

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ НАБЕРЕЖНОЙ В Г. САКИ (КРЫМ)

К.Н. Макаров, Н.К. Макаров

Сочинский государственный университет, г. Сочи, Россия, ktk99@mail.ru

Рассматриваются результаты математического моделирования волновых условий, течений, транспорта наносов и динамики пляжа на акватории Каламитского залива, прилегающей к г. Саки (Крым) в рамках разработки проекта реконструкции набережной. Проект разработан Научно-проектным центром «Берегозащита» (г. Краснодар). Моделирование выполнялось по программам, разработанным в России и реализующим как нормативные методы, так и пионерные разработки. В результате исследований получены расчетные характеристики гидро- и литодинамических процессов, определены нагрузки и воздействия на проектируемые сооружения, предложены три варианта конфигурации пляжеудерживающих сооружений. Выполнена оценка водообмена межбунных и заволноломных акваторий с открытым морем.

Ключевые слова: волны, течения, уровень моря, транспорт наносов, динамика берега, конфигурация пляжеудерживающих сооружений.

MATHEMATICAL MODELING FOR THE SUBSTANTIATION OF EMBANKMENT RECONSTRUCTION PROJECT IN TOWN SAKI (CRIMEA)

K.N. Makarov, N.K. Makarov

Sochi State University, Sochi, Russia, ktk99@mail.ru

The results of mathematical modeling of wave conditions, currents, sediment transport and beach dynamics in the water area of the Kalamitsky Bay adjacent to the city of Saki (Crimea) within the framework of the development of the embankment reconstruction project are considered. The project was developed by the Scientific and Project Center «Beregozachita» (Krasnodar). The simulation was carried out according to the programs developed in Russia and implementing both normative methods and pioneer developments. As a result of

the research, the calculated characteristics of hydro- and lithodynamic processes were obtained, the loads and impacts on the designed structures were determined, and three variants of the configuration of beach-protection structures were proposed. The assessment of water exchange between inter-bunney and under breakwaters areas with the open sea was performed.

Keywords: waves, currents, sea level, sediment transport, coast dynamics, beach protection structures configuration.

Участок проектирования располагается на западном побережье полуострова Крым, в приморской курортной зоне города Саки, на песчаной косе шириной 640 м на берегу Каламитского залива Черного моря.

Общая протяженность участка составляет 5850 м. Генеральный азимут береговой линии на участке проектирования $\alpha_b = 1450$ (3250). Средний уклон дна в прибрежной зоне от уреза до глубины 3.0 м составляет $i_{0-3} = 0.022$, далее дно уположивается и уклон дна становится равным $i_{3-10} = 0.015 - 0.010$.

Цель исследований заключалась в определении необходимых объемов отсыпок пляжеобразующего материала и оптимальной конфигурации пляжеудерживающих сооружений.

Для моделирования применялись программные средства, разработанные в России [1, 2] и реализующие нормативные и рекомендательные методы [4, 5], а также пионерные разработки [3].

Была разработана цифровая модель акватории, прилегающей к проектному участку, отображение которой приведено на рисунке 1.

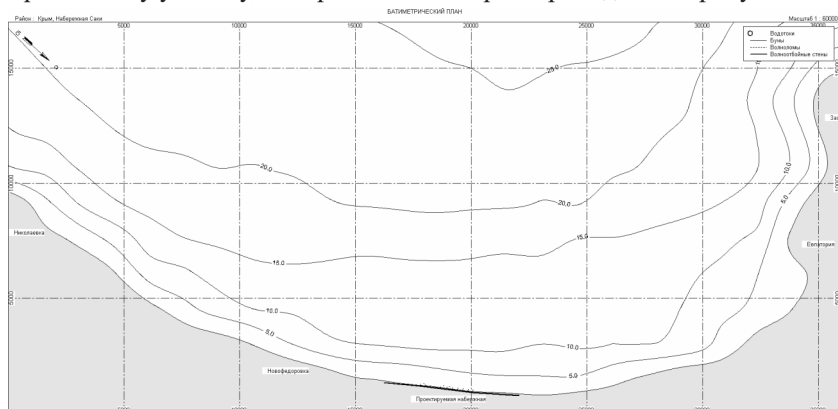


Рис. 1. Отображение цифровой модели акватории, прилегающей к песчаной косе в приморской зоне города Саки

По результатам расчетов установлено, что для волноопасных для проектного участка берега направлений в штормах повторяемость 1 раз за 25 лет средние высоты волн на глубокой воде состав-

ляют 3.3 – 3.6 м при средних периодах 8.2 – 8.7 с, средняя длина волн – 108 – 119 м. Продолжительность развитой фазы штормов – 16 часов. Высота волн 1% обеспеченности в системе достигает 8.6 м (ЮЮЗ направление).

Для определения оптимальной конфигурации пляжеудерживающих сооружений было выполнено математическое моделирование.

Моделирование выполнялось на воздействие наиболее опасных с точки зрения размыва пляжей расчетных штормов повторяемостью 1 раз за 25 лет от ЮЮЗ и З направлений. Для центрального участка с сооружениями выполнено также моделирование динамики пляжа при последовательном проходе штормов от противоположных направлений.

В техническом задании к работе было сказано, что надводная ширина пляжей не должна быть менее 35 м. Поэтому размыв пляжа по отношению к рекомендуемой его ширине – 45 м в штиль допускается не более, чем на 10 м.

Рассмотрены следующие варианты пляжеудерживающих сооружений:

1. Система бун с волноломами. Всего 11 бун длиной по 115 м, 5 волноломов длиной по 60 м – рисунок 2;

2. Система прерывистых волноломов с бунами. Длина бун – по 60 м, длина волноломов – по 70 м, расстояние между бунами – 150 м, рисунок 3 (модельный участок из трех межбунных отсеков);

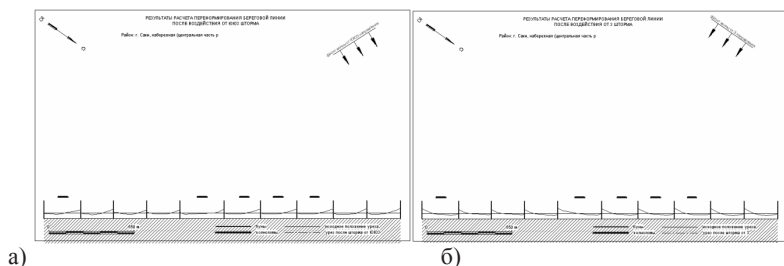


Рис. 1. Отображение цифровой модели акватории, прилегающей к песчаной косе в приморской зоне города Саки

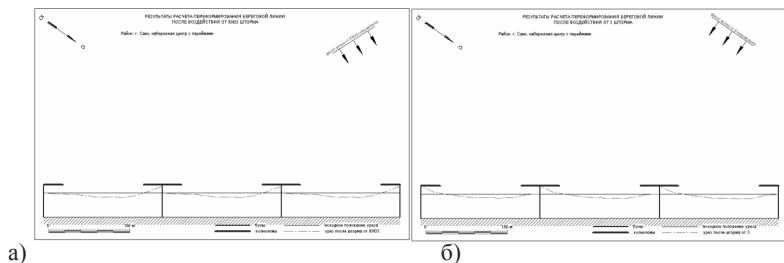
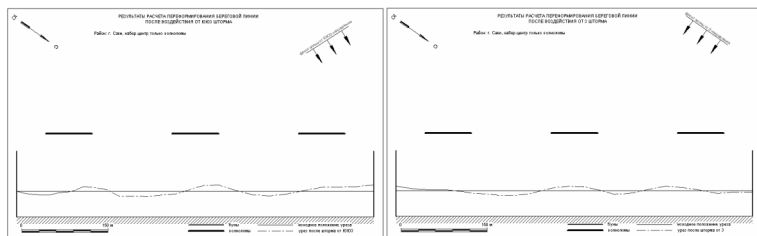


Рис. 3. Результаты моделирования динамики пляжа по второму варианту конфигурации сооружений. а) – шторм от ЮЮЗ, б) – шторм от З

3. Система из волноломов с бунами на границах участка. Длина волноломов – 80 м, расстояние между волноломами – 140 м, рисунок 4 (модельный участок из трех волноломов).



а) б)
Рис. 4. Результаты моделирования динамики пляжа по третьему варианту конфигурации сооружений. а) – шторм от ЮЮЗ, б) – шторм от З

Для всех вариантов сооружений выполнена оценка водообмена межбунных отсеков и заволноломных акваторий с открытым морем.

Как наименее материалоемкий и экологически безопасный, для реализации рекомендован вариант сооружений № 3.

Список литературы

1. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 950056 от 17.02.95. Программный комплекс гидродинамических и литодинамических расчетов «Берег». Версия 3.0 / К.Н. Макаров, А.А. Николенко.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014617856 от 05.08.2014. Программа расчета динамики свободных пляжей и пляжей под защитой пляжеудерживающих сооружений, в том числе на искусственных островах / К.Н. Макаров, Н.К. Макаров, А.А. Николенко, Ю.Р. Погорельцев.

3. Новые математические модели и программные комплексы в прибрежной морской гидротехнике / К.Н. Макаров [и др.] – Сочи : СГУ, 2014. - 187 с.

4. СП 38.13330.2012. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). - М.: Минрегион-развития РФ, 2012. – 119 с.: ил.