

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБУ «Астраханский государственный заповедник»**

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДОТОКОВ НИЗОВЬЕВ  
ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДНЫЕ  
ЭКОСИСТЕМЫ**

Сборник материалов  
Круглого стола

**посвященный году Науки и технологий**

**Астрахань 2021**

УДК [574.4:502.4] : 061.3(- 925.22)  
ББК 28.080.63л6я431  
П77

*Круглый стол посвящается году Науки и технологий Российской Федерации*

**Редакционная коллегия:**

к.б.н. Литвинов К.В., к.б.н. Калмыков А.П., к.б.н. Мещерякова Н.О.,  
к.с.-х.н. Жужнева И.В., к.б.н. Подоляко С.А.

**Гидрологический режим водотоков низовьев дельты Волги и его влияние на природные экосистемы.** Сборник материалов круглого стола (центральный кордон Дамчикского участка, 3 сентября 2021 г). Астрахань, 2021. 60 с.

В сборнике представлены материалы докладов, заслушанных на круглом столе «Гидрологический режим водотоков низовьев дельты Волги и его влияние на природные экосистемы», посвященном году Науки и технологий Российской Федерации, прошедшем 3 сентября 2021 г. на базе Астраханского государственного заповедника в пос. Дамчик Камызякского района Астраханской области. Материалы выступлений освещают результаты исследований ведущих специалистов России и Астраханской области. В представленных в сборнике работах рассматриваются и обсуждаются актуальные проблемы современной науки. Значительная часть материалов посвящена вопросам глобального изменения природных экосистем под воздействием современного гидрологического режима и антропогенной нагрузки.

На обложке фотография выполненная Федором Лашковым.

ISBN 978-5-6047418-0-1

(с) ФГБУ "Астраханский Ордена Трудового Красного Знамени  
государственный природный биосферный заповедник"

Дельта Волги с её специфическим гидрологическим режимом, обусловленным взаимодействием крупной реки и замкнутого бассейна Каспийского моря, является одной из самых динамичных дельт мира. Низовья дельты – уникальный регион, где сохранились природные экосистемы с высоким ландшафтным и биологическим разнообразием. С экологической точки зрения мелководья переходной и подводной дельты с преобладающими глубинами менее 1 м имеют исключительную ценность, по сути, являясь так называемой «зоной сгущения жизни». Здесь концентрируются миллионы перелётных птиц, включая представителей редких и исчезающих видов, и формируются многочисленные гнездовые колонии, а на подводных лугах происходит массовый нерест и нагул туводных и полупроходных рыб.

Астраханский ордена Трудового Красного Знамени государственный природный биосферный заповедник был организован в низовьях дельты реки Волга и авандельты Каспийского моря в 1919 году для сохранения водоплавающих и околоводных птиц, варварское истребление которых в начале XX века достигло массовых масштабов. С первых лет существования заповедника, помимо охраны территории, ведется и активная научная деятельность. К настоящему времени накоплена значительная база научных данных, позволяющая отслеживать изменения, происходящие в дельтовых экосистемах на протяжении десятилетий.

Формирование рельефа дельты Волги тесно связано с историей развития Каспийского моря, испытывающего колебания уровня, намного превосходящие по амплитуде и скорости изменения уровня Мирового океана.

В настоящее время формирование рельефа на морском крае дельты и в авандельте в условиях зарегулированного каскадом ГЭС речного стока происходит на фоне понижающегося уровня Каспия и при отсутствии гидравлического подпора авандельтовых вод со стороны моря. С 2006 г. по 2020 г. уровень Каспийского моря снизился на 119 см и достиг отметки -28,23 м абс. (БС). При этом средний темп падения моря за этот период составил 7,9 см / год, что в 1,8 раза выше, чем в 1959-1977 гг. В 2015 году, когда уровень Каспия опустился до -27,8 м абс. (БС), исчез ранее существовавший морской подпор речного стока, что обусловило дальнейшее понижение уровней воды на морском крае дельты и в авандельте.

В таких условиях на большей части МКД и авандельты меженные глубины снизились до 40-70 см. Дополнительным фактором, вызывающим локальное обмеление, является дноуглубление расположенных в этих зонах каналов-рыбоходов.

Гидролого-геоморфологические изменения в низовьях дельты, связанные с обмелением, вызывают трансформацию растительности и животного комплекса, приводя к смещению ценных участков аквальных ландшафтов в сторону моря, вплоть до южной границы открытой авандельты.

В настоящем сборнике представлены работы исследователей, посвященные как глобальным факторам, вызывающим деформацию дельтовых экосистем, так и оценке их воздействия на такие элементы как рельеф, почвенный и растительный покров, животный мир.

## Климатические изменения в Прикаспийском регионе

Е.В. Островская, Д.С. Шипилов

kaspmniz@mail.ru

ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»

На фоне глобальных климатических изменений планетарного и континентального масштабов немаловажными, если не первостепенными, для экономики и общества становятся климатические изменения, происходящие на локальном уровне. Ярким примером таких локальных климатических изменений являются активно меняющиеся климатические условия в Прикаспийском регионе. Рассмотрим далее примеры динамических изменений основных компонентов климатической характеристики региона.

Средняя глобальная температура уже более чем на 1 °С превысила показатели доиндустриальной эпохи, при этом последние пять лет были самыми теплыми за всю историю наблюдений. Согласно климатическим прогнозам, выпущенным ВМО в 2020 г., среднегодовая глобальная температура будет как минимум на 1 °С выше доиндустриальных уровней (1850-1900 гг.) в течение следующих пяти лет.

По оценкам Росгидромета, на территории России потепление климата происходит примерно в 2,5 раза интенсивнее, чем в среднем по Земному шару, и самое быстрое потепление происходит летом на юге ЕТР.

Глобальное потепление отразилось на изменениях других составляющих окружающей среды, в частности глобального круговорота воды (гидрологического цикла), что привело к нарастанию различий в количестве осадков, выпадающих в засушливых и влажных районах. Глобальные климатические прогнозы говорят о том, что следует ожидать увеличения атмосферных осадков на севере Европы и уменьшения на юге.

Изменения в климате Прикаспийского региона наиболее явно прослеживаются в изменениях температуры воздуха и воды, колебаниях речного стока и уровня Каспийского моря.

Наши исследования показали, что в Астраханской области и в северо-западной части Каспийского моря, отмечается значительное изменение температуры воздуха за последние 27 лет. Это проявляется, прежде всего, в аномальном увеличении температур в холодное время года. Средняя многолетняя температура стала выше, особенно в январе, феврале, марте и октябре, наблюдается и рост среднегодовой температуры на 1-2 °С.

В начале XXI века было побито множество среднемесячных температурных рекордов. Повысились и максимальные значения температуры воздуха: в большинстве месяцев они превысили наблюдавшиеся значения прошлого столетия. Только на аномально жаркое лето 2010 года, приходится два температурных максимума (по данным постов Тюлений и Махачкала). 2021 год, несомненно, тоже является рекордно теплым.

Потепление происходит в регионе быстрее, чем в среднем по России. По материалам Института глобального климата и экологии им. Ю.А. Израэля, температура воздуха в северной части Прикаспийского региона растет в среднем со скоростью около 0,46 °С/10 лет; наиболее быстрый рост наблюдался за период 1991-2000 гг.: более чем на 1 °С. Наибольшая средняя сезонная скорость потепления отмечена летом: 0,57 °С/10 лет. Однако весной, начиная с середины 1980-х гг., наблюдается еще более быстрый рост температуры – около 0,77 °С/10 лет.

Количество атмосферных осадков за период современного потепления (после 1976 г.) увеличивается в северной и западной частях Каспийского макрорегиона во все сезоны, кроме лета, а осенью – также и на юго-востоке.

В целом по региону наблюдаются колебания годовых осадков с периодом около 40 лет и амплитудой около 10 % нормы. Особенно зимой в последние десятилетия сумма осадков увеличилась, а летом – существенно уменьшилась.

Снижение увлажненности в последние 30 лет отмечается и на всей территории Волжского бассейна, особенно это характерно для его южной части. В целом, повышение водного стока отмечается только в бассейне Камы.

Среднегодовое количество осадков Волги в вершине дельты с 1996 г. снизилось до 236 куб. км по сравнению с предыдущим периодом (267 куб. км). Изменились и характеристики половодья, важнейшего гидрологического события для устойчивости экосистем Волго-Каспия. Прежде всего, снизился объем водного стока (в среднем, со 161 до 145 куб. км). Продолжительность половодья сейчас снизилась до 67 дней, это меньше, чем даже в предшествующий маловодный период (до 1978 г.), когда половодье в среднем длилось 74 дня. Пик половодья сместился с последней декады мая на его середину (15 мая).

Уровень Каспийского моря чрезвычайно чувствителен к изменению климатических условий в его бассейне и может служить их индикатором. За период инструментальных наблюдений за уровнем размах его колебаний достигал 4 м, от - 25,3 м в восьмидесятых годах XIX-го столетия до - 29,0 м в 1977 г. В 1978-1995 гг. происходит резкое повышение уровня, достигшее к 1995 г. 2,5 м. С конца 1990-х гг. уровень моря начал снижаться, и к 2020 г. достиг отметки - 28,23 м БС. В текущем году ожидается дальнейшее падение уровня еще на 15-20 см.

Общее потепление привело к повышению температуры воды в дельте Волги в современный период примерно в среднем на 1-1,5 °С. На всех постах с апреля по ноябрь отмечается положительный тренд. Наиболее значительное потепление отмечено в осенние месяцы (в межень): в верхней зоне дельты в ноябре это повышение составило 2,0 °С, в нижней зоне дельты - 2,1 °С, в октябре температура повысилась на 1,4-1,5 °С (верхняя зона) и на 1,1 °С (нижняя зона). Потепление наблюдалось и в апреле: верхняя зона на 1,1-1,3 °С; нижняя зона на 0,9 °С. На фоне глобального потепления данная тенденция скорее всего будет продолжаться.

По данным Росгидромета, в среднем на 1,5-2,0 °С выросла и температура воды в море. По сравнению с предыдущим периодом отмечаются более высокие средние температуры поверхностного слоя воды летом и осенью. А в период половодья, наоборот, температура воды снизилась. Это связано с тем, что в условиях маловодья возрастает регулирующая роль Волжского каскада водохранилищ, который, стремясь сэкономить воду, сокращает фазу подъема половодья. Сокращенное время подъема волны половодья при высокой интенсивности роста уровня приводит к тому, что водные массы не успевают прогреться.

Необходимо отметить также заметный рост температуры воды в осеннюю межень, в среднем она увеличилась на 36 % по сравнению с предшествующим периодом. При этом практически исчезла разница в средних температурах между мелководным и глубоководным районами моря.

В последние годы соленость вод Северного Каспия увеличилась в среднем на 2 ‰ по сравнению с предыдущим периодом благодаря снижению объемов речного стока. Осолонение произошло в основном за счет придонных вод. В придонном слое отмечалось статистически значимое увеличение солености для всех гидрологических сезонов и на всей акватории северо-западной части моря. Повышение солености в поверхностном слое в основном характерно для мелководной зоны во время половодья и летней межени, осенью же, напротив, здесь наблюдаются более низкие величины солености. В глубоководных районах статистически значимым было увеличение солености (в пределах 1 ‰) только в период половодья.

Современный период отличается большей пространственной неоднородностью полей температуры и солености по сравнению с предшествующим периодом 1978-1995 гг., что, вероятно, связано с ослаблением влияния стоковых течений из-за уменьшения объемов поступления в море пресных речных вод. Снижение объемов волжского стока в настоящее

время и понижение уровня моря привело к тому, что на акватории стали более заметны локальные системы течений, определяемые топографией дна.

Растворимость кислорода зависит от температуры воды, поэтому его концентрация в воде Северного Каспия возрастает весной и осенью, уменьшается летом. С повышением температуры морской воды связано наблюдаемое в последние годы снижение содержания в ней растворенного кислорода. Наши исследования показывают, что в среднем в последние годы по сравнению с предыдущим периодом (1978-1995 гг.) среднегодовой показатель насыщения вод кислородом снизился примерно на 3,5% в глубоководной зоне Северного Каспия (с глубинами более 5-7 м). Наблюдаемые изменения в кислородном режиме моря – одна из реакций Каспия на глобальное потепление.

Также наблюдается бóльшая пространственная неоднородность концентрации кислорода по сравнению с многолетним периодом, что связано с упомянутыми выше изменениями термохалинной структуры вод.

Подводя итог вышесказанному, принимая во внимание фактические данные и данные прогностических моделей, можно сделать вывод о том, что Прикаспийский регион в настоящее время находится в активной фазе климатических изменений. Всестороннее изучение закономерностей процессов, оказывающих влияние на компоненты климатической среды, позволит внести существенные уточнения в существующие модели как краткосрочного, так и долгосрочного прогнозирования развития неблагоприятных условий среды и значительно снизить экономический ущерб от их наступления.

**Климатические условия нижней Волги и северной части Каспийского моря за прошедший 24-й и наиболее вероятные изменения в начавшемся 25-м и следующим 26-м циклах солнечной активности**

П.И. Бухарицин

astrgo@mail.ru

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Каспийский филиал,

Институт водных проблем РАН, г. Астрахань

Разработаны основы долгосрочного прогноза климатических изменений в северо-каспийском регионе, основанные на связи изменений температур с циклами солнечной активности. Используются известные на сегодняшний день основные закономерности и зависимости климата Земли и отдельных ее регионов от чисел Вольфа, одного из важнейших показателей, характеризующих солнечную активность. Дается описание изменчивости и особенностей многолетних характеристик гидрологического и термического режимов низовьев Волги и северной части Каспийского моря за прошедший период 24-го цикла, наступившего 25-го и последующего 26-го циклов солнечной активности.

**Циклы солнечной активности**

Солнечная активность – регулярное возникновение в атмосфере Солнца характерных образований: солнечных пятен, факелов в фотосфере, флоккулов и вспышек в хромосфере, протуберанцев в короне. Области, где в совокупности наблюдаются эти явления, называются центрами солнечной активности. В солнечной активности (росте и спаде числа центров солнечной активности, а также их мощности) существует приблизительно 11-летняя периодичность (цикл солнечной активности). Солнечная активность влияет на многие земные процессы, в том числе на климат.

Влияние цикличности процессов солнечной активности на климат Земли установлено более двух веков назад и сейчас никем не оспаривается.

Для характеристики солнечной активности, в 1849 году, директор Цюрихской обсерватории Р. Вольф предложил условную единицу (число Вольфа) – количество солнечных пятен. В оптическом диапазоне индикатором солнечной активности является усредненное число пятен.

Была установлена связь 11-летних циклов с гидрометеорологическими явлениями на Земле. Так, самые сильные наводнения в Санкт-Петербурге приходятся на начало восходящей ветви солнечного цикла с запозданием на один год после минимума (1824, 1924, 1955 гг.).

Кроме того, были установлены и более продолжительные циклы:

- **22-летние циклы (Хойла)**. При переходе от одного 11-летнего цикла к другому меняется полярность головного и хвостового солнечных пятен в каждом полушарии. Это позволило Хойлу выделить 22-летние циклы, каждый из которых состоит из чётного и нечётного 11-летних.

- **«Вековые» циклы**. А.П. Ганский выделил 80-летние циклы солнечной активности, которые были названы «вековыми». В 1939 году Глейсберг рассчитал продолжительность вековых циклов примерно в 78 лет. В 1956 году уточнил – 78.8 года. Существование «вековых» циклов подтвердил М.Н. Гневышев [6].

