

Р.Я.Миньковская

Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь

СОЛЁНОСТЬ ВОДЫ КАК КРИТЕРИЙ ЗОНИРОВАНИЯ МОРСКИХ УСТЬЕВ РЕК

На основе многолетних наблюдений (с 1976 по 2011 гг.) в морских устьях рек Украинского Причерноморья в качестве критерия для выделения их границ, гидрофизического, гидрохимического и гидробиологического зонирования предложена солёность воды и её коэффициент вариации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *морские устья рек, солёность, зонирование.*

Введение. Морские устья рек Украинского Причерноморья остаются недостаточно изученными, их внешние границы (особенно морские) до сих пор практически не определены, а зонирование в основном выполняется на основе геоморфологических особенностей устьев. В связи с этим размеры устьевых областей даже больших рек не установлены, универсальный критерий для зонирования их акваторий не найден, что затрудняет изучение этих особых, переходных от реки к морю, географических объектов. Поэтому актуальной является цель работы – выбор и обоснование критерия для определения границ устьев рек, приемлемого для их зонирования по гидрофизическим, гидрохимическим и гидробиологическим особенностям режима. Для этого решались следующие задачи: систематизировались многолетние наблюдения за солёностью, температурой и качеством воды; строились средние многолетние схемы распределения характеристик режима и качества воды; оценивалась изменчивость характеристик в пространстве и во времени.

Материалы и методика. В работе использованы данные наблюдений Николаевского ЦГМ, Дунайской ГМО, МО УкрНИГМИ, МГИ НАН Украины и Крымского ЦГМ за 1976 – 2011 гг. на сети станций и постов Гидрометеослужбы Украины, а также материалы, полученные при выполнении экспедиционных исследований в Днепровско-Бугском лимане, Севастопольской бухте и на взморье р.Дунай. Методики отбора и определения солёности воды являются стандартными и описаны в изданиях Государственного водного кадастра. Для получения количественных результатов и оценки точности определения средних многолетних величин использовался статистический метод. Коэффициент вариации рассчитывался по формуле, приведенной в [2].

Обсуждение. На основе анализа распределения солёности воды в устьях больших, средних и малых рек Украинского Причерноморья установлено, что критерием дальности распространения устьевых процессов в море может служить солёность воды и коэффициент её вариации C_v . При среднем многолетнем значении C_v менее 0,1 на устьевых взморьях больших и средних рек (Дунай, Днепр, Юж. Буг) отмечается однородное распределение солёности воды, на устьевых взморьях малых рек (Чёрная и Бельбек) такая однородность отмечается в акваториях, где C_v не превышает 0,02. Различия в величинах критериального значения C_v объясняются неодинаковой степе-

нию воздействия стока больших и малых рек на устьевые взморья разного типа. Изменчивость солёности воды на устьевых взморьях больших рек на порядок больше, чем на взморьях малых рек, где, за исключением акваторий, непосредственно примыкающих к месту впадения реки, распределение происходит только в паводки и половодье.

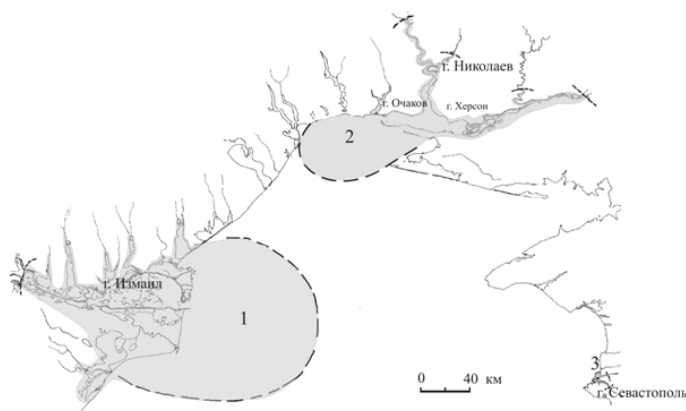
Установлено, что внешними границами морских устьев рек Дунай, Бельбек и Чёрная может служить среднее многолетнее положение изогалины 17,8 ‰, а устьевое взморье рек Днепр и Юж.Буг ограничивается положением изогалины 15,8 ‰. В указанных границах морские устья рек показаны на рис.1.

Выделение морских границ рассматриваемых устьев позволило впервые ориентировочно определить их размеры. Суммарная площадь всех устьевых акваторий Чёрного моря составляет около 10 % его площади, принятой в соответствии с [1]. Площадь морского устья р.Дунай составляет около 17000, р.Днепр и р.Юж.Буг 5000, р.Чёрная 23 и р.Бельбек 10 км³.

Зонирование морских устьев рек Дунай, Днепр, Юж. Буг и Чёрная также выполнялось на основе анализа солёности воды и её коэффициента вариации. Независимо от типа устьевых взморьев, в их пределах выделено по пять характерных зон: адвекции пресных вод (0,5 – 1,5 ‰, $C_v = 0,5 - 1,5$); смешения распреснённых вод (2 – 10 ‰, $C_v = 0,3 - 0,7$); фронтального раздела (11 – 14 ‰, $C_v = 0,3 - 0,8$); смешения осолонённых вод (15 – 17 ‰, $C_v = 0,1 - 0,2$); адвекции солёных вод (16 – 18 ‰, C_v менее 0,1).

Количественная оценка зон адвекции и смешения вод на устьевых взморьях разных рек показала, что соотношение нормы стока устьеобразующих рек и зоны его влияния на устьевые взморья остаётся для данного региона величиной постоянной (независящей от величины стока и типа устьевого взморья), примерно равной 10.

Совместный анализ распределения солёности и температуры воды показал, что солёность может быть использована в качестве критерия для определения зоны теплового влияния речного стока [2, 3]. Установлено, что основное влияние на устьевые взморья больших рек (Дунай, Днепр, Дон и Кубань) сток тепла оказывает в зоне адвекции [4]. В зоне смешения в результате



Р и с . 1 . Морские устья рек: Дунай (1), Днепр и Юж.Буг (2), Бельбек и Чёрная (3).

турбулентного теплообмена и диффузии тепловое влияние рек и моря разграничить затруднительно, особенно при отсутствии фронтального раздела. В зоне адвекции морских вод проявляется влияние морского теплопритока. Поэтому на устьевых взморьях разного типа выделено по три характерных зоны: 1 – преимущественного влияния стока тепла рек (1 – 2 ‰, $C_v = 0,5 - 1,5$); 2 – интегрального влияния теплопритока реки и моря (2 – 15 ‰, $C_v = 0,3 - 0,8$); 3 – зона преимущественного теплового влияния моря (более 15 ‰, $C_v \leq 0,2$).

Сопоставление среднего многолетнего распределения солёности воды на устьевом взморье рек Дунай, Днепр и Чёрная с распределением других абиотических характеристик свидетельствует о возможности использования солёности для ориентировочного зонирования устьевых взморьев по особенностям качества воды в случаях, когда гидрохимические определения не выполнялись. Например, распределению солёности соответствует наилучшим образом: насыщение воды кислородом на взморье р.Дунай; распределение рН и кремния в Днепровско-Бугском лимане; распределение фосфатов в Севастопольской бухте и в поверхностном слое воды Днепровско-Бугского лимана. В восточной части лимана концентрация фосфатов и кремния связана с солёностью воды прямо пропорциональными зависимостями, с коэффициентами корреляции 0,6 – 0,7 [3]. Очевидно, по солёности воды можно судить о распределении некоторых гидрохимических характеристик, так как их величины в пресной и солёной воде отличаются.

Солёность воды является лимитирующим фактором существования пресноводных и солоноводных гидробионтов [5 – 7]. Спектр солёности, при котором могут существовать как пресноводные, так и солоноводные организмы ограничен 2 – 8 ‰ [5]. Однако резкое изменение солёности опасно для речных и морских гидробионтов. Критической солёностью (биогеохимическим барьером) принято считать солёность 5 – 8 [5, 7] или 7 – 8 ‰ [6]. При солёности ниже этого предела гибнут морские организмы, выше – пресноводные. Поэтому зонирование устьевых акваторий по степени экологической опасности выполнялось по изогалинам 5 и 8 ‰. Таким образом, в пределах морских устьев рек выделено три зоны по степени экологической опасности: 1 – опасная для морских гидробионтов (солёность менее 5 ‰); 2 – зона солоноватоводных видов, потенциально опасная для морских и речных видов (солёность 6 – 7 ‰); 3 – опасная для пресноводных гидробионтов (солёность более 8 ‰).

Заключение. Солёность воды, являющаяся одновременно гидрофизической (как показатель плотности) и гидрохимической характеристикой (как показатель химического состава), представляет собой наиболее универсальный критерий, приемлемый для: определения границ между разнородными водными массами; зонирования морских устьев рек по преобладающим в них процессам; определения зон распреснения, осолонения, теплового влияния; зонирования по отдельным характеристикам качества воды и экологическим рискам.

Использование в качестве критерия значений солёности и её коэффициента вариации (C_v) позволило: впервые установить границы и определить размеры морских устьев рек Дунай, Днепр, Юж.Буг, Чёрная и Бельбек при средних гидрометеорологических условиях; зонировать зону взаимодействия

и смешения речных и морских вод и дать количественную оценку зоны адвекции и зоны смешения для различных устьев; выделить зоны теплового влияния рек и моря на устьевые взморья и дать их количественную оценку для Днепровско-Бугского лимана и р. Дунай; предложить использование солёности воды в качестве критерия для ориентировочного зонирования устьевых акваторий по отдельным гидрохимическим показателям (что может быть полезно при отсутствии данных гидрохимических наблюдений); выделить зоны возможных экологических рисков по критической солёности воды (5 – 8 ‰).

Установлено, что морская граница устьевых взморьев рек Дунай, Чёрная и Бельбек соответствует изогалине 17,8 ‰, в пределах выделенных взморьев C_v солёности превышает 0,1 (взморье р. Дунай) и 0,02 (взморье рек Чёрная и Бельбек). Устьевое взморье рек Днепр, Юж. Буг, Ингул и Ингулец ограничено изогалиной 15,8 ‰, C_v солёности в его пределах превышает 0,1. В указанных пределах устьевых взморьев больших, средних и малых рек украинского Причерноморья выделяется пять характерных, по преобладающим процессам, зон: адвекции речной воды (0,5 – 1,5 ‰, $C_v = 0,5 – 1,5$); распреснения (2 – 10 ‰, $C_v = 0,3 – 0,7$); гидрофронта (11 – 14 ‰, $C_v = 0,3 – 0,8$); осолонения вод (15 – 17 ‰, $C_v = 0,1 – 0,2$); адвекции морской воды (16 – 18 ‰, C_v менее 0,1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР*. Т.IV, Вып.1.– СПб: Гидрометеоиздат, 1991.– 430 с.
2. *Иванов В.А., Миньковская Р.Я.* Морские устья рек Украины и устьевые процессы : учебник в 2-х частях.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008.– 806 с.
3. *Миньковская Р.Я.* Океанография морского устья рек Днепр и Юж.Буг.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– 506 с.
4. *Миньковская Р.Я., Симов В.Г.* Температура воды и ледовые условия в устьях больших рек Чёрного и Азовского морей.– Севастополь, 1994.– 185 с.– Деп. В ДНТБ Украины 03.01.95.– № 36– Ук 95.
5. *Зернов С.А.* Общая гидробиология.– М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 388 с.
6. *Константинов А.С.* Общая гидробиология.– М.: Высшая школа, 1986.– 472 с.
7. *Ястреб В.В., Хмара Т.В.* Солёность вод как условие существования экосистем открытых лиманов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– вып. 15.– С.346-358.

Материал поступил в редакцию 31.07.2013 г.

АНОТАЦІЯ. На основі багаторічних спостережень (з 1976 по 2011 рр.) у морських гирлах річок Українського Причорномор'я як критерій для виділення їх меж, гідрофізичного, гідрохімічного та гідробіологічного районування запропонована солоність води.

ABSTRACT. On the basis of long-term supervisions (from 1976 to 2011) in the marine mouths of rivers of Ukrainian of Black Sea Coast as criterion of zoning of their borders, hydrophysical, hydrochemical and hydrobiological division into districts salinity of water is offered.