

Н.Р. Грачев, М.Н. Лукина, Г.Н. Угренинов

**ОЦЕНКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ
УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ
У ПОБЕРЕЖЬЯ КУРОРТНОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
ПО ЗАВЕРШЕНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКСА
ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

N.R. Grachov, M.N. Luckina, G.N. Ugreninov

**ESTIMATION OF THE PRINCIPLE POSSIBILITY
OF THE IMPROVEMENT QUALITY SEA WATER
BESIDE SEASIDES OF THE RESORT REGION
SAINT PETERSBURG UPON COMPLETION CONSTRUCTION
OF THE COMPLEX OF THE DEFENSIVE BUILDINGS**

Выявлены факторы возрастания мутности морской воды у побережья Курортного района Санкт-Петербурга. Указаны преимущества метода математического моделирования для оценки экологического эффекта при маневрировании затворами комплекса защитных сооружений. Предложены варианты регламента маневрирования затворами для улучшения экологического состояния прибрежных акваторий восточной части Финского залива.

Ключевые слова: шлейф замутнения, затвор, маневрирование, математическая модель, поллютант.

The Revealed factors of the growth to turbidities of sea water beside seashores of the Resort region Saint-Petersburg. The Specified advantage of the method of mathematical modeling for estimation of the ecological effect under maneuvering of the Complex of the Defensive buildings. The Offered variants of the regulations maneuvering of the shutters for improvement of the ecological condition coast area of water east part of the Gulf of Finland part of the Gulf of Finland.

Key words: train of turbidity, shutter, maneuvering, mathematical model, pollutant.

Общая схема размещения дамб, водо- и судопропускных отверстий комплекса защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга приведена на плане рис. 1. Эта компоновочная схема КЗС соответствует состоянию на 2008 г. Ныне строительство КЗС близится к своему завершению.

Мнение населения о загрязненности акваторий складывается, прежде всего, на основе визуальных оценок. Повышенная мутность воды – наиболее очевидный признак, указывающий общественности на экологическое неблагополучие моря.

Резкое возрастание мутности воды Невской губы и акваторий восточной части Финского залива происходит преимущественно в результате техногенного сброса в воду твердого материала. В этом отношении особенно заметна роль масштабных работ по формированию морского фасада Санкт-Петербурга и рекультивации подводных карьеров в Невской губе. Сравнительно кратковременное замутнение воды происходит также во время штормов на Ладожском озере

при сильных и продолжительных ветрах северо-восточного и северо-северо-восточного направлений. Последний фактор замутнения воды р. Невы и Невской губы особенно значим в предзимний период, когда при понижении температуры воды существенно уменьшается гидравлическая крупность взвешенных наносов.

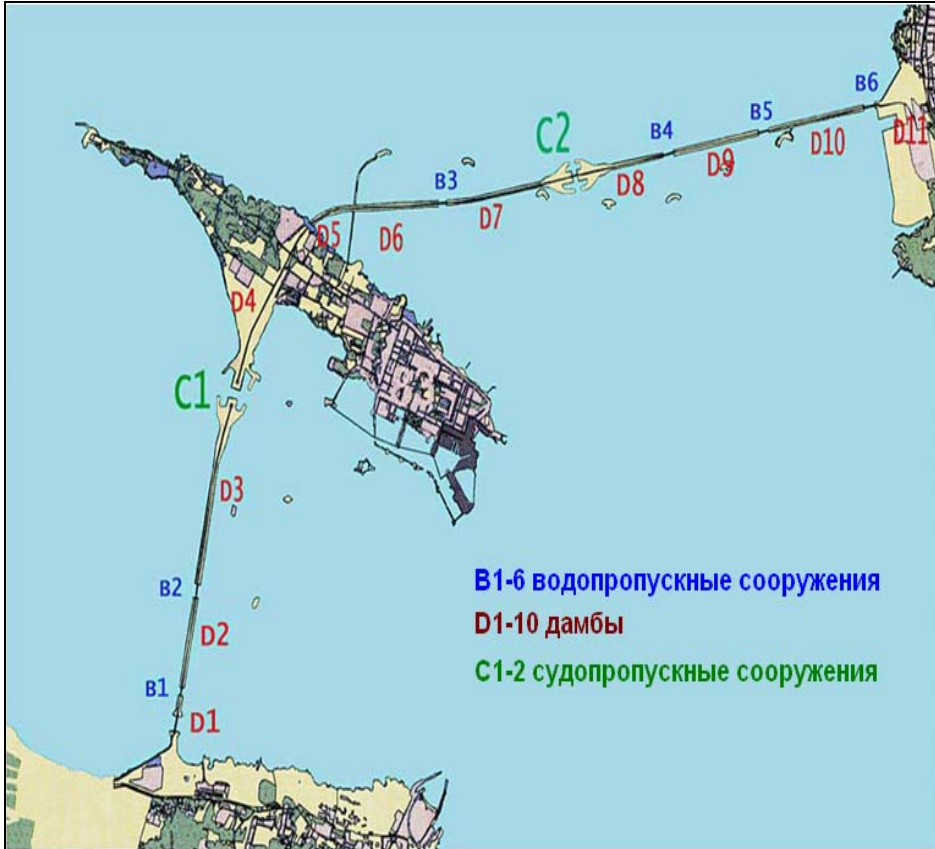


Рис. 1. Схема компоновки комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга

Конфигурация и другие характеристики шлейфов замутнения речных и морских акваторий обычно оцениваются методами физического и математического моделирования. Однако опыт физического моделирования при разработке и обосновании проекта КЗС выявил существенные трудности адекватного представления процессов переноса водных масс и твердого материала. Обеспечение механического подобия природе вынуждает исследователей затрачивать значительные средства с тем, чтобы устранить негативные последствия искажения масштабов. К примеру, на крупной модели Невской губы, созданной в 1970-е годы в НИИГ им. Б.Е. Веденеева, течения в мелководных зонах Невской губы воспроизводились в потоках с глубинами, соответствующими условиям пристенного слоя.

Методы математического моделирования значительно проще обеспечивают подобие систем различной физической природы, что особенно ценно для воспроизведения условий Невской губы, где скоростная структура чрезвычайно изменчива и способна кардинально перестроиться за несколько часов вслед за переменной погодой.

К достоинствам математического моделирования следует отнести возможность учесть сколь угодно широкий диапазон гидрометеорологических ситуаций, при этом источники загрязнения воды могут быть размещены в любых точках рассматриваемой акватории.

Для оценки процессов переноса взвешенных веществ в Невской губе и восточной части Финского залива использована расчетная программа, созданная под руководством Н.Р. Грачева [1].

Интегрирование системы уравнений движения жидкости и турбулентной диффузии расчетной программой производится в соответствии с методом контрольного объема Патанкара [2], который по определению обеспечивает консервативность расчетной схемы по массе и количеству движения независимо от числа разбиений исследуемой области на объемы, так как основан на дискретизации исходных уравнений в интегральной форме.

Для вычисления интегралов используются кусочные профили, которые описывают изменение функций между узловыми точками сетки контрольных объемов. В результате получается дискретный аналог дифференциальных уравнений.

Расчеты замутнения воды Невской губы и восточной части Финского залива выполнены в рамках следующих допущений:

- при возникновении угрозы наводнения в Санкт-Петербурге и достижении отметки поверхности воды 1,00 м БС в Кронштадте все водо- и судопропускные отверстия перекрываются;
- при отсутствии угрозы наводнения маневрирование затворами судопропускных отверстий (С-1, С-2) не производится.

В качестве расчетных гидрометеорологических сценариев приняты:

- норма расхода воды р. Невы за навигационный период (2990 м³/с);
- среднееголетние скорости ветра за май–октябрь – по основным румбам;
- штиль.

