

Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, О.Н. Гриб, [crimskiy@rambler.ru](mailto:crimskiy@rambler.ru)  
*Одесский государственный экологический университет, г. Одесса, Украина*

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ И ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА**

Разработаны рекомендации по оптимизации уровней и солености воды уникального бальнеологического объекта – Куяльницкого лимана.

E.D. Gopchenko, N.S. Loboda, O.N. Grib  
*Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine*

## **EVALUATION OF THE STATE OF STORAGE POOLS AND OPTIMIZA- TION OF WATER CONTROL IS IN POOL OF WATER'S ESTUARY OF KUYAL'NICKIY**

Recommendations for optimizations of levels and salinity of water's estuary of Kuyal'nickiy were developed.

Куяльницкий лиман принадлежит к группе закрытых и является одним из самых древних на территории северо-западного побережья Чорного моря. Он известен как важный рекреационный и бальнеологический объект государственного и мирового значения. Высокие лечебные свойства имеют рапа и грязи лимана. Сегодня этот уникальный водоем находится в критическом экологическом состоянии. Это обусловлено его катастрофическим обмелением (до 40 см – в октябре 2009 г.) и связанным с этим увеличением солености рапы (до 390 ‰ – в августе 2009 г.), что угрожает исчезновением водоема и потерей запасов уникальных лечебных грязей и рапы, своеобразной флоры и фауны лимана.

Водность Куяльницкого лимана и его солевой режим главным образом зависят от соотношения величин атмосферных осадков, которые выпадают на водную поверхность, объема испарения с его поверхности и речного стока с водосбора водоема. Учитывая то, что при регулировании водности лимана почти невозможно влиять на атмосферные осадки и испарение, остается только вариант упорядочивания речного стока воды в лиман.

Основным притоком Куяльницкого лимана является река Большой Куяльник, которая протекает в Северо-Западном Причерноморье. Длина реки составляет около 170 км, водосборный бассейн узок, с максимальной шириной 18 км и площадью – 1860 км<sup>2</sup>. По среднегодовым значениям общей минерализации вода в русле реки и искусственных водоемах относится к классу солоноватых, третьей категории. По критериям ионного состава она относится к хлоридно-сульфатному классу, натриевой группы, третьего типа.

Среди небольших рек Северо-Западного Причерноморья река Большой Куяльник выделяется особенно высокой зарегулированностью (понятие «естественный сток» для неё полностью потеряло свое значение). Основную роль в этом играют многочисленные искусственные водоемы и гидротехнические сооруже-

ния (пруды, водохранилища, копани, карьеры, шлюзы), расположенные в бассейне реки. Количество искусственных водоемов в период с 1960 г. по настоящее время изменялось от 145 до 36 шт., а по данным наших исследований в 2010 г. составляет свыше 135 шт., с общим объемом около 15,6 млн. м<sup>3</sup> и площадью водного зеркала – 6,26 км<sup>2</sup> (при максимальном наполнении этих водоемов). Весной каждый год и после значительных дождевых осадков все пруды и водохранилища наполняются водой и даже те, которые пересыхают летом и осенью, имеют глубину 2,50 м и больше. Большинство этих водоемов в хозяйственной деятельности никак не используется. К середине-концу лета вода из многих прудов и водохранилищ почти вся испаряется или фильтруется. Большинство обследованных дамб искусственных водоемов в бассейне реки Большой Куяльник не имеют шлюзов, то есть сток воды происходит только после их наполнения (средняя высота дамб 3-5 м). На некоторых искусственных водоемах в бассейне реки минерализация воды может достигать 14760 мг/дм<sup>3</sup>. Это может быть вызвано несколькими факторами – притоком высокоминерализованных подземных вод, значительным испарением воды с водной поверхности, за счет биогенных элементов органического происхождения (отмершие растения и животные), минеральных удобрений и других факторов. Всё это обусловило постепенное накопление солей в практически бессточных водоемах. Средняя минерализация воды реки Большой Куяльник в 2010 г. составила 4260 мг/дм<sup>3</sup>.

Полное обследование прудов и водохранилищ в бассейне Куяльницкого лимана выполнялось в 1961-1962 гг. во время экспедиции, организованной Одесским гидрометеорологическим институтом под руководством доцента А.И. Молдованова. Количество искусственных водоемов в то время составило 145 шт., из которых около 40 % было с разрушенными дамбами или пересохшими. Почти для всех прудов и водохранилищ были определены основные характеристики и размеры заиления. К сожалению, с тех пор и до 2010 г. Детальные исследования искусственных водоемов в бассейне реки не выполнялись, а те, которые осуществлялись, имели или рекогносцировочный характер, или охватывали лишь части бассейна.

По результатам исследований 1961-1962 гг., суммарный объем прудов и водохранилищ составлял 13,9 млн. м<sup>3</sup>, что отвечало 50 % норме водного стока реки в устьевом створе (с. Севериновка). Другими словами, в средние по водности годы, прудами и водохранилищами могла перехватываться половина естественного стока реки, а в маловодные – практически весь сток. Только во время особенно высоких половодий и паводков вода переливалась через гребни дамб (большинство из них – «глухие») или разрушала их и попадала в лиман, как например, в период половодья 1968 г. В 1992 г. количество действующих прудов и водохранилищ в бассейне реки уменьшилось до 36 шт., с суммарным объемом – 6,42 млн. м<sup>3</sup>.

В период с 1962 по 1992 гг. дамбы значительной части прудов были разрушены, но построено несколько новых водохранилищ в устьях притоков реки Большой Куяльник. Несмотря на то, что количество искусственных водоемов в тот период уменьшилось, величина стока в реке также несколько снизилась, то есть приток воды в лиман не увеличился. Объяснялось это несколькими причинами. Первая с них заключалась в том, что на величину перехвата стока влияли не толь-

ко количество прудов и их объем, но и расположение на водосборе. Несколько больших водохранилищ или других искусственных водоемов, расположенных в устьях притоков, а также в русле главной реки, «перехватывают» почти весь сток с площадей водосборов. Примером этому являются водоем в русле р. Большой Куяльник у с. Севериновка, а также водоемы, расположенные в устьях левых притоков этой реки. Вторая причина, которая в то время заметно повлияла на уменьшение объема водного стока реки, связана с реконструкцией русла: 132 км основного русла реки (из 170 км) спрямлено и углублено без детального изучения гидрологических и гидрогеологических условий в бассейне. Проведенные мероприятия привели к уменьшению поверхностного стока. Это связано с тем, что канализированное русло, дренируя водоносный слой современных аллювиальных и аллювиально-делювиальных отложений, обезводило толщу пойменных отложений. Пойма превратилась в своеобразный накопитель, который задерживает поверхностный сток, сформированный на ней и склонах долины. Следовательно, проведенные во второй половине XX столетия мероприятия по регулированию стока реки Большой Куяльник не дали ожидаемых результатов, а фактически привели к противоположному эффекту – катастрофическому снижению стока реки.

Годовое количество осадков в бассейне р. Большой Куяльник изменяется от 500 до 450 мм. Основная часть осадков выпадает в теплый период года (апрель-октябрь), но эти осадки расходуется, главным образом, на испарение с поверхности суши. Вероятность наступления бездождевых периодов длительностью 40 дней составляет в устьевом участке реки 70 %.

Анализ колебаний годового стока в створах р. Большой Куяльник – с. Севериновка и р. Тилигул – пгт Березовка, позволил установить, что с 1984 г. водность этих рек находится в маловодной фазе, на фоне которой наблюдался всплеск водности, начиная с 1995 года. По данным наблюдений в створе реки Большой Куяльник – с. Севериновка, установлено, что наибольший годовой сток наблюдался в 2003 г. (34 мм), наименьший – в 1993 г. (0,5 мм). Наибольший расход воды в реке наблюдался 26.03.2003 г. и составил 35,9 м<sup>3</sup>/с, наименьший – равняется нулю и наблюдается на протяжении всех лет наблюдений в период межени. Средняя многолетняя величина годового стока реки Большой Куяльник – с. Севериновка, рассчитанная по данным наблюдений за периоды 1986-1993 и 2001-2006 гг. составляет 4,83 мм, коэффициент вариации – 1,87, коэффициент асимметрии – 3,26. Относительная средняя квадратичная погрешность расчета средней многолетней величины стока составляет 52 %, что обусловлено высокой изменчивостью годового стока. В качестве среднего по водности года, имеющего эмпирическую обеспеченность, близкую к 50 %, выбран 1990 г., в который средняя многолетняя величина наблюденного годового стока составила 1,4 мм. Значительная разница между средней величиной годового стока и стоком обеспеченностью 50 % поясняется недостаточной для обеспечения требуемой точности расчётов продолжительностью наблюдений. Основная часть стока реки Большой Куяльник (94 %) поступает в Куяльницкий лиман весной – в период с марта по май, а в осенний период – с сентября по ноябрь, оставшиеся 6 %. В остальные месяцы года река чаще всего пересыхает. В многоводный год сток наблюдается с февраля по июль. При переходе к годам средней и малой водности продолжительность стока в течение года уменьшается до двух месяцев (март, апрель).

С целью определения водных ресурсов водосборов рек с отсутствием или недостатком данных наблюдений, каким является бассейн р. Б. Куяльник, а также при значительной трансформации стока водохозяйственной деятельностью, в Одесском государственном экологическом университете под руководством профессоров Е.Д. Гопченко и Н.С. Лободы разработана модель «климат-сток», в которой процесс формирования стока рассматривается в последовательности «климат – подстилающая поверхность – естественный сток – водохозяйственные преобразования – бытовой сток».

На основе модели «климат-сток» были установлены статистические параметры естественного (ненарушенного хозяйственной деятельностью) и бытового (преобразованного влиянием искусственных водоёмов) годового стока. Расчёты бытового стока выполнялись для масштабов хозяйственной деятельности, соответствующей 2010 году: суммарная площадь водной поверхности искусственных водоёмов равна 6,26 км<sup>2</sup> и суммарном объёме – 15,6 млн. м<sup>3</sup>. На базе моделирования было получено, что статистические параметры естественного годового стока равны  $\bar{Y}_{\text{гп}} = 12$  мм,  $C_V = 1,2$ ,  $C_S = 2,0$ .

Влияние дополнительного испарения с водной поверхности искусственных водоёмов обеспечивает снижение средней многолетней величины стока на 13 %, а потери воды на заполнение водоёмов – на 68 %. Суммарный коэффициент антропогенного влияния равен 0,6. С учетом этого коэффициента норма бытового стока реки Большой Куяльник составляет 7,2 мм, коэффициент вариации – 1,65, коэффициент асимметрии – 2,81. За счет влияния искусственных водоемов величина годового стока в многоводные годы уменьшается от 26 (P = 5 %) до 46 (P = 25 %) процентов. В средний по водности год (P = 50 %) за счет влияния искусственных водоемов возможно уменьшение на 67 %. В маловодные годы (P = 75 %) за счет влияния искусственных водоемов бытовой сток приближается к нулю.

При регулировании водного и солевого режимов реки Большой Куяльник и Куяльницкого лимана необходимо учитывать, что нижний, благоприятный для лечебных целей предел солёности воды лимана, составляет 100 ‰, а верхний – 200 ‰. Кроме того, известно, что при солёности больше 250 ‰ все специфические организмы, которые живут в солёной рапе лимана, погибают, а образование лечебной грязи прекращается. Обеспеченность уровней воды в лимане, при которых солёность будет меньше 200 ‰, составляет всего 25 %, а обеспеченность уровней, когда солёность будет 250 ‰, около 92 %.

Солёность рапы Куяльницкого лимана тесно связана с уровнем воды в водоёме. Зависимость между ними аппроксимируется уравнением

$$S = 161 \cdot H^{-1,12}. \quad (1)$$

где  $S$  – солёность рапы лимана, ‰;

$H$  – уровень воды на водомерном посту лимана, м.

По этому уравнению можно вычислять уровни наполнения Куяльницкого лимана для достижения необходимой солёности рапы.

Таким образом, с учетом объема испарения с водной поверхности лимана за год (в среднем около 460 мм) и с использованием кривой объёмов воды ли-

мана в начале каждого года можно определить какой объем стока весеннего половодья реки Большой Куяльник необходимо пропустить в лиман для поддержки на протяжении года уровней воды, при которых соленость будет соответствовать рекреационным и бальнеологическим требованиям, а жизнь в водоеме и образование лечебной грязи не будут прекращаться.

Для оптимизации управления водным и солевым режимом Куяльницкого лимана рекомендуются такие мероприятия:

а) осуществить ликвидацию или обустройство шлюзами тех прудов (дамб), которые не используются в хозяйственной или другой деятельности, а наполняются весной и пересыхают летом, тем самым препятствуют свободному поступлению воды в Куяльницкий лиман;

б) для обеспечения санитарного стока воды ниже дамб водоемов в русле реки Большой Куяльник, а также оптимальных уровней и солености воды в Куяльницком лимане следует определить максимальные уровни наполнения тех прудов и водохранилищ, которые на протяжении года не пересыхают;

в) необходимо расчистить спрямлённое русло или восстановить старое меандрирующее русло реки Большой Куяльник для обеспечения свободного поступления её стока в Куяльницкий лиман.

Е.Д. Гопченко, Ю.С. Медведева, [gidro@ogmi.farlep.odessa.ua](mailto:gidro@ogmi.farlep.odessa.ua)  
*Одесский государственный экологический университет, Украина*  
*Одесская национальная морская академия, Украина*

## **ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНО-СОЛЕВЫМ РЕЖИМОМ ПРИДУНАЙСКИХ ОЗЕР (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. КИТАЙ)**

Впервые обоснованы уравнения водных и солевых балансов оз. Китай, определены составляющие, которые входят в них. Для осуществления мероприятий по улучшению качества воды в оз. Китай было выполнено сценарное моделирование функционирования водоема.

E.D. Gopchenko, Yu.S. Medvedeva  
*Odessa State Environmental University, Ukraine*  
*Odessa National Maritime Academy, Ukraine*

## **THE PROBLEMS OF WATER AND SALT REGIMES MANAGEMENT OF DANUBE LAKES (ON THE EXAMPLE OF KITAI LAKE)**

For the first time, water and saline balances for Chitai Lake are validated, their components are defined. To implement measures for improving water quality in Chitai Lake scenarial modelling for functioning of the water body is carried out.

Озеро Китай относится к группе придунайских пойменных озер, которые расположены в Одесской области. Все они вытянуты в меридиональном направлении. Небольшие степные реки, которые впадают в озера, маловодны.