- **190-летние циклы («индиктион»)**. В 1948 году Л.Л. Предтеченский установил цикл солнечной активности продолжительностью 190 лет, который был назван «индиктионом» - возвращающийся. По расчетам Андерсона индиктион состоит из двух полупериодов: 88 и 81 год, всего 169 лет. По расчетам Д.А. Бонова, с учётом магнитных свойств 11-летних циклов, индиктион состоит из восьми 22-летних циклов и длится 176 лет (Бонов А.Д. 1969). Во второй половине XVIII века на Земле наблюдалось общее похолодание (малый ледниковый период) (рис. 1).

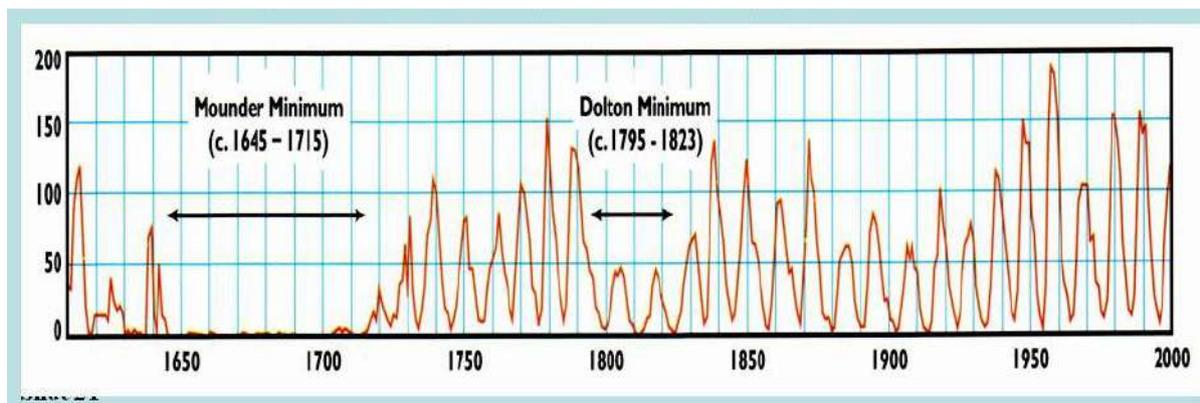


Рисунок 1 - В оптическом диапазоне индикатором солнечной активности является усредненное число солнечных пятен. На графике четко прослеживаются квази 11-летние циклы и периоды резкого снижения солнечной активности, когда Солнце как бы «засыпает»

Анализ температурного режима по г. Астрахани за период с 1836 по 2016 годы хорошо согласуется с расчетами Д.А. Бонова (Бонов А.Д. 1969).

Влияние солнечной активности на климатические характеристики носит региональный характер, и проявляется в усилении атмосферных процессов в одних регионах и их ослаблении в других. Изменение климата по побережью и акватории Северного Каспия имеют однонаправленный характер. Так, температурный режим по данным МС Астрахань, Тюлений, Кулалы, Ганюшкино, Атырау, Пешной, Форт-Шевченко за 1938-2003 гг. изменяется синхронно и синфазно. Периоды резкого изменения температуры воздуха наступают одновременно и имеют один тренд - повышение или понижение (Бухарицин П.И., Андреев А.Н. 2006).

Имея данные наблюдений за температурой воздуха по МС Астрахань с 1836 года, стало возможным выявить особенности температурного режима на протяжении с 8-го по 24-й одиннадцатилетний цикл солнечной активности и распространить их на весь северо-каспийский регион.

#### **Анализ температурного режима показывает:**

Прошедший 23-й 11-летний солнечный цикл (1996-2009 гг.) стал в северо-каспийском регионе самым тёплым за все годы наблюдений – средняя годовая температура воздуха  $+10,8^{\circ}\text{C}$  (при норме  $+9,6^{\circ}\text{C}$ ), средняя температура холодного сезона  $-0,2^{\circ}\text{C}$  (при норме  $-2,3^{\circ}\text{C}$ ). Вероятно, пик очередного повышения температуры воздуха, связанного с изменениями солнечной активности, пройден. Это подтверждается и изменениями в режиме увлажнения. Наблюдавшийся в 1990-2000 гг. резкой рост годовой суммы осадков, сменился её уменьшением.

Следующий за ним 24-ый **четный** цикл солнечной активности начался в декабре 2008 года и продлился примерно до середины 2020 года. Общая продолжительность цикла составила  $11,8 \pm 0,7$  лет. Основной максимум солнечной активности был в первой половине 2011 г. Характерное для четных 11-летних циклов понижение атмосферного давления в полярных областях в периоды повышения солнечной активности, как правило, приводит к смещению центра арктического антициклона к северо-востоку. Атлантические циклоны, формирующиеся во влажном морском воздухе, и проходят севернее обычного, что, в целом, приводит к уменьшению количества осадков в бассейнах Волги и Камы и уменьшению годового стока реки Волги в Каспийском море.

Столь значительные прогнозируемые изменения климатических и гидрологических условий, безусловно, должна была негативно сказаться на деятельности всех, без исключения, отраслей народного хозяйства не только Астрахани, Астраханской области, но и всего северо-каспийского региона. Это привело к значительным дополнительным материальным затратам как в теплые, так и в холодные сезоны рассматриваемого периода.

В северо-каспийском регионе увеличилась антициклоничность климата под влиянием гребня Азорского и Сибирского антициклонов. Погода стала засушливее. Количество осадков уменьшилось. Континентальная арктическая воздушная масса, в которой формируется Сибирский антициклон, в результате интенсивного радиационного выхолаживания в зимний сезон года определяло резкие понижения температуры воздуха.

Усиление меридиональной формы циркуляции атмосферы в периоды максимумов солнечной активности привело к еще большему понижению температуры воздуха в зимней сезон за счет вторжения арктического воздуха по нормальной полярной и ультраполярной осям. В большей степени это коснулось восточной части Северного Прикаспия.

Средняя годовая температура воздуха в 24-ом цикле составила около 9°C, что на 0,6° ниже многолетней нормы и на 1,8°C ниже, чем в 23-ом цикле (1996-2007 гг.). Понижение средней годовой температуры произошло за счет резкого снижения температуры холодного сезона года (ноябрь-март) до -3,0-3,5°C, что 0,7-1,2°C ниже нормы и на 3,0-3,5°C ниже, 1996-2007 гг.

Таким образом 24-ый четный одиннадцатилетний цикл солнечной активности по Астраханской области и всему Северному Каспию характеризовался засушливыми, с малым количеством осадков летними периодами, повторяемостью довольно холодных зимам и сильными восточными ветрами. Общие снижения количества осадков по Волго-Камскому бассейну привело к уменьшению объемов годового стока реки Волги, к низким весенним половодьям, уменьшению до критических значений глубин в летнюю и зимнюю межень и общему снижению уровня Каспийского моря.

Усиление континентальности климата региона отразилось на сельском хозяйстве, водном транспорте, затронуло рыбную отрасль. В летние месяцы происходило интенсивное цветение воды в водоемах Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. От недостатка воды происходило массовое пересыхание малых и средних водотоков в пойме и дельте Волги. Особенно этому были подвержены водоемы района Западных подстепных ильменей.

Потребовалось выполнение дополнительных объемов дноуглубительных, мелиоративных работ, реконструкции многих существующих прибрежных морских и речных гидротехнических сооружений и объектов. Возросли расходы жилищно-коммунального комплекса на обеспечение водой населения, особенно в периоды летне-осенней межени, и на отопление жилых, служебных и производственных помещений в холодные сезоны. Значительно возросло потребление электрической и тепловой энергии, различных видов топлива (Андреев А.Н., Бухарицин П.И. 2010).

Понижение уровня Каспийского моря в первую очередь сказалось на его мелководной, северной части. В летние, жаркие сезоны это привело к интенсивному прогреву и испарению воды с обширных мелководий Северного Каспия, возрастанию солености морской воды до опасных значений, возникновению обширных зон с гипоксией. Возросла повторяемость и интенсивность опасных стонов воды, что приводило к посадкам судов на мель и массовым простоям судов в морской части Волго-Каспийского морского судоходного канала особенно в зимние периоды, при наличии дрейфующих льдов (Бухарицин П.И., Бухарицин А.П. 2019)

#### **Анализ многолетнего температурного режима и предварительный климатический прогноз на 25 – 26 солнечных циклы**

В настоящее время международное сообщество климатологов разделились на две группы.

Одни считают, что на земном шаре установился режим глобального потепления. Тренд глобального потепления имеет необратимый характер и определяется антропогенными факторами, в связи с чем предлагается принять срочные меры по резкому сокращению выбросов в атмосферу промышленных газов, чтобы избежать резкого потепления климата и катастрофического повышения уровня мирового океана.

Другие же считают, что изменения температурного режима носят циклический характер и определяются цикличностью процессов солнечной активности и связанного с этим изменением угловой скорости вращения Земли. Предполагается, что солнечная активность вступила в фазу резкого снижения. Прогнозируется, примерно с 2030 года, начало фазы

Маундера (почти полное отсутствие солнечных пятен) и связанного с этим нового малого ледникового периода.

**Анализируя температурный режим Астрахани (регулярные инструментальные наблюдения с 1836 года) приходим к однозначному выводу о цикличности его изменений, связанных с естественными причинами.**

Холодные и тёплые периоды, выявленные по наблюдениям в Европе, хорошо согласуются с 11-летними циклами солнечной активности и подтверждаются данными наблюдений в г. Астрахани (табл. 1).

Таблица 1 - Средние температуры воздуха холодных и тёплых периодов в г. Астрахани

Период	Продолжительность, гг.	№ 11-летнего цикла	Средняя температура цикла
Холодный	1746-1756гг.	0	-
	1833-1843гг.	8	8.8
	1923-1933гг.	16	9.0
Умеренно холодный	1766-1775гг.	2	-
	1855-1867гг.	10	9.0
	1944-1954гг.	18	9.2
Тёплый	1823-1833гг.	7	-
	1913-1923гг.	15	10.0
	1996-2007гг.	23	10.8
Умеренно тёплый	1810-1823гг.	6	-
	1902-1913гг.	14	9.5
	1986-1996гг.	22	10.2

Наиболее холодными являются чётные 11-летние циклы, наиболее тёплыми – нечётные. Цикличность холодных периодов 89 лет, тёплых – 88 лет.

Таким образом, цикличность холодных и тёплых периодов, как в Европе, так и в Астраханском регионе в частности соответствует «вековым» циклам солнечной активности, рассчитанным Д.А. Боновым (Бонов А.Д. 1969).

#### **Особенности температурного режима солнечных циклов**

Имея данные наблюдений за температурой воздуха по МС Астрахань с 1836 года, был проанализирован температурный режим на протяжении с 8-го по 24-й одиннадцатилетних солнечных циклов.

Анализ данных этих таблиц позволяет сделать следующие выводы:

Чётко просматривается двоичная система в структуре солнечных циклов от 11-летних до «индиктиона»:

- 11-летний цикл состоит из двух 5.5-6.0-летних.
- 22-летний цикл состоит из двух 11-летних.
- два 22-летних цикла составляют полупериод «векового» цикла.
- «вековой» цикл состоит из двух полупериодов.
- «индиктион» состоит из двух «вековых» циклов и т.д.

#### **Прогноз 25-го солнечного цикла**

Ученые, которым поручено прогнозирование активности Солнца в течение следующего 25-го 11-летнего солнечного цикла, говорят, что он, вероятно, будет слабым, очень похожим на прошедший 24-й (рис. 2).

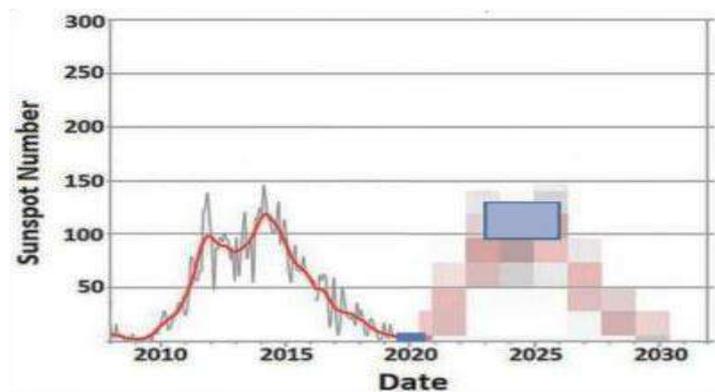


Рисунок 2 - Прогноз 25-го солнечного цикла. Земля приближается к очередному малому ледниковому периоду

Эксперты группы прогнозирования 25-го солнечного цикла говорят, что новый солнечный цикл имеет медленный старт. Период наибольшей солнечной активности (солнечный максимум) ожидается между 2023 и 2026 годами с диапазоном солнечных пятен от 95 до 130. Это значительно ниже среднего числа солнечных пятен, которое обычно колеблется от 140 до 220 за солнечный цикл. Эксперты уверены в том, что начавшийся 25-й цикл должен сломать тенденцию ослабления солнечной активности, наблюдаемую последние четыре цикла. «Мы ожидаем, что 25-й солнечный цикл будет очень похож на 24-й: - еще один довольно слабый цикл, которому предшествует длинный, глубокий минимум», — говорит сопредседатель группы Лиза Аптон, доктор философии и солнечный физик из «Space Systems Research Corporation».

Ожидаемые климатические условия на 25-й солнечный цикл (с 2021-22 гг. по 2032-33 гг.). Первые два года холоднее нормы. Сумма средних температур календарной зимы ниже - 20.0°C. Далее, к пику активности цикла, повышение средней годовой температуры выше нормы (10.5-11.0°C) и к концу цикла вновь устойчивое понижение температуры. Колебания средних температур будут определяться их колебаниями в период ноябрь-март. В начале и конце цикла раннее установление ледяного покрова в дельте Волги и на Северном Каспии (Бухарицин П.И., Андреев А.Н и др. 2020).

#### **Прогноз на 26-й солнечный цикл (2023-33 гг. по 2043-44 гг.)**

Начало фазы Маундера и наступление нового малого ледникового периода.

Преобладающий синоптический процесс: азиатский (сибирский) антициклон или его гребень. Экстремально малое количество осадков. Продолжительные и сильные ветры восточной четверти. В тёплый сезон года пыльные бури и суховеи. Тяжёлая ледовая обстановка на Северном Каспии в период декабрь-март.

Влияние солнечной активности на климатические характеристики носит региональный характер, усиливая атмосферные процессы в одних регионах и ослабляя в других. Изменение климата по побережью и акватории Северного Каспия имеют однонаправленный характер. Так, температурный режим по данным МС Астрахань, Тюлений, Кулалы, Ганюшкино, Атырау, Пешной, Форт-Шевченко за 1938-2003 гг. изменяется синхронно и синфазно. Периоды резкого изменения температуры воздуха наступают одновременно и имеют один тренд – повышение или понижение.

С учётом коэффициента корреляции прогноз погоды, составленный для Астрахани, можно распространить и на Северный Каспий.

Для устойчивой и регулярной работы Волго-Каспийского канала в этот период потребуется резко увеличить состав ледокольного флота на Северном Каспии.

Без создания специализированной системы гидрометеорологического обеспечения морской деятельности на Нижней Волге и в замерзающей северной части Каспия, обеспечение ритмичной работы Волго-Каспийского морского судоходного канала и навигации на Северном Каспии будет невозможно (Бухарицин П.И., Андреев А.Н и др. 2020).

## **Заключение**

Все, изложенное выше, является научными предположениями, основанными на фактических многолетних гидрометеорологических данных и прогнозах коллег в области исследований солнечно-активных связей. Но технологии не совершенны, много неизученных и не выявленных факторов и связей. Однако другой альтернативы на сегодня нет, поскольку в настоящее время традиционными методами гидрометеорологической службе предсказания на такие длительные периоды не по силам.

Следует отметить, что предсказанные нами ранее последствия влияния прошедшего 24-го цикла солнечной активности на климатические условия в Северо-Каспийском регионе за период с 2006 по 2017 гг. практически полностью оправдались.

