

УДК 551.464.5+626.88(262.81)

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА СОЛЕННОСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ ПОСЛЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЛЖСКОГО СТОКА

Д. Н. КАТУНИН
КаспНИРХ

Режим солености Северного Каспия имеет большое значение для формирования ареалов нагула и кормовой базы полупроходных рыб (воблы, леща, судака), что в свою очередь сказывается на росте и размерах этих рыб. В связи с этим необходимо оценить современный режим солености Северного Каспия и те его изменения, которые произойдут после предстоящего ввода в действие вододелиителя в дельте Волги.

После зарегулирования волжского стока у Куйбышева и Волгограда произошло значительное внутригодовое перераспределение стока. В среднем объем искусственного половодья в современных условиях составляет 44,3% от годового поступления воды в море против 55,4% до 1958 г. Соответственно увеличилась водность осенне-зимней межени. Уменьшилась не только водность, но и продолжительность половодий (в среднем на три недели). Соответственно понизились отметки максимальных уровней воды в реке, а максимальный расход воды у Астрахани наблюдается на две недели раньше. Объемы весенних половодий уменьшились главным образом в результате снижения расходов воды в июне на 50,7% против периода до 1958 г. Поскольку режим солености Северного Каспия в значительной степени определяется водностью Волги, рассмотрим некоторые особенности его формирования в условиях зарегулированного стока.

Сокращение притока волжской воды в апреле—июне обусловило увеличение средних месячных и годовых величин солености, особенно в июне—августе в западной части моря (в среднем на 0,60—0,95‰) и в июле—августе в восточной части (в среднем на 0,48—0,55‰), т. е. в период массового ската молоди и нагула взрослых рыб.

Увеличение солености привело к уменьшению биомассы и ареала слабосоленоватого комплекса моллюсков. По данным В. Ф. Осадчих, биомасса этого комплекса в 1962—1971 гг. уменьшилась на 30% по сравнению с периодом с 1948 по 1955 гг.

В связи с более ранним прохождением максимальных расходов Волги (конец мая) в современных условиях максимальное опреснение западной части Северного Каспия наблюдается не в июле, а в июне; в восточ-

Вой части моря средние значения солености в июне и июле стали практически одинаковыми. В Северном Каспии до 1958 г. максимальный прогрев водных масс в среднем совпадал по времени с наибольшим опреснением. В связи с этим для тех гидробионтов, в частности для моллюсков (*Dreissena polymorpha andrusovi*), у которых нерест полностью совпадал с сезоном максимального опреснения (Гальперина, 1972), экологические условия ухудшились (сократился нерестовый ареал, нерест происходит не при оптимальной, а при повышенной солености). Так Г. Е. Гальперина и А. Л. Львова-Качанова (1972) отмечают, что *D. p. andrusovi*, обитающая при широком диапазоне солености, тем не менее реагирует на ее изменения и находит оптимальные условия в каких-то определенных значениях солености.

Следовательно, можно предполагать, что деформация волжского стока привела не только к более раннему скату мелкой молодежи проходных рыб, но также сказалась на нересте и развитии кормовых объектов, адаптированных к небольшим колебаниям солености. В связи с этим изменились экологические условия откорма и взрослых проходных рыб.

Значительно уменьшились сезонные колебания солености по всему морю: в западной части — на 37%, в восточной — на 40%, поэтому надо полагать, что для стеногалинных гидробионтов условия улучшились.

Формирование и сезонная динамика опресненных зон 0,20—2,00‰ и 0,20—8,00‰ находятся в прямой зависимости от речного стока ($r = -0,98$). После зарегулирования волжского стока произошло сокращение размеров этих площадей, сглаживание сезонной амплитуды колебаний.

Для расчета величин опресненной зоны 0,20—8,00‰ в июне — августе использована функциональная зависимость $F = f(W)$, со стоком Волги в апреле — июле. Для исключения ветровой составляющей, искажающей величину опресненной зоны, сформированной под действием волжского стока, величины зон осредняли по грациям стока. Полученные выборочные коэффициенты корреляции свидетельствуют о тесной взаимосвязи рассматриваемых характеристик. Так, для июня, июля, августа они равны 0,961; 0,978; 0,890 соответственно.

Теоретическое значение критериев t по Стьюденту свидетельствует о том, что критерии значимости достигают в первом случае 1%-ного, во втором случае — 0,1%-ного, в третьем случае — 5%-ного уровня значимости.

Расчетные формулы (уравнения регрессии) соответственно для июня, июля и августа следующие:

$$x_1 = 15,04 + 0,148y_1;$$

$$x_2 = 21,04 + 0,058y_1;$$

$$x_3 = 19,24 + 0,068y_2;$$

где x_1 , x_2 , x_3 — величины опресненной зоны с соленостью 0,20—8,00‰ в июне, июле, августе, тыс. км²;

y_1 — сток Волги в апреле — июне, км³;

y_2 — сток Волги в мае — июле, км³.

Величина опресненных зон, рассчитанная на основании предлагаемых формул, очень близка к фактической и отличается от нее не более, чем на 8%.

Многолетними исследованиями установлено, что оптимальной соленостью для солоноватоводного комплекса бентоса является средняя соленость Северного Каспия 7—8‰.

Л. Г. Виноградов и Е. А. Яблонская (1965) отмечают, что повышение солености Северного Каспия до 9—10‰ и выше катастрофически сказывается на количественном развитии солоноватоводных моллюсков Северного Каспия, наиболее обильно развивающихся в зоне с соленостью 3—7‰. К этой же солевой зоне приурочено и распространение основных полупроходных рыб (воблы, леща, судака). Как известно, оптимальные условия для размножения полупроходных рыб в дельте Волги складываются чаще всего в многоводные годы при объеме стока весеннего половодья 140—150 км³ (апрель — июнь). При таком стоке половодья соленость около 7,5‰ будет оптимальной для нагула полупроходных рыб и развития солоноватоводного комплекса моллюсков. Уменьшение стока в апреле — июне до 120 км³ приводит к повышению солености до 8,20‰, т. е. до максимально возможного уровня для нормального развития солоноватоводного комплекса гидробионтов. Дальнейшее уменьшение стока приводит к увеличению солености, выходящему за пределы максимально допустимого.

Уменьшение стока половодья в апреле — июне в современных условиях примерно до 100 км³ привело к сокращению ареала полупроходных рыб в июне — августе в среднем на 12%. При дальнейшем снижении объема половодья до 80 км³ (при работе вододелителя) зона нагула полупроходных рыб станет на 22% меньше по сравнению с периодом до 1958 г., что равносильно той потере нагульных площадей, которая произошла в 1930—1940 гг. при падении уровня Каспийского моря.

После зарегулирования волжского стока произошло внутригодовое перераспределение величин вертикальных градиентов солености $\frac{\Delta s}{\Delta z}$ в сторону увеличения в межень и уменьшения в период прохождения волны половодья. Причем, если в июне уменьшение $\frac{s}{\Delta z}$ составило 15—20%, то в августе 60—70%, а в октябре, наоборот, произошло увеличение на 20—30%. Таким образом, наиболее значительное уменьшение вертикальных градиентов солености произошло в июле — августе, что, несомненно, должно было способствовать улучшению газового режима в зонах, где наблюдается дефицит кислорода. В зимний период, особенно в зоне прохождения западной волжской струи, ухудшение кислородного режима должно усилиться, так как вертикальное расслоение вод здесь в это время года увеличилось в связи с повышенными зимними попусками воды из Волгоградского водохранилища. Пресная вода тонким поверхностным слоем (толщиной 1—2 м) стекает в Средний Каспий. Вертикальные градиенты солености достигают при этом 1‰/м.

За рассматриваемый период водно-солевой баланс Северного Каспия изменялся сравнительно мало, однако зарегулирование волжского стока привело к внутригодовому перераспределению основной приходной статьи водного баланса и перестройке режима солености. Рассмотрим направленность изменений режима солености по акватории моря после зарегулирования волжского стока. Для этой цели мы отобрали 25 эталонных станций в западной и восточной частях моря. До и после зарегулирования волжского стока ежемесячные отклоне-

ния модульных коэффициентов от нормы определяли по формуле (Агупов, 1960)

$$A_n = \sum_{i=1}^{i=n} (K_i - 1),$$

где $K_i = \frac{M_i}{M_0}$,

K_i — модульный коэффициент каждого отдельного года;

n — число лет от начала рассматриваемого периода;

M_0 — средняя соленость рассматриваемого периода («норма»);

M_i — соленость в конкретный i -тый год;

A_n — показатель;

i — индекс при показателях M и K , обозначающий год наблюдений ($i=0, 1, 2, \dots n$).

Полученные таким образом данные показывают, что направленность изменений режима солености в разных частях акватории моря неодинакова.

В апреле опреснение охватывает всю западную часть моря, за исключением приглубого центрального района, что можно рассматривать как компенсационный процесс. Опреснение мелководной части моря связано с увеличением зимних расходов Волги в современных условиях по сравнению с периодом до 1958 г. более чем в 2 раза. Характерно, что зимой при изоляции поверхности моря от ветровых полей перенос волжской воды в восточную часть моря уменьшается по сравнению с теплым периодом года. Волжская вода выносится преимущественно в Средний Каспий. В современных условиях этот перенос усилился, одновременно осолонилась восточная часть моря. Немаловажную роль играет удлинение Волго-Каспийского судоходного канала. Достаточно отметить, что за последние 15—20 лет канал выдвинулся в южном направлении на 21,6 км. В июне тенденция, связанная с опреснением западной и восточной струй, сохраняется. Однако на акватории, прилегающей к центральной части дельты, наблюдается осолонение. В условиях зарегулированного стока Волги, как отмечает С. С. Байдин (1962), происходит отмирание мелких водотоков и сосредоточение стока в крупных. Этому способствовало также прорытие и углубление каналов-рыбоходов в 60-е годы. Кроме того, зарастание предустьевое пространства Волги, выход на поверхность многих островов способствуют как разделению волжского стока на две струи, так и усилению проникновения в этой части моря соленых морских вод в глубь Северного Каспия. За пределами распространения этих струй выражена заметная тенденция к осолонению моря. В июле по всей акватории моря в связи с уменьшением расходов воды в период половодья, особенно в июне, происходит некоторое осолонение.

В августе и октябре распределение отклонений модульного коэффициента (A_n) от нормы на картах примерно одинаково, но существенно отличается от предыдущих месяцев. Отличие заключается в том, что прохождение западной волжской струи в условиях зарегулированного стока сопровождается понижением солености в придонном горизонте в квадратах, расположенных на границах со Средним Каспием. Это явление нуждается в дальнейшем исследовании. Можно предположить, что ослабление потока опресненных вод, распространяющихся главным образом в поверхностном горизонте в южном направлении, в свою очередь уменьшает компенсационный поток вод из Среднего Каспия в придонном горизонте.

Выводы

Изменения солености по акватории моря в условиях зарегулированного стока имеют следующие особенности. Направленность изменений режима солености по акватории моря (кроме июля) неодинакова, при этом наблюдается увеличение интенсивности распространения западной и восточной опресненных струй. Наибольшее отклонение модульного коэффициента от нормы (An) наблюдается на большинстве станций в июле — августе; общее уменьшение волжского стока в период половодья привело к осолонению в июне — октябре восточной части моря и большей части акватории западной части. Это позволяет заключить, что дальнейшее сокращение стока весеннего половодья при работе вододеливателя приведет к осолонению не только западной, но и восточной частей моря.

Приведенные данные показывают, что зарегулирование волжского стока привело к значительной перестройке режима солености Северного Каспия и изменению экологических условий гидробионтов, причем они ухудшились для полупроходных рыб, слабосоленоводного комплекса планктона и бентоса. Можно полагать, что изменились также условия откорма рыб. Улучшились условия обитания стеногалинных гидробионтов. Следовательно, происходят глубокие изменения в органической жизни водоема. Дальнейшее сокращение стока (в том числе ввод в действие вододеливателя) в условиях зарегулированного стока может привести к дальнейшим возможно необратимым изменениям. В этих условиях целесообразно проводить следующие мероприятия:

целенаправленно формировать выдвигание дельты Волги в юго-восточном направлении, увеличивая водность каналов-рыбоходов в восточной части дельты;

осуществлять попуски воды в маловодные годы объемом 80 км³ (апрель — июнь при работе вододеливателя), в средневодные — 120 км³, в многоводные — 140—150 км³. Через два года работы вододеливателя на третий год необходимо устраивать рыбохозяйственный попуск воды объемом не менее 120 км³ для опреснения Северного Каспия. Попуски воды должны осуществляться по рыбохозяйственным графикам, т. е. сброс воды в период половодья должен быть растянут с середины третьей декады апреля до середины июля;

для улучшения режима солености Северного Каспия вододеливатель целесообразно использовать не только в период половодья маловодных лет, но также ежегодно в меженный период, особенно зимой, чтобы направлять большую часть воды по восточным рукавам дельты Волги. В западной части дельты расходы воды должны зимой составлять не более 2,0 тыс.м³/с, в восточной — 2,0—2,5 тыс.м³/с;

в юго-восточной части Северного Каспия, прилегающей к бывшим заливам Кайдак и Комсомолец, необходимо построить дамбу, а также сформировать путем обвалования береговую полосу восточного побережья Северного Каспия. По ориентировочным расчетам Н. П. Гоптарева, это позволит сэкономить около 10 км³ воды в год.

Представляется крайне необходимым сохранить современный уровень моря, так как понижение его даже на 1 м приведет к увеличению солености в западной части Северного Каспия примерно на 1‰, в восточной — примерно на 3‰.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Агупов А. В. Нормы стока и колебания водоности рек Западной Сибири.— В кн.: Колебания и изменения речного стока. М., 1960, с. 20—52.
- Байдин С. С. Сток и уровни дельты Волги. М., Гидрометеиздат, 1962, 337 с.
- Виноградов Л. Г., Яблонская Е. А. Проблемы рыбохозяйственной мелиорации Каспийского моря.— В кн.: Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. М., «Наука», 1965, с. 3—53.
- Гальперина Г. Е. К вопросу о воспроизводстве кормовой базы рыб Северного Каспия (моллюски).— «Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХа», Астрахань, 1972, с. 37—38.
- Гальперина Г. Е., Львова-Качанова А. А. Некоторые особенности размножения *Dreissena polymorpha andrusovi*. «Комплексные исследования Каспийского моря», Изд-во МГУ, 1972, вып. 3, с. 61—73.

SUMMARY

Change in the salinity regime of the Northern Caspian after the regulation of the Volga River is examined. Increased salinity, curtailed area of brackish waters, smoothing away of vertical salinity gradients are unfavorable for brackish-water (relict) group of hydrobionts and semi-anadromous fishes. Diminished river runoff will bring about an increase in the salinity of the Northern Caspian.