В качестве одного из результатов моделирования переноса взвешенного в воде материала показаны шлейфы замутнения при штиле в двух ситуациях:

- все затворы КЗС открыты (рис. 2);
- закрыты северные водопропускные отверстия В-4, В-5, В-6 (рис. 3).

Концентрации взвешенных веществ на планах рис. 2 и 3 приведены в относительной форме – в процентах от исходной мутности, принятой за 100 %.

На планах рис. 2 и 3 показано, что в штилевую погоду перекрытие водопропускных отверстий В-4, В-5, В-6 надежно защищает от замутнения прибрежные акватории восточной части Финского залива в Курортном районе Санкт-Петербурга.

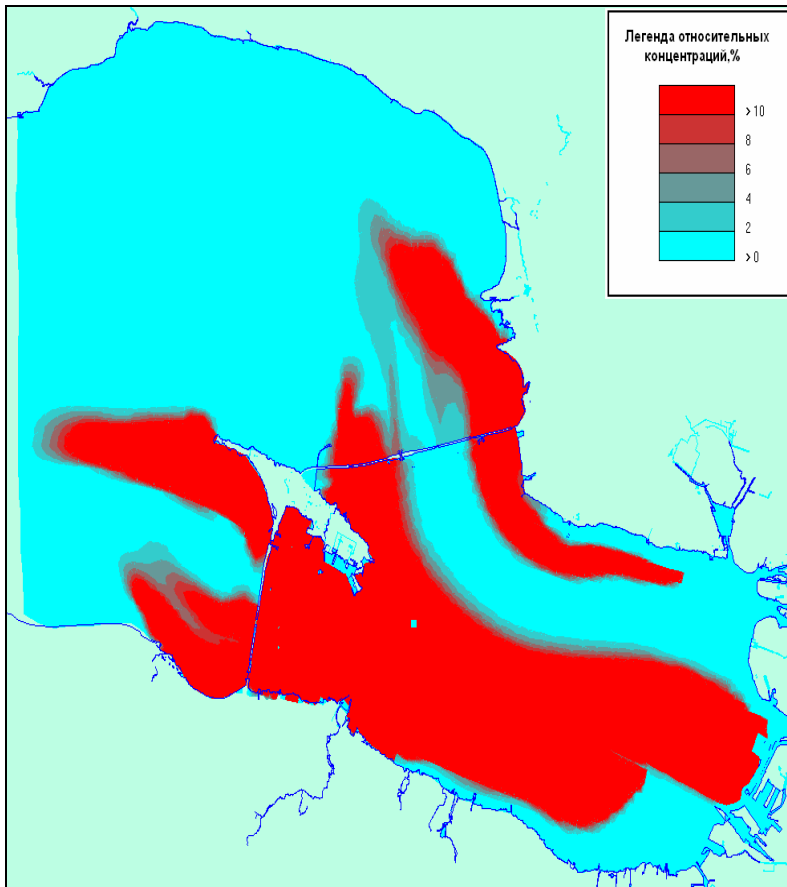


Рис. 2. Шлейфы загрязнений от стационарных источников в условиях штиля (открыты все затворы)

Еще более эффективно перекрытие трех водопропускных отверстий в Северных воротах Невской губы при ветрах южного румба, когда при открытых отверстиях В-4, В-5, В-6 загрязнение прибрежных акваторий Курортного района особенно велико.

В результате моделирования шлейфов замутнения воды Невской губы и восточной части Финского залива составлен примерный регламент маневрирования затворами КЗС с целью улучшения экологического состояния прибрежных акваторий.

С использованием метода математического моделирования возможна количественная оценка распространения шлейфов загрязнения воды Невской губы и восточной части Финского залива консервативными и неконсервативными поллютантами при произвольном размещении источников загрязнения, что особенно важно для оценки воздействия на водную среду аварийных сбросов загрязняющих веществ, в том числе – нефтепродуктов.

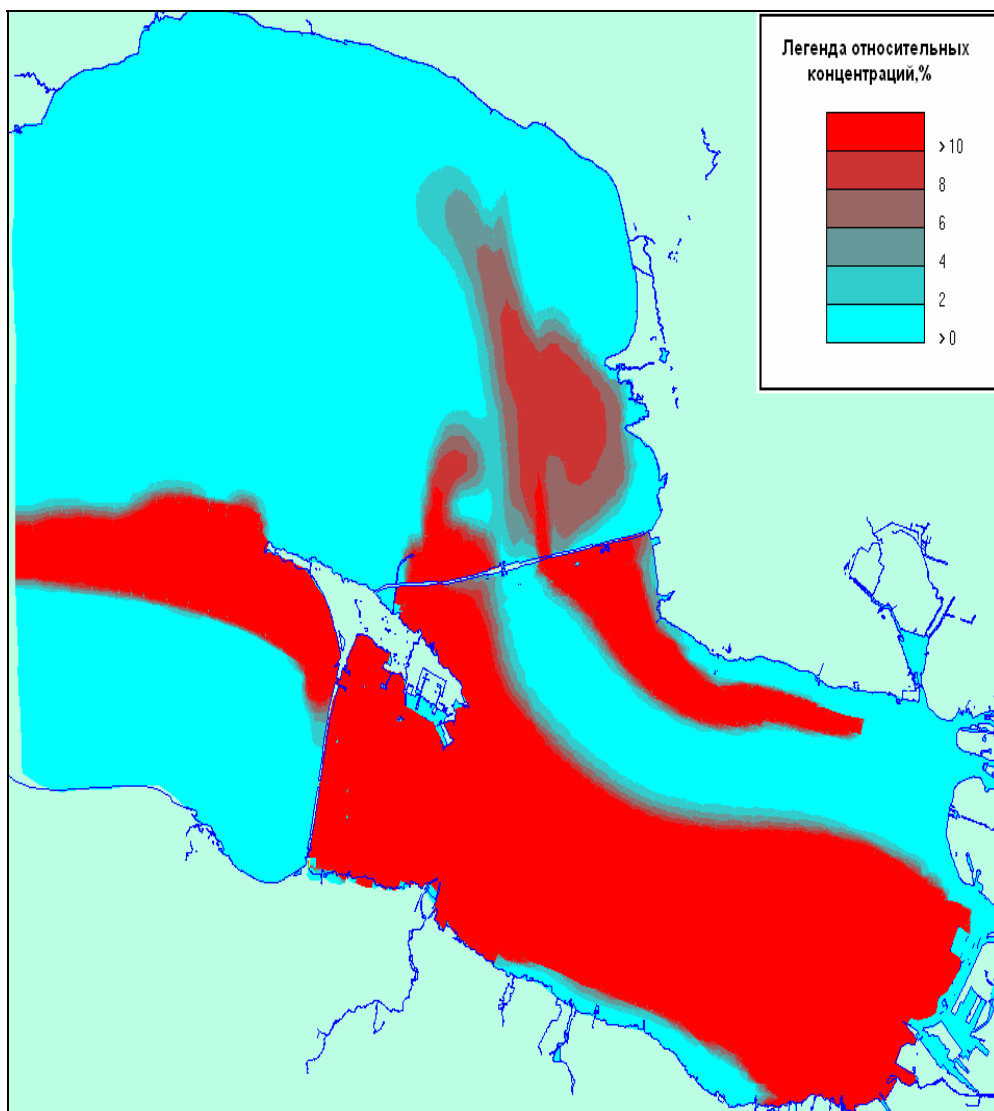


Рис. 3. Шлейфы загрязнений от стационарных источников. Шетиль.
Закрыты затворы водопропускных отверстий В-1, В-2, В-5, В-6. Прибрежные акватории у северного и южного побережий Финского залива защищены от загрязнения

Литература

- Грачёв Н.Р. Об использовании методов математического моделирования русловых потоков в практике проектирования на водных путях – Водные пути и русловые процессы // Труды Акад. водохозяйств. наук, 1996, вып. 3. с. 52-56.
- Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоиздат, 1984. – 152 с.