## **Список литературы**

1. Андреев А.Н., Бухарицин П.И. Вековые колебания солнечной активности и ожидаемые климатические изменения в Северо-Каспийском регионе // Научно-технический журнал Геология, география и глобальная энергия, 2010, №1 (36). – С.79-87.
2. Бухарицин П.И., Андреев А.Н. Ритмы солнечной активности и ожидаемые экстремальные климатические события в Северо-Каспийском регионе на период 2007-2017 гг. // Труды Международной научной конференции «Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе» (Москва, 19-20 октября 2006 г.). М., - 2006. С. 137-143.
3. Бухарицин П.И., Андреев А.Н., Бухарицин А.П., Султанова Э.Э. Влияние изменений солнечной активности в период очередных 25 и 26-го циклов на климатические условия на нижней Волге и в северной части Каспийского моря // Всероссийская научная конференция с международным участием «Земля и космос» к столетию академика РАН К. Я. Кондратьева : сборник материалов. – СПб. : 2020, с. 18-27.
4. Бухарицин П.И., Бухарицин А.П. Морские операции в мелководной морской части Волго-Каспийского судоходного канала в ледовых условиях // 47-я Международная научная конференция Евразийского Научного Объединения (январь 2019) Наука и современность 2019, часть 7. 47th International Scientific Conference of Eurasian Scientific Association (January 2019). Science and modernity 2019. – С.409-415.
5. Бонов А.Д. / Солнечные данные. 1969. № 2. С. 93-95.
6. Гневыхев М.Н. - Об 11-летнем цикле солнечной активности. - УФН 1966. т.90. Вып.2.

## Влияние климатических изменений на экосистему Северного Каспия

Е.В. Островская, Л.В. Дегтярева

kaspnmiz@mail.ru

ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»

Изменения в гидролого-гидрохимическом режиме Северного Каспия, вызванные общими изменениями климата в регионе, безусловно, привели к существенным изменениям в структуре и функционировании биологических сообществ северной части моря.

С 1996 года произошло концентрирование *фитопланктона* в мелководной зоне до 5-метровой изобаты, со значением средней биомассы, превышавшей наблюдаемую в предшествующий период более чем в 2 раза (табл. 1). Кроме того, отмечается смещение западного продуктивного района к северу.

Таблица 1 - Изменения биомассы фитопланктона, мг/м<sup>3</sup>

Период		Отмелая зона	Приглубая зона
1978-1995 гг.	половодье	920	277
	летняя межень	1848	1201
1996-2015 гг.	половодье	2373	303
	летняя межень	2477	389
	осенняя межень	2914	389

В период снижения уровня моря, с 1996 г., наблюдается концентрирование наибольших скоплений *зоопланктона* в узкой полосе мелководий до 3,5-метровой глубины. В то время как в предшествующие годы наиболее продуктивными были глубины до 6-метровой изобаты. Тем не менее, условия для нагула рыб-планктонофагов, в частности килек, были удовлетворительными в течение всего анализируемого периода (табл. 2).

Таблица 2 - Изменения биомассы зоопланктона, мг/м<sup>3</sup>

Период		Отмелая зона	Приглубая зона
1978-1995 гг.	половодье	1156	316
	летняя межень	1738	209
1996-2015 гг.	половодье	1164	125
	летняя межень	1410	138
	осенняя межень	796	56

В период снижения уровня моря видовое разнообразие *зообентоса* Северного Каспия снизилось по сравнению с предшествующим периодом трансгрессии моря (табл. 3). Обеднение таксономического состава, вероятно, обусловлено уменьшением доли автохтонных видов, среди которых преобладают представители слабосоленоватоводного и солоноватоводного комплексов, чему способствовало увеличение солености на акватории в период снижения уровня моря.

Таблица 3 - Изменения биомассы зообентоса, г/м<sup>2</sup>

Период		Отмелая зона	Приглубая зона
1978-1995 гг.	половодье	61,7	165,5
	летняя межень	36,4	128,2
1996-2015 гг.	половодье	23,6	80,8
	летняя межень	20,3	74,1
	осенняя межень	11,5	61,4

Судя по более высоким показателям биомассы и численности в период повышения уровня моря, можно также утверждать, что донная фауна развивалась тогда интенсивнее, нежели в последующие годы снижения уровня.

Показатели *трофности* в настоящее время снизились по сравнению с предыдущим периодом, особенно это характерно для приглубой зоны Северного Каспия (табл. 4). Исключение составляет только повышенный показатель *продуктивности* мелководной зоны по фитопланктону (табл. 5). Это как раз связано с концентрированием водорослей на мелководьях, о котором упоминалось выше. На два класса снизилась продуктивность по показателям бентоса в мелководной зоне, что, скорее всего, связано с повышением солености вод в последние годы.

Таблица 4 - Показатели трофности и оценка продуктивности для приглубой зоны Северного Каспия

Показатели	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Уровень трофности	Класс продуктивности
1978-1995 гг.			
Фитопланктон	535,2	β-олиготрофный	низкий
Зоопланктон	296,7	α-олиготрофный	очень низкий
Зообентос	156,5	гипертрофный	очень высокий
1996-2015 гг.			
Фитопланктон	347,6	α-олиготрофный	очень низкий
Зоопланктон	107,8	ультраолиготрофный	самый низкий
Зообентос	73,3	гипертрофный	очень высокий

Таблица 5 - Показатели трофности и оценка продуктивности для отмелой зоны Северного Каспия

Показатели	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Уровень трофности	Класс продуктивности
1978-1995 гг.			
Фитопланктон	1167,6	α-мезотрофный	умеренный
Зоопланктон	1303,1	α-мезотрофный	умеренный
Зообентос	54,7	гипертрофный	очень высокий
1996-2015 гг.			
Фитопланктон	2558,7	β-мезотрофный	средний
Зоопланктон	1092,8	α-мезотрофный	умеренный
Зообентос	19,3	α-эвтрофный	повышенный

Несмотря на снижение общих показателей продуктивности Северного Каспия в последние два десятилетия, условия можно считать благоприятными для полупроходных рыб, по крайней мере. Например, в настоящее время плотные скопления молоди *воблы* отмечаются в летне-осенний период и в отмелой, и в приглубой зоне Северного Каспия. Тогда как в предшествующий период подъема уровня моря наибольшие средние уловы молоди воблы наблюдались только на мелководных участках. Среднесезонное значение среднего улова молоди воблы на глубоководных участках Северного Каспия в годы пониженной водности р. Волги увеличилось почти в четыре раза (табл. 6).

Таблица 6 - Изменения численности воблы, экз./час трал.

Период		Отмелая зона	Приглубая зона
1978-1995 гг.	половодье	2,8	0,0
	летняя межень	139,9	20,8
	осенняя межень	86,0	51,9
1996-2015 гг.	половодье	1,2	0,2
	летняя межень	90,2	145,1
	осенняя межень	141,7	116,7

Средние уловы *леща* в настоящее время выше примерно в 2 раза, чем в предыдущий период. Сеголетки *леща*, в отличие от *воблы*, придерживаются более опресненных районов, где бентосные сообщества формируются из представителей каспийского и пресноводного комплексов донной фауны.

Таблица 7 - Изменения численности *леща*, экз./час трал.

Период		Отмелая зона	Приглубая зона
1978-1995 гг.	половодье	0,3	0,0
	летняя межень	35,0	0,7
	осенняя межень	18,2	6,0
1996-2015 гг.	половодье	0,3	0,1
	летняя межень	23,9	2,7
	осенняя межень	69,3	3,4

Таким образом, климатические изменения, наблюдаемые в Каспийском регионе, наряду с антропогенным воздействием привели к изменению пространственно-временного распределения (перераспределению) биомассы планктона и бентоса, а также молоди полупроходных рыб на акватории Северного Каспия. Согласно показателям трофности, условия для развития планктонных и бентосных сообществ на акватории Северного Каспия стали менее благоприятными по сравнению с предыдущим периодом, особенно в его приглубой зоне.

## **Рыбохозяйственная специфика водоемов северной части Волго-Ахтубинской поймы и вопросы регулирования гидрорежима реки Волга**

Д.А. Вехов

vekhovda@yandex.ru

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

**Введение.** Нижняя Волга, прежде всего Волго-Каспийский рыбохозяйственный район, традиционно играли и частично играют до сих пор важную роль в обеспечении жителей Европейской части России рыбой. Зарегулирование Волги привело к необходимости управления ее гидрорежимом в том числе с учетом рыбохозяйственных требований. Частично эти требования разработаны, исходя из потребностей рыбного хозяйства Волго-Каспийского района (Павлов Д.С. и др., 1989; Катунин Д.Н., 1996.) Опубликованных работ, специально посвященных вопросам регулирования гидрорежима Волги, с позиций рыбного хозяйства северной части Волго-Ахтубинской поймы (в пределах Волгоградской области) нет. Предполагается, что регулирование должно разрабатываться исходя из понимания роли рыбного хозяйства этого участка Нижней Волги в общей системе рыбного хозяйства региона и специфики конкретного района. Цель данной работы – рассмотрение этих вопросов и обозначение принципов регулирования гидрорежима Волги для поддержания благополучного состояния рыбных ресурсов северной части Волго-Ахтубинской поймы.

**Материал и методы.** Основой послужили материалы полевых исследований 2006-2008 гг., их методика и основные результаты описаны ранее (Вехов Д.А., 2009, 2010, 2012; Вехов А.В., Горский К., 2010; Górski K. et al., 2010, 2011, 2013, 2016). Кроме того, использованы первичные материалы «Нижеволжрыбвод» и Волгоградского отделения «ГосНИОРХ».

**Рыбные ресурсы Волго-Ахтубинской поймы и их значение в системе Нижней Волги.** Специфической ихтиофауны в Волго-Ахтубинской пойме нет, в ней встречаются те же виды, что и на вышерасположенном участке Волги или в дельте (Вехов Д.А., Горский К., 2010). Значение Волго-Ахтубинской поймы по сравнению с Волго-Каспийским районом не велико. Согласно неопубликованным данным Иванчинова (1939) средний вылов во всем Волго-Ахтубинском районе, т.е. от вершины дельты Волги до Сталинграда, включая Волгу и Ахтубу, в среднем за период 1932-1936 гг. составил 10,7 тыс. т. против 240,5 тыс. т. в Волго-Каспийском районе. В 1950-е – 1960-е гг. на этом же участке уловы оставались в среднем около 10 тыс. т (Лузанская Д.И., Савина Н.О., 1956; Лузанская Д.И., 1965). В это же время уловы только воibly в Северном Каспии колебались от 50 до 122 тыс. т (Лепилов В., 1997). В северной части Волго-Ахтубинской поймы во время войны 1941-1945 гг. в среднем вылавливали  $1088 \pm 113$  т. Столько же рыбы вылавливали и в десятилетие, предшествовавшее началу масштабного гидростроительства на Волге 1946-1955 гг. -  $970,0 \pm 65,0$  т. (Чехова М.А., Пономарева Э.Н., 1973). В течение десяти лет, последовавших после наполнения Горьковского, Куйбышевского, Волгоградского и Саратовского водохранилищ (1969-1978 гг.), уловы здесь в среднем составили  $224,5 \pm 38,3$  т., оставаясь на этом уровне вплоть до 1991 года, в среднем за период 1979-1991 гг. -  $223,4 \pm 17,8$  т. (данные Нижеволжрыбвод). После 1991 года промысловые уловы снова существенно сократились, однако в этом сокращении ведущую роль играли уже социально-экономические процессы, а после крайне маловодного 2006 года промысел в волгоградской части Волго-Ахтубинской поймы практически прекратился.

Состав уловов в Волго-Ахтубинской пойме (особенно в северной ее части) характеризуется преобладанием мелкогазмерных и малоценных видов рыб, относящихся к промысловой группе мелкого частика - плотва, красноперка, окунь, мелкий лещ, мелкая щука, мелкий сазан, караси, линь. Причем это преобладание было характерно как для незарегулированного периода, так и для зарегулированного. В астраханской части Волго-

Ахтубинского рыбопромыслового района в 1932-1951 гг. доля мелкого частика в промысловых уловах составляла 36,9%, в то время как в дельте Волги только 12,0% (Гольдентрахт О.В., 1966). В статистике промысловых уловов волгоградской части Волго-Ахтубинской поймы за период 1961-1991 гг. (материалы Нижневолжрыбвод) средняя доля мелкого частика составила 67%. Имеющиеся данные Н. В. Сорокина, А. А. Сорокиной и М. В. Конево (Нижневолжрыбвод) по промысловым неводным уловам в озерах волгоградской части Волго-Ахтубинской поймы за 2001-2006 гг. (невод с ячеей 25-30 мм, облов продольной тоней) показывают, что крупная рыба в пойменных озерах встречается единично. В 125 средних пробах из этих уловов, среди 52292 экз. измеренных рыб, было только 26 особей весом от 2 до 3 кг и 3 особи чуть больше 3 кг, остальные меньше 1 кг. Учитывая малую величину рыбных запасов волгоградской части Волго-Ахтубинской поймы и их относительно невысокое качество, приоритетность при регулировании гидрорежима р. Волги должна отдаваться требованиям по поддержанию благополучного существования рыбных ресурсов дельты Волги и Северного Каспия.

**Особенности половодья в северной части Волго-Ахтубинской поймы и его влияние на воспроизводство рыбы.** В Волго-Ахтубинской пойме выделяют следующие формы рельефа: прирусловые отмели и осередки; крупногравистая прирусловая высокая пойма; пологогравистая переходная пойма и равнинная низкая центральная пойма. На последней преобладают луга, ивняки и прибрежная околородная растительность (Шеппель П.А., 1986). Именно эта часть поймы имеет наибольшее значение для нереста рыб, т.к. обладает оптимальным нерестовым субстратом и условиями для размножения и нагула молоди. Она затопляется ежегодно, даже при самых низких половодьях. Особенность половодья в районе Волгограда – быстрое увеличение сброса воды до пиковых значений, в результате чего средняя величина суточного подъема уровня воды составляет 0,3 м/сутки (Горелиц О.В., Землянов, 2013). Пиковая величина держится несколько дней, затем следует быстрый спад и относительно продолжительный постоянный сброс, так называемая «рыбохозяйственная полка», после еще один быстрый спад до меженных значений (Вехов Д.А., 2009; Górski K. et al., 2010, 2011). В результате после достижения уровнем воды пороговых отметок, когда она выходит на пойму низкого уровня, она затопляется вся и почти сразу, что связано с выровненностью рельефа и быстрым подъемом уровня. В процессе затопления характеристики полых вод меняются: скорость подъема уровня воды в центральной части поймы происходит медленнее, чем в Волге и Ахтубе, а ее температура обычно выше, и больше зависит от температуры воздуха (Вехов Д.А., 2010; Górski K. et al., 2011). Спад половодья в центральной части поймы также происходит быстро и за несколько дней она осушается практически вся. Вода и вместе с ней рыба, скатываются в многочисленные постоянные водоемы или остаются во временных водоемах, образующихся в понижениях рельефа, где рыба в последствие погибает. Если полые воды стоят долго и при высоких температурах (например, до середины-конца июня), то на затопленных лугах массово начинают развиваться нитчатые водоросли, которые при спаде половодья образуют механический фильтр для скатывающейся молоди рыб. Масштабы и закономерности этого процесса практически не изучены.

