

Copyright © 2016 by Academic Publishing House Researcher



Published in the Russian Federation
European Journal of Technology and Design
Has been issued since 2013.

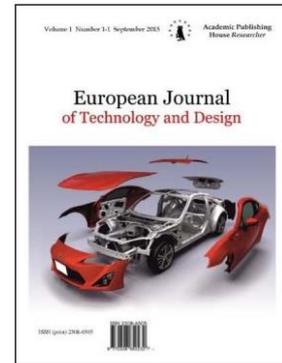
ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 13, Is. 3, pp. 106-114, 2016

DOI: 10.13187/ejtd.2016.13.106

www.ejournal4.com



UDC 627.74

Modeling of Sediment Accumulating in the Port Pionerskiy Reconstruction

¹ Konstantin N. Makarov

² Anastasiya A. Gorlova

¹ Sochi state university, Russian Federation
26 a, Sovetskaya Str., Sochi, 354000
Dr. (Hydraulic engineering), professor
E-mail: ktk99@mail.ru

² Sochi state university, Russian Federation
26 a, Sovetskaya Str., Sochi, 354000
Graduate student
E-mail: nastydarij@yandex.ru

Abstract

The technique and results of mathematical modeling of litho-dynamic characteristics of the coast and sediment accumulating in internal and external areas of port Pionerskiy in existing conditions and conditions of its reconstruction. On the results of the simulations to prevent sediment accumulating approaches to the reconstructed port of the Pionerskiy flow of sediments from the West, it is proposed to construct the sediment- restrain spur to the West of the root portion of a new protective breakwater. The volume of sedimentation and sensimet of external design water area will be reduced significantly.

Keywords: port hydraulic structures, the water area of port, coastal stream sediments, sensimet waters sediment-restrain spur.

Введение

Порт Пионерский располагается в г. Пионерском Калининградской области, на северном побережье Самбийского полуострова, омываемого Балтийским морем – рис. 1.

Максимальная протяженность акватории порта Пионерского составляет 620 м. Порт расположен в приузловой части береговой полосы. Выдвинутые молы располагаются параллельно противоположным берегам. Длина Восточного мола составляет 450 метров по внешнему краю и 360 метров по внутреннему. Северный мол слегка изогнут и имеет длину по внешней стороне 670 метров – рис. 2.

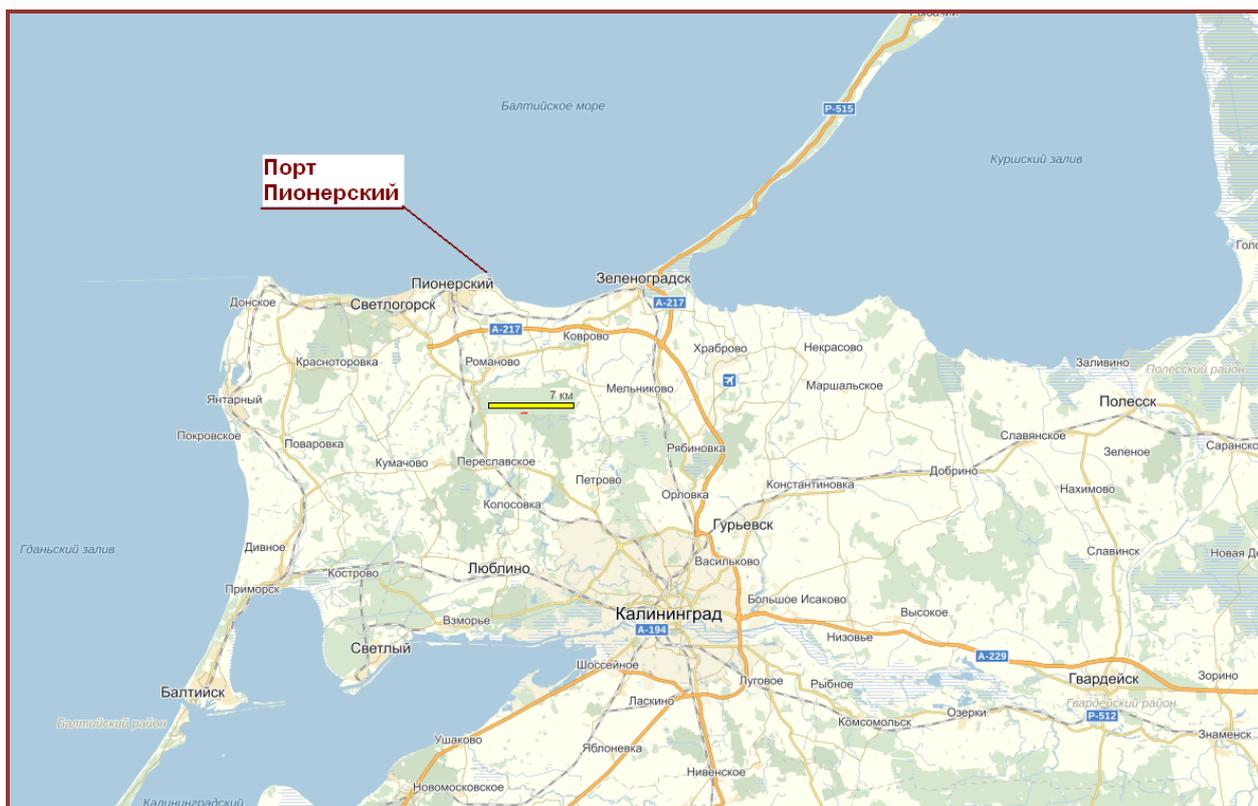


Рис. 1. Расположение порта Пионерского на побережье Балтийского моря в пределах Калининградской области

Порт имеет традиционную конфигурацию оградительных сооружений, которая способствует постоянному занесению подходаго канала рыхлым материалом поступающего с запада.



Рис. 2. Спутниковый снимок порта Пионерского

В рамках реконструкции порта Пионерского проектируется Международный морской терминал, предназначенный для приема круизных судов пассажировместимостью до 5000 чел., длиной до 320 м и паромов длиной до 211 м.

В состав гидротехнических сооружений проектируемого терминала входят: причальный фронт для приема и обработки расчетных судов с соответствующим оборудованием и сооружениями (галереи, рампы при необходимости и т.п.); причалы для вспомогательных судов; оградительные гидротехнические сооружения; подходной канал (необходимость определяется в процессе подготовки проектной документации); операционная акватория.

По результатам волновых расчетов и моделирования была разработана конфигурация гидротехнических сооружений, показанная на рис. 3.

Внешняя акватория существующего порта Пионерского подвергалась значительной заносимости (рис. 4). Поэтому одной из задач научного обоснования проекта реконструкции порта Пионерского было моделирование заносимости разворотного круга и вновь создаваемой операционной акватории.

