

Л.Л. Сухачева

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ АСПЕКТЫ ДРЕДЖИНГА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КРУПНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТОВ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА — ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ МНОГОЛЕТНИХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

L.L. Sukhacheva

ECOLOGICAL AND OTHER ASPECTS OF DREDGING DURING REALIZATION OF LARGE SCALE ENGINEERING PROJECTS IN THE EASTERN GULF OF FINLAND — SUMMATION OF MULTIYEAR REMOTE SENSING OBSERVATIONS

Обобщены результаты регулярного спутникового мониторинга акватории Невской губы и восточной части Финского залива, проведенного в период реализации крупномасштабного проекта «Морской фасад Санкт-Петербурга», 2005–2008 гг. На основе анализа современных и архивных материалов дистанционного зондирования исследована изменчивость экологического состояния акватории. Рассмотрены аспекты и проблемы, которые способствовали усилению негативного техногенного воздействия дреджинга на экологическое состояние акватории Невской губы и восточной части Финского залива в период реализации проекта «Морской фасад».

Ключевые слова: дреджинг, загрязнение взвешенными веществами, спутниковый мониторинг, антропогенное воздействие, динамика экологического состояния акватории.

In the paper results of regular satellite monitoring of the Neva Bay and the Eastern Gulf of Finland conducted during the period of realization of the large-scale Project — «The Sea Facade of the Saint-Petersburg» (2005–2008) have summarized. Variability of an ecological state of aquatic system has investigated based on the analysis of contemporary and archival remote sensing data. Aspects and problems, which promoted strengthening of negative anthropogenic influence of dredging on an ecological state of the Neva Bay and the Eastern Gulf of Finland during period of realization of the Project, are considered.

Key words: dredging, contamination by suspended matter, satellite monitoring, anthropogenic impact, dynamics of ecological state of aquatic system.

Исследования выполнены на основе анализа материалов регулярного спутникового мониторинга Невской губы и восточной части Финского залива, проведенного в период реализации крупномасштабного проекта «Морской фасад Санкт-Петербурга», 2005–2008 гг., в рамках которого осуществлялся большой объем дреджинговых работ. При этом анализировались также спутниковые изображения за предшествующие и последующие годы, за 2004 и 2009–2012 гг. Для определения масштабов и интенсивности техногенного загрязнения и оценки динамики экологического состояния акватории был проведен сравнительный анализ современных и архивных материалов дистанционного зондирования (МДЗ), имеющихся в НИИКАМ. В целом, данные аэрокосмических

наблюдений исследуемой акватории охватывают период с конца 70-х гг. прошлого века по настоящее время. Дешифрирование и тематическая интерпретация спутниковых изображений проводилась на основе использования разработанных ранее методик качественной и количественной оценки степени загрязнения акватории взвешенными веществами (ВВ) [1, 3] и регионально/локально ориентированных баз знаний.

Регистрируемые на спутниковых изображениях вариации яркости излучения моря могут быть обусловлены следующими факторами: отражением от дна (в мелко-водных районах с относительно прозрачными водами), развитием фитопланктона и донной растительности, неоднородностями водной поверхности (поверхностными течениями, нефтяными разливами и другими поверхностно активными веществами), взвешенными органическими и минеральными веществами, а также атмосферными неоднородностями. Для получения корректных результатов при дешифрировании и тематической интерпретации спутниковых изображений моря необходимо анализировать все факторы, которые могли повлиять на формирование сигнала на уровне ИСЗ.

Регулярный экологический спутниковый мониторинг Невской губы и восточной части Финского залива проводился на основе использования данных Тегга/MODIS, Aqua/MODIS и MERIS/ENVISAT [2]. Для детальных исследований использовались данные космической системы LANDSAT, а также, так называемые, «квиклуки» снимков сверхвысокого разрешения: Quick Bird, IKONOS, World View (сайт компании Совзонд — www.sovzond.ru).

Данные современного спутникового мониторинга (2005–2012 гг.) и анализ динамики экологического состояния акватории с учетом МДЗ за предшествующие десятилетия, свидетельствуют о том, что масштабы и интенсивность антропогенного загрязнения акватории взвешенными осадками в период осуществления проекта «Морской фасад» были значительными. Техногенное воздействие на исследуемую акваторию превосходило отмечавшееся здесь ранее в период проведения в Невской губе дреджинговых работ, связанных с намывом городских территорий (см. рис. 1) в 70-е и 80-е гг. прошлого века [1, 4–10].