Анализ распределения личинок и ранней молоди рыб в период половодья показал, что они держатся преимущественно в литорали, а в центральной части затопленных лугов редки (Górski K. et al., 2016), соответственно нет прямой зависимости между общей площадью затопления и количеством ранней молоди. Анализ урожайности жизнестойкой молоди в пойменных водоемах проведенный в конце лета показал, что даже в очень маловодные годы, каким был 2006 год, она велика и значительно превышает аналогичные показатели соседних крупных рыбопромысловых водоемов, таких как Цимлянское или Волгоградское водохранилища (Вехов Д.А., 2009; Górski K. et al., 2011, 2013). Связи между величиной половодья и урожайностью молоди рыб не обнаружено, а сами показатели оказались очень изменчивыми свидетельствующими о многофакторном влиянии на них (Górski K. et al., 2011, 2013). В крайне маловодный 2006 г., но с теплой и дружной весной, концентрации молоди

были значительно выше, чем в средневодном, но холодном 2008 году. (Górski K. et al., 2011). В целом можно сделать вывод, что низкая пойма с ее регулярным затоплением, мелководностью и луговым нерестовым субстратом обеспечивает хорошие условия для размножения рыб и нагула их ранней молоди независимо от величины половодья и сроков его наступления, хотя эти показатели влияют на общую продуктивность и соотношение видов. Можно считать, что в случае раннего залития поймы хорошо размножатся только рыбы с ранним нерестом – язь, щука, частично окунь лещ, плотва, в случае очень позднего – позднерестующие – сазан, сом, линь. Если половодье продолжительное, как было при естественном режиме, то все виды. Важны показатели спада половодья, т.к. они обеспечивают скат молоди и ее выживаемость, можно полагать, что чем медленнее он будет, тем более благоприятным для рыб.

**Особенности постоянных водоемов северной части Волго-Ахтубинской поймы и зимовка рыбы.** Крупные производители рыб и относительно реофильные виды (язь, лещ, судак, густера, чехонь) обычно уходят с затопленных лугов с началом падения уровня и не остаются в пойменных водоемах. Однако их молодь, а также молодь других рыб, вследствие больших размеров Волго-Ахтубинской поймы скатывается и остается на зимовку в многочисленных водоемах поймы. С рыбохозяйственных позиций их можно разделить на два типа – русловые водоемы (ерики и протоки) и не русловые (озера и временные водоемы) (Вехов Д.А., 2012). Если русловые водоемы относительно глубоки и мало подвержены заморам, то большая часть озер крайне мелководны и сильно подвержены зимним заморам с массовой гибелью рыбы. Так несмотря на многоводность 2005 года в зиму 2005/06 гг. на многих озерах отмечалась массовая гибель рыбы. Из 28 обследованных весной озер она была в 23. В зиму 2006/07 гг. из-за крайней маловодности половодья озера ушли с критической глубиной воды, которая для озер площадью до 5 га в среднем составляла только 20 см, а для наиболее распространенных озер с площадью от 5 до 20 га – 70 см (Вехов Д.А., 2009). Благодаря очень теплой зиме, замор в эту зиму не отмечался, однако в следующую зиму 2007/08 гг. многие озера промерзли до дна. Из 48 обследованных весной сотрудниками «Нижеволжрыбвод» и Волгоградского отд. «ГосНИОРХ» озер погибшая рыба была обнаружена в 24. Причем в эту зиму замор коснулся даже серебряного карася, который к тому времени стал составлять основу рыбного населения озер. Из 107,1 тыс. экз. учтенной погибшей рыбы на него пришлось 74%. Позднее аналогичных масштабных учетов гибели рыб не проводилось.

Возможны также и летние заморы из-за сильного прогревания мелководных озер, и большой биомассы макрофитов в них, однако этот вопрос практически не изучен. Преобладание молоди устойчивого к дефициту кислорода серебряного карася в малых, сильно заросших водоемах (Górski K. et al., 2013) указывает на возможность таких заморов.

Нестабильные условия обитания в пойменных водоемах и периодически возникающие масштабные заморы объясняют преобладание мелких, короткоцикловых рыб в пойменных водоемах. Однако формирование единого водного пространства между Волгой, Ахтубой и всеми водоемами Волго-Ахтубинской поймы в период половодья позволяет рыбе перераспределяться между разными водоемами и вновь заселять заморные озера (Вехов Д.А., 2012). Зимовка рыбы, а не условия ее размножения, в сложившихся условиях видятся важнейшим фактором для формирования рыбных запасов Волго-Ахтубинской поймы.

**Основные принципы в регулировании гидрорежима Волги для поддержания благополучного состояния рыбных ресурсов северной части Волго-Ахтубинской поймы.** Величина половодья должна быть достаточной, чтобы заполнить большинство пойменных озер и поддерживать средние глубины в них в зимний период хотя бы на уровне 1,5 м, для обеспечения нормальной зимовки. Конкретные величины необходимо установить на основании специальных исследований. Возможно, что важную роль в зимнем наполнении озер играет не столько половодье, сколько зимний режим Волги и особенно зимние паводки.

Важна не столько площадь затопления поймы и соответственно максимальный расход воды на пике половодья, сколько сроки затопления и плавность спада половодья на отметках

выше уровня затопления поймы. При ранней и теплой весне сбросы воды можно начинать раньше, при холодной и затяжной желательнее позже, чтобы дать возможность отнереститься большему числу видов. Рыбохозяйственную полку лучше сделать короче, но спад воды более продолжительным и плавным, чтобы обеспечить скат молоди и производителей с полоев в постоянные водоемы.

### Список литературы

1. Гольдентрахт И. Н. Промыслово-биологические исследования в Волго-Ахтубинской пойме в 1959 г. // Тр. Каспийского НИИ рыбного хозяйства. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - Т. 22. - С. 6-24.
2. Горелиц О. В. Современный механизм заливания Волго-Ахтубинской поймы в период половодья (в пределах Волгоградской области) // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2013. - №2. - С.9-18.
3. Вехов Д.А., Горский К. Состав ихтиофауны водоемов северной части Волго-Ахтубинской поймы // ООПТ Нижней Волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: итоги, проблемы и перспективы: Мат. Научн-практич. конф. Волгоград: Программа развития ООН, 2010. С. 58-64.
4. Вехов Д. А. Изучение распределения весеннего стока в Волго-Ахтубинской пойме – необходимый элемент для исследования и управления ее рыбными ресурсами // ООПТ Нижней Волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: итоги, проблемы и перспективы: Мат. Научн-практич. конф. Волгоград: Программа развития ООН, 2010. С. 184-185.
5. Вехов Д.А. Об особенностях водоемов северной части Волго-Ахтубинской поймы как среды обитания рыб // Материалы III международной науч.-практич. конф. мол. ученых «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек» (25-27 сентября 2012г, Астрахань). Астрахань: Из-во КаспНИРХ, 2012. С.27-28.
6. Вехов Д. А. Состояние рыбных запасов северной части Волго-Ахтубинской поймы в неординарном по гидрологическим и метеорологическим условиям 2006 г. // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 3, Экон. Экол. - 2009. - № 1 (14) - С. 248-255.
7. Иванчинов В.Г. Рыбохозяйственное значение Волго-Ахтубинского района в воспроизводстве рыбных запасов Волго-Каспия. Саратов, 1939. 50 с. Фонды Саратовского фил. ВНИРО. Р-1.
8. Катунин Д.Н. Ихтиофауна. Оптимальные условия для размножения рыб // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 6. Каспийское море. Выпуск 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. - С-Пб.: Гидрометеоздат, 1996 г. - С. 278-282.
9. Лепилов В. На просторах Волго-Каспия. Элиста: РИО Джангар, 1997. - 320 с.
10. Лузанская Д.И. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов СССР. Справочник. М.: Пищевая промышленность, 1965. - 600 с.
11. Лузанская Д.И., Савина Н.О. Рыбохозяйственный водный фонд и уловы рыбы во внутренних водоемах СССР (справочник). Под. ред. Грачевой М.Н. - М.-Л.: ВНИОРХ, 1956. - 514 с.
12. Павлов Д.С., Катунин Д.Н., Алехина Р.П., Власенко А.Д., Дубинина В.Г., Сидорова М.А. Требования рыбного хозяйства к объему весенних попусков воды в дельту Волги // Рыбное хозяйство, 1989. - № 9. - С. 29-32.
13. Чехова М.А., Пономарева Э.Н. Рыбное хозяйство внутренних водоемов Волгоградской и Ростовской областей. Статистический справочник. // Труды Волгоградского отд. ГосНИОРХ. - Т. 7. - Волгоград, Нижн.-Волж. Кн. из-во, 1973 г. - 176 с.
14. Шеппель П.А. Паводок и пойма. Волгоград: Нижн.-Волж. кн из-во, 1986. - 240 с.
15. Górski K, Buijse A.D., Winter H.V., De Leeuw J.J., Compton T.J., Vekhov D.A., Zolotarev D.V., Verreth J.A.J., Nagelkerke L.A. J. Geomorphology and flooding shape fish distribution in a

large-scale temperate floodplain // *River Research and Applications*, 2013. V. 29. № 10. P. 1226-1236.

16. Górski K., De Leeuw J.J., Winter H.V., Khoruzhaya V.V., Boldyrev V.S., Vekhov D.A., Nagelkerke L.A.J. The importance of flooded terrestrial habitats for larval fish in a semi-natural large floodplain (Volga, Russian Federation) // *Inland Waters*, 2016. V. 6. №1. P.105-110.

17. Górski K., De Leeuw J.J., Winter H.V., Vekhov D.A., Minin A.E., Buijse A.D., Nagelkerke L.A.J. Fish recruitment in a large, temperate floodplain: the importance of annual flooding, temperature and habitat complexity // *Freshwater Biology*, 2011. - V. 56. - № 11. - P. 2210–2225.

18. Górski K, Winter HV, De Leeuw JJ, Minin AE, Nagelkerke LAJ. 2010. Fish spawning in a large temperate floodplain: the role of flooding and temperature. *Freshwater Biol.* V. 55. - P.1509–1519.

## Характеристика основных параметров гидрологического режима водотоков низовьев дельты Волги

Ю.А. Благова  
julia\_blagova@mail.ru

ФГБУ «Астраханский государственный заповедник», г.Астрахань

Процессы формирования дельты и условия существования животного и растительного мира в низовьях дельты Волги определяются, главным образом, гидрологическим режимом. В современных условиях важнейшим фактором, определяющим гидрологический режим водоемов дельты, является регулирование водного стока Волги. Водный сток дельты с ее разветвленной гидрографической сетью зависит от величины водного стока, поступающего в нижний бьеф Волжской ГЭС, а также от характера распространения его по рукавам и протокам дельты. Создание каскада водохранилищ на Волге привело к внутригодовому перераспределению водного стока, что в значительной степени отразилось и на гидрологическом режиме водотоков низовьев дельты Волги.

Рассмотрим произошедшие изменения на примере основного водотока Дамчикского участка Астраханского заповедника, расположенного в западной части низовьев дельты, - протока Быстрая - с момента начала наблюдений (с 1947 года) до настоящего времени.

Колебания уровня воды в исследуемом районе в основном зависят от величины водного стока Волги у вершины дельты, распределения его по рукавам и протокам дельты, ледового режима, сгонно-нагонных ветров и изменения уровня Каспийского моря. Уровень Каспийского моря оказывает подпорное влияние на уровни воды в низовьях дельты Волги только в периоды высокого стояния моря. В периоды низкого стояния уровня моря (ниже отметки – 27,80 м БС) происходит гидравлический разрыв связи дельты и моря. Таким образом подпор со стороны моря (при наблюдении с 1947 г.) наблюдался только в период с 1987 по 2014 годы. В современный период наблюдается регрессия моря: за 2015–2020 гг. его среднегодовой уровень упал на 23 см, а непосредственно с 2005 г. на 130 см (с –26,91 до –28,23 м БС).

Согласно проведенным исследованиям ГОИН, анализ многолетней изменчивости среднегодовых объемов стока воды в створе г. Волгограда за инструментальный период показал, что средние значения за периоды естественного и зарегулированного стока весьма близки – 255 и 250 км<sup>3</sup>/год (табл. 1). Однако, при практически равных среднемноголетних значениях сток Волги в зарегулированный период характеризуется меньшей амплитудой межгодовых колебаний. Кроме того, в зарегулированных условиях весьма значительно изменилось внутригодовое распределение стока (Горелиц О.В., 2010).

Таблица 1 - Многолетние характеристики годовых объемов стока воды р. Волги в створе г. Волгограда в естественных (1881-1957) и зарегулированных (1961-2020) условиях (по данным ГОИН)

Годы	Средний объем стока за период	Максимальный годовой объем стока		Минимальный годовой объем стока	
	W, км <sup>3</sup>	W, км <sup>3</sup>	год	W, км <sup>3</sup>	год
<b>1881-1957</b>	255	389	1926	161	1937
<b>1961-2020</b>	250	336	1994	168	1975

В годовом ходе уровня воды в дельте Ф.Н. Линберг выделяет следующие основные сезонные колебания: весенне-летнее половодье, летне-осеннюю межень и зимний подъем уровня. В естественных условиях период половодья захватывал 4 месяца – с апреля по июль, периоды летне-осенней и зимней межени также продолжались в среднем по 4 месяца.

Как уже многократно отмечено специалистами, зарегулирование стока оказало значительное влияние на гидрологический режим Нижней Волги в период половодья и в период зимней межени. В зарегулированных условиях объем стока за апрель-июль уменьшился на 30% по сравнению с естественными условиями, а объем стока за декабрь-март вырос более чем в два раза. В летне-осенний период зарегулирование стока внесло не столь значительные изменения, объем стока за август-ноябрь в зарегулированных условиях вырос на 14% по сравнению с естественными условиями.

Рассмотрим более подробно анализ параметров гидрологического режима в период половодья, поскольку эта фаза играет определяющую роль в развитии биоценозов дельты Волги. От высоты и продолжительности половодья зависит биопродуктивность и биоразнообразие водно-болотных угодий Нижней Волги. В условиях естественного режима стока период половодья охватывал 4 месяца – с апреля по июль, затоплению подвергались обширные территории, на полях проходил нерест и нагул рыбы, гнездование птиц и развитие растительности. В условиях зарегулированного режима половодье в дельте Волги представляет собой «искусственный весенний спецпопуск» в нижний бьеф Волжской ГЭС.

Основными параметрами гидрологического режима, определяющими условия сохранения биоразнообразия, являются продолжительность половодья, даты наступления его фаз, интенсивность изменения уровня воды на подъеме и спаде половодья, высота уровней и значения расходов воды на пике половодья, температуры воды и интенсивность их изменения. Для этих параметров были рассчитаны средние значения за периоды естественного и зарегулированного режима стока (табл. 2). Анализ результатов показал, что особое внимание следует обратить на последние 10 лет – период 2011-2020 гг. В этот период зафиксированы значительные изменения всех перечисленных характеристик, обусловленные как естественными климатическими изменениями, так и изменениями в режиме регулирования.

Продолжительность половодья сократилась со 123 дней в период естественного режима до 81 дня в зарегулированных, причем основное сокращение произошло на фазе подъема половодья (рис. 1) – ее продолжительность уменьшилась на 28 дней. Продолжительность фазы спада уменьшилась в среднем на 16 дней.

Изменилась дата начала половодья. В зарегулированных условиях половодье стало начинаться 21 апреля - на 10 дней позже, однако в последнее десятилетие 2011-2020 гг. дата сместилась на 17 апреля (ближе к естественным условиям).

