

УДК 551.482.243.6; 551.461 (282.247.41 + 262.81)

**ЗАВИСИМОСТЬ РАЗВИТИЯ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ
ОТ УРОВНЯ КАСПИЯ И РЕЧНОГО СТОКА****В. И. Буданов**

Развитие дельты зависит от сложного взаимодействия уровня моря и стока Волги, происходящего на фоне медленных вертикальных тектонических движений, а также от таких факторов, как работа ветра и атмосферных осадков, наличие растительности и т. д. Все это обусловило чрезвычайную сложность строения дельты и неравномерность ее развития. Кроме того, сказывается и хозяйственная деятельность человека: возведение плотин гидроэлектростанций и все увеличивающийся забор речной воды на промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные нужды. Заметно меняется облик дельты по мере ее сельскохозяйственно-то освоения.

Эти факторы, влияя на дельтовые процессы, изменяют также условия нереста и нагула многих видов промысловых рыб.

Систематические исследования Волги были предприняты в XVIII в. К этому времени ее положение, размеры, очертания неоднократно изменялись. Можно предположить, что важную роль в развитии дельты и в колебаниях уровня моря, так же как и теперь, играл волжский сток. Но данные о стоке имеются лишь с 70-х годов прошлого века.

С конца XVIII в. до наших дней в развитии дельты Волги можно выделить пять периодов (Е. Ф. Белевич (1956) до 1954 г. выделяет четыре периода).

В первом периоде (конец XVIII — начало XIX вв.) по разноречивым сведениям уровень моря стоял относительно высоко (—24,3—23,1 м. абс.). В это время произошла последняя трансгрессия, высоту которой установить не удалось. На картах того времени к западу от Астрахани показан большой морской залив с многочисленными вытянутыми островами — буграми Бэра (современный район западных подступных ильменей). Это — явное свидетельство более высокого стояния уровня в начале XIX в.

Во втором периоде, до 1830 г. уровень моря упал до отметки —25,3 м. Анализ карт того времени свидетельствует о быстром росте дельты, связанном, по-видимому, как с осыханием мелководных пространств авандельты, так и с увеличением твердого стока Волги в результате эрозии днищ протоков в связи со снижением базиса эрозии после падения уровня моря.

Третий период охватывает отрезок времени с 1830 г., когда начались наблюдения за уровнем моря по бакинскому футштоку, до 1929 г. После 1929 г. уровень Каспия начал быстро падать. В начале и конце периода наблюдались большие разнозначные колебания уровня, а в середине периода уровень почти не менялся и стоял относительно высоко. Сравнение карт показывает, что больших изменений дельты в этот период не прои-

зошло, хотя она непрерывно нарастала со средней скоростью 185 м в год (Валединский и Аполлов, 1928), причем значительно быстрее выдвигались в море участки, где выходят крупные протоки, выносящие основную массу аллювия.

Четвертый период начинается в 1930 г., отмеченном быстрым падением уровня моря, и кончается в 1958 г., когда с пуском Волгоградской ГЭС был зарегулирован сток Волги. В этот период уменьшился речной сток и понизился уровень моря. Сокращение стока было обусловлено строительством каскада гидроэлектростанций и водохранилищ на Волге, режим увеличением забора речной воды на промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные нужды и уничтожением громадных лесных массивов в бассейне Волги. С поверхностей водохранилищ стало испаряться около 8 км³ воды в год. Падение уровня вызвало частичное осыхание придельтовой полосы мелководья, где образовались широкая култучная зона и зона осушенных островов перед ней. К 1954 г. авандельта в основных чертах сформировалась примерно в том виде, какой мы ее видим теперь. Увеличение уклонов водной поверхности в низовьях проток, особенно в паводок, привело к эрозии их дниц, врезанию в подстилающие толщи осадков. Эрозия наблюдалась и в авандельте, где на продолжении наиболее крупных проток-банков образовались четкие желоба — банчины или бороздины с валами по бортам.

Култучная зона и мелководье между ней и осушенными островами почти сплошь заросли тростником, а сами острова также рогозом и кустарниковой ивой. Растительность, задерживая выносимые рекой наносы, способствовала дальнейшему обмелению верхней части авандельты, расширению култучной зоны и выдвигению в море края дельты. Многие вновь появившихся осушенных островов сложены наносами, прошедшими обработку морскими волнами.

Пятый период, началом которого можно считать 1959 г., первый год после постройки плотины Волгоградской ГЭС, продолжается и сейчас и характеризуется относительно стабильным уровнем моря и жестко зарегулированным волжским стоком. Эти обстоятельства сразу же отразились на ходе дельтовых процессов.

Резкое сокращение паводкового стока привело к столь же резкому сокращению твердого стока Волги. Так, если до 1958 г. в паводок выносилось в среднем 140,6 км³ воды, а среднегодовой вынос взвешенных наносов составлял 15,3 млн. т, то после 1958 г. в паводок проходит в среднем около 100 км³ воды, а количество выносимых в год взвешенных наносов сократилось до 7,6 млн. т (Горемыкин, 1970). В меньшей степени сократился и вынос влекомых наносов — основного «строительного материала» в дельте и авандельте. Сокращению твердого стока способствует также выработка новых устойчивых продольных профилей в протоках применительно к новому, относительно стабильному уровню. Вода в протоках и авандельте, даже в паводок, стала заметно прозрачнее. Все это снизило скорость нарастания дельты. Так, если средний прирост дельты за 1955—1958 гг. составлял 181,5 м в год, то за период с 1959 по 1964 г. лишь 43,2 м в год. Снижение максимальных паводковых уровней привело к уменьшению высоты вновь образующихся островов. Вертикальный прирост на эталонных участках на морском крае дельты за те же периоды составил соответственно 56 и 36,6 см в год (Горемыкин, 1970).

Для последнего периода характерна интенсификация хозяйственной деятельности человека. Кроме зарегулирования речного стока, заметное влияние на дельтовые процессы оказывают искусственные каналы-рыбоходы и прокосы в тростниковых зарослях. Отвалы вычерпываемого из каналов грунта дают начало цепочкам новых островов по бортам каналов. Каналы, прокосы, банчины, пропуская через себя основную массу

речной воды, сокращают плоскостной сток, что способствует зарастанию обширных мелководий. Усилилось загрязнение волжской воды отходами нефтепродуктов, сточными водами, ядохимикатами и т. д.

По последним сведениям, 1973 г. был исключительно маловодным в бассейне Волги и она вынесла за год в Каспийское море лишь 170 км³ воды вместо обычных 250 км³. В течение того же года уровень Каспия понизился на 14 см. В результате этих изменений следует ожидать усиления процесса выдвигания морского края дельты как в результате осушения наиболее мелководных пространств в зоне осушенных островов, так и в результате отложений на морском крае дельты наносов, поступающих с эродируемых днщ проток.

При сопоставлении картографических материалов с данными по уровню моря и речному стоку за длительный период видно, что наибольшие изменения в дельте, в частности ее рост и выдвигание в море, происходили в периоды сразу после заметного падения уровня Каспия, связанного, разумеется, с предшествующими маловодными годами и уменьшенным речным стоком. Сочетание — недавно снизившийся уровень моря и большой речной сток с обильным паводком — наиболее благоприятно для быстрого роста дельты. Напротив, некоторая стабилизация уровня, а также небольшие объемы жидкого и твердого речного стока каждый раз замедляли выдвигание дельты и увеличивали роль растительности в ее формировании.

Таким образом, дельта Волги, представляющая собой весьма сложное природное образование, развивалась во взаимодействии с комплексом часто и значительно меняющихся факторов. В течение последнего столетия на развитие дельты все возрастающее влияние оказывает хозяйственная деятельность человека.

Началом заметного воздействия человека на ход дельтовых процессов можно считать сведение лесов и распашку больших площадей в бассейне Волги в середине XIX в. Первое отрицательно сказалось на водном стоке и его режиме, а второе заметно увеличило твердый сток Волги, что вместе с падением уровня моря обусловило чрезвычайно быстрый рост дельты.

В дальнейшем все увеличивался забор речной воды на орошение, промышленные и коммунальные нужды, реки бассейна загрязнялись сточными водами, нефтью и сносимыми с полей удобрениями и гербицидами.

Огромное влияние на режим реки и развитие дельты оказало сооружение гидростанций и водохранилищ на Волге. Наибольшие изменения в режиме дельты произошли с вводом в строй Волгоградской ГЭС, самой нижней на Волге.

Современные дельтовые процессы представляются в следующем виде:

1. С зарегулированием сток Волги сократился с 251 * до 223 ** км³ в год (в 1973 г. он составил всего 170 км³), а паводковый сток уменьшился соответственно с 140 до 100 км³. В паводок теперь заливается лишь 40—50% площади поймы, где нерестятся полупроходные рыбы. Невысокие паводковые воды скатываются с поймы в протоки скорее, нежели успевают развиться и окрепнуть рыбная молодь, большая часть которой погибает. Полупроходные рыбы вынуждены искать новые, не всегда удобные нерестилища.

Некоторое увеличение меженного стока и меженного уровня несколько облегчает судоходство в протоках дельты, но не играет существенной роли для рыбного хозяйства.

В 1970 г. безвозвратный водозабор составил 3,3 км³, а испарение из водохранилищ — около 8 км³. При бурном развитии промышленности,

* По данным Гидропроекта за 1881—1960 гг.

** По данным Гидрометслужбы за 1961—1969 гг.

градостроительства и орошаемого земледелия следует ожидать в ближайшее десятилетие увеличения водозабора в 3—5 раз.

2. Создание каскада водохранилищ, в которых оседает значительная часть влекомых рекой наносов, привело к заметному уменьшению твердого стока Волги. Сейчас она выносит ежегодно влекомых и взвешенных наносов 7,7 млн. т против 25,7, выносившихся до постройки гидростанций. Это, а также некоторая стабилизация уровня Каспия и затухание эрозии дна протоков привело к снижению темпа роста дельты и выдвигания ее в море, который в 1959—1964 гг. составил 43,2 м в год вместо 181,5 в 1955—1958 гг. Небольшие количества взвешенных и еще меньше влекомых наносов почти целиком задерживаются растительностью вблизи от устьев протоков, т. е. в култушной зоне дельты и островной зоне авандельты.

3. В настоящее время волжский сток смещается из восточных в западные рукава. Так, если до 30-х годов около 60%, а в паводок 70% всего стока уходило в Ахтубу, пойму, Бузан и Болду, то теперь самым многоводным стал Бахтемир. Это, по-видимому, связано с тем, что при падении уровня моря после 1929 г. восточные рукава удлинились и ветвились больше западных. Здесь осох большой морской залив Синее Морцо, продольные уклоны восточных рукавов уменьшились и самым прямым и коротким путем для речной воды к морю стал Бахтемир. Какое-то влияние оказывает и сила Кориолиса, отклоняющая все струи в северном полушарии вправо. Обезвоживание ранее богатой рыбой восточной части дельты отрицательно сказывается на рыбных запасах дельты вообще.

4. К 1954 г. сформировалась современная авандельта, оконтуривающая морской край дельты 50—60-километровой мелководной полосой. В пределах авандельты четко определились верхняя зона осушенных островов и открытая авандельта с цепочками островов вдоль внешнего вала и по бортам каналов-рыбоходов. Формирование авандельты в ее современном виде началось с резкого падения уровня Каспия после 1929 г. В настоящее время вследствие сокращения твердого стока Волги и некоторой стабилизации уровня Каспия процесс обмеления авандельты и возникновения новых островов несколько замедлился. Существующие острова расширяются и соединяются между собой лишь по мере накопления наносов в густых зарослях водной и водно-воздушной растительности.

В связи с ухудшением экологических условий для нереста рыб и развития ее молоди в дельте авандельта приобретает все большее значение как место нереста и нагула рыб.

Большую роль в динамике авандельты играют искусственные каналы-рыбоходы. Пропуская через себя основную массу речной воды, они сокращают плоскостной сток и создают на обширных мелководьях застойный режим. Этому способствуют и цепочки островов по бортам каналов, ограничивающие водообмен каналов с мелководьями между ними. Такой режим стимулирует зарастание мелководий и накопление в зарослях наносов. Каналы-рыбоходы на продолжениях главных банков успешно используются рыбой для прохода вверх на нерест и скатывания молоди в море, а также служат для прохода небольших рыбачьих судов. На одних участках каналов образуются заносы, на других — донный размыв. Мелеющие участки требуют периодической расчистки, причем извлекаемый материал выбрасывается к бортам каналов, увеличивая существующие острова и образуя новые.

Некоторую роль в стоке речной воды через авандельту играют также прокосы в зарослях тростника, которые делают для прохода рыбачьих лодок. Дно в местах прокосов эродировано, образуются бороздины с ваолообразными повышениями по бортам.

5. В современной динамике култушной зоны и авандельты большую

роль играет растительность (рогоз, ежеголовник, сусак, тростник, ива), покрывающая огромные пространства мелководий и низкие острова. На мелководьях растительность образует многочисленные круглые сообщества, «блины», которые, множась и расширяясь, соединяются между собой и образуют в конце концов чрезвычайно низкие, часто заливаемые плоские острова. Наносы, скапливаясь в корневищах растений, повышают поверхность этих островов, превращая их постепенно в настоящую сушу. Эти «блины» просматриваются на аэрофотоснимках даже довольно старых островов. Растительность способствует осушению мелководных култуков и ильменей.

При сохранении существующих внешних условий (стока реки и его режима, уровня моря, климата и т. д.) в дельте будут формироваться такие продольные профили в протоках, при которых донная эрозия сведется к минимуму, а твердый сток еще более сократится. Рост дельты, выдвижение ее морского края и образование новых осушенных островов замедлится. Дельта будет расти лишь по мере заполнения взвешенными наносами, задерживаемыми растительностью, култуков и мелководий между осушенными островами.

Даже незначительное (0,5—1 м) падение уровня моря приведет к осушению огромных площадей мелководий в верхней части авандельты, соединятся между собой группы осушенных островов, сохнут мелководные култуки. Увеличение уклонов в протоках приведет к эрозии издний, увеличению твердого стока, что значительно ускорит темп нарастания дельты. Авандельта, какой мы ее видим теперь, перестанет существовать. Для образования новой авандельты за современным оконтуриваемым ее валом требуется не один десяток лет, как потребовалось более 20 лет с момента предыдущего падения уровня для формирования современной авандельты. Принимая во внимание большое значение авандельты для нереста и нагула рыб, нетрудно представить себе губительные последствия ее исчезновения.

Не менее тяжкие последствия, даже при сохранении уровня моря на современной отметке, вызовет дальнейшее сокращение жидкого стока Волги, например в результате возведения плотины Нижневолжской ГЭС. В этом случае снизятся и без того невысокие паводки, которые не смогут обеспечить заливание покоев — мест нерестилищ полупроходных рыб. Слабое промывание средних и мелких проток может привести к их отмиранию, осушению мелководных култуков и, конечно, дальнейшему засолению восточной части взморья.

Пожалуй, невозможно предусмотреть все изменения дельты в результате весьма вероятных изменений стока Волги и уровня моря, однако последствия их будут необратимыми.

Каковы же реальные перспективы изменения условий развития дельты в наше время бурного технического прогресса?

Развитие промышленности и расширение площадей орошаемого земледелия, а также быстрый рост городов требуют все возрастающих объемов пресной воды. В настоящее время на промышленные и коммунальные нужды из рек волжского бассейна изымается ежегодно около 1,5 км³ воды, а на орошение — примерно 3 км³. К безвозвратным потерям воды следует отнести и испарение с поверхностей водохранилищ, составляющее сейчас примерно 8 км³ воды, а в засушливые годы — 10—11 км³. Общий безвозвратный водоотбор и потери на испарение, таким образом, достигают 12—13 км³ в год. Предположительно, к 1985 г. эта цифра возрастет примерно до 30 км³ в год.

Уровень Каспия, чутко реагирующий на изменения речного (главным образом волжского) стока, неизбежно будет падать, если не принимать специальных мер по его поддержанию.

Развитие промышленности и сельского хозяйства отражается не толь-

ко на количестве поступающей в море речной воды, но и на ее качестве. Плохо или совсем неочищаемые сточные воды с промышленных предприятий, химические удобрения, поступающие с полей с дождевой водой, нефтепродукты и льяльные воды с судов — все это может сделать невозможным существование волжской фауны.

Для сохранения условий существования рыб, хотя бы на современном уровне, необходимо срочное вмешательство.

Все проекты мелиорации Северного Каспия и дельты Волги сводятся к решению четырех основных задач.

1. Сохранить уровень моря можно либо путем переброски вод в Каспий из смежных речных бассейнов, либо отчленением мелководий для сокращения площади мелководий.

Предусмотрена переброска вод Печоры и Вычегды в бассейн Волги (20—25 км³ в год).

Разрабатывается проект устройства плотины в Карабогазском преливе для зарегулирования оттока каспийской воды в залив Кара-Богаз-Гол, что сэкономит 10 км³ воды в год. Окончание работ запланировано на 1980 г.

В 1970 г. рассматривалась возможность отчленения земляной дамбой мелководий в Северном Каспии по линии Барыншик — Жилая коса. Площадь испарения при этом сократится на 7000 км² за счет площадей с ничтожной биомассой, не участвующей в формировании биологической продукции Северного Каспия, что может сэкономить около 10 км³ воды в год.

Осуществление трех этих проектов увеличит приходную часть баланса и сократит расходы на испарение в объеме 35—40 км³, что на какое-то время скомпенсирует увеличивающийся забор воды из рек бассейна.

2. Улучшение солевого режима вод Северного Каспия зависит главным образом от величины стока Волги и места поступления волжской воды. Быстрое повышение солености в 30-х годах связано не только с уменьшением стока, но и со смещением его из восточных в западные рукава дельты Волги. Большое значение для солевого режима восточной части Северного Каспия имеет сток Урала с большими межгодовыми колебаниями. Стабилизация солевого режима Северного Каспия возможна лишь при увеличении стока пресных вод в его восточную часть. Этого, отчасти, можно достигнуть при помощи вододелителя, который отклонит часть волжского стока в восточные рукава и удлинит путь движения пресных вод по мелководью на 200—250 км, а также увеличением стока Урала путем частичной переброски вод Волги в Урал (2—3% от стока Волги). Уменьшить соленость можно также отчленением источников повышенной солености — мелководья северо-восточной части Северного Каспия.

3. Обогащение Северного Каспия биогенными элементами. Зарегулирование стока Волги привело к изменению концентрации биогенных солей в Северном Каспии, в частности, к резкому уменьшению минерального фосфора, который интенсивно расходуется в водохранилищах, где бурно развиваются сине-зеленые водоросли. Задерживается фосфор и в авандельте, в густой мелкой растительности.

Для разработки мер по увеличению поступления биогенных солей в Северный Каспий необходимы широкие исследования, в частности по изучению влияния орошаемого земледелия, значения восстановления проточности Ахтубы и т. д. Предполагается проведение опытов по удобрению Северного Каспия фосфатами.

4. Рациональное распределение волжского стока по рукавам дельты. В 1973 г. была завершена постройка плотины вододелителя, перегородившей основное русло Волги чуть ниже отхода от нее крупного рукава Бузан. Плотина вододелителя имеет судоходный и рыбопропускной шлюзы,

а также подъемные заслоны, позволяющие регулировать пропуск воды. Вододелитель должен распределять волжский сток между западной частью дельты, основным питающим руслом которой является Волга, и восточной ее частью с главным рукавом Бузан.

Чтобы направленная по Бузану вода не скатывалась обратно в западную часть дельты по многочисленным поперечным протокам, от плотины вододелителя на юг до села Тишково возводится земляная дамба с судоходными шлюзами.

По замыслу увеличение стока через восточную часть дельты, особенно в паводок, позволит сохранить на определенном уровне воспроизводство полупроходных рыб при любой водности Волги. Кроме того, поступление пресной воды в Северный Каспий через восточные рукава дельты создает благоприятные солевые условия в большом районе мелководья Северного Каспия, в результате чего биопродуктивность его увеличится. Для лучшего использования системы «вододелитель — дамба» требуются мелиоративные работы, в частности, выравнивание нерестилищ, создание сбросной сети каналов, углубление некоторых восточных рукавов.

В дополнение к вододелителю Б. К. Александровым предложено создать в восточной части авандельты систему дамб со шлюзами и насосными станциями, которые должны обеспечить в большом районе Северного Каспия, примыкающем к восточной части дельты, водный солевой режим, наиболее благоприятный для воспроизводства рыбных запасов.

Следует также отметить, что любые мероприятия требуют широких комплексных исследований сложного взаимодействия природных явлений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Белевич Е. Ф. К истории дельты реки Волги.— «Труды океанографической комиссии», 1956, т. 1, с. 37—56.

Валединский В. В. и Аполлов Б. А. Дельта реки Волги. Тифлис, 1928. 651 с.

Горемыкин В. Я. Прирост края дельты Волги за период зарегулирования стока у Волгограда.— «Известия ВГО», 1970, вып. 2, с. 19—24.

Relation of the development of the Volga delta from the level of the Caspian Sea and river runoff

V. I. Budanov

SUMMARY

On the basis of historical material showing the stages of the development of the Volga delta a relationship between the deltatification and various natural factors, the most important of which are the level of the Caspian Sea and the regime of river runoff, is ascertained. It is noted that the most significant changes, e. g. extension and protrusion into the sea, occurred in the periods followed immediately noticeable drops in the sea level which, in their turn, associated with years characterized by low water and reduced runoff.

Recently the development of the delta is much more affected by the construction of hydro—power schemes on the Volga, increasing drafts of water for irrigation and industrial purposes. Prospects for melioration of the delta are given on the basis of the analysis of its present dynamics.