Анализ динамики загрязнения акватории Невской губы и восточной части Финского залива взвешенными веществами за 36-летний временной интервал (период с 1976 по 2012 г.), проведенный на основе использования МДЗ, показал, что в экологическом состоянии акватории может быть выделено четыре периода: I — с середины 70-х по начало 90-х гг.; II — с начала 90-х гг. по 2004 г.; III — с 2005 по 2008 г.; IV — с 2009 г. по настоящее время.

Хотя зоны с повышенными значениями концентраций взвешенных веществ (по сравнению с фоновыми значениями) могут быть обусловлены и природными факторами, регистрируемые на космических снимках (КС) высокие и очень высокие значения концентраций взвеси, в рассматриваемой ситуации, связаны, главным образом с техногенным воздействием. Известно, что высокие значения концентраций взвешенных осадков, возникающие при перемещении больших объемов грунта, загрязняют водную и геологическую среду, ухудшают условия освещенности, оказывают негативное влияние на биоценозы, ухудшают экологическое состояние акватории.

Особую опасность для аквальных и прибрежных экосистем представляют интенсивные, длительные воздействия, охватывающие значительные пространственные

масштабы, загрязнения взвешенными веществами. Именно такая ситуация сложилась в акватории Невской губы и восточной части Финского залива при реализации проекта «Морской фасад» в течение 2006–2007 гг. Эти годы отличались наиболее интенсивным воздействием дреджинговых работ на акваторию [4–6].

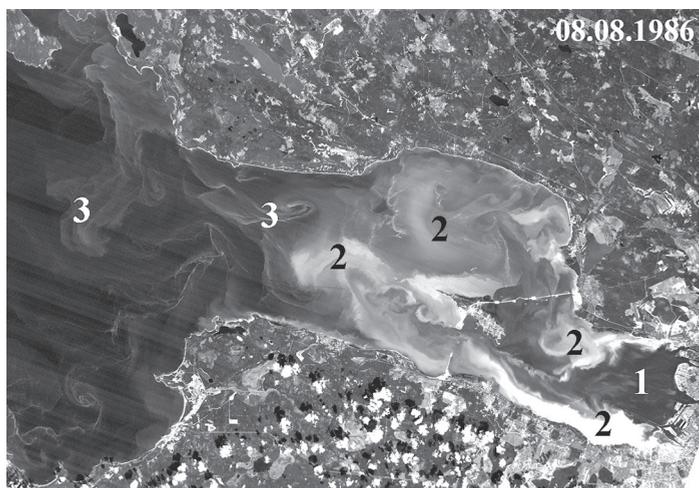


Рис. 1. КС LANDSAT/TM, 08.08.1986. В Невской губе ведутся работы по намыву городских территорий и по строительству комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. В процессе возведения дамбы в период 1985–1986 гг. были фактически перекрыты Северные ворота губы, вследствие чего изменился режим течений, значительно увеличился расход воды через Южные ворота. Условные обозначения: 1 — речные воды (фоновые); 2 — воды в разной степени загрязненные взвесью; 3 — сине-зеленые водоросли

Основным источником интенсивного загрязнения акватории взвесью являлись дреджинговые работы по разработке Петровского фарватера и Подходного канала с отвалом изымаемых тонкодисперсных алевроглинистых осадков в Невскую губу. Объем дноуглубительных работ составил: в 2005 г. — 1 230 000 м³, в 2006 г. — 12 150 000 м³, в 2007 г. — более 8 000 000 м³, в 2008 г. было принято решение увеличить глубину подходного канала с 8 до 11 м и, соответственно, добавить дополнительный объем дреджинга.

По данным спутниковых наблюдений начиная с июля 2006 г. по сентябрь 2008 г. на значительной части акватории Невской губы и восточной части Финского залива постоянно отмечалась высокая степень загрязнения вод взвешенными веществами — «грязные» и «очень грязные» воды (в соответствии с градациями, используемыми для качественной оценки загрязнения поверхностных вод ВВ [1, 3]). В период наиболее интенсивного техногенного воздействия дреджинга на акваторию значения концентраций взвеси часто превосходили 300 мг/л (при используемом в РФ значении ПДК для рыбохозяйственных водоемов — 10 мг/л), зоны с высокой концентрацией взвешенных осадков охватывали значительную часть акватории, распространяясь в залив на расстояния до 200 км. По данным ФГУНПП «Севморгео», в октябре 2006 г. показатели мутности придонных вод в Невской губе достигали 1000 ед. FTU [11].