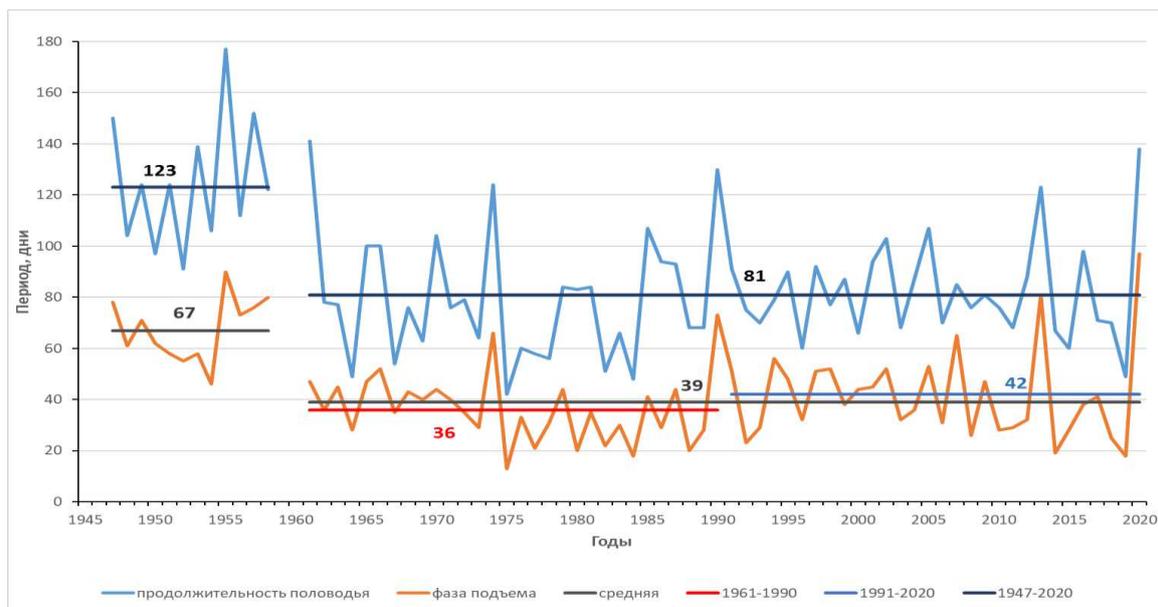


Рисунок 1 - Продолжительность фазы подъема половодья в пр. Быстрая у 3-го кордона и средние значения по периодам

Таблица 2 - Основные параметры гидрологического режима на г/п пр. Быстрая (Дамчикский участок) в 1947-1958 гг и 1961-2020 гг.

Характеристика	Параметры	Естественный режим	Зарегулированный режим				
		1947-1958	1961-2020	1961-1990	1991-2020	2001-2020	2011-2020
Продолжительность половодья и его фаз, дни	Половодье	123	81	79	82	84	83
	Подъем	67	39	36	42	41	41
	Спад	58	42	43	41	43	42
Даты наступления характерных фаз половодья	Начало	11.04	21.04	24.04	19.04	18.04	17.04
	Пик	15.06	29.05	30.05	29.05	28.05	27.05
	Окончание	11.08	11.07	12.07	09.07	13.07	15.07
Характерные отметки уровня воды в половодье, м БС	Начало	-26,00 (200 см)	-26,05 (195 см)	-26,05 (195 см)	-26,06 (194 см)	-26,12 (188 см)	-26,19 (181 см)
	Пик	-24,77 (323 см)	-24,88 (312 см)	-24,87 (313 см)	-24,89 (311 см)	-24,94 (306 см)	-24,99 (301 см)
	Окончание	-25,87 (213 см)	-25,88 (212 см)	-24,89 (211 см)	-25,87 (213 см)	-25,96 (204 см)	-26,12 (188 см)
Амплитуда изменения уровня, см	Подъем	123	117	118	117	118	120
	Спад	110	100	102	98	102	113
Характерные температуры воды в половодье, °С	Начало	5,6	9,0	9,6	8,4	8,4	8,7
	Пик	21,9	16,5	16,1	16,9	16,7	16,6
	Окончание	24,3	24,0	23,3	24,6	25,1	25,3
Амплитуда изменения температуры воды, °С	Половодье	19,1	15,0	13,7	16,2	16,7	16,6
	Подъем	16,3	7,5	6,5	8,4	8,3	7,9
	Спад	3,2	7,4	7,2	7,7	8,4	8,7
Сумма температур воды в половодье, °С	Половодье	2256	1344	1336	1351	1396	1407
	Подъем	886	472	446	499	492	487
	Спад	1370	872	891	852	904	920

Примечание: цветом выделены параметры гидрологического режима, подвергшиеся наибольшим изменениям в период зарегулированного стока

Пик половодья в зарегулированных условиях в среднем наблюдается 29 мая, в последнее десятилетие 27 мая, что на 20 дней раньше, чем в естественных условиях. Такое значительное изменение одного из важнейших параметров половодья влечет за собой изменения других параметров, в том числе интенсивности роста уровня и температуры воды на фазе подъема половодья, которые во многом определяют состояние экосистем дельты и, в частности, низовьев дельты Волги.

Характерные отметки уровня воды в период половодья, по данным пр. Быстрая, в 1961-1990 гг. мало изменились по сравнению с периодом естественного режима. Однако в последнее десятилетие (2011-2020 гг.) эти отметки становятся ниже на 20-25 см.

Наиболее значительным изменениям, имеющим огромное значение для биоценозов дельты, подверглась интенсивность роста уровня воды на фазе подъема половодья. За счет раннего наступления пика половодья, сокращения продолжительности фазы подъема и увеличения амплитуды роста уровня воды в этот период в зарегулированных условиях значение параметра интенсивности увеличилось более чем в 2 раза. Неестественно быстрое повышение уровня и расхода воды в короткий срок не обеспечивает постепенного прогрева воды и равномерного ее поступления в мелкую русловую сеть и пойменные участки, нарушая условия развития флоры и фауны данного района исследований.

Для развития биоценозов дельты Волги важнейшим параметром гидрологического режима является температура воды в период половодья. На основе данных наблюдений на г/п пр. Быстрая был проведен анализ изменений характерных значений температуры и рассчитаны суммы температур воды в период половодья в естественных и зарегулированных условиях. Температура воды в пр. Быстрая в начале половодья увеличилась с 5,6°C в естественных условиях до 9,0°C в зарегулированных (табл.2). Повышение температуры воды обусловлено тем, что в зарегулированных условиях в межень вода поступает в нижний бьеф Волжской ГЭС только через водозаборы турбин, которые расположены в нижней части плотины. А температура воды в придонном слое водохранилища зимой и в начале весны выше, чем на поверхности.

В естественных условиях среднее многолетнее значение температуры воды на пике половодья составляло 21,9°C, амплитуда роста температуры воды на подъеме половодья – 16,3°C. В зарегулированных условиях температура на пике половодья поднимается в среднем до 16,5°C (рис. 2), а амплитуда роста температуры составляет всего 7,5°C, сумма температур на подъеме половодья снизилась с 886 до 472°C.

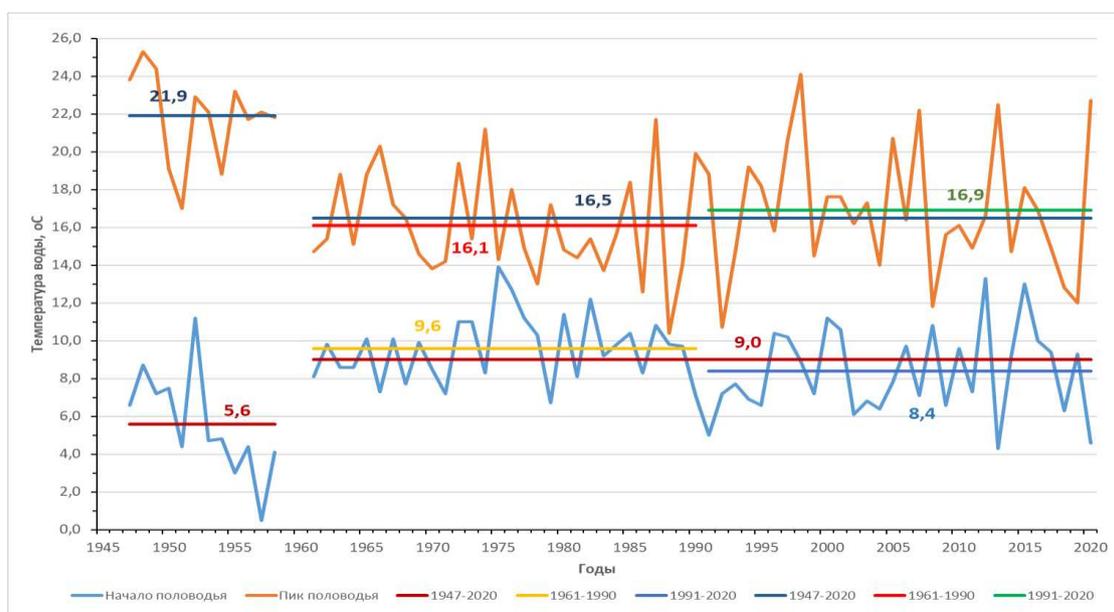


Рисунок 2 - Температура воды на дату начала и на пике половодья по г/п пр. Быстрая и средние значения по периодам. 1947-2020 гг.

Вследствие короткой фазы подъема половодья и высокой интенсивности роста уровня вода в этот период не успевает прогреваться. Поэтому теплозапас на фазе подъема в зарегулированных условиях в 2 раза ниже, чем в естественных.

В естественных условиях температура воды в конце половодья по г/п пр. Быстрая достигала 24,3°C, а теплозапас за период половодья составлял 2256 градусов. В зарегулированных условиях к концу половодья вода успевает прогреться до 24,0°C, а в последнее десятилетие даже до 25,3°C, что на 1,0°C выше и связано скорее всего с климатическим фактором. Теплозапас в 1961-2020 гг. в целом за половодье составлял 1338 градусов, что почти в 2 раза ниже, чем в естественных условиях. Столь значительные изменения температурного режима происходят главным образом вследствие изменений основных параметров гидрологического режима на фазе подъема половодья в зарегулированных условиях.

### **Выводы**

Анализ многолетней изменчивости стока стока реки Волга в створе г.Волгограда показал, что при практически равных среднемноголетних значениях годовой сток Волги в зарегулированных условиях характеризуется меньшей амплитудой межгодовых колебаний по сравнению с естественным режимом. Значительно изменилось внутригодовое распределение стока. В зарегулированных условиях объем стока за апрель-июль уменьшился на 30%, а объем стока за декабрь-март вырос более чем в два раза, объем стока за август-ноябрь вырос на 14% по сравнению с естественными условиями. Наблюдается снижение уровней и расходов воды на пике половодья, что является следствием и одной из основных целей регулирования.

Анализ параметров половодья в естественных и зарегулированных условиях показал, что в наибольшей степени изменения затронули фазу подъема. Если продолжительность периода половодья в целом сократилась со 123 до 81 дня, то продолжительность фазы подъема уменьшилась почти в два раза. Даты начала половодья отмечаются позже на 7-10 дней, при этом пик половодья стал наступать раньше на 18-20 суток, что приводит к более раннему заливанню пойменных участков. Сокращение продолжительности фазы подъема привело также к резкому увеличению интенсивности роста уровня воды и, как результат, к изменению термического режима в русле. Температура воды на пике половодья снизилась на 25%, амплитуда роста температуры – на 54%. Теплозапас в период половодья снизился на 40%, причем на фазе подъема половодья снижение составило 50%.

Отмеченные изменения параметров гидрологического режима водотоков низовьев дельты Волги являются прямым следствием зарегулирования стока Волжской ГЭС. Изменения важнейших параметров половодья весьма значительны и влекут за собой изменения в условиях весеннего развития биоценозов низовьев дельты Волги.

### **Список литературы**

1. Горелиц О.В. Многолетняя и сезонная изменчивость основных параметров гидрологического режима Нижней Волги в створе города Волгограда/ О.В. Горелиц, И.В. Землянов, А.А. Сапожникова // ООПТ Нижней Волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: итоги, проблемы и перспективы: материалы научно-практической конференции. – Волгоград, 2010. – С. 186–198.
2. Линберг Ф.Н. Характеристика режима уровня воды дельты р. Волги в условиях зарегулированного стока. / Ф. Н. Линберг // Сборник трудов Астраханской зональной гидromетеорологической обсерватории. вып. 1. – Ростов н/Д, 1970. - С. 16-43.
3. Москаленко А.В. Изменения гидрологического режима дельты в связи с зарегулированием стока Волги / А.В. Москаленко // «Волга-1»: Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов: материалы Первой конф. по изучен. водоемов бассейна Волги. – Куйбышев: Куйбышевск. кн. изд-во, 1971. – С. 68-73.

## **Донный рельеф акватории морского края дельты Волги и его изменение в условиях современной гидрологической обстановки**

В.Г. Малов, И.В. Жужнева  
i.zhuzhneva@gmail.com

ФГБУ «Астраханский государственный заповедник»

Наиболее динамичным в геоморфологическом плане участком дельты Волги является её морской край (МКД). Согласно схеме районирования дельты (Белевич Е.Ф., 1963) линия МКД совпадает с южной границей надводной дельты, а его полоса примерно соответствует култушной зоне. Здесь, на обширных мелководных пространствах, в результате эрозии существующих отложений и аккумуляции свежего речного аллювия идёт образование современного рельефа дельты: зарождаются новые острова и протоки, выдвигаются косы и появляются култуки. При неизменном или снижающемся уровне Каспия МКД закономерно смещается в сторону моря, а вновь созданные формы рельефа постепенно включаются в состав надводной дельтовой равнины.

Формирование и дальнейшая эволюция рельефа дельты Волги происходят при главенствующей роли гидрологического фактора. Именно от гидрологической обстановки, в первую очередь, зависят направление и темп изменения рельефа, его конкретная скульптура и структура на различных участках МКД. С другой стороны, действие водных потоков проявляется на фоне уже ранее сложившегося рельефа. Это определяет взаимную обусловленность и сложность гидролого-геоморфологических процессов. Поэтому изучение рельефа МКД и особенностей его изменения следует проводить с учётом современной гидрологической обстановки в регионе. Это позволит определить состояние и перспективы развития в целом абиотической основы природных комплексов, обуславливающей разнообразие и устойчивость растительности и животного мира дельты Волги.

В настоящее время формирование рельефа на МКД происходит в условиях зарегулированного каскадом ГЭС речного стока на фоне понижающегося уровня Каспия при отсутствии гидравлического подпора авандельтовых вод со стороны моря. Кроме того, специфика гидрологических условий на современном этапе тесно связана с глобальными и региональными изменениями климата, определяющими основные приходные (речной сток и атмосферные осадки) и расходные (эвапотранспирация и испаряемость) статьи водного баланса МКД, авандельты и, в общем, Каспийского моря.

В связи с этим на территории Астраханского государственного заповедника нами были проведены исследования донного рельефа МКД с целью определения его современного состояния и характера краткосрочных изменений с учётом воздействия природных и антропогенных (дноуглубление каналов, прокосы водной растительности) факторов, что необходимо для оценки текущей трансформации скульптуры дна и прогноза её вероятных геоморфологических преобразований при различных сценариях изменения климата.

Натурные изыскания были выполнены в границах Обжоровского стационара, представляющего ландшафты восточной части дельты Волги. Этот район был выбран в качестве объекта изучения, поскольку охватывает достаточно протяжённый отрезок морского края старой части дельты, сложенной легко размываемыми аллювиальными грунтами. Эта акватория включает разнообразные по гидродинамическим условиям участки, значительно отличающиеся друг от друга соотношением процессов эрозии и аккумуляции речного аллювия. Определённый интерес с точки зрения изучения процессов рельефообразования в условиях совместного влияния природных и антропогенных факторов на исследуемой мелководной акватории был связан также с проведённым в 2016-2018 гг. дноуглублением Обжоровского канала-рыбохода.

Полевое исследование донного рельефа проводили в 2015-2020 гг. в осенний межень период методом батиметрической съёмки, которую осуществляли вручную с лодки, используя 4-метровую геодезическую рейку. Точки опробования фиксировали с помощью GPS-навигатора. С целью приведения к единому расчётному уровню воды («условному нулю») для последующего сравнения по годам результатов замеров глубины использовали три стационарных репера, установленных в полосе МКД: в устье пр. Кутум; на правом берегу Обжоровского канала в районе его 6-го километра и на приканальном острове, омываемом ериком Жилка (4-й километр).

