северного побережья Самбийского полуострова (юго-восточная Балтика). Дисс. канд. геогр. наук. – Москва, 2012.

69. Рябкова О.И. Динамика берегов Самбийского полуострова и Куршской косы. Дисс. канд. геогр. наук. – М., 1987.

70. Рябкова О.И., Левченков А.В. Изучение побережья Самбийского полуострова: вклад немецких, советских и российских ученых. – Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2016. No 3. С. 44—70.

71. Соколов А.Н., Чубаренко Б.В. Анализ эффективности сброса в море материала дноуглубления с точки зрения берегозащиты. – Научный журнал «Известия КГТУ», №45, 2017.

72. Стонт Ж.И. Современные тенденции изменчивости гидрометеорологических параметров юго-восточной части Балтийского моря и их отражение в прибрежных процессах. Дисс. канд. геогр. наук. – Калининград, 2014.

73. Схема противооползневых и берегоукрепительных сооружений на побережье Балтийского моря в пределах Калининградской области. Природные условия и гидрометеорологический режим Калининградского побережья Балтики. - Светлогорск, 1999.

74. Свод правил по инженерным изысканиям на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений. - М., Госстрой России, 2004.

75. Экстремальные значения уровня у побережий морей и в устьях рек Европейской части СССР. – М., Гидрометеоздат, 1977.

76. Болдырев В. Л. и др. Основы берегозащиты Калининградского побережья Балтики. Baltica, 1982. Вып. 7. С. 187—194.

77. Болдырев В.Л., Рябкова О.И. Создание искусственных песчаных пляжей на северном побережье Самбийского полуострова // 77. Проблемы геоморфологии и четвертичной геологии шельфовых морей. Калининград, 1989. С.86-90.

78. Болдырев В.Л., Рябкова О.И. Динамика береговых процессов на Калининградском побережье Балтийского моря // Изв.РГО 2001. т.133. №5. С.41-48.

79. Сергеев А.Ю. Палеогеографическая реконструкция района Куршской косы в позднем неоплейстоцене – голоцене. - Региональная геология и металлогения, 2015, № 62, с. 34 – 44.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Математическое моделирование по объекту: «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)	Лист 159
-----	------	----------	-------	------	---	-------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на выполнение работ

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор
ООО «ГЕОИЗОЛ»



Е.Б. Лашкова

ОГЛАСОВАНО»

Директор
ООО «ВЭЙВ»



К.Н. Макаров

«02» мая 2019г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на «Исследование эффективности проектируемых пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область на основе математического моделирования и оценка воздействия на окружающую среду»

1.	Наименование объекта	Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное, г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей (корректировка)
2.	Государственный Заказчик	Государственное бюджетное учреждение Калининградской области «Балтберегозащита»
3.	Заказчик	ООО «ГЕОИЗОЛ»
4.	Исполнитель	ООО «ВЭЙВ»
5.	Вид строительства	Новое строительство
6.	Сбор исходных данных для выполнения работ	Осуществляет заказчик
7.	Цели работ	Подготовка исходных материалов для разработки проектной документации по объекту «Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка).
8.	Содержание и объем выполняемых работ	1. Определение расчетных уровней моря. 2. Расчет элементов волн на глубокой воде в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет по всем волноопасным направлениям и среднемноголетней розы волнений. 3. Расчет связи трех элементов волн (высоты, периода и длины) с глубиной в прибойной зоне в штормах повторяемостью 1 раз за 25 лет при высоте волн более 3 м. 4. Расчет скорости вдольберегового волноприбойного течения на акватории со сложным рельефом дна и наличием сооружений. 5. Составление баланса твердого стока при числе расчетных створов 6-10. 6. Определение деформаций при разрушающихся берегах с деформациями дна, движение наносов интенсивное. 7. Моделирование взаимодействия волн с проектируемыми пляжеудерживающими и волногасящими