Из анализа литературных данных и интернет ресурсов следует, что к настоящему времени воздействие дреджинга на водные экосистемы недостаточно изучено. Имеются лишь отдельные локальные исследования, отличающиеся как природными условиями, так и характером, и масштабами дреджинговых работ. Например, в обзоре [12] приводятся данные о негативном воздействии дреджинга на биоту, в том числе и на рыбные сообщества. Результаты лабораторных исследований показали, что молодь лососевых (*Salmo salar*) активно избегает значения мутности более 70 ед. FTU [13].

В 2006–2007 гг. вдоль всего побережья Курортного района Санкт-Петербурга постоянно регистрировались высокие значения концентраций взвешенных веществ. Под воздействием локальных апвеллингов возникали гидрологические барьеры. При этом загрязненные взвешенными осадками воды, поступавшие из Невской губы, «удерживались» и тонкодисперсные взвешенные осадки частично оседали в вершине Финского залива [4–6]. По данным судовых натурных измерений, проведенных РГГМУ 9–10 августа 2006 г. в районе Сестрорецка (на значительном удалении от районов дреджинга и отвала грунта), концентрации общей взвеси достигали 90 мг/л.

На основе анализа спутниковых данных сенсора MODIS за 07.08.2006–09.08.2007 можно заключить, что у северного побережья Невской губы в этот период концентрации взвеси составляли более 300 мг/л; по данным [14] в 2007 г. на выходе размещенного здесь грунто-разбрасывающего понтона землесоса Slidrecht концентрация взвеси составила 1332 мг/л. По наблюдениям ВСЕГЕИ и ФГУНПП «Севморгео», на значительных площадях Невской губы и восточной части Финского залива отмечалось заиление дна, изменение состава грунтов и режима донных осадков [11]. Примеры регистрации загрязнения акватории взвесью по данным сенсора MODIS представлены на рис. 2,3. Рассматриваемые ситуации отличаются интенсивностью проведения дреджинга, «способом» отвала грунта, наличием одновременно двух источников загрязнения, см. КС за 30.09.2007, гидрометеорологическими условиями. Отметим, что специализированная обработка спутниковых изображений, в большинстве случаев, позволяет идентифицировать разные источники поступления взвеси. В сентябре 2007 г. кроме дноуглубительных работ, осуществлялись работы по завершению строительства комплекса защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений.

Анализ спутниковых изображений за 2009–2012 гг. (период прекращения интенсивных дноуглубительных работ) показывает, что в акватории Невской губы и восточной части Финского залива часто регистрируются существенные загрязнения поверхностных вод взвешенными веществами, в 2–4 раза превышающие фоновые значения и охватывающие значительную по площади часть акватории, см. рис. 2 (КС за 18.07.2009). В данном случае проявляется эффект вторичного загрязнения водной среды взвесью вследствие ветроволнового взмучивания «подвижного» илистого слоя донных осадков, образовавшегося в период интенсивного дреджинга — 2006–2007 гг.

Результаты детального тематического дешифрирования целого ряда спутниковых изображений 2006 г. свидетельствуют о том, что интенсивное дноуглубление часто сопровождалось свалкой изымаемого грунта не только в отведенные для этих целей подводные отвалы (старые карьеры Невской губы), но и в других частях акватории (см., например, рис. 4 и рис. 1 в работе [5]).

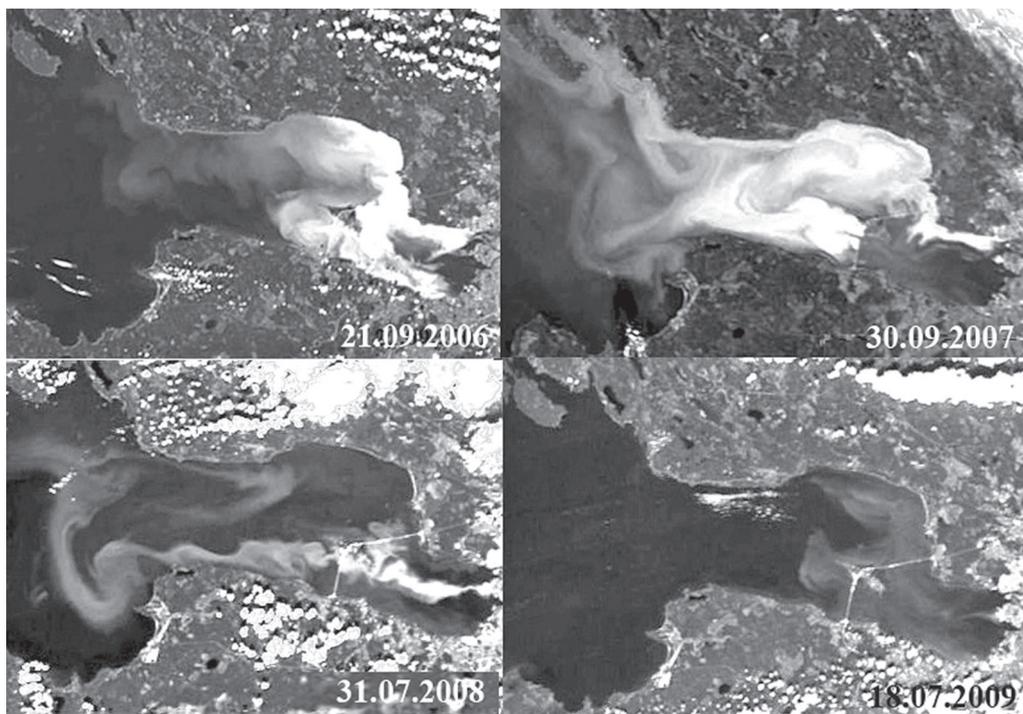


Рис. 2. Примеры регистрации сенсором MODIS загрязнений акватории взвесью. Ситуации отличаются интенсивностью проводимых дноуглубительных работ, «способом» отвала грунта, гидрометеорологическими условиями. В 2007 г. гидротехнические работы проводились также в районе южного створа КЭС; отвал грунта от дреджинга осуществлялся вдоль северного побережья Невской губы. В 2009 г. дреджинг не проводился, зарегистрированное загрязнение водной среды взвесью обусловлено ветроволновым взмучиванием образовавшегося илистого слоя неконсолидированных донных осадков



Рис. 3. Слева — КС MODIS за 24.11.2007. Начало процесса льдообразования. Дноуглубительные работы не проводятся. Повышенные значения концентраций взвеси отмечаются на значительной части акватории. Справа — КС MODIS за 02.01.2008. Даже после прекращения гидротехнических работ тонкодисперсная пелитовая составляющая взвеси еще долгое время (до 1,5–2 месяцев) находятся во взвешенном состоянии

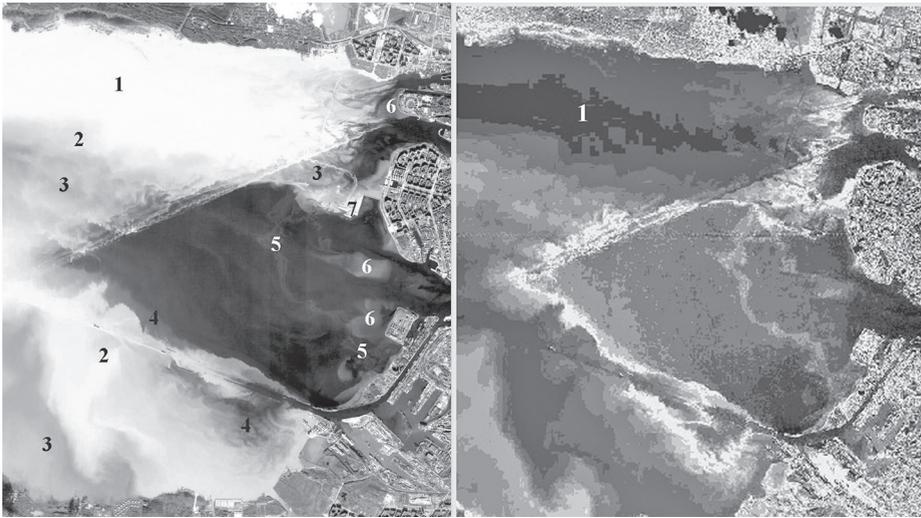


Рис. 4. Слева — изображение восточной части Невской губы по данным КС IKONOS за 12.10.2006: 1 — очень высокие значения концентраций взвешенных осадков; 2 — высокие значения концентраций; 3 — средние; 4 — низкие значения; 5 — нефтяные загрязнения; 6 — отмели и мели; 7 — строящийся причал. Справа — значения яркостей в третьем канале, в зоне «насыщения» выделяется несколько градаций яркости, 1 — максимальная яркость, соответствующая району отвала грунта

Исходя из этого, можно предположить, что в Невской губе могли произойти существенные непредвиденные изменения донного рельефа.