Помимо полевых изысканий, для оценки динамики горизонтального нарастания отмелей, островов и кос в районе устья пр. Кутум за 2006-2017 гг. и краткосрочного прогноза преобразования рельефа данной акватории использовали разновременные космические снимки 2006-2018 гг., находящиеся в открытом доступе. Подробный анализ гидролого-геоморфологических изменений в границах ключевого участка «Кутумские косы» представлен нами ранее (Малов В.Г., Жужнева И.В., 2020).

На Обжоровском стационаре батиметрические работы для обследования рельефа дна акватории проводились на шести основных ключевых мониторинговых участках в районах устьев пр. Правая Судочья, пр. Кутума («Кутумские косы»), южной части култука Прямой - Лотосный и на участке слияния Обжоровского и Староиголкинского каналов.

Результаты исследований показали, что скульптура дна МКД представляет собой обширные слабоволнистые очень полого наклонные равнинные участки акватории, осложнённые положительными и отрицательными формами рельефа, либо унаследованными, либо приуроченными к современным устьевым областям водотоков разной степени проточности, а также каналам и прокосам водной растительности.

Среди положительных форм донного рельефа выделяются отмели, осередки, косы, низменные острова, прирусловые валы вдоль естественных и искусственно созданных водотоков. Отрицательные формы рельефа включают ложа култуков, в том числе с култучными впадинами; русла банчин, небольших по протяжённости жилок, ериков и протоков, сформированных между новообразованными надводными косами и островами, еще не причленёнными к основному массиву надводной дельты; русла каналов и руслообразные понижения в створе прокосов; отдельные унаследованные и вновь образованные ямы.

Специфика строения донного рельефа на каждом из обследованных ключевых участков определяется различиями гидродинамических условий, в том числе связанных с локальными антропогенными нарушениями в границах акватории. Это проявляется в наличии и выраженности тех или иных форм донного рельефа на конкретном участке, их соотношении между собой и степени расчленённости поверхности дна.

***Обобщение и систематизация полученного материала обследования донного рельефа МКД в пределах Обжоровского стационара заповедника показывает следующее.***

1. В руслах и устьях проточных водотоков были зафиксированы выраженные в различной степени эрозионные и аккумулятивные геоморфологические преобразования. Так, например, за год, начиная с осени 2019 года, углубление в результате эрозии в различных по проточности банчинах составило 3-35 см. В это же время в устьях водотоков и на «теневых» участках подводных русел аллювиальная аккумуляция обусловила обмеление на 5-20 см, а на участке растущих кос пр. Кутума увеличилась площадь суши (Малов В.Г., Жужнева И.В., 2020). При этом преобладающие глубины в банчинах обследуемой акватории варьировали в пределах 100-220 см, а в местах расположения русловых ям, в банчинах пр. Кутум, 2. В достигали 450 см. 2016-2018 гг. в результате расчистки ложа Обжоровского канала в его русле (на ключевом участке 4-8 км) отмечалась локальная антропогенная эрозия, а также образование аккумулятивных форм рельефа - островков и отмелей - в местах складирования рефулированного грунта. В дальнейшем из-за увеличения пропускной способности канала и роста скорости водного потока происходило также самоуглубление его русла (до 380 см в

октябре 2020 г.) и, одновременно, сопутствующее этому процессу образование вытянутых по течению подводных прирусловых валов и низменных приканаловых островков.

3. Акватория в зоне влияния канала в период наблюдений пассивно обмелела за счёт дренирования её вод в канал, что подтверждается малыми меженными глубинами (<40 см) даже в годы с высоким объёмом волжского стока.

Так, например, на участке, примыкающем к правому борту Обжоровского канала в районе его 7-8 км, с 2015 по 2020 годы глубина снизилась на 30-40 см. Перед началом дноуглубительных работ (осень 2015 г. – весна 2016 г.) преобладающие глубины на данном участке составляли 70-80 см, осенью 2016 года – 60-70 см, а к осени 2018 года акватория сильно обмелела до 30-40 см и кое-где появилась низменная суша. В следующем, экстремально маловодном 2019 году усилилось её зарастание ежеголовником прямым и сусаком зонтичным, при этом снижение уровней воды продолжилось. В 2020 году несмотря на повышенный объём годового стока (295 км<sup>3</sup>) глубины на приканальной акватории не превышали на большей её части 40 см.

Определённую роль в обмелении участка по левому борту канала сыграли также размыв во время половодья надводных отвалов рефулированного грунта и его рассредоточение в прибрежной полосе.

4. В полосе прокосов водной растительности сформировались направленные потоки и активизировались эрозионно-аккумулятивные процессы, которые привели к образованию здесь руслообразных понижений дна с подводными прирусловыми валиками на отдельных отрезках их бортов.

5. В 2016-2020 гг. на преобладающей слабопроточной плоскодонной части обследуемой акватории МКД, в южной части култука Прямой-Лотосный, существенных изменений в рельефе не было обнаружено. Осенние меженные глубины в 2019-2020 гг. составили здесь 60-70 см.

Поскольку современное состояние донного рельефа и текущие геоморфологические преобразования являются функцией сложившейся в настоящий период гидрологической обстановки, следует рассмотреть её *основные характеристики*.

Высота и уклоны водной поверхности на МКД Волги и в авандельте, определяющие скорости потоков и, следовательно, их эрозионный или аккумулятивный потенциал, зависят от двух основных факторов: объёма поступающего речного стока и уровня Каспия, который, в свою очередь, обуславливает наличие и выраженность морского подпора стекающим авандельтовым водам. Кроме того, существенное значение в этом плане имеет зарастание обширных предустьевых пространств растительностью при подходящих глубинах для ее расселения и бурного развития, создающее подпор местному стоку, а также испаряемость и эвапотранспирация, величина которых в несколько раз превышает количество атмосферных осадков в условиях резко континентального климата низовьев Волги.

Уровень водоприёмного бассейна – Каспийского моря – стабильно снижается последние 15 лет. С 2006 г. по 2020 г. он снизился на 119 см и достиг отметки -28,23 м абс. (БС). При этом средний темп падения моря за этот период составил 7,9 см / год. В 2015 году, когда уровень Каспия опустился до -27,8 м абс. (БС) и произошёл разрыв его гидравлической связи с авандельтой, исчез ранее существовавший морской подпор речного стока (Рычагов Г.И., 1993).

Основной особенностью современного климата, определяющей рост испаряемости и связанное с этим увеличение расходной статьи водного баланса Каспия и, в частности, предустьевой области Волги, является усиление, начиная со второй половины 1970-х годов, глобального потепления. Наиболее сильно оно выражено на территории России, включая аридные территории (Второй оценочный доклад Росгидромета..., 2014). По данным метеостанции «Дамчик», расположенной на территории Астраханского заповедника в низовьях дельты Волги, среднегодовая температура приземного воздуха нарастает в течение всего периода наблюдений (с 1938 г.). Особенно значительное повышение температуры, на

1,3<sup>0</sup>С по сравнению со среднемноголетним значением, произошло в последнем десятилетии, достигнув 10,9<sup>0</sup>С (Благова Ю.А., 2019).

Средние годовые и половодные объёмы зарегулированного речного стока в 2006-2020 гг. составили 243,9 км<sup>3</sup> и 117,1 км<sup>3</sup>, превысив аналогичные показатели предыдущего периода падения Каспия (1959-1977 гг.) соответственно на 21,8 км<sup>3</sup> и 6,3 км<sup>3</sup>. В последние 15 лет (2006-2020 гг.) в колебаниях стока Волги наблюдался положительный тренд. При этом первые 10 лет, до 2015 года включительно, наблюдалась тенденция снижения годового стока, однако, его объёмы в последующем (кроме 2019 г.) существенно превысили среднемноголетние показатели, что в итоге изменило направление тренда. В отличие от современного периода, в 1959-1977 гг. общий тренд речного стока был отрицательным, что привело к снижению Каспия до отметки -29,02 м абс. (БС). Темп снижения уровня Каспия в 2006-2020 гг. в 1,8 раза выше, чем в 1959-1977 гг., когда море начало опускаться с более низких отметок (-28,19 м абс.БС) по сравнению с настоящим периодом (-27,04 м абс.БС).

*Анализ гидролого-геоморфологической обстановки* свидетельствует о том, что с 2006 года на большей части обследуемой акватории МКД (вне предустьевых участков водотоков) происходит обмеление, в основном, за счёт снижения уровня воды. Главной причиной этого стал отрицательный тренд объёма речного стока до 2015 г. включительно, что привело к падению уровня Каспия и ослаблению морского подпора вплоть до полного разрыва гидравлической связи с авандельтой. Всё это происходило на фоне усиления глобального потепления и связанной с этим дополнительной потерей воды на испаряемость и эвапотранспирацию.

Дноуглубление в 2016-2018 гг. Обжоровского канала ещё более обмелило приканальную акваторию за счёт её дренирования, а также вертикального прироста поверхности дна из-за наносов аллювия из размывающихся в половодье отвалов грунта. Хотя в 2016, 2017, 2018 и 2020 годах речной сток резко увеличился и стал выше среднемноголетних значений, это не смогло полностью скомпенсировать дренирующее влияние канала, в результате чего уровни воды на прилегающей акватории продолжили снижаться. В это же время уровни воды на МКД вне зоны влияния канала несколько стабилизировались.

Последствия дноуглубления канала были заметны и в предустьевой области пр. Кутум, где усилилась дифференциация водотоков по степени проточности (ускорились блокировка аллювием русел северных банчин, и произошло углубление отдельных участков остальных банчин). С 2006 по 2017 гг. площадь островов и отмелей в пределах ключевого участка «Кутумские косы», расположенного в полосе МКД между выдвигающимися в сторону моря островами надводной дельты и морским островом Блинов, увеличилась с 46% до 64%.

В современных гидрологических условиях происходит достаточно интенсивное горизонтальное нарастание надводной дельты в устье пр. Кутума и «окултучивание» акватории авандельты на северо-восточной окраине о. Блинов. В зоне критического сближения устьевого участка МКД с этим островом активизируются эрозионно-аккумулятивные процессы и возрастает гидролого-геоморфологическая дифференциация ландшафта с образованием в отдельных его областях форм рельефа, характерных для надводной дельты (Малов В.Г., Жужнева И.В., 2020).

В целом, наметившаяся в последние 15 лет тенденция уменьшения глубин на большей части обследуемого морского края дельты Волги, связанная со снижением здесь уровней воды, способствует перераспределению и концентрации водного стока с формированием нового рисунка русловой сети, обеспечивающей дренирование данной акватории в направлении более глубоких банчин, Обжоровского канала и участков прокосов водной растительности. Это приведёт к увеличению числа отмелей, осередков, островов, их зарастанию гидрофитами и дальнейшей дезинтеграции МКД на различные по степени проточности участки. Ускорится обсыхание существующих култуков и появление их аналогов в островной авандельте, которая будет приобретать всё более схожие черты с култушной зоной, постепенно сливаясь с ней на участках сближения с МКД.

Дезинтеграция акватории проявляется тем отчетливее, чем сильнее выражено её обмеление и меньше преобладающие глубины. В настоящее время вне зоны влияния Обжоровского канала на обширных равнинных участках дна восточной части МКД средняя меженная глубина (65 см) больше, чем была на таких участках в предыдущий (1959-1977 гг.) период падения Каспия (45 см). В 70-е годы после постройки канала прилегающая к нему акватория практически обсохла и заросла ежеголовником, тростником и рогозом. На сегодняшний день после расчистки его русла обмеление приканальных участков еще не достигло такого уровня, хотя здесь наблюдается значительное снижение глубин.

Остается открытым вопрос о гидрологической ситуации на МКД Волги в будущем. По отдельным прогнозам к концу XXI века Северный Каспий обсохнет (Prange M., Wilke T., Wesselingh F.P., 2020). Однако с учетом наметившегося в последние 5 лет положительного тренда речного стока со временем может реализоваться и другой сценарий, при котором падение уровней воды на МКД прекратится. Второе предположение согласуется с данными Росгидромета (Доклад..., 2017), показывающими, что годовой сток большинства рек России в последнее тридцатилетие в среднем выше, чем в предшествующее (1961-1990 гг.). При этом значительно увеличилась водность Волги – её среднегодовой сток вырос на 15,7 км<sup>3</sup> (с 242 до 257,7 км<sup>3</sup>), а среднеполоводный сток - на 11,3 км<sup>3</sup> (со 117 до 128,3 км<sup>3</sup>).

Для получения данных о современном состоянии абиотических компонентов природного комплекса МКД Волги, их оценки и прогноза динамики необходимо проведение постоянного мониторинга гидролого-геоморфологической обстановки с применением наземных исследований и методов дистанционного зондирования Земли, а также использование ретроспективного анализа.

Кроме того, в настоящее время с целью снижения темпов обмеления исследуемой акватории и ослабления, таким образом, его негативного влияния на сложившиеся здесь уникальные биоценозы важно сократить до приемлемого с эколого-экономической точки зрения минимума строительство и дноуглубление каналов на МКД и в авандельте, а также устройство прокосов водной растительности, являющихся дополнительными магистралями речного стока.

### Список литературы

1. Белевич Е.Ф. Районирование дельты Волги / Е.Ф. Белевич // Тр. Астрахан. гос. запов. – 1963. – Вып. 8. – С. 401-421.
2. Белевич Е.Ф. Геоморфологическая характеристика авандельты реки Волги / Е.Ф. Белевич // Тр. Астрахан. гос. запов. – 1965. – Вып. 10. – С. 81-103.
3. Благова Ю.А. Предварительные итоги метеорологического мониторинга в Астраханском заповеднике / Ю.А. Благова // Природные экосистемы Каспийского региона: прошлое, настоящее, будущее: Сборник материалов Всерос. науч. конф. с междунар. участием (3-5 сентября, 2019 г., Астрахань). – Астрахань: Типография «МИР», 2019. - С. 239-242.
4. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме / Росгидромет. - Москва, 2014. – 61 с.
5. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Климатический центр Росгидромета. – Санкт-Петербург, 2017. – 106 с.
6. Малов В.Г., Жужнева И.В. Современные геоморфологические изменения на устьевых участках водотоков в пределах восточной части морского края дельты Волги / В.Г. Малов // Тр. Астрахан. гос. запов. – 2020. – Вып. 18. – С. 4-17.
7. Рычагов Г.И. Уровень Каспийского моря за историческое время // Вестн. Моск. Ун-та. – Серия 5. География. – 1993, № 4. – С. 42.
8. Prange, M., Wilke, T., Wesselingh, F.P. The other side of sea level change // Commun Earth Environ, 1, 69 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00075-6> ([www.nature.com/commsenv](http://www.nature.com/commsenv)).

**Современное засоление аллювиальных луговых карбонатных почв  
низовьев дельты Волги в условиях зарегулированного речного стока  
с нестабильными по годам параметрами половодья**

И.В. Жужнева, В.Г. Малов

i.zhuzhneva@gmail.com

ФГБУ «Астраханский государственный заповедник»

Низовья дельты Волги, охватывающие согласно схеме районирования (Белевич, 1963) её нижнюю, култучную зоны и авандельту, - сложный и до сих пор недостаточно изученный район с уникальными ландшафтами относительно молодого возраста. Важным компонентом природных комплексов, определяющим не только их ландшафтное и биологическое разнообразие, но и, в целом, устойчивость функционирования экосистем, являются почвы.

