

УДК 551.468.4

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМОВ ТУЗЛОВСКИХ ЛИМАНОВ ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДООБМЕНА С МОРЕМ

Гопченко Е. Д., проф., д.геогр.н.

Тучковенко Ю. С., с.н.с., к.физ.-мат.н.

Сербов Н. Г., доц., к.геогр.н.

Одесский государственный экологический университет

Бузиян Г. Д.

Одесское областное управление водного хозяйства

Рассмотрена проблема стабилизации объема и солёности вод Тузловской группы лиманов в маловодные годы. С помощью численной нестационарной гидродинамической модели определена оптимальная ширина двух каналов, соединяющих водоем с морем в северной (л. Бурнас) и южной (л. Шаганы) частях песчаной косы.

Ключевые слова: Черное море, северо-западная часть, Тузловские лиманы, солёность вод, регулирование.

Постановка проблемы. Тузловская группа лиманно-лагун, расположенная в центральной части Дунай-Днестровского междуречья, относится к типу мелководных, периодически открытых водоемов (рис. 1). В ее составе выделяют три основных лимана: Шаганы, Алибей, Бурнас и ряд более мелких. Водоем отделен от прилегающей акватории моря песчаной косой-пересыпью, которая может частично размываться весной и осенью, в период сильных штормов. Кроме того, для нужд рыболовства в пересыпи создаются искусственные, периодически открываемые каналы, число которых может меняться.

Современный режим рыбохозяйственной эксплуатации Тузловских лиманов предполагает обязательное открытие каналов весной – для впуска мальков кефали из моря в водоем, и осенью – для отлова кефали в каналах при выходе ее из лиманов в море. В летний период (июнь-сентябрь) лиманы изолируются от моря для предотвращения ухода кефали в море. В период летней изоляции, за счет преобладания испарения над осадками, уровень лимана понижается на 20 - 50 см по сравнению с уровнем моря, а в экстремально маловодные годы – до 90 см. При этом солёность вод лиманов повышается до 35 - 40 ‰. Если в оставшуюся часть года не обеспечить наполнение лиманов, путем поступления

морских вод, то может произойти засоление и обмеление водоема до критических значений.

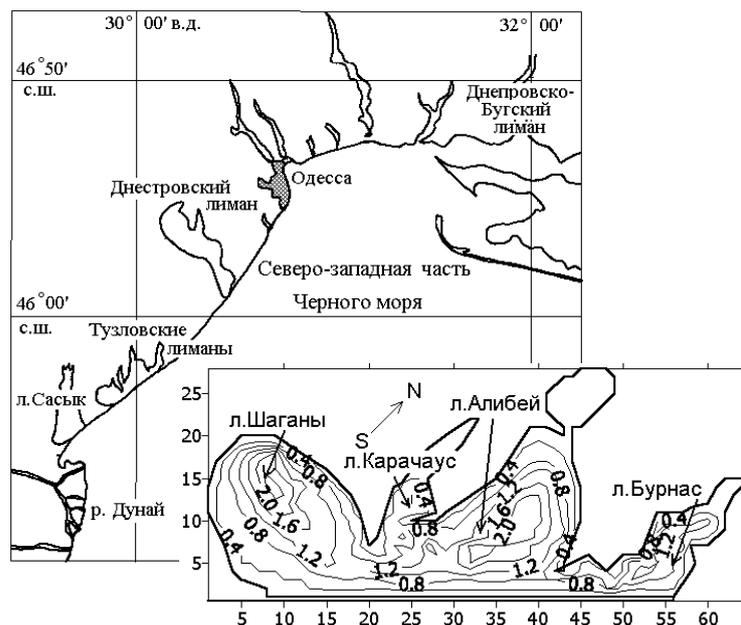


Рис. 1. Расположение и батиметрическая карта расчетной области Тузовских лиманов

Изменчивость характеристик и главных компонентов водно-солевого баланса Тузовских лиманов описана в работах [1, 2, 3]. Подробную гидробиологическую и рыбохозяйственную характеристику лиманов можно найти в [4].