Рассмотрим отдельные аспекты и проблемы, которые способствовали усилению негативного техногенного воздействия дреджинга на экологическое состояние акватории Невской губы и восточной части Финского залива в период реализации проекта «Морской фасад»:

- Природные факторы, влияющие на экологические последствия гидротехнических работ. Невская губа представляет собой мелководный, практически замкнутый, водоем лагунного типа с затрудненным водообменом. При дноуглублении перемещались, в основном, тонкодисперсные ледниково-озерные отложения. Реализации проекта «Морской фасад» совпала с периодом низкого стояния уровня моря. При формировании в восточной части Финского залива сезонной стратификации водных масс здесь регистрируются локальные апвеллинги, способствующие «удержанию» взвеси в вершине залива.
- Антропогенные факторы. Проявление в отдельные периоды наблюдений кумулятивного эффекта от воздействия на акваторию одновременно нескольких техногенных источников (работы по реконструкции Морского канала, завершению строительства комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений и др.). Проведение дреджинга сразу несколькими мощными землесосами. Осуществление отвалов всего объема изъятых грунтов непосредственно в Невскую губу, по данным спутникового мониторинга неоднократно отмечались случаи бесконтрольного проведения отвалов грунтов. Значительная дальность распространения,

низкая скорость оседания (см. рис. 2, 3) и высокая сорбционная способность (адсорбция и перенос гидрохимических и др. видов загрязнений из водной среды) перемещаемых тонкодисперсных взвешенных осадков.

- Нормативно-правовые и законодательные аспекты. Отсутствие и несовершенство законодательных документов — «Закона о береговых зонах», «Водного кодекса РФ» и ряда других. Существование возможности формального исполнения, или «обхода» действующих, зачастую устаревших, нормативных документов [5–8]. Например, в докладе В.М. Зайцева [14] на семинаре по дреджингу «Экологическая безопасность дреджинга в современном мире» (2009 г.) отмечалось, что разрешительные процедуры для проведения дноуглубительных работ и дампинга грунта в отвалы акватории Финского залива в пределах Санкт-Петербурга и Ленинградской области осуществляются на основе «Временного разрешения» 1996 г. Указанное временное разрешение утверждено начальником Балтийской специнспекции и не имеет статуса документа, узаконенного федеральными органами.
- Экологический мониторинг/аудит проводился ненадлежащим образом. С нарушением существующих международных норм и правил. Результаты мониторинга не только регулярно не освещались в средствах массовой информации, а вообще были отнесены к «коммерческой тайне». Выводы о незначительном воздействии, проводимых гидротехнических работ, на экологическое состояние акватории не соответствуют действительности. Тем более что проводился экологический аудит только в пределах лицензионного участка (восточная часть Невской губы), а шлейфы взвешенных осадков распространялись в залив на расстояния до 200 км.
- Финансово-экономические аспекты. Коммерческие интересы инвесторов направлены, прежде всего, на получение максимальной прибыли, следовательно, расходы на использование щадящих технологий, а также расходы на защиту и восстановление окружающей среды минимизируются.
- Социально-политические аспекты. Замалчивание и/или сокрытие инвесторами сложившейся неблагоприятной ситуации и принятие на разных уровнях административными и контролирующими органами удобного тезиса «О незначительном воздействии проекта «Морской фасад» на экологию Невской губы и восточной части Финского залива». Такие выводы декларировались, в течение всего периода реализации проекта, специалистами фирмы «КОНТО», выигравшей в 2005 г. тендер на проведение сопровождающего экологического мониторинга по всем четырем составляющим проекта «Морской фасад Санкт-Петербурга», в том числе по дноуглублению. Данные и результаты этого мониторинга широкой общественности недоступны.

Заключение

В современных условиях решение вопросов, связанных с экологическими проблемами и регулированием хозяйственной деятельности в Невской губе и восточной части Финского залива особенно актуальны, поскольку в ближайшем будущем в

акватории ожидается осуществление новых крупных проектов, связанных с масштабными гидротехническими работами и, соответственно, со значительным техногенным воздействием на акваторию. Уже стартовало строительство портового комплекса в районе Бронки (дреджинг и намыв территорий). Активно продвигается проект «Новый берег» (намыв территорий на участке Лисий Нос — Сестрорецк) и др. В связи с этим необходимо принять действенные меры по минимизации негативного техногенного воздействия на экосистему и предотвращению дальнейшего ухудшения экологического состояния акватории. При этом необходимо учесть негативные аспекты проведения дреджинга и отвала грунта в акваторию Невской губы, проявившиеся при реализации проекта «Морской фасад Санкт-Петербурга». Кроме того, необходимо изменить сложившуюся практику монопольной хозяйственной деятельности в акватории при реализации крупных инженерных проектов, когда не учитываются ни экологические последствия интенсивного техногенного воздействия на окружающую природную среду ни интересы других водопользователей (рыболовство, рыбководство, курортный бизнес, яхтенный спорт, рекреация жителей Санкт-Петербурга и др.).

Литература

1. Сухачева Л.Л. Исследование разномасштабной пространственно-временной изменчивости полей взвеси в восточной части Финского залива по данным многолетних аэрокосмических наблюдений. // Исследование Земли из космоса, 1996, № 5, с. 85–93.
2. [<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/> и <http://miravi.eo.esa.int/en/>].
3. Сухачева Л.Л., Кильдюшевский Е.И. Дистанционное зондирование природных ресурсов побережий и акваторий. // В книге: Методы дистанционного зондирования Земли при решении природоресурсных задач. Справочник. Главные редакторы А.Ф. Морозов, А.В. Перцов. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004, с. 87–100.
4. Сухачева Л.Л. Анализ воздействия природных и антропогенных факторов на динамику загрязнения восточной части Финского залива взвешенными веществами по данным многолетних аэрокосмических наблюдений. // Сб. тезисов VIII Межд. Экологич. Форума «День Балтийского моря». СПб., 21–23 марта 2007, с. 120–122.
5. Сухачева Л.Л. Актуальность проведения спутникового экологического мониторинга Невской губы и восточной части Финского залива в условиях возрастания антропогенной нагрузки на акваторию. // Сборник материалов I научной конференции СПбГУ, посвященной «Году Финского залива — 2014», 16 февраля 2012 г. — СПб, 2012, с. 247–252.
6. Сухачева Л.Л. Спутниковый мониторинг в оценке техногенных воздействий крупных проектов XXI века на экосистему Невской губы и восточной части Финского залива. // Сборник материалов XXIII Международного экологического форума «День Балтийского моря». СПб., 21–23 марта, 2012, с. 98–101.
7. Шилин М.Б. Экологическая безопасность дреджинга в современном мире — взгляд из Санкт-Петербурга. // Гидротехника, 2009, № 4 (17), с. 47–49.
8. Шилин М.Б., Голубев Д.А. Экологическая безопасность дреджинга в современном мире. // Гидротехническое строительство, 2010, № 3 (17), с. 52–55.
9. Шилин М.Б., Погребов В.Б. Экологическая чувствительность береговой зоны восточной части Финского залива к дреджингу. // Основные концепции берегопользования. Т. 3. — СПб.: РГГМУ, 2011, с. 168–189.
10. Шилин М.Б., Погребов В.Б., Лукьянов С.В., Мамаева М.А., Леднева Ю.А. Экологическая уязвимость береговой зоны восточной части Финского залива к дреджингу. // Ученые записки РГГМУ, 2012, № 25, с. 107–122.
11. Rybalko A.E., Fedorova N.K., Maximov A.A. Influence of hydraulic engineering work on forming of geochemical structure of bottom sediment (the Eastern Gulf of Finland in 2006–2008). // Geology of seas and oceans:

Reports collection of XVIII International Scientific Conference for Marine Geology, vol. IV. — Moscow. GEOS, 2009, p.147–149.

12. *Bret C. Harvey, Tomas E. Lisle.* Effects of Suction Dredging on Streams: a Review and an Evaluation Strategy. // Fisheries , august 1998, vol.23, № 8, p. 8–17.
13. *Bisson P.A., Bilby R.E.* Avoidance of suspended sediment by juvenile coho salmon. N. Am. J. Fish. Manage. 4:371–374, 1982.
14. *Zajitsev V.N., Lukyanov S.V., Shilin M.B.* Monitoring of Environmental conditions in six regions of modern subwater rejected excavation in the eastern part of the Gulf of Finland. // Abstracts and presentations collection of Central Dredging Association (CEDA) — RSHU international seminar «Eco-Friendly Dredging in the Modern World». 13–14 October 2009, Hotel Moscow, St. Petersburg, Russia [<http://www.rshu.ru/university/conf/>].