Формирование аллювиальных почв в дельте Волги происходит на фоне аридного климата и зависит, главным образом, от действия гидрологического фактора, определяющего объём и режим обводнения суши. В этом плане большое значение имеет неустойчивый по годам характер весенне-летних половодий, тесно связанный на современном этапе с работой Волжско-Камского каскада ГЭС. Зарегулирование стока Волги, как известно, привело, к снижению продолжительности половодья и его высоты, уменьшению площади затопления суши полыми водами и ухудшению её промываемости. В годы с низкими половодьями острова дельты заливаются только частично, за исключением самых молодых и низменных, а более высокие участки испытывают подтопление. Это способствует повышенному накоплению водорастворимых солей в профиле дельтовых почв и ускорению естественных процессов их засоления, обусловленных эколого-географическими особенностями территории (Жужнева И.В., Малов В.Г., 2019).

Влияние половодий на аллювиальные почвы в каждом случае индивидуально и неповторимо, что создает динамичную, постоянно меняющуюся картину почвенного покрова, требующую регулярного изучения (Мартынов А.В., 2016). С другой стороны, не менее важно вести наблюдение за процессами засоления – рассоления почв для раннего выявления негативных тенденций их изменения в связи с многолетней нестабильностью параметров половодья на фоне зарегулированного стока Волги. В связи с этим выявление зависимостей между морфологическими признаками засоления почвенного профиля и основными характеристиками половодья по годам становится весьма актуальным, поскольку дает возможность оперативной оценки солевого статуса аллювиальных почв по данным их полевого обследования. В этом плане особый интерес представляет изучение процессов миграции водорастворимых солей в аллювиальных луговых карбонатных почвах высоких прирусловых валов, не затапливаемых в современный период полыми водами.

Для достижения данной цели в осенний меженный период 2006, 2009, 2015 и 2019 гг. нами были проведены переобследования аллювиальных луговых карбонатных солончаковых тяжелосуглинистых почв (Классификация..., 1977), приуроченных к приусловому повышению одного из относительно старых (около 150-160 лет) островов нижней зоны дельты в границах Дамчикского стационара Астраханского государственного заповедника. Годы, в которые выполняли полевое почвенное обследование, различались по характеру весенне-летнего половодья и величине водного стока в нижний бьеф Волгоградского гидроузла (табл.1). Так, 2009 г. по объёму водного стока в половодье был маловодным; а 2006 г., 2015 г. и 2019 г. относились к экстремально маловодным (Астахова Т.В., Катунин Д.Н., 1971). При этом среднемноголетние, считая с 1959 г., величины половодного стока для этих лет составляли 122-124 км<sup>3</sup>, а средний сток в половодье за 2006-2019 гг. – 114,7 км<sup>3</sup>.

Изучение почв проводили на ключевом участке, заложенном на правом слабовыпуклом берегу протока Быстрая в 200 м выше по течению от кордона № 1. Опорный почвенный

разрез (р. 21) расположен в 15 м от берега на плоской слабонаклонной вершине прируслового вала, высотой 167 см над меженным урезом воды (МУВ) (по состоянию на дату первичного обследования - 11.10.2006 г.). Абсолютная отметка дневной поверхности земли в точке установки постоянного репера у данного почвенного разреза -24,26 м абс.(БС).

Ландшафт острова представляет собой типичные многорукавные култушно-полойно-равнинные урочища западной части дельты, прирусловая зона которых, в том числе и территория ключевого участка, по-видимому, может краткосрочно затапливаться с поверхности только в многоводные годы с высоким уровнем половодья, выше 375 см по рейке гидропоста на 1 кордоне, то есть над «нулём поста», равным -28,0 м абс. (БС). Вершина вала с 1990 г. ни разу не была затоплена в период половодья.

За время наших исследований почвы ключевого участка испытывали только подтопление с различным (до 60-100 см от дневной поверхности) по величине подъёмом уровня грунтовых вод, а в осеннюю межень наблюдалось их опускание на глубину более 215 см. Латеральный поток воды в прирусловой зоне на высоте половодья и обратный частичный отток после его спада происходит за счёт боковой фильтрации по песчано-супесчаным слоям грунтовой толщи, подстилающим почвы.

Фоновая, собственно аллювиальная луговая карбонатная солончаковая тяжелосуглинистая почва, вскрытая разрезом № 21-06, сформировалась под ежевичником осоковым и разреженным древесным ярусом из шелковицы с примесью перестойной ивы белой.

Почвообразующие и подстилающие слои аллювия характеризуются обилием ржавых пятен, свидетельствующих о переменяемости аэробного и анаэробного режимов. Верхние гумусированные слои в различной степени засолены водорастворимыми солями, в зависимости от гидрологических особенностей конкретного года. Видимые новообразования солей морфологически обнаруживаются в виде пудры и тонких прожилок чисто-белой окраски. По содержанию токсичных водорастворимых солей в поверхностном (0-30 см) слое профиля эта почва была отнесена нами к виду среднесолённых при сульфатно-хлоридном химизме засоления. Их количество в гумусовом горизонте  $A_{1ca,s}$  (2-18 см) составило 0,205%, а в переходном к почвообразующей породе  $A_{1C_{g,ca,s}}$  (18-36 см) - 0,108%.

Строение почвенного профиля обозначается схемой:  $A_0$  (0-2 см) –  $A_{1ca,s}$  (2-18 см) –  $A_{1C_{g,ca,s}}$  (18-36 см) –  $C_{g,ca}$  (36-72 см) –  $D_g$  (72-87 см). Верхняя его часть, представленная тяжело- и среднесуглинистыми гумусированными горизонтами, с 34 см сменяется прослоями лёгкого суглинка, а затем с 70 см - супесчаными осадками. Границы и мощность верхнего слоя выделения водорастворимых солей, а также слоя их максимального скопления в исследуемой аллювиальной луговой карбонатной солончаковой почве и динамика этих показателей по годам приведены в таблице 2.

Полное морфологическое описание фонового почвенного профиля 2006 г., аналитическая характеристика агрохимических свойств и содержания «физической глины» по генетическим горизонтам почвы, а также фотография стенки почвенного разреза и координаты его местоположения представлены нами ранее (Жужнева И.В., Малов В.Г., 2017).

Таблица 1 - Динамика величины водного стока в нижний бьеф Волгоградского гидроузла и основных параметров весенне-летнего половодья на Дамчикском участке заповедника

Показатели	Год наблюдения			
	2006	2009	2015	2019
Объём водного стока в нижний бьеф Волгоградского гидроузла за период половодья (апрель-июль), км <sup>3</sup>	93	109	81	84,4
Годовой объём водного стока в нижний бьеф Волгоградского гидроузла, км <sup>3</sup>	208	238	198	228
Максимальный уровень воды в половодье, см *	308	336	290	316
Продолжительность стояния максимальных уровней воды, дни *	19	28	15	9
Общая продолжительность половодья, дни*	60	66	61	55

\* Данные долгосрочных наблюдений на гидропосту - пр. Быстрая, кордон № 1 Дамчикского участка заповедника (Благова, 2006, 2009, 2015, 2019 гг.).

По результатам полевого морфологического описания почвы в 2006, 2009, 2015 и 2019 гг. была проведена сравнительная визуальная оценка степени засоления верхнего (0-30 см) слоя почвы и количества водорастворимых солей в слое их максимального скопления, выраженная в условных баллах (табл. 2) в соответствии со следующими градациями: для степени засоления – слабая (0,5 – 1,4 балла) и средняя (1,5 – 2,4 балла); для количества водорастворимых солей в слое их максимального скопления - очень малое (менее 0,5 балла) и малое (0,5 -1,4 балла).

Таблица 2 - Морфологические параметры засоления аллювиальных луговых карбонатных солончаковых почв относительно старых островов нижней зоны дельты Волги (разрез 21)

Год	Степень засоления почвы	Визуальная оценка степени засоления верхнего (0-30 см) слоя почвы, баллы	Границы / мощность верхнего солевого слоя почвы, см	Характеристика слоя максимального скопления водорастворимых солей	
				Границы / мощность слоя, см	Визуальная оценка количества солей в слое, баллы
2006	средняя	1,5	(5-25) / 20	(7-14) / 7	2,0
2009	слабая	1,3	(6-18) / 12	(7-12) / 5	1,2
2015	слабая	1,4	(6-21) / 15	(9-15) / 6	1,4
2019	средняя	1,5	(5-23) / 18	(8-16) / 8	1,7

Как видно из таблицы 2, балльная оценка степени засоления исследуемой почвы за весь период наблюдения была наименьшей в 2009 году, отличавшемся более высокими показателями половодья, и повышенной – в экстремально маловодных годах 2006 и 2019 гг. Засоление почвенного профиля после маловодья 2015 года оказалось слабым, что может быть связано с гидрологическими особенностями предшествующих, кроме 2013 года, лет с низким и очень низким водным стоком. По всей видимости, чем более продолжительный период стояния полых вод и чем выше максимальные уровни их стояния, то есть, чем более выражено подтопление почвенно-грунтовой толщи в условиях прируслового вала, тем более интенсивно идет растворение и рассредоточение легкорастворимых солей в переувлажнённых горизонтах. При этом часть солей на спаде половодья может переместиться за пределы почвенного профиля, а насыщенные капиллярной водой верхние засоленные слои начнут постепенно обсыхать. Если половодье следующего года будет низким и коротким, то дальнейшее продолжительное выпотевание почвенных растворов приведет к аккумуляции заметных количеств легкорастворимых солей в верхних суглинистых горизонтах почвы и увеличению её засоления. И наоборот, если наблюдается ряд маловодных лет, то выраженные колебания разного знака в степени засоления почв прирусловых валов в этот период маловероятны.

Следует отметить, что имеется положительная связь между степенью засоления верхнего (0-30 см) слоя почвы и количеством легкорастворимых солей в слое их максимального скопления (по визуальной оценке в баллах), а также с мощностью верхнего солевого слоя почвы (табл. 2).

В заключение, следует отметить, что в ряду наблюдаемых лет с 2006 по 2019 гг. происходило чередование процессов засоления и рассоления почв в пределах от слабого до среднего. В целом, за исследуемый период пока не прослеживается направленная тенденция изменения поверхностного засоления в аллювиальных луговых карбонатных солончаковых тяжелосуглинистых почвах высоких прирусловых валов относительно старых островов в

низовьях дельты Волги. Очевидно, необходимо продолжить наблюдения за процессами засоления-рассоления почв для получения и анализа большего объёма выборки исходных данных, что особенно важно при нестабильном обводнении дельтовой суши на фоне усиления глобального потепления и снижающегося уровня Каспия.

### Список литературы

1. Астахова Т.В., Катунин Д.Н. Требования рыбного хозяйства Каспия к водному режиму реки Волги // Труды КаспНИРХ. - Т. 26. - Астрахань, 1971. - С. 3-8.
2. Белевич Е.Ф. Районирование дельты Волги / Е.Ф. Белевич // Тр. Астрахан. гос. запов. – 1963. – Вып. 8. – С. 401-421.
3. Благова Ю.А. Воды / Ю.А. Благова // Летопись природы 2006 г., 2009 г., 2015 г., 2019 г. Книга 1. Гл.4. / ФГБУ «Астраханский государственный заповедник», Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Астрахань, 2006, 2009, 2015, 2019. Электронный ресурс: [astrakhanzapoved.ru](http://astrakhanzapoved.ru).
4. Жужнева И.В., Малов В.Г. Почвы и рельеф наземных ландшафтов низовьев дельты Волги / И.В. Жужнева, В.Г. Малов / Тр. Астрахан. гос. запов. - Ижевск: ООО «Принт», 2017. – Вып.16. - С. 69-88.
5. Жужнева И.В., Малов В.Г. / О влиянии характера половодья на морфологические параметры засоления аллювиальных лугово-болотных почв низовьев дельты Волги / И.В. Жужнева // Природные экосистемы Каспийского региона: прошлое, настоящее, будущее: Сборник материалов Всерос. науч. конф. с междунар. участием (3-5 сентября, 2019 г., Астрахань). – Астрахань: Типография «МИР», 2019. - С. 254-258.
6. Классификация и диагностика почв СССР / В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др. - М.: Колос, 1977. – 224 с.
7. Мартынов А.В. Изменение свойств аллювиальных почв после крупного паводка на примере среднего течения р. Амур / А.В. Мартынов // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. (<http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24747>).

## Влияние гидрологического режима на состояние растительного покрова низовьев дельты Волги

Н.В. Литвинова

Litvinova.mama@yandex.ru

ФГБУ «Астраханский государственный заповедник»

В дельте Волги, особенно в ее нижней зоне, гидрологические условия являются фактором, определяющим не только развитие растительности в течение вегетационного сезона, но принципиально формирующим сам растительный покров. Значительная мозаичность распределения растительных ассоциаций здесь имеет четкую привязанность к условиям заливания в период весенне-летнего половодья, равно как и к общему уровню увлажненности мест произрастания. Тесная взаимосвязь видового состава, разнообразия и обилия видов с гидрологическим режимом прослеживается во всех типах растительности – древесно-кустарниковой, луговой и водной.

Общеизвестно, что распределение *древесно-кустарниковой растительности* и ее видовой состав в низовьях дельты Волги имеет четкую зависимость от уровня залегания грунтовых вод и состава почвы, однако, часто выпадает из внимания тот факт, что не меньшее значение для экосистемы дельты играет и возрастной состав древесной растительности. Так, активное зарастание образующейся суши сеянцами ивы (трехтычинковой, а затем белой), которое наблюдается при обмелении култушной зоны и интенсивном образовании кос, не может компенсировать выпадение спелых и перестойных ветляников в средней и нижней зонах дельты. Становление эдификаторной и экосистемной роли ветляников происходит по мере вертикального роста островов одновременно с развитием кустарникового и травяного ярусов, и полностью формируется к моменту достижения деревьями 10-15-летнего возраста. Затем эдификаторная роль ивы белой сохраняется вплоть до выпадения и отмирания перестойных деревьев (в среднем, в возрасте 55-60 лет). Именно спелые и перестойные ивы в полной мере обеспечивают кормовыми и защитно-гнездовыми условиями животный мир дельты. Естественный древесный опад, который начинает формироваться с момента приспевания древостоя ивы, является универсальным строительным материалом для гнезд; кроны спелых и более возрастных деревьев предоставляют множество мест для гнездования птиц, одного из наиболее ценных компонентов водно-болотных угодий дельты Волги. В тоже время продолжительность жизни спелых и перестойных ветляников напрямую зависит от гидрологических условий места произрастания, так как в отсутствии регулярного заливания в период половодья и при общем снижении увлажненности местообитаний отсутствует возможность порослевого возобновления или формирования поросли от пней. Возобновление древостоя ивы в уже сформированных ей растительных ассоциациях является необходимым условием для сохранения ценности местообитания животных и в целом экосистемы дельты.

Кроме того, при снижении обводненности территории и нестабильности показателей весенне-летнего половодья кратно усиливается прессинг прямых конкурентов ивы белой – ясеней пенсильванского и зеленого. Эти виды древесной растительности, интродуцированные в Астраханской области еще в первой половине XX-го века, очень интенсивно распространяются по территории низовьев дельты Волги, вытесняя коренную растительность (Медведева А.Э., Кособокова С.Р., Литвинова Н.В., 2021). В то же время, растительные ассоциации, формируемые ясенями, кардинально отличаются от таковых, формируемых ивой белой, и их экологическая значимость для местной фауны намного ниже. Помимо отсутствия необходимого растительного опада и практически непригодной для строительства гнезд кроны, ясень препятствует формированию травяного яруса, проявляя выраженный аллелопатический эффект. В серии наблюдений на территории заповедника установлено, что постепенное вытеснение ясенем коренной луговой растительности начинается с 4-5-го года после появления сенцев ясеня в

растительной ассоциации и достигает максимума при смыкании крон. При этом, ясеневые деревья вызывают угнетение даже тростниковых формаций, в которые внедряются (Литвинова Н.В., Медведева А.Э., 2019).

Другим негативным последствием «маловодных» лет является продвижение на юг гребенщиковых формаций, что увеличивает площадь солончаковых фитоценозов в низовьях дельты Волги. Смена растительных формаций, постепенная ксерофитизация и галофитизация растительного покрова является естественной для дельты Волги, но нестабильный гидрологический режим приводит к заметному ускорению данных процессов. Гребенщики, являясь типичными криногалофитами, активно засоляют почву в местах произрастания, способствуя формированию солончаковых растительных ассоциаций, представляющих значительно меньшую ценность как для сельского хозяйства, так и для природных экосистем низовьев дельты. Очень часто данные изменения сопровождаются также более активным расселением рудеральной растительности.

Фитоценотическое разнообразие и динамика луговых сообществ обусловлены гидролого-климатическими условиями, включающими длительность половодья, количество осадков и состояние уровня грунтовых вод. Неблагоприятный гидрологический режим, не обеспечивающий стабильное заливание участков *луговой растительности*, влечет значительные изменения в видовом составе и урожайности сенокосных видов, а также снижение качества пойменных массивов.

Отдельно необходимо указать негативное влияние на луговую растительность позднего заливания водами весенне-летнего половодья, что приводит не только к выгоранию больших площадей растительного покрова дельты в весенний период (и, как следствие, обеднению видового состава), но и к интенсификации замещения более ценных разнотравных болотистых и крупнозлаковых настоящих лугов остепененными и их галофитными вариантами. Последствия таких изменений растительного покрова выражаются в критическом снижении урожайности сенокосных видов растений (что проявляется уже в текущем сезоне) и в изменении видового состава сенокосных лугов, которое влечет долговременные последствия: засорение сенокосов рудеральной растительностью, а также галофитизацию лугов. В маловодные годы также происходит более активное внедрение и расселение рудеральной растительности по территории низовьев дельты. Особенно заметные негативные изменения в составе болотистых лугов в последние годы связаны с распространением дурнишника, который, свою очередь, способствует расселению таких карантинных видов растительности, как повилыки и заразики. Причем, засорение берегов водотоков дурнишником отмечается практически по всей территории дельты Волги, что влечет не только убытки в сельскохозяйственной отрасли, но и снижение рекреационной привлекательности нашего региона.

На состояние *водной растительности* гидрологический режим оказывает непосредственное влияние, однако проявляется оно иным путем, нежели для уже рассмотренных групп растительности. Так, маловодные годы с низким уровнем и/или непродолжительным заливанием полыми водами способствуют более раннему прогреву воды и, как следствие, более раннему началу вегетации водной флоры. До наступления пиковых летних температур воды наблюдается активное развитие водной растительности, формирование подводных лугов и накопление фитомассы земноводных видов. Однако, уже с третьей декады июля в такие годы (например, 2019, 2021 гг.) начинают проявляться процессы угнетения наиболее чувствительных к проточности видов – рдестов, валлиснерии и других.

Пожалуй, наиболее важным последствием маловодных лет является зарастание авандельты, и в данном отношении влияние даже одного маловодного года может быть очень значительным. Это обуславливается не только обсыханием кос, но и формированием на них ассоциаций кустарниковой растительности (в частности, ивы трехтычинковой), которая способствует закреплению косы и препятствует ее размыванию в последующем, даже в годы с нормальной и высокой водностью.

Значительное влияние на процесс зарастания низовьев дельты оказывает и углубление каналов-рыбоходов. С одной стороны, создание глубоководных проточных участков по руслам каналов способствует более активному обмелению и зарастанию участков акватории между ними. Снижение уровня обводненности и интенсивное прогревание воды на межканальных участках усиливает процессы эвтрофикации култучных водоемов и мелководных участков авандельты. С другой стороны, высокие отвалы грунта по бровкам каналов способствуют более активному расселению рудеральной растительности и становятся своеобразными горизонтальными «лифтами» для внедрения сорной растительности в култучную зону (того же дурнишника и др.). Кроме того, в процессе отвала пульпы за бровки каналов происходит перекрывание устьевых жилок, засыпание ценных мелководных угодий и мест произрастания земноводной растительности.

Совершенно недопустимыми являются и внесезонные значительные попуски воды, как, например летне-осенний паводок 2017 года, когда вторая волна холодной воды фактически полностью прекратила начавшееся цветение лотоса каспийского. Такие мероприятия могут вызвать катастрофические последствия не только в текущем вегетационном сезоне, но и повлечь длительные негативные реакции в растительном мире дельты. Так, популяции лотоса потребовалось несколько лет, чтобы восстановить нормальное цветение и плодоношение, и даже к настоящему моменту нет уверенности, что негативная реакция этого вида пройдена, так как эффективность его плодоношения еще не вышла на среднесезонные показатели (Литвинова Н.В., 2020).

Вообще, необходимо подчеркнуть, что выводы о благоприятствовании условий весенне-летнего половодья для развития многолетних видов земноводной и водной растительности можно делать, только к концу вегетационного сезона. Попытки оценить в середине лета по срокам начала цветения то, насколько позитивно отреагировала, например, популяция лотоса на весенне-летний гидрологический режим, являются совершенно необоснованными. Более целесообразно оценивать состояние популяции, наблюдая за ее развитием в ряду лет, анализируя тенденции и учитывая весь спектр показателей, только в этом случае можно сделать объективные выводы, пригодные для разработки каких-либо рекомендаций.

Таким образом, к настоящему моменту последствия нестабильного гидрологического режима последних лет и, особенно, неблагоприятного по длительности, срокам прохождения и высоте весенне-летнего половодья, привели к масштабным изменениям в растительном покрове низовьев дельты. Для сохранения дельты Волги как водно-болотного угодья необходимо в срочном порядке пересмотреть приоритеты регулирования попусков воды на период весенне-летнего половодья, а также формирование меженных уровней воды.

### Список литературы

1. Литвинова Н. В. Современное состояние популяции *Nelumbo capsica* (DC.) Fisch в дельте Волги // Материалы IX Международной научной конференции по водным макрофитам «Гидрботаника 2020» (Борок, Россия, 17—21 октября 2020 г.). — Борок: ИБВВ РАН; Ярославль: Филигрань, 2020. С. 98-99.
2. Литвинова Н.В., Медведева А.Э. Интродуцированные виды древесно-кустарниковой растительности в Астраханском заповеднике: история и современное состояние // Природные экосистемы Каспийского региона: прошлое, настоящее, будущее: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию Астраханского государственного заповедника / под ред. К.В. Литвинова, А.П. Калмыкова, Н.О. Мещеряковой и др. — Астрахань: типография «МИР», 2019. С. 265-270.
3. Медведева А. Э., Кособокова С. Р., Литвинова Н. В. История интродукции видов, закрепившихся в естественных фитоценозах Астраханского государственного заповедника // Биоразнообразие, рациональное использование биологических ресурсов и биотехнологии : материалы Международной научно-практической онлайн-конференции (г. Астрахань, 8 декабря 2020 г.) / сост. Н. В. Смирнова, А. С. Баймухамбетова — Астрахань : Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2021. С. 35-37.

## **Роль рыбохозяйственной мелиорации в улучшении условий воспроизводства для полупроходных и речных видов рыб в дельте реки Волга**

В.В. Барабанов, С.П. Чехомов, О.М. Васильченко  
barabanov2411@yandex.ru

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ ВНИРО («КаспНИРХ»), г. Астрахань

Среди абиотических факторов, определяющих эффективность воспроизводства рыб на Нижней Волге существенную роль имеют величина и режим обводнения нерестовых площадей. В настоящее время площадь нерестовых угодий составляет около 525 тыс. га. Ежегодно в период весеннего половодья заливается более 50 нерестовых массивов, расположенных в дельте р. Волги и в Волго-Ахтубинской пойме.

В соответствии с рекомендациями КаспНИРХа в 1974 году была проведена капитальная рыбохозяйственная мелиорация нерестилищ восточной части дельты реки Волга на площади 215 тыс. га. Работы заключались в создании или обновлении коллекторной сети, путем углубления или прорытия каналов, обеспечивающей заливание нерестовых массивов, лучшие условия захода, распределения по нерестовым площадям производителей и ската молоди с полов в речную систему. Рыбопродуктивность нерестовых угодий после осуществления данных мероприятий в 1970-1980-е гг. возросла более чем в 2 раза (в 2,2 раза), ежегодно стало возможным получение около 40 тыс. т (36 тыс. т) дополнительной рыбной продукции.

В 2011-2020 гг. мелиоративные работы на коллекторных сетях нерестовых массивов дельты р. Волги ежегодно осуществляются только в восточной части дельты р. Волги. Каспийский филиал ФГБУ «Главрыбвод» обслуживает 2658,5 км каналов на 23 нерестовых массивах, имеющих общую заливаемую площадь около 200 тыс. га. Для поддержания каналов коллекторной сети в рабочем состоянии с целью создания более благоприятных условий естественного воспроизводства водных биоресурсов, на них ежегодно, с учетом объемов финансирования, планируются и проводятся ремонтные работы по их расчистке тремя участками по эксплуатации нерестилищ (Марфинский, Зеленгинский, Красноярский), имеющих соответствующие производственные базы, землеройную технику и штаты работников.

В результате низкого и нестабильного уровня режима отмечалось чрезмерное зарастание и заиливание коллекторной сети (водоподводящие, обводнительные каналы, малые водотоки и ерики), которая играет важную роль в своевременном для размножения рыб заливании полов, благополучном скате с них молоди. В маловодные годы при отсутствии заливания основной площади временных нерестовых массивов, нерест рыб происходит в каналах коллекторной сети.

До 2012 года объем ежегодных работ по расчистке водоподающих каналов нерестовых массивов составлял всего 100,0 тыс. м<sup>3</sup>. С 2012 года, с началом реализации мероприятий ФЦП «Развитие рыбохозяйственного комплекса РФ 2012-2020 гг.» работа по рыбохозяйственной мелиорации активизировалась. В результате в 2020 году расчистка проток, устьев и русел рек от заиливания, наносов песка и грунта с помощью экскаваторов и скреперов составила 1065,0 тыс. м<sup>3</sup>, при этом протяженность восстанавливаемых каналов нерестовых массивов – 237,4 км.

Выполнение данного вида мелиоративных работ обеспечит создание условий для повышения эффективности естественного воспроизводства водных биоресурсов, особенно для карповых видов рыб. Расчистка коллекторной сети способствует улучшению обводнения пастбищных угодий Астраханской области, что является дополнительным социально значимым моментом.

Комплекс рыбохозяйственных мелиоративных мероприятий также включает в себя выкос жесткой и мягкой водной растительности, и удаление ее из водотоков.

Уничтожение излишней жесткой водной растительности в водных объектах рыбохозяйственного значения оказывает положительное влияние на состояние водных биологических ресурсов. Создаются более благоприятные условия для ската молоди рыб и отнерестившихся производителей в места нагула, при этом улучшается до 80 % проточность водоемов, что приводит к снижению условий развития в них сине-зеленых водорослей в летний период и заболачивания отмелой устьевой зоны каналов.

Качественное состояние нерестилищ оценивается по их рыбопродуктивности и эффективности воспроизводства рыб. За счет проведения рыбомелиоративных работ улучшаются трофические условия для молоди рыб, так на мелиорированных массивах среднесезонные показатели биомассы зоопланктонных организмов выше в 3,6 раза. На таких нерестовых массивах происходит более интенсивное развитие молоди рыб и увеличение темпа ее роста. Результаты исследований, проведенных на нерестовых массивах, различающихся по степени зарастаемости жесткой и мягкой водной растительностью, до и после проведения рыбомелиоративных работ, показали, что на мелиорированных нерестовых массивах в отличие от не мелиорированных отмечается более раннее заливание и заход производителей, большее видовое разнообразие молоди, повышенные показатели ее относительной и абсолютной численности (в 1,6 и 2,7 раза), доля молоди рыб, достигшей жизнестойких мальковых этапов развития выше в 1,5 раза.

Для создания благоприятной гидрологической обстановки, обеспечения благоприятных экологических условий обитания и воспроизводства крупных и мелких пресноводных рыб в дельте р. Волги необходимо ежегодное комплексное проведение мелиоративных работ, включающее в себя выкос водной растительности. Рекомендованный объем выкоса составляет 30 тыс. га в год.

В низовьях реки Волга после завершения половодья, имеющих часто объемы ниже нормы и краткую продолжительность, формируется значительное количество отшнурованных водоемов с оставшейся в них молодью, погибающей при их пересыхании.

Спасение молоди промысловых рыб из остаточных водоемов является частью работ по рыбохозяйственной мелиорации, проводимых с целью улучшения естественных условий воспроизводства, способствует сохранению ежегодных урожаев молоди промысловых видов рыб.

Одним из важнейших факторов, влияющих на сохранение и увеличение промысловых запасов водных биологических ресурсов в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне, наряду с состоянием нерестовых угодий, являются каналы-рыбоходы дельты реки Волги, определяющие условия воспроизводства и обитания рыб.

До 1992 года каналы-рыбоходы поддерживались Астрморрыбпортом в рабочем состоянии регулярным дноуглублением. Ежегодные объемы работ колебались от 5,0 млн. м<sup>3</sup> (1988 г.) до 13 млн. м<sup>3</sup> (1992 г.) и выполнялись 17 земснарядами. В последующие пять лет (в 1993-1997 гг.) из-за отсутствия финансирования дноуглубление каналов-рыбоходов не производилось. С 1998 по 2000 гг. были выполнены ремонтные дноуглубительные работы на Кировском, Кулагинском, Гандуринском, Карайском, Тишковском, Мало-Белинском, Обжоровском, Старо-Иголкинском каналах-рыбоходах.

Для поддержания каналов-рыбоходов в рабочем состоянии ремонтные работы на них рекомендуется осуществлять не реже 1 раза в течение 8-10 лет, в отдельных случаях 1 раз в 5 лет. С 2012 по 2020 гг. работы по дноуглублению и расчистке проведены на каналах-рыбоходах общей протяженностью 442,97 км, из них расчищено 197,11 км.

Мероприятия по расчистке и углублению наиболее проблемных участков каналов - рыбоходов (песчаных перекатов, обвалов берегов и т.д.), осуществляемые в целях формирования благоприятных условий для воспроизводства водных биологических ресурсов Нижней Волги и обеспечения роста запасов водных биоресурсов (полупроходных и речных видов рыб), способствуют улучшению гидрологического и гидрохимического режимов, что

является привлекательным элементом особенно для наиболее ценных видов рыб, представителей семейств осетровых, сельдевых и карповых, мигрирующих на нерест, способствует увеличению видового разнообразия ихтиофауны, по окончании половодья – ската молоди, увеличение концентрации рыбы и повышение уловов.

Результатом осуществления рыбохозяйственной мелиорации на нерестовых массивах, по расчистке и дноуглублению каналов-рыбоходов, удалению высшей водной растительности из водных объектов Нижней Волги является увеличение количества молоди, учитываемой ежегодно на мелиорированных нерестилищах.

Мониторинговые научно-исследовательские работы для расчета показателя «Рост количества молоди на мелиорированных нерестилищах» федерального проекта «Оздоровление Волги», входящего в национальный проект «Экология» заключаются в изучении условий, интенсивности и сроков нереста рыб, условий и продолжительности нагула молоди, покатной миграции ее с пойм в речную систему, и оценка ее численности по окончании половодья.

Работы по мониторингу и научные исследования должны предшествовать проектно-исследовательским и строительным (ремонтным) рыбомелиоративным работам, а также вовремя и по завершению работ для контроля результатов и необходимой коррекции.

Показатель «Роста количества молоди на мелиорированных нерестилищах» рассчитывается для оценки эффективности реализации результата проделанных мелиоративных работ в соответствии федеральному проекту «Оздоровление Волги» национального проекта «Экология». Информация о численности молоди на мелиорированных нерестилищах в отчетном году Волжско-Каспийским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») предоставляется в Росрыболовство в составе годового отