

ПРОВ 98

ПРОВ 2010

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

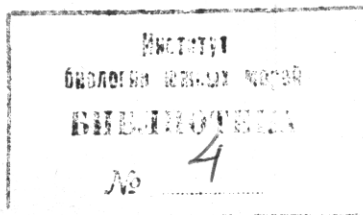
БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 41

ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ
И ОКЕАНОГРАФИИ



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1977

Одинаковая методика сбора и обработки материала позволила дать по экстремальным значениям коэффициентов сравнительную характеристику интенсивности развития турбулентных процессов Тунисского пролива и прибосфорского района Черного моря при различных ветровых ситуациях [1].

Процессы горизонтального турбулентного обмена в Тунисском проливе при любых погодных условиях развивались интенсивнее по сравнению с прибосфорским районом Черного моря. Это связано, вероятно, со значительной изрезанностью рельефа дна и более сложной структурой поля ветра и течения в проливе, который соединяет западную и восточную части Средиземного моря. Быстрые перемещения центров атмосферной циркуляции, сопровождавшиеся сменой силы и направления ветра в районе пролива, порождают инерционные колебания скорости, в условиях разнонаправленных течений еще более усложняющие структуру потоков. Экстремальные значения коэффициентов A в верхнем слое Тунисского пролива при сильных ветрах превышали значения A в прибосфорском районе в пять-шесть раз, при умеренном ветре — в восемь-десять раз.

Вихревая структура потоков в обоих районах существенно менялась, если в поле скорости прослеживалась инерционная составляющая. В этом случае отмечалось значительное увеличение коэффициентов A при расширении спектра вихрей в область крупных масштабов. При таких условиях значения коэффициентов в Тунисском проливе были выше, чем в прибосфорском районе (в переходных слоях), в 16—46 раз.

Таким образом, в Тунисском проливе и прибосфорском районе Черного моря зимой 1970 г. и ранней осенью 1972 г. турбулентный процесс развивался анизотропно: наиболее интенсивно в поперечном направлении к результирующему течению или под небольшим углом к нормальному сечению потока. Однако в зависимости от гидрометеорологических условий изменялась степень анизотропности по глубине и с расширением масштаба явления, а также менялось направление экстремальных значений A относительно результирующего потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданова А. К. Сравнительная характеристика горизонтальной турбулентности в Тунисском проливе и прибосфорском районе Черного моря.— В кн.: Исследование водообмена через Тунисский пролив и Босфор. К., «Наук. думка», 1976.
2. Озмидов Р. В. Горизонтальная турбулентность и турбулентный обмен в океане. М., «Наука», 1968. 196 с.
3. Штокман В. Б. О турбулентном обмене в средней и южной части Каспийского моря.— Изв. АН СССР. Сер. географ., геофиз., 1940, № 4, с. 569—592.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
25.II 1975 г.

УДК 551.46.09

В. И. Тимошук

ЗАРЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЧНОГО СТОКА КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Зарегулирование речного стока и строительство водохранилищ нарушило скорости круговорота воды на его отдельных участках. Перестройка водных систем и перераспределение материковых вод оказывают существенное влияние на экологию морских бассейнов. Положение

осложняется еще отрицательным воздействием загрязнения речных вод и внутренних водоемов на качественный состав морских вод.

Выяснение влияния реконструкции стока рек на биофизико-химическую структуру морей имеет большое значение для рационального использования природных ресурсов. В настоящей статье рассматриваются сопутствующие зарегулированию речного стока факторы, которые могут вызвать нежелательный сдвиг экологического равновесия. К такому следует отнести круговорот воды в схеме атмосфера — суша — река — море, степень зарегулирования речного стока Азово-Черноморского бассейна и его скорости в общем круговороте воды, показатели взаимодействия среды и организмов и др.

В общем круговороте веществ в биосфере круговорот воды в системе атмосфера — суша — река — море является частным. Здесь кроме воды участвуют и другие вещества. Круговороты отдельных веществ или их комплексов не замыкаются полностью, они сообщаются друг с другом и включаются в общий, более сложный круговорот. Скорость движения на отдельных участках круговорота различная. Вся вода, содержащаяся в атмосфере, обновляется за девять дней, речные воды (русовые) — за 12—20 дней. Указанный процесс и его скорости — один из наиболее важных в миграции химических элементов и непрерывного обмена в биологическом цикле. В море, пройдя биологический цикл, часть вещества выпадает из круговорота, нуждающегося в постоянном пополнении.

Недостаток или избыток химических элементов в среде обитания приводит к интенсивному развитию или угнетению организмов. Опыты по изучению влияния различных элементов на продукцию фитопланктона свидетельствуют о стимулирующем действии фосфора совместно с азотом, железом, марганцем и кобальтом [4].

Показателями масштабов биохимических процессов, взаимодействия среды и организмов могут служить коэффициенты накопления отдельных элементов, которые выражаются как отношение концентрации элемента в организме к концентрации его в воде. Организмы планктона, стоящие в начале пищевых цепей, концентрируют микроэлементы в значительном количестве [5—7] и тем самым принимают активное участие в биогенной миграции этих элементов в море. Общая биомасса планктона Черного моря составляет 7—8 млн. т, а годовая продукция — 105—200 млн. т. Межгодовые колебания биомассы планктона Черного моря и величин речного стока происходят в одной фазе. Соотношения растворенных микроэлементов в стоке рек северо-западной части Черного моря неодинаковы. Содержание железа, меди, марганца, свинца и др. в пробах зоопланктона, собранных в районе Дунайского гидрофронта, имеют четкие сезонные отличия: как правило, содержание этих элементов увеличивается от весны к лету, достигая наибольших концентраций осенью [1].

Распределение годового биогенного стока хорошо совпадает с внутригодовыми расходами: весной — летом поступает до 67% годового стока, осенью 12—13, зимой 21—27%. Максимальный биогенный сток наблюдается в августе — до 15% годового, минимум — в октябре — 2,2%. С водами Дуная в северо-западную часть моря поступает 80% биогенов (кремний, азот, фосфор, железо), с водами Днестра — 15 и Днестра — 4,2%.

В настоящее время степень зарегулирования стока рек Азово-Черноморского бассейна достигла высокого уровня. Тенденция расширения емкости водохранилищ сохраняется [8, 10]. Увеличение площади водохранилищ, кроме желательных результатов (увеличения объема), приводит к нежелательным: уменьшению скорости обмена русловых вод, увеличению потерь воды на испарение и др.

При существующем зарегулировании стока рек и прогнозируемом увеличении водопотребления уже в 1985 г. ожидается появление дефицита воды только на территории Украины примерно 15 км³. Для покры-

тия дефицита предусматривается осуществление крупных мероприятий, связанных с сооружением гидроузлов и подачей воды из других бассейнов, располагающих водными ресурсами. Предполагается подача в Днепр воды из Дуная. Существующие водохранилища Днепровского каскада увеличили емкость воды по сравнению с русловой в 15—25 раз. Следовательно, в такой кратности уменьшилась скорость водообмена речного стока, что вызывает некоторые сдвиги в установившихся процессах.

В воде водохранилищ отмечено увеличение концентрации биогенов по сравнению с рекой (до зарегулирования), изменение их соотношений и сезонности стока, что подтверждается результатами исследований Л. Н. Зимбалева с соавт. [4]. Эти авторы на примере Кременчугского водохранилища показали, что усиление эвтрофикации сопровождается понижением pH, повсеместным появлением углекислоты и увеличением содержания фосфора (до 0,90 мг/л). В таких концентрациях фосфор может оказывать токсическое воздействие на гидробионтов. Возрастание концентрации микроэлементов и биогенов хорошо согласуется с кратностью изменения скорости водообмена русловых вод.

Изменение соотношения микроэлементов и биогенов в речном стоке усиливает способность гидробионтов селективно концентрировать элементы. Установлено, что минимальные концентрации железа в воде водохранилищ коррелируют с максимальным его накоплением в тканях высшей водной растительности.

Уменьшение скорости течений способствует отложению взвешенных органических и минеральных веществ в ложе водохранилищ. Таким образом, в круговороте воды на участке река — водохранилище изменяется качественный состав стока.

Среди исследователей бытует мнение о том, что решающее влияние на продуктивность моря и сокращение биогенного стока оказывает колебание речного стока (А. И. Александров, В. П. Воробьев, В. Н. Тихонов, Б. С. Книпович, А. Н. Смирнов; цит. по [6]). Вторым важным фактором в рассматриваемой схеме круговорота воды является безвозвратное изъятие части речного стока на участках схемы суша — река — водохранилище — лиман — море. О характере влияния уменьшения стока рек на промысловую и кормовую фауну приустьевых акваторий можно судить по данным А. Ф. Карпевич [6, 7], согласно которым при устойчивом изъятии 15—20% речного стока от среднего многолетнего возможно понижение биопродуктивности Азовского моря на 20%. Изъятие стока может вызвать перестройку сложившихся биотических комплексов; это указывается в работах многих исследователей, где анализируется влияние солености, газового режима, течений и других факторов на онтогенез гидробионтов [2, 3].

Экспериментальные исследования [7] показали, что каждый вид из различных групп бентоса (пресноводной, реликтовой, средиземноморской) имеет свой солевой порог. Пресноводные моллюски (например, беззубка) чувствительны к повышению солености воды от 0 до 2‰, олигохета выживает в пределах 0—4‰. Взрослые особи реликтовых ракообразных более устойчивы к воздействию солености, чем моллюски, их верхний порог выживания отодвинут до 12,5‰, но они более чувствительны к содержанию кислорода.

Экспериментально определена выживаемость личинок дунайской сельди, жереха и мальков леща, судака и жереха в условиях различной солености [2, 3]. Эти опыты подтверждают более высокую солеустойчивость (в 6,5 раза) личинок сельди пятой стадии развития по сравнению со второй и третьей стадиями. Наиболее солеустойчивы личинки и мальки жереха. В пределах солености 1,8—5,8‰ мальки леща жили в среднем не более 7 ч 30 мин, при солености 8,8—16,3‰ — не более 1 ч 6 мин. Продолжительность жизни контрольной группы составляла 234 ч

[9]. Это свидетельствует о стеногалинности мальков дунайского леща.

Анализ солености за период 1923—1972 гг. выявил тенденцию к повышению солености поверхностного слоя Черного моря на 0,1—0,2‰ за последнее десятилетие. На 200- и 300-метровом горизонтах в центрально-восточной части моря тенденции к повышению солености сохраняются. Еще более быстрое изменение солености происходит в северо-западном районе моря в эстуариях и лиманах этого района [1]. В связи с углублением устьевых участков рек для прохода судов и уменьшением скорости течений морская вода распространяется вдоль каналов в виде так называемого солевого клина, который держится устойчиво в течение всего года.

Из наших расчетов динамики изменения солености на модели водного и солевого баланса Черного моря следует, что при изъятии 40—50% среднесуточного стока рек соленость биологически деятельного поверхностного слоя (0—150 м) возрастает до 21—22‰ за 25—30 лет.

Подводя итоги, можно отметить, что зарегулирование стока посредством водохранилищ уменьшает скорость обмена русловых вод в общем круговороте в десятки раз. Это вызывает нежелательный сдвиг экологического равновесия. Ослабление стока рек приводит к необратимым процессам в приустьевых районах в северо-западной части Черного моря: проникновению солевых клинов в лиманы и устья рек, уменьшению зон опресненных участков.

Соленость около 5—8‰ является барьером, при переходе через который меняются биологические свойства на разных трофических уровнях.

Изменение стока рек начинает приводить к экологическим перестройкам Черного моря: понтизации приустьевых районов (особенно в северо-западной части) и усилению медитерранизации всего моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алмазов А. М. Гидрохимия устьевых областей рек. М., Изд-во АН СССР, 1962. 256 с.
2. Марковский Ю. М. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования. К., Изд-во АН УССР, 1954. 196 с.
3. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Каспийская фауна в Азовско-Черноморском бассейне. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960. 298 с.
4. Зимбалева Л. Н. и др. Эвтрофикация мелководий Кременчугского водохранилища.— В кн.: Круговорот веществ и энергии в озерах и водохранилищах. Листвничное на Байкале. Изд. Лимнологического института СО АН СССР, 1973, с. 44—46.
5. Кабанова Ю. Г. Изучение минерального питания морского фитопланктона.— Океанология, 1973, 7, № 3, с. 495—503.
6. Карпевич А. Ф. Влияние изменяющегося стока рек и режима Азовского моря на его промысловую и кормовую фауну.— Труды АзНИИРХ, 1960, 1, № 1, с. 26—38.
7. Карпевич А. Ф. Отношение к солености беспозвоночных Азовского моря.— Труды ВНИРО, 1955, 31, № 1, с. 130—138.
8. Перехрест С. М. Влияние хозяйственной деятельности на водный баланс.— Водные ресурсы, 1974, № 5, с. 28.
9. Хлебков В. В. Критическая соленость биологических процессов. Л., «Наука», 1974. 236 с.
10. Цеев Я. Я. Биологические ресурсы днепровских водохранилищ.— Природа, 1973, № 4, с. 28—35.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
24.I 1975 г.