

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ФИНСКОМ ЗАЛИВЕ

А.С. Аверкиев¹, д-р. геогр. наук, А.Е. Рыбалко^{2,3}, д-р. геол.-минерал. наук, С.В. Лукьянов¹, канд. физ.-мат. наук, М.О. Новиков¹

¹Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга, Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

ESTIMATION OF SEDIMENTATION RATE IN THE GULF OF FINLAND

A.S. Averkiev¹, Dr. Sc., A.E. Rybalko^{2,3}, Dr. Sc., S.V. Lukyanov¹, Cand. Sc., M.O. Novikov.

¹Russian state hydrometeorological university, St. Petersburg, Russia

²All-Russian Research Institute of Geology and Mineral Resources of the World Ocean named after Academician I.S. Gramberg, St. Petersburg, Russia

³Institute of Earth Sciences of SPbGU, St. Petersburg, Russia

Динамика донных осадков обуславливает заносимость подходов каналов и фарватеров акваторий портов. Приводятся оценки скорости осадконакопления в районе порта «Бронка» на основе инструментальных измерений.

Dynamics of the bottom sediments causes deposition of approach channels and fairways of the water area of port. Estimates of the sedimentation rate in the area of the port "Bronka" on the basis of instrumental measurements are given.

Проведение дноуглубительных работ на акватории и создание подходов каналов существенно изменило геоэкологическую ситуацию в районе порта Бронка (рис. 1), что привело к резкому возрастанию взвеси в воде, количества мелких фракций в донных осадках и изменению темпа осадконакопления.

В связи с этим актуальными в комплексе геоэкологических исследований стали работы, связанные с оценкой темпа седиментации и вещественного состава, накапливающихся на дне осадков, особенно в части загрязняющих веществ. Наиболее эффективным методом при этом является использование седиментационных ловушек, которые были размещены в районе порта Бронка (рис. 2).



Рис. 1. Акватория зоны строительства порта Бронка и поле мутности, лето 2015 г.

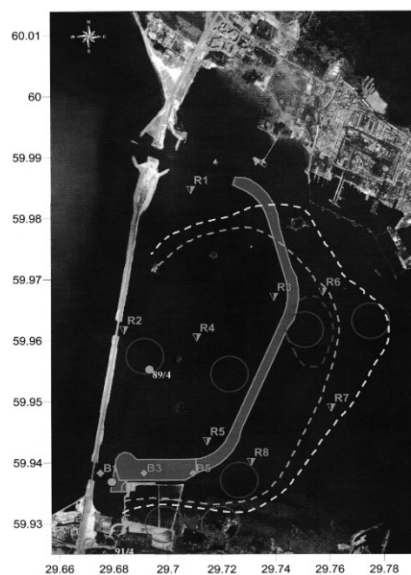


Рис. 2. Точки установки седиментационных ловушек и условные скорости накопления осадков (min – внешний пунктир). Автор рисунка Рыбалко А.Е.

Естественно, накапливающийся в них материал не является мерилем истинного темпа накопления осадков, так как сам процесс седиментации включает не только накопление осадочного материала, но и его размыв с последующим выносом из зоны осадконакопления при изменившихся гидрологических параметрах. Но относительный уровень темпа седиментации, а главное вещественный состав взвесей – эти показатели объективны и с успехом используются для геоэкологической характеристики современного осадконакопления.

Для получения корректных данных седиментационные ловушки должны быть строго цилиндрическими, поскольку экспериментально и на моделях показано, что воронковидные ловушки не долавливают взвесь, а бутылковидные перелавливают [1-3]. Диаметр входного отверстия должен быть не менее 4,5 см, иначе ловушки начинают перелавливать гидравлически легкие фракции, а отношение высоты к диаметру входного отверстия должно быть не менее 5.

При работах использовались седиментационные ловушки, изготовленные в РГГМУ, а также несколько ловушек, сделанных в Севморгео, ранее опробованных в порту Усть-Луга. В обоих типах ловушек накопительные пластиковые цилиндры закреплялись на специальной металлической штанге с устойчивым основанием и располагались на расстоянии 1 м над поверхностью дна в водной фазе, в зоне аккумуляции, где мелкий материал долго оседает. Подвижность основания уменьшалась за счет веса, закрепленного на фале груза. Длина накопительного пластикового цилиндра составляла от 60 до 70 см, внутренний диаметр входного отверстия 9,5 см. Отношение высоты к диаметру входного отверстия более 6.

Средняя скорость осадконакопления рассчитывалась по формуле 1:

$$V = \frac{m_{\text{сут}}}{S_{\text{осн}}} * 1000, \quad (1)$$

где $m_{\text{сут}}$ – мощность осадка, накопившегося за сутки, см; $S_{\text{осн}}$ – площадь поверхности дна ловушки.

Под количеством вещества, накопившегося за сутки, понимается среднее количество вещества, приходящееся на одни сутки за период экспозиции, формула 2.

$$m_{\text{сут}} = \frac{m_{\text{общ}}}{t}, \quad (2)$$

где $m_{\text{общ}}$ – мощность осадка, накопившегося за период экспозиции, см; t - продолжительность экспозиции, сут.

Так как для рассмотрения многих вопросов важны не только массы накопившихся осадков, а их относительные количества, то для наглядности были использованы относительные баллы. С этой целью наиболее низкая скорость осадконакопления принималась за 1, а далее все полученные значения нормировались на эту величину.

Седиментационные ловушки на участке обследования устанавливались в период с 4 ноября 2015 г по 14 ноября 2015 г. Несмотря на небольшие размеры обследованной площадки, скорости седиментации в пределах ее различаются почти в три раза (рис. 4).

Максимальные скорости (более 0,08 см/год) зафиксированы на ст. R2 и R3. первая из них располагается на изгибе канала, где в период измерений велись дноуглубительные работы, а вторая у водопропускного сооружения В-2. Именно через него (а также через судопропускное сооружение С-1) основная масса взвешенного материала, сформировавшаяся при дреджинге как ковша портовой акватории, так и подходного канала, выходит за пределы комплекса защитных сооружений и распространяется в сторону открытой части Финского залива. На большей части акватории, расположенной между строящимся подходным каналом и телом дамбы, в год накапливается 2-2,5 см взвешенного материала.

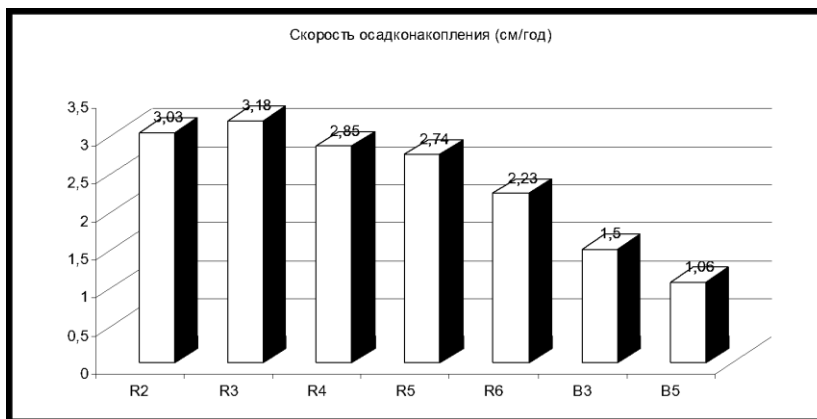


Рис. 4. График скоростей осаждения взвешенного вещества по станциям (см/год)

В конечном счете, большая часть взвеси на рассматриваемом участке движется в сторону водопропускного сооружения В-2 на юго-запад. Минимальные скорости седиментации зафиксированы вдоль строящейся причальной линии (0,03-0,04 см/день или 1-1,5 см/год), что, скорее всего, связано с прекращением здесь дночерпательных работ.

Непосредственно в створе канала скорость оседания взвесей составила 0,087 см/день (т.е. в день накапливалось 1,2 г взвешенного материала). По направлению к водопропускному сооружению скорость седиментации несколько снижается и колеблется в пределах 0,078-0,083 см/день.

Для более полного анализа результатов были также построены совмещенные карты прозрачности и векторов течений (рис. 5 и 6).

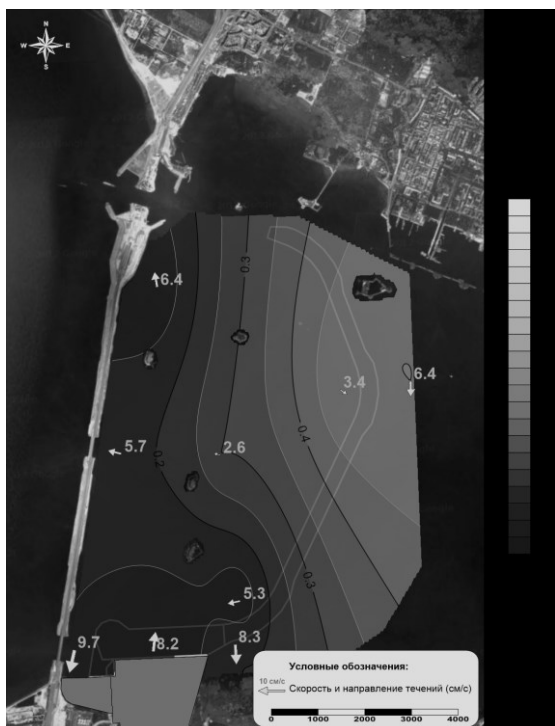


Рис. 5. Поле течений в районе работ 04.11.2015г. на поверхности и величина прозрачности по диску Секки. Автор рисунка Маслов П.А.

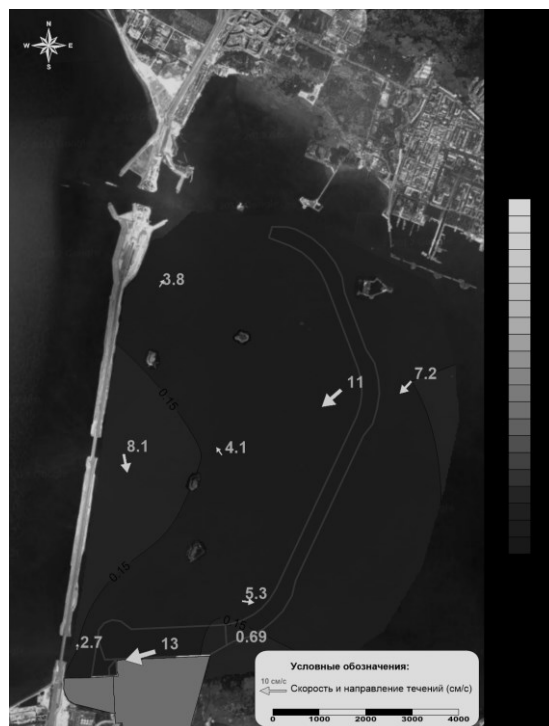


Рис. 6. Поле течений в районе работ 14.11.2015г. на поверхности и величина прозрачности по диску Секки. Автор рисунка Маслов П.А.

По этим рисункам видно, что в первую съемку возле водопропускного отверстия потоки воды направлены в целом на запад (5.7 см/с), из-за чего максимальные концентрации в пятне мутности

наблюдаются возле КЗС. При второй съемке потоки усилились (8.7 см/), но направлены на восток, с моря в Невскую губу, что и разбавило концентрацию взвеси в воде, отодвинув ее максимум от дамбы на восток. Очевидно, что перемещение пятна мутности при смене гидродинамических условий должны были сказаться на скорости осаждения взвеси в седиментационных ловушках. Данные по прозрачности воды также очень хорошо коррелируются со спутниковым снимком (рис. 1).

Выводы

1. Проводимые дноуглубительные работы на строительстве аванпорта Бронка привели к образованию мощного, но локального поля распространения взвешенного материала вдоль южного створа Комплекса защитных сооружений.

2. Взвешенный материал имеет преимущественно алевритовую размерность со значительной примесью песка, что обуславливает его достаточно быструю садку и ограниченное поле распространения в восточной части Финского залива.

3. Взвесь не содержит сколько-либо значительных концентраций токсических веществ, что исключает химическое загрязнение как самой зоны дреджинга, так и прилежащих частей восточной части Финского залива [4-6].

4. Наиболее опасным процессом является распространение самой взвеси, что может иметь существенную угрозу для заиления зон нерестилищ, а также прямого воздействия на инженерные объекты

6. Можно ожидать, что описанные «угрозы» достаточно быстро прекратят существовать по окончании цикла дноуглубления (кроме воздействия на нерестилища).

Литература

1. Глушенко Л.О. Методологические основы изучения седиментации в водоемах // Гидробиологический журнал, 1988. Т. 24. № 2. С. 68–76.
2. Bloesch J. 1988. Sediment trap design and vertical flux studies. —In: Wassmann P., Heiskanen A.S. (eds.), Sediment trap studies in the nordic countries, Workshop Proceedings, Tvarminne Zoological Station, Finland; 207pp.
3. Bloesch J., Burns N.M. A critical review of sedimentation trap technique // Schweiz, Z. Hydrol, 1980. Vol. 42. № 1. P. 15–55.
4. Предварительная оценка воздействия на природную среду. Морской многофункциональный перегрузочный комплекс «Бронка», кн.1. 2008, 185л
5. Рыбалко А.Е., Корнеев О.Ю., Федорова Н.К и др. Осуществление государственного мониторинга состояния геологической среды континентального шельфа Баренцева, Белого и Балтийского морей. Отчет, ФГУНПП «Севморгео», 2007, 350л.
6. Лукьянов С.В., Рыбалко А.Е., Маслов П.А. Мониторинг процессов осаждения твердых частиц (методом измерения уровня осадка) в акватории Финского залива при проведении дноуглубительных работ при строительстве ММПК «Бронка», Отчет РГГМУ, 2016, 57 с.