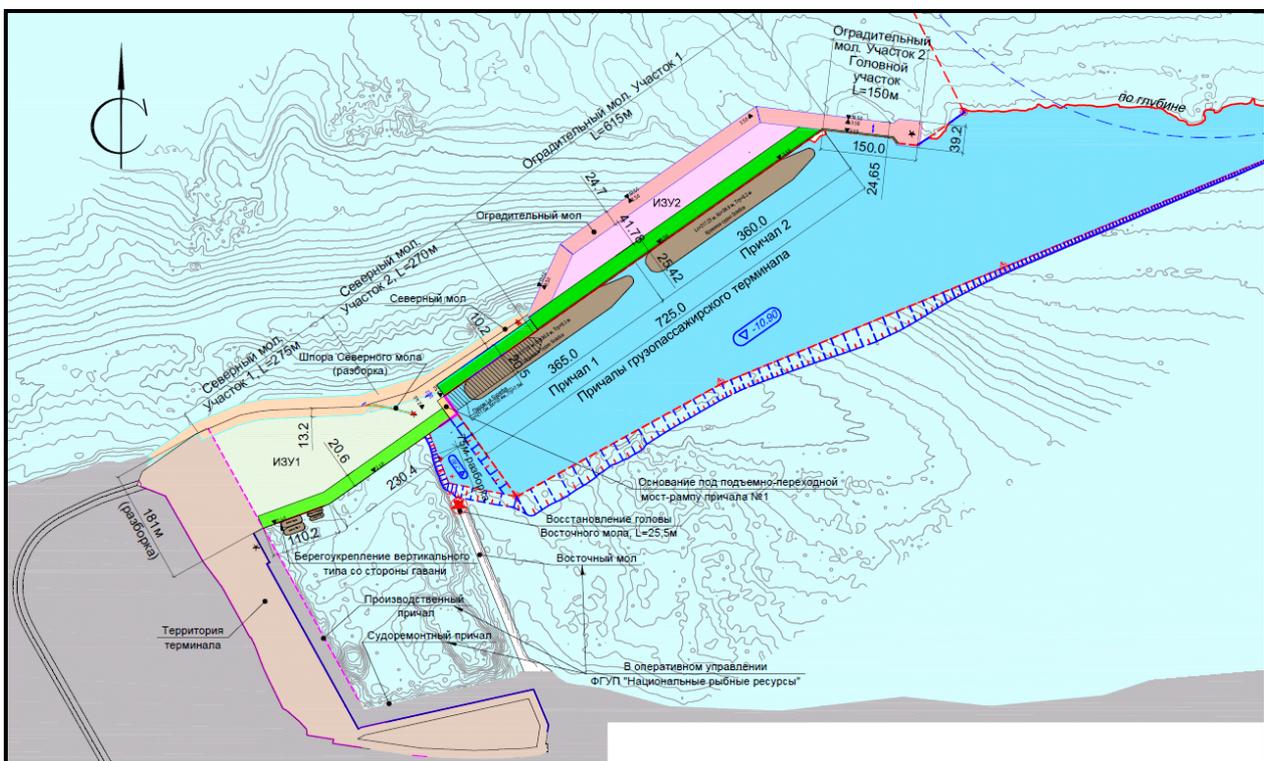


Рис. 3. Разработанная конфигурация сооружений для реконструкции порта Пионерского



Рис. 4. Наличие отмели к СВ от оголовка Северного мола существующего порта Пионерского

Материалы и методы

Для оценки литодинамических характеристик проектного участка берега была разработана цифровая модель местности (рис. 5) и выполнен расчет среднегодовалого и штормового вдольберегового транспорта наносов. По материалам инженерных изысканий средний диаметр наносов принимался равным $d_{cp} = 0.33$ мм.

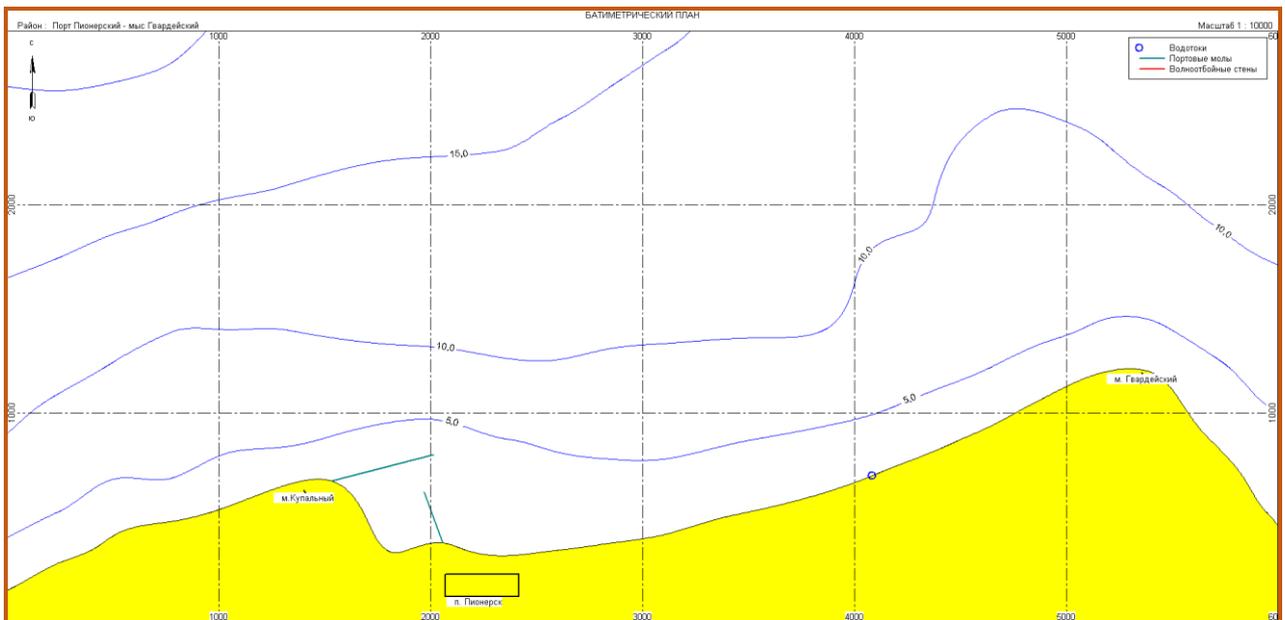


Рис. 5. Отображение цифровой модели района проектного участка

По результатам моделирования транспорта наносов было установлено, что среднегодовой вдольбереговой поток наносов на проектом участке берега направлен с

запада на восток. Его емкость составляет от 60 до 100 тыс. м³/год. При этом среднегодовые миграции наносов составляют: порядка 70 - 116 тыс. м³/год с запада на восток и порядка 15 тыс. м³/год с востока на запад.

Максимальная емкость штормового потока наносов – порядка 35 – 40 тыс. м³/сутки имеет место в штормах от ЗСЗ, СЗ и ССЗ направлений. Эти потоки наносов направлены с запада на восток. С востока на запад наносы переносятся в штормах ССВ и СВ направлений, их емкость составляет 5 – 6 тыс. м³/сутки.

Таким образом, мощные среднеголетние и штормовые вдольбереговые потоки наносов на проектном участке берега переносят наносы вдоль Северного мола порта Пионерского (до строительства этого мола – вдоль СЗ борта мыса Купального). При обходе этим потоком Северного мола (ранее – мыса Купального), поток расширяется, и наносы выпадают на дно, вызывая заносимость подходного канала порта Пионерского (ранее – образование косы) – рис. 4.

Полученные результаты подтверждают известные теоретические положения, согласно которым, вдольбереговой перенос наносов на песчаных берегах происходит как непосредственно под воздействием штормового волнения (относительно крупные наносы), так и вдольбереговым течением, являющимся суммой энергетического, градиентных и дрейфового течений. Это течение переносит значительный объем песчаных наносов мелких фракций во взвешенном состоянии на широком фронте.

В данной работе было принято во внимание то обстоятельство, что в Светлогорской бухте, расположенной к западу от реконструируемого порта Пионерского, планируется намыв искусственного песчаного пляжа общим объемом до 2 млн. м³. Этот пляж предполагается удерживать бунами.

Однако на песчаных берегах буны не могут полностью задержать вдольбереговое перемещение наносов, так как не могут перекрыть всю прибойную зону ввиду ее значительной ширины. Поэтому в данной работе предполагалось, что вдольбереговой поток наносов будет полностью насыщен, то есть его емкость (транспортирующая способность водного потока) будет равна мощности (расходу).

Предполагалось, что заносимость внутренней акватории происходит в результате проникновения в неё суммарных (ветровых и волновых) течений, насыщенных взвешенными наносами. При этом рассматриваются течения, вызванные ветрами от восточных (СВ-ВСВ-В) направлений.

Заносимость внешних акваторий обусловлена расширением фронта вдольберегового течения, генерируемого ветрами от западных (З-ЗСЗ-СЗ-ЗСЗ) направлений, после прохождения им оголовков существующего или проектируемого Северных молов.

Моделирование выполнялось по методике, изложенной в [1].

Для определения среднегодовой заносимости акватории необходимо рассчитать продолжительность действия различных гидрометеорологических ситуаций по розе ветров и просуммировать результаты.

Расчет заносимости внешней акватории существующего порта Пионерского до строительства нового оградительного мола выполнен при следующих предположениях:

- ширина фронта переноса наносов на подходе к оголовку существующего Северного мола, измеренная до изобаты 5.0 м $B_{\text{фн}} = 195$ м;
- средняя глубина на этом фронте $d_{\text{ср}} = 3.3$ м;
- ширина внешней акватории после обхода потоком оголовка существующего Северного мола $L_{\text{св}} = 375$ м;
- расчетная длина внешней акватории $X_{\text{а}} = 260$ м;
- расчетная глубина на внешней акватории $d_{\text{а}} = 5.5$ м.

Результаты

Расчетные гидродинамические параметры для расчета заносимости внешней акватории существующего порта Пионерского от западных штормов до строительства нового оградительного мола приведены в табл. 1.

Таблица 1. Расчетные гидролитодинамические параметры для расчета заносимости внешней акватории существующего порта Пионерского от западных штормов до строительства нового оградительного мола

Скор. ветра, м/с	Повт, Р%	Прод. Т, с	Средн. скор. дрефового течения, м/с	Высота волны, h, м	Период волны, Т, с	Длина волны, λ, м	Скор. волнового течения, м/с	Суммарная скор. течен., U, м/с
6	9,1	2869776,00	0,06	0,6	2,2	3,9	0,00	0,06
10	8,1	2554416,00	0,10	1,1	3,7	10,7	0,02	0,12
14	4,5	1419120,00	0,14	1,6	5,2	21,1	0,17	0,31
18	1,7	536112,00	0,18	2,2	6,7	46,6	0,47	0,65
22	0,5	157680,00	0,22	3,3	8,2	59,4	0,76	0,98
26	0,08	25228,80	0,26	4,0	8,6	65,2	0,91	1,17

Результаты расчета заносимости внешней акватории существующего порта приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты расчета заносимости внешней акватории существующего порта Пионерского до строительства нового оградительного мола

Суммарная скор. течен. на подходе, U, м/с	Мутность на подходе С, кг/м ³	Расход воды на подходе, Q, м ³ /с	Расход взвеси на подходе, Q _г , кг/с	Скор. течен. за оголовком, V _о , м/с	Мутность за оголовком С, кг/м ³	Расход взвеси на выходе, Q _г , кг/с	Объем заносимости, W _з , м ³
0,06	0,027	19,3	0,52	0,02	0,012	0,23	52,11
0,12	0,203	37,9	7,70	0,04	0,090	3,42	686,60
0,31	3,725	99,8	371,85	0,11	1,656	165,35	18430,97
0,65	17,410	210,3	3661,55	0,22	15,483	3256,34	13662,84
0,98	58,283	314,6	18336,79	0,34	51,833	16307,51	20124,26
1,17	100,542	377,3	37937,29	0,40	89,416	33738,90	6661,67
						Сумма	59618,46
						Заносимость, Δd _з , м	0,61

Из табл. 2 следует, что до строительства нового оградительного мола имеет место тенденция к заносимости внешней акватории существующего порта Пионерского на 0.6 м в среднем за год. Это подтверждается наличием в настоящее время отмели на этой акватории (рис. 4). Разумеется, штормами от СЗ-ССВ направлений эта отмель время от времени размывается и потому не превращается в остров.

Расчет заносимости внешней проектной акватории порта Пионерского выполнен при следующих предположениях:

- ширина фронта переноса наносов на подходе к оголовку проектируемого оградительного мола, измеренная до изобаты 13. 0 м $B_{\text{фн}} = 210$ м;
- средняя глубина на этом фронте $d_{\text{ср}} = 12.2$ м;
- ширина внешней акватории после обхода потоком оголовка нового оградительного мола $L_{\text{сс}} = 480$ м;
- расчетная длина внешней акватории $X_a = 370$ м;

- расчетная глубина на внешней акватории $d_a = 11.0$ м.

Расчетные гидролитодинамические параметры для расчета заносимости внешней проектной акватории порта Пионерского от западных штормов приведены в табл. 3. Результаты расчета заносимости внешней проектной акватории порта приведены в табл. 4.

Таблица 3. Расчетные гидролитодинамические параметры для расчета заносимости внешней проектной акватории порта Пионерского от западных штормов

Скор. ветра, м/с	Повт, Р%	Прод. Т, с	Средн. скор. дрефового течения, м/с	Высота волны, h, м	Период волны, Т, с	Длина волны, λ, м	Скор. волнового течения, м/с	Суммарная скор. течен., U, м/с
6	9,1	2869776,00	0,06	0,6	2,2	3,9	0,00	0,06
10	8,1	2554416,00	0,10	1,1	3,7	10,7	0,00	0,10
14	4,5	1419120,00	0,14	1,6	5,2	21,1	0,00	0,14
18	1,7	536112,00	0,18	2,2	6,7	46,4	0,03	0,21
22	0,5	157680,00	0,22	3,3	8,2	64,0	0,13	0,35
26	0,08	25228,80	0,26	4,0	8,6	70,5	0,22	0,48

Таблица 4. Результаты расчета заносимости внешней проектной акватории порта Пионерского

Суммарная скор. течен. на подходе, U, м/с	Мутность на подходе С, кг/м ³	Расход воды на подходе, Q, м ³ /с	Расход взвеси на подходе, Q _г , кг/с	Скор. течен. за оголовком, V _о , м/с	Мутность за оголовком С, кг/м ³	Расход взвеси на выходе, Q _г , кг/с	Объем заносимости, W _з , м ³
0,06	0,019	75,8	1,47	0,03	0,001	0,07	1216,95
0,10	0,034	126,3	4,26	0,05	0,004	0,52	2885,26
0,14	0,093	176,8	16,36	0,07	0,011	1,99	6157,90
0,21	0,146	259,3	37,87	0,10	0,035	9,19	4641,46
0,35	0,718	440,9	316,36	0,17	0,174	76,78	11404,33
0,48	1,890	608,8	1150,90	0,23	0,459	279,33	6638,08
						Сумма	32943,97
						Заносимость, Δd _з , м	0,19

Из табл. 4 следует, что прогнозируемый объем наносов, поступающих на внешнюю акваторию проектируемого порта Пионерского в среднем за год во время ветров западных направлений, составляет $W = 32944$ м³. Среднегодовая заносимость внешней акватории проектируемого порта при ветрах западных направлений прогнозируется величиной 19 см.

Выводы

Для предотвращения заносимости подходов к реконструируемому порту Пионерскому потоком наносов от запада, было предложено построить наносорегулирующую шпору в корневой части нового оградительного мола – рис. 6.

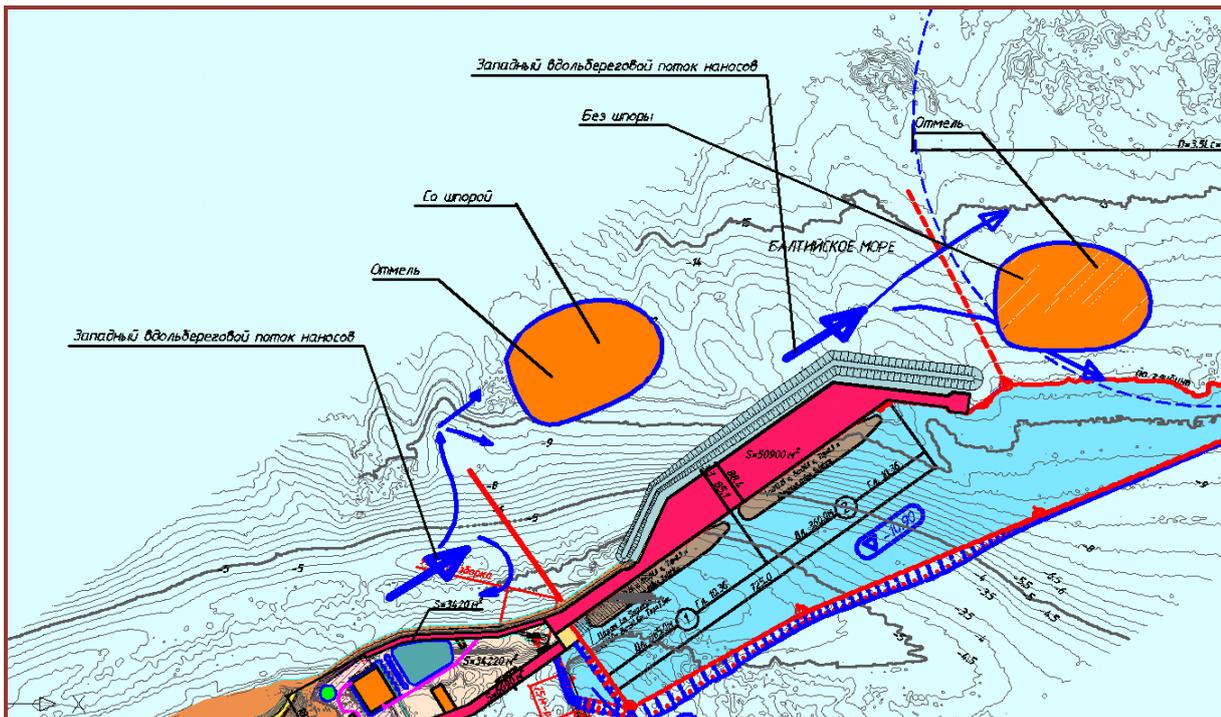


Рис. 6. Характер лито-динамического процесса на внешней акватории проектируемого порта Пионерского без наносорегулирующей шпору и после ее строительства

Шпора частично перехватит поток песчаных наносов, а частично направит его в обход себя с последующей аккумуляцией наносов к востоку от головной части шпору и образованием некоторого участка аккумуляции наносов с подветренной стороны шпору – рис. 6. При этом будет существенно сокращен расход наносов во вдольбереговом потоке, огибающем оголовки нового оградительного мола. Следовательно, объем аккумуляции наносов и заносимость внешней проектной акватории значительно снизятся.

Наносы, которые будут образовывать входящий угол с западной стороны шпору, необходимо периодически изымать и перемещать на пляжи

г. Пионерского к востоку от порта (байпасинг). Эти мероприятия рекомендуется предусмотреть при эксплуатации реконструируемого порта Пионерского.

Устройство рекомендуемой наносорегулирующей шпору позволит существенно снизить заносимость подходов к порту Пионерскому западным вдольбереговым потоком наносов.

В работе использованы результаты исследований в рамках НИР №2614 «Разработка математических моделей взаимодействия волн с гидротехническими сооружениями», выполняемой в Сочинском государственном университете по государственному заданию.

Примечания

1. Макаров К.Н., Макаров Н.К., Горлова А.А. Теоретические основы расчета заносимости портовых акваторий и подходных каналов. // Сборник научных трудов S World. Украина. 2015. Вып. 1(38), с. 46-55.

2. Россинский К.И., Дебольский В.К. Речные наносы. М., Наука, 1980.

3. Лонге-Хиггинс М.С. Механика прибойной зоны. "Механика", период. сб. перев. статей, 1, 143, 1974. М., Мир, с. 84-103.

4. СП 32–103–97. Проектирование морских берегозащитных сооружений. М., Трансстрой, 1998.

References

1. Makarov K.N., Makarov N.K., Gorlova A.A. Teoreticheskie osnovy rascheta заносимости portovykh akvatorii i podkhodnykh kanalov. // Sbornik nauchnykh trudov S World. Ukraina. 2015. Vyp. 1(38), s. 46-55.
2. Rossinskii K.I., Debol'skii V.K. Rechnye nanosy. M., Nauka, 1980.
3. Longe-Khiggins M.S. Mekhanika priboinoi zony. "Mekhanika", period. sb. perev. statei, 1, 143, 1974. M., Mir, s. 84-103.
4. SP 32-103-97. Proektirovanie morskikh beregozashchitnykh sooruzhenii. M., Transstroj, 1998.

УДК 627.74

Моделирование заносимости порта пионерского при его реконструкции

¹ Константин Николаевич Макаров

² Анастасия Андреевна Горлова

¹ Сочинский государственный университет, Российская Федерация
354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
E-mail: ktk99@mail.ru

² Сочинский государственный университет, Российская Федерация
354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а
E-mail: nastydarij@yandex.ru

Аннотация. Изложены методика и результаты математического моделирования литодинамических характеристик побережья и заносимости внутренней и внешней акваторий порта Пионерского как в существующих условиях, так и в условиях его реконструкции. По результатам моделирования для предотвращения заносимости подходов к реконструируемому порту Пионерскому потоком наносов от запада, предлагается построить наносорегулирующую шпору к западу от корневой части нового оградительного мола. При этом объем аккумуляции наносов и заносимость внешней проектной акватории значительно снизятся.

Ключевые слова: портовые гидротехнические сооружения, акватория порта, вдольбереговой поток наносов, заносимость акватории, наносоудерживающая шпора.