

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 вододелителя 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-

ной 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. 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 полупроходных 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 полупроходных 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%.

ной 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. 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 полупроходных 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 полупроходных 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%.

ной 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. 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 полупроходных 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 полупроходных 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%.

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 вододелиителя 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 вододелиителя) в условиях зарегулированного стока может привести к дальнейшим возможно необратимым изменениям. В этих условиях целесообразно проводить следующие мероприятия:

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

осуществлять попуски воды в маловодные годы объемом 80 км^3 (апрель — июнь при работе вододелиителя), в средневодные — 120 км^3 , в многоводные — $140—150 \text{ км}^3$. Через два года работы вододелиителя на третий год необходимо устраивать рыбохозяйственный попуск воды объемом не менее 120 км^3 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 вододелитель целесообразно использовать не только в период половодья маловодных лет, но также ежегодно в межливневый период, особенно зимой, чтобы направлять большую часть воды по восточным рукавам дельты Волги. В западной части дельты расходы воды должны зимой составлять не более $2,0 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$, в восточной — $2,0—2,5 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$;

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. Гонтарева, это позволит сэкономить около 10 км^3 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., Гидрометеониздат, 1962, 337 с.
- Виноградов Л. Г., Яблонская Е. А. Проблемы рыбохозяйственной мелiorации 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.