Результаты расчетов водно-солевого баланса группы Тузовских лиманов, полученные в [2], подтвердили, что исторически сложившийся режим их рыбохозяйственного использования, предполагающий принудительное обеспечение водообмена с морем через соединительные каналы весной и в начале осени, является оптимальным и необходимым для сохранения современного хозяйственного статуса и экологического состояния водоема. По этим каналам происходит искусственное наполнение водоема морской водой, которая способствует относительному «распреснению» вод лиманов осенью и, в маловодные годы, весной. В условиях средневодного (т.е. типичного) года из лиманов, в период весеннего водообмена с морем, выводится большее количество солей, чем поступает осенью с морскими водами (870 и 700 т, соответственно) [2]. Лишь обеспечение стабильной периодической искусственной связи лиманов с морем позволяет поддерживать соленость их вод в пределах 20-40 ‰.

Постановка задачи. Поскольку водообмен с открытым морем через соединительные каналы играет важную роль в стабилизации гидролого-гидрохимического режима лиманов и существенно влияет на их экологическое состояние, то актуальной представляется задача разработки научно-обоснованных рекомендаций по численности, расположению, параметрам и режиму эксплуатации этих каналов.

В работе [5], с помощью гидродинамической модели [6], была решена задача оптимизации численности и местоположения соединительных каналов для обеспечения максимального водообмена с морем и обновления вод Тузовского водоема. Расчеты показали, что наиболее эффективным является сооружение двух соединительных каналов, расположенных на южной (Шаганы) и северной (Бурнас) оконечностях песчаной косы.

Цель представляемой работы заключалась в определении оптимальных размеров соединительных каналов в косе для стабилизации гидрологического и гидрохимического режимов Тузовских лиманов. Эффективность различных вариантов инженерных решений, направленных на управление водообменом лиманов с морем, оценивалась по результатам сценарного моделирования, полученным с помощью численной гидродинамической модели [7]. При этом в качестве критерия оценки эффективности решений использовалась соленость вод в лиманах.

Условия и результаты моделирования. В работе исследовались два основных сценария водопользования:

- сохранение современного режима рыбохозяйственного использования лиманов путем наполнения в осенне-зимний период морской водой через стационарные искусственные прораны в пересыпи;
- реконструкция гидрологического и гидрохимического режимов лиманов путем обеспечения непрерывного водообмена с морем в летний период через постоянно функционирующие искусственные прораны в пересыпи.

При моделировании первого сценария исследовалась скорость нерегулируемого наполнения и относительного распреснения Тузовских лиманов в период с третьей декады сентября до конца года за счет водообмена с морем через два канала, расположенных в противоположных концах пересыпи. Поскольку для обеспечения необходимой пропускной способности каналов мы не можем варьировать их глубиной (она лимитируется глубинами ≈ 0.5 м со стороны лимана и моря, в месте расположения каналов), то задача заключалась в определении оптимальной ширины этих каналов.

При расчетах акватория Тузовских лиманов покрывалась сеткой 65×22 узла с шагом 500 м (рис. 1). Учитывая малые глубины, использовались 4 расчетных уровня по вертикали. Для учета влияния на

водообмен с морем сгонно-нагонных колебаний уровня воды в лиманах, расчеты проводились при ветровых условиях, наблюдаемых в 2002 году на ГМП Усть-Дунайск. При этом, отметка уровня воды в каналах со стороны моря задавалась неизменной. Рассматривались два случая превышения отметки уровня моря над отметкой уровня воды в водоеме к концу летнего периода изоляции: на 20 и 50 см. Соленость вод в лиманах в начальный момент полагалась равной 39 ‰, а соленость втекающих морских вод задавалась равной 15 ‰.

Расчеты динамики вод в лиманах, выполненные в [5] показали, что вследствие особенностей морфометрической структуры, водообмен между лиманом Бурнас и остальной, значительно большей частью водоема затруднен. Исходя из соотношения объемов вод двух указанных частей водоема, можно предположить, что для распреснения л.Бурнас понадобится соединительный канал значительно меньшей ширины, чем в южной части водоема (л.Шаганы).

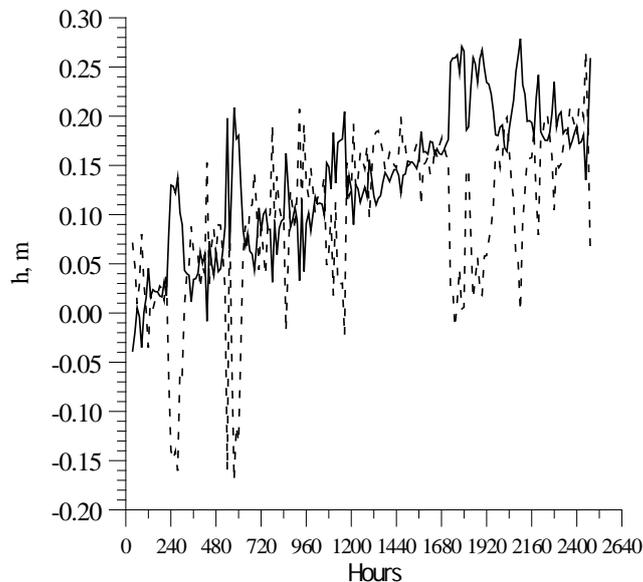


Рис. 2 Изменчивость отметки уровня воды, в м, в лиманах Бурнас (пунктир) и Шаганы (сплошная кривая) за период с 21 сентября по 31 декабря при наличии 2-х каналов шириной 5 м в пересыпи и начальном превышении отметки уровня моря 0.2 м

В ходе рекогносцировочных исследований на местности были обнаружены остатки сильно обмелевшего искусственного канала шириной 5 м, соединяющего ранее л. Бурнас с морем. Исходя из требования минимизации затрат на строительство каналов и опыта рыбохозяйственного использования лиманов, в первой серии численных экспериментов ширина обоих каналов задавалась равной 5 м. Каналы располагались в узлах (15, 1) и (54,1) расчетной сетки (см. рис. 1).

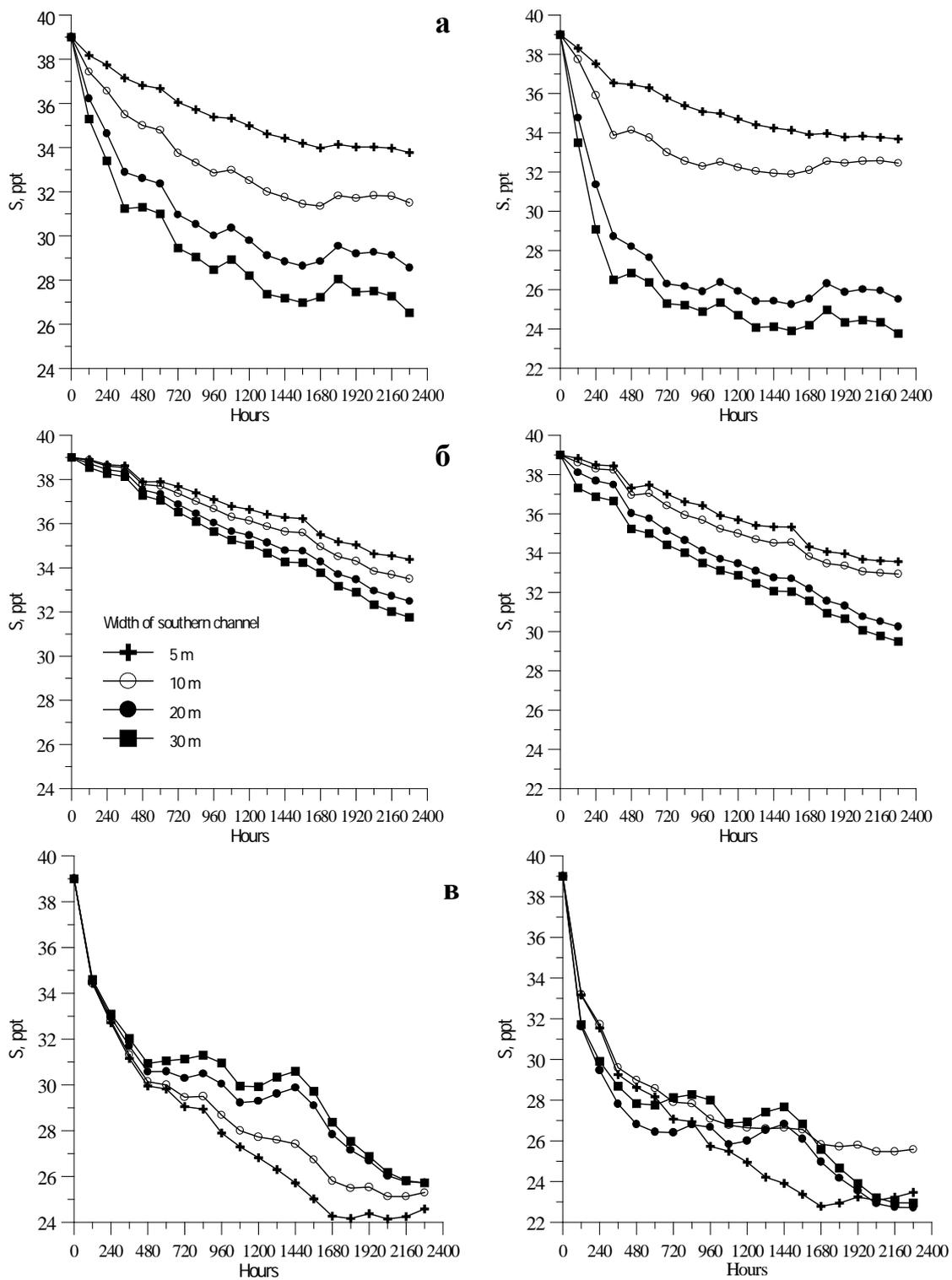


Рис. 3 Изменчивость солёности вод в лиманах Шаганы (а), Алибей (б), Бурнас (в) в период с 21 сентября по 31 декабря, при начальном превышении отметки уровня моря над невозмущенным уровнем воды в водоеме равном 0.2 м (слева) и 0.5 м (справа) при наличии 2-х каналов в пересыпи: шириной 5 м – в лимане Бурнас; 5, 10, 20, 30 м – в лимане Шаганы

Результаты расчетов представлены на рис. 2 - 3. Следует обратить внимание на следующие особенности. При указанной ширине проливов заполнение лиманов морской водой до отметки уровня моря происходит до начала – середины декабря. Под действием господствующих в осенне-зимний период года ветров северных румбов, между северной и южной частями водоема в течение расчетного периода образуются экстремальные перепады уровня (рис. 2), которые способствуют водообмену лиманов с морем. К концу расчетного периода соленость вод в лимане Бурнас понижается до 24 ‰, в то время как в лиманах Шаганы и Алибей – лишь до 34 ‰.

Приведенные результаты расчетов свидетельствуют, что два канала шириной в 5 м, расположенные в северной и южной частях пересыпи, обеспечивают значительное распреснение вод в л. Бурнас, но не достаточны для эффективного распреснения остальной части водоема. Следовательно, в силу указанных ранее причин, ширина южного канала должна быть увеличена. Результаты расчетов изменчивости солености вод в лиманах при различной ширине канала в л. Шаганы приведены на рис. 3. Видно, что наиболее эффективным является увеличение ширины южного канала до 20 м. При дальнейшем увеличении ширины до 30 м соленость вод в лиманах понижается лишь на несколько промилле. Максимальные значения в пространственном распределении солености отмечаются в лимане Алибей (рис. 4). Увеличение ширины северного канала (в л. Бурнас) до 10 м приводит к снижению солености вод в этом лимане до 21 ‰, но лишь незначительно влияет на соленость вод в л. Бурнас и Шаганы (рис. 5).

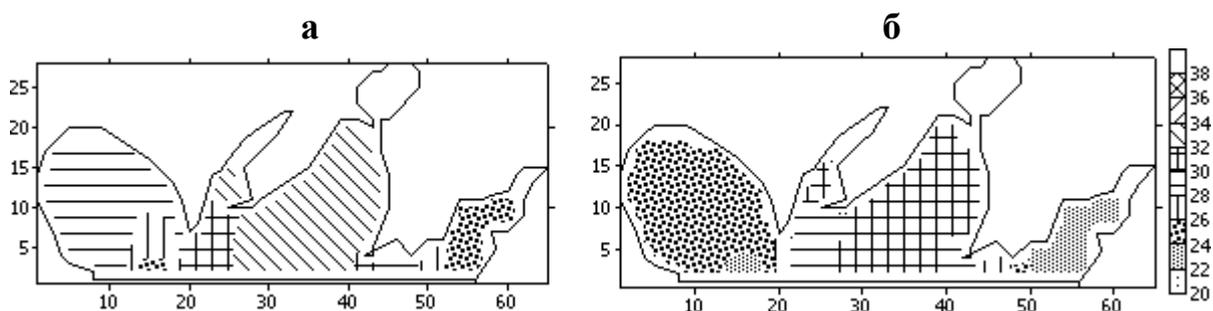


Рис. 4 Соленость вод в Тузовских лиманах в конце декабря при наличии двух каналов: шириной 5 м – в л. Бурнас и 20 м – в л. Шаганы, при начальном превышении отметки уровня моря 0.2 м (слева) и 0.5 м (справа)

Таким образом, расчеты для первого сценария водопользования показали, что для наполнения водоема в осенне-зимний период в течение 3-4 декад, оптимальным является сооружение 2-х каналов: шириной 5 м –

в л. Бурнас и 20 м – в л. Шаганы. При начальном перепаде отметок уровня воды в море и лимане 0.5 м скорость течения в каналах в момент их открытия может достигать 2 м/с, но при стабилизации уровня – не превышает 1 м/с.

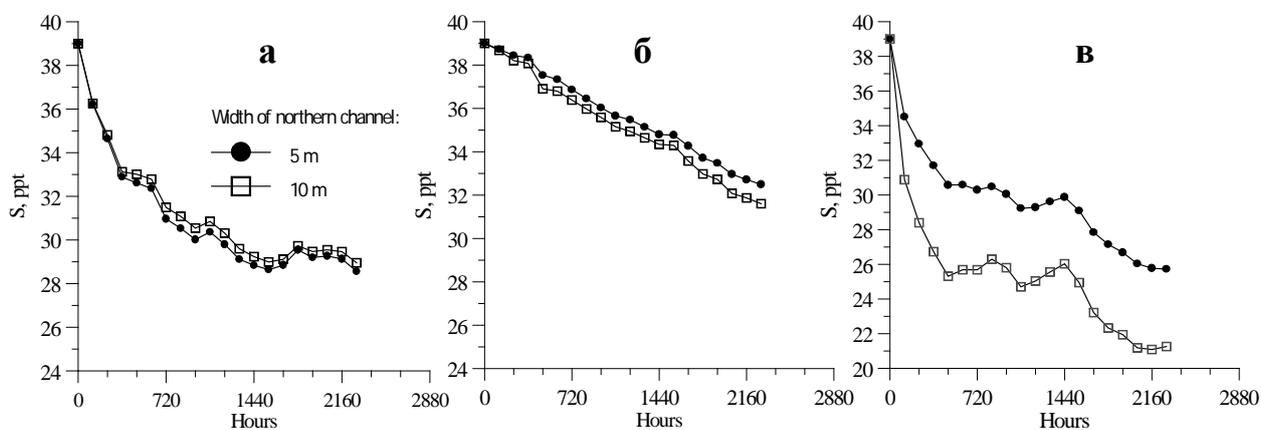


Рис. 5 Изменчивость солености вод в лиманах Шаганы (а), Алибей (б), Бурнас (в) за период с 21 сентября по 31 декабря при начальном превышении отметки уровня моря 0.2 м и ширине канала в л. Шаганы 20 м, а в л. Бурнас – 5 и 10 м

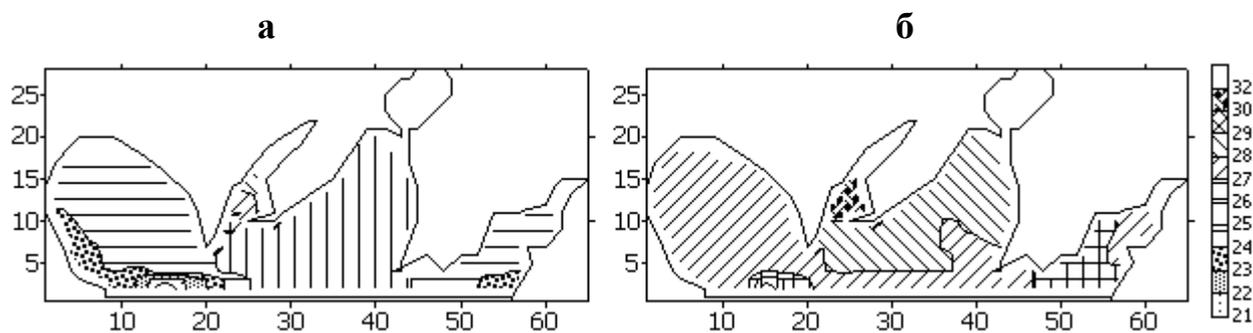


Рис. 6 Соленость вод Тузовских лиманов в конце июля (а) и середине сентября (б), при функционировании в летний период двух каналов: шириной 5 м – в лимане Бурнас и 20 м – в лимане Шаганы

Исходя из полученных результатов, проводились расчеты для второго сценария водопользования, когда каналы указанной выше ширины остаются открытыми весь летний период для компенсации падения уровня в водоеме и осолонения его вод за счет испарения. Расчет велся с 1 мая по 30 сентября, при ветровых условиях за 2002 г. На морских концах каналов задавались возмущения уровня моря, рассчитанные при аналогичных ветровых условиях по модели адаптированной к акватории прилегающей

части Черного моря [2, 5]. Соленость вод на морских границах задавалась однородной и, в соответствии с данными атласа [8], увеличивалась с 12 ‰ в мае до 15 ‰ – в сентябре. Начальная (в мае) соленость вод в Тузловском водоеме, согласно [1], полагалась равной 21 ‰, а распределение ее по пространству водоема – однородным. Предполагалось, что за расчетный период максимальная глубина водоема уменьшится за счет испарения на 0.9 м по сравнению с исходной 3.4 м в начале мая, что соответствует ситуации экстремально маловодного года в водно-балансовых расчетах. Отметим, что в работе [5] такие расчеты выполнялись для каналов шириной 50 м.

Ранее выполненные для заданных условий расчеты, при отсутствии водообмена лиманов с морем, показали [5], что минерализация вод к середине сентября повысится на акватории лиманов Шаганы и Алибей до 38.4-38.7 ‰, а в лиманах Карачаус и Бурнас – до 43.4 и 43.7 ‰, по сравнению с весенней (21 ‰), когда существует естественный водообмен с морем. Моделирование случая функционирования в летний период двух соединительных каналов определенной ранее ширины (северного – 5 м и южного – 20 м) показало, что соленость вод в середине сентября в лиманах Шаганы и Бурнас составит 26 - 28 ‰, в л. Алибей 28-29 ‰ и лишь в л. Карачаус превысит 30 ‰ (рис. 6).