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

		<p>сооружениями с определением их конструкции и конфигурации.</p> <p>8. Моделирование динамики намываемого пляжа с определением объемов намыва и ежегодных пополнений.</p> <p>9. Моделирование распространения взвеси при разработке морского подводного карьера песка.</p> <p>10. Моделирование распространения взвеси при намыве пляжа и устройстве бун.</p> <p>11. Расчет водообмена в прибрежной зоне с учетом предлагаемых берегозащитных сооружений, определение наличия застойных зон.</p> <p>12. Разработка рекомендаций для проектирования (определение параметров устраиваемого пляжа и пляжеудерживающих сооружений).</p> <p>13. Разработка рекомендаций по производству работ при устройстве пляжа и пляжеудерживающих сооружений.</p>
9.	Границы основных работ	Участок расположен в г. Светлогорске в районе существующего спуска пос. Отрадное и ул. Ольховая и на акватории Балтийского моря, протяженность 4,5 км.
10.	Основные требования к сооружениям	<p>Назначение сооружения – постоянное, основное, класс – III, уровень ответственности – II.</p> <p>Перечень проектируемых сооружений:</p> <ul style="list-style-type: none"> - намыв искусственного песчаного пляжа протяженностью 4,5 км; - пляжеудерживающие сооружения (предполагаемые): <ul style="list-style-type: none"> - буны - свайные (длину и шаг определить расчетом); - волноломы (при необходимости) - свайные или из наброски крупного камня (длину и конфигурацию определить расчетом). <p>Проектные решения по конфигурации и конструкциям пляжа и пляжеудерживающих сооружений определить расчетом.</p>
11.	Требования к проведению математического моделирования	<p>Выполнить математическое моделирование в соответствии с законодательством РФ и требованиями нормативных документов.</p> <p>В составе Договора разработать и согласовать с Заказчиком Программу на выполняемые работы.</p>
12.	Особые условия	Рассмотреть не менее трех вариантов берегозащитных сооружений
13.	Исходные данные	<ol style="list-style-type: none"> 1. Батиметрические планы М 1:2000 (1:5000), 1:500. 2. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. 3. Отчет об инженерно-гидрометеорологическом изысканиях. 4. Литологические характеристики дна и карьерного материала для намыва пляжа. 5. Предпроектные проработки и предложения. 6. Технология разработки подводного карьера, доставки песка на берег и намыва (отсыпки) искусственного песчаного пляжа. 7. Проектная документация на «Проведение аварийно-восстановительных работ берегозащитных сооружений, расположенных на территории побережья муниципального образования "Светлогорский городской округ" Калининградской области в целях ликвидации чрезвычайной ситуации локального характера на объекте "Набережная в г. Светлогорске" и предупреждения

Инва. № подл.	Подп. и дата	Инва. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

		чрезвычайной ситуации регионального характера в муниципальном образовании "Светлогорский городской округ" Калининградской области», 2019г.
14.	Требования к составу отчета	Текстовая часть технического отчета оформляется с использованием программ Microsoft Office (Word, Excel и другие). Графическая часть (схемы, чертежи, планы и прочее) оформляется с использованием программы Adobe Reader и AutoCAD. Требования к работам и отчету определяются в соответствии с нормативными документами: - СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»; - СП 131.13330.2012 «Свод правил. Строительная климатология»; - СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах»; - СП 277.1325800.2016 «Сооружения морские берегозащитные».
15.	Сроки выполнения работ	Согласно договору
16.	Обязательность использования при выполнении работ и составлении сметы СНиПов и других нормативных документов, действующих на территории Российской Федерации (регионе строительства)	Составление отчета осуществляется в соответствии с требованиями действующего законодательства, нормативных документов РФ и региона, строительных норм, правил, требований
17.	Количество экземпляров документации, передаваемой Заказчику	Технический отчет по результатам инженерных изысканий передается Заказчику в печатном виде в пяти (5) экземплярах и два (2) экземпляр в электронном виде на CD диске (текстовая часть в формате WORD, графическая – в формате AutoCAD не позднее 2007г.) и PDF

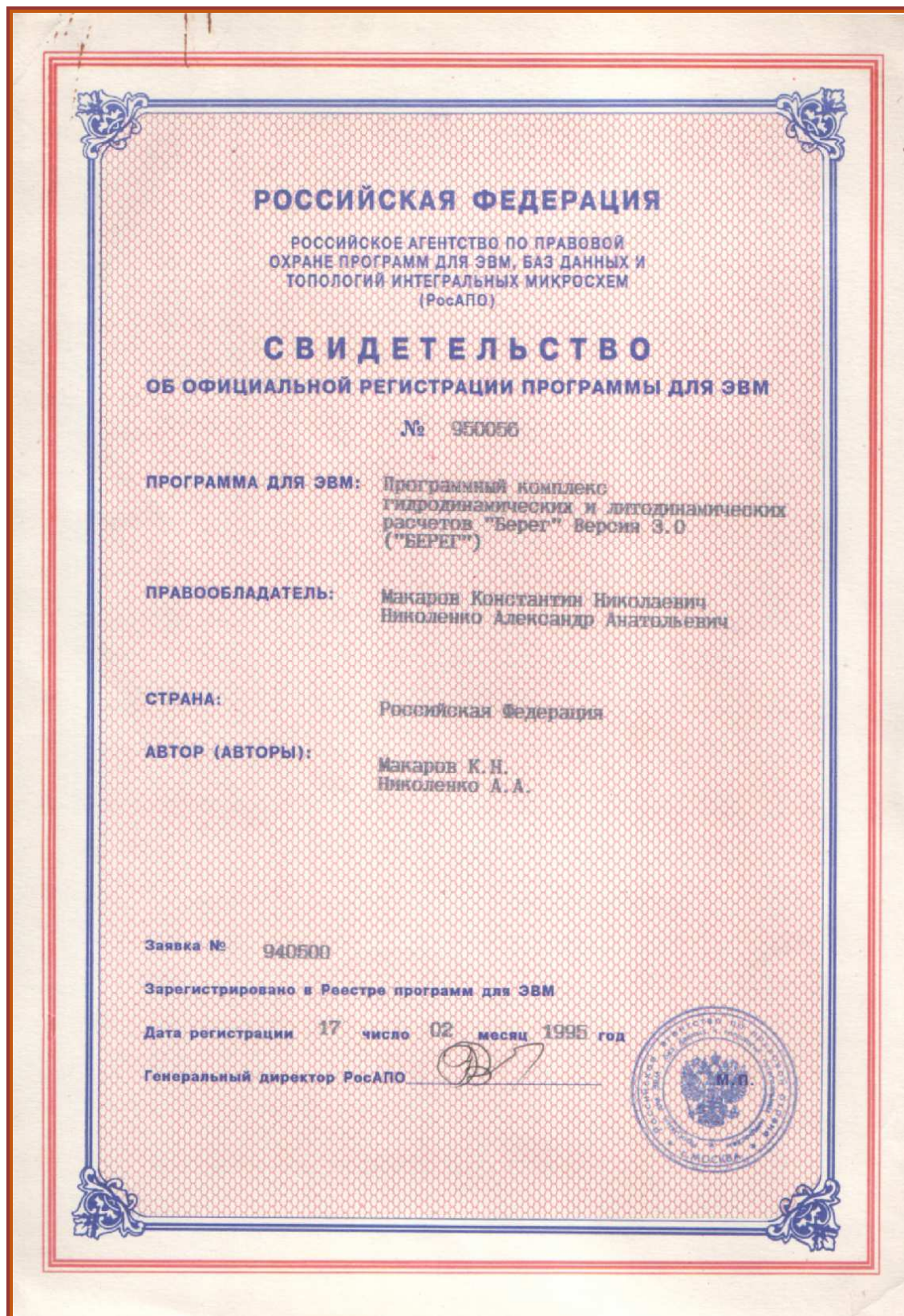
Главный инженер проекта
ООО «ГЕОИЗОЛ»:
Бунак А.А.
тел. 8-921-430-79-89

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)

Свидетельство об официальной регистрации системы «Берег»



Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Свидетельство об официальной регистрации системы ИПАС

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Формы № 43 ПР, БД, ТП-2008

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**
(РОСПАТЕНТ)

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-5
Телефон (8-495) 240-00-15. Факс (8-495) 234-81-58

На № 01/23-50 от 17.01.2012 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14, ФГАУ ВПО БФУ им. И. Канта, УНИР, Зам. нач. отдела защиты и трансферта ИС Л.А.Одноусм

(21) Наим № 2011620707
При внесении заявки составляется на вкладку заявки и сообщается дату получения заявки авторской информации

УВЕДОМЛЕНИЕ
о государственной регистрации

07 МАР 2012

Ставим Вас в известность о том, что база данных

Информационно-прогнозная автоматизированная система береговой зоны Калининградской области (ИПАС)

(21) по заявке № 2011620707
(22) дата поступления заявки 21.09.2011
(71) заявитель(и) Государственное казенное учреждение Калининградской области "Балтберегозащита", RU

внесена в Реестр баз данных, регистрационный № 2012620273 от 07.03.2012

Заявка рассмотрена с учетом поступивших 27.01.2012, 28.02.2012, 05.03.2012, 06.03.2012 дополнительных материалов

Приложение: 1. свидетельство о государственной регистрации на 1 л. в 1 экз.
2. Идентифицирующие материалы на 64 л.
3. Экранные изображения на 16 л.

Руководитель  Б.Л. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных
№ 2012620273

Информационно-прогнозная автоматизированная система береговой зоны Калининградской области (ИПАС)

Правообладатель(ы): **государственное казенное учреждение Калининградской области «Балтберегозащита» (RU)**

Автор(ы): **Щербина Вячеслав Владимирович, Чубаренко Борис Валентинович, Макаров Константин Николаевич, Болдырев Вадим Леонидович, Шибаев Сергей Вадимович, Новожилов Олег Анатольевич, Алдушин Андрей Викторович, Домнин Дмитрий Александрович, Гурова Евгения Сергеевна, Николенко Александр Анатольевич (RU)**

Заявка № 2011620707
Дата поступления 21 сентября 2011 г.
Зарегистрировано в Реестре баз данных 7 марта 2012 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности
 Б.Л. Симонов



Свидетельство об официальной регистрации программы расчета динамики пляжей

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2014617856

Программа расчета динамики свободных пляжей и пляжей под защитой пляжеудерживающих сооружений, в том числе на искусственных островах

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сочинский государственный университет» (RU)*

Авторы: *Макаров Константин Николаевич (RU), Макаров Николай Константинович (RU), Николенко Александр Анатольевич (RU), Погорельцев Юрий Романович (RU)*

Заявка № **2014615593**
 Дата поступления **10 июня 2014 г.**
 Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ **05 августа 2014 г.**



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Лит	Изм.
№ докум.	Подп.
Дата	

Свидетельство о государственной регистрации Программы расчета волногасящих откосных укреплений

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2016612286

**Программа расчета волногасящих откосных укреплений
берегозащитных и портовых сооружений**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сочинский государственный университет» (RU)*

Авторы: *Макаров Константин Николаевич (RU), Абакумов Олег Леонидович (RU), Позорельцев Юрий Романович (RU)*

Заявка № **2015663270**
Дата поступления **29 декабря 2015 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **20 февраля 2016 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит.	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Математическое моделирование по объекту:
«Строительство пляжеудерживающих сооружений в районе
пос. Отрадное – г. Светлогорск, Калининградская область (2 этап. Строительство
пляжеудерживающих сооружений и волногасящих пляжей)». (Корректировка)