Выводы. Расчеты, выполненные с помощью гидродинамической модели, в которых соленость вод Тузловских лиманов рассматривалась как показатель качества вод водоема по сравнению с морскими водами, показали, что для стабилизации гидрологического и гидрохимического режимов лиманов, путем обеспечения водообмена с морем, оптимально строительство двух каналов в песчаной пересыпи: в л. Бурнас (северный) – шириной 5 м и л. Шаганы (южный) – шириной 20 м. Глубина каналов 0.5 м. При этом удастся избежать чрезмерного обмеления и осолонения Тузловских лиманов в летний период, особенно в маловодные годы.

Литература

1. *Розенгурт М.Ш.* Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов одесских лиманов.- К.: Наукова думка, 1974.- 217 с.
2. *Розробка заходів щодо відновлення і підтримання сприятливих гідрологічного і гідрохімічного режимів в районі Тузловської групи лиманів: Звіт про НДР/ Одес.Держ.Екол.Ун-т; № ДР 0103U006209.– Одеса, 2003.– 314 с.*
3. *Лиманно-устьевые комплексы (ЛУК) Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения.–Л.: Наука, 1988.– 304 с.*

4. *Старушенко Л.И., Бушуев С.Г.* Причерноморские лиманы Одещины и их рыбохозяйственное использование.–Оф ИнБЮМ, Одесса: Астропринт, 2001.– С.32-43.
5. *Гопченко Е. Д., Тучковенко Ю. С.* Сценарное моделирование водно-солевого режима Тузловских лиманов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: НАН Украины, МГИ.– 2003.– Вып.10.– С. 243 - 255.
6. *Тучковенко Ю.С.* Гидродинамическая модель для расчета трехмерной циркуляции и термохалинной структуры вод северо-западной части Черного моря // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.– 2002.– № 45. – С. 129 - 139.
7. *Тучковенко Ю. С.* Гидродинамическая модель для расчета трехмерной циркуляции и термохалинной структуры вод северо-западной части Черного моря // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.– 2002.– № 45. – С. 129 - 139.
8. *Виноградов К.А., Розенгурт М.Ш., Толмазин Д.М.* Атлас гидрологических характеристик северо-западной части Черного моря.– К:Наукова Думка, 1966.

STABILIZATION OF HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL MODES OF TUZLOVSKIE ESTUARIES BY REGULATION OF WATER EXCHANGE WITH THE SEA

E. D. Gopchenko, Y. S. Tuchkovenko, N. G. Serbov, G. D. Buziyan

Odessa state environmental university

The problem of stabilization of volume and salinity of waters in Tuzlovskie estuaries in drought years is considered. With the help of numerical non-stationary hydrodynamical model the optimum width of two channels connecting a reservoir with the sea in northern and southern part of crosspiece sandy are defined.

Key words: Black sea, a northwest part, Tuzlovskie estuaries, salinity of waters, regulation.

СТАБІЛІЗАЦІЯ ГІДРОЛОГІЧНОГО І ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМІВ ТУЗЛОВСЬКИХ ЛИМАНІВ ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ВОДООБМІНУ З МОРЕМ

Є. Д. Гопченко, Ю. С. Тучковенко, М. Г. Сербов, Г. Д. Бузіян

Одеський державний екологічний університет

Розглянуто проблему стабілізації об'єму і солоності вод Тузловської групи лиманів у маловодні роки. За допомогою числової нестационарної гідродинамічної моделі визначена оптимальна ширина двох каналів, що з'єднують водойму з морем у північній (л.Бурнас) і південній (л.Шагани) частинах піщаної коси.

Ключові слова: Чорне море, північно-західна частина, Тузловські лимани, солоність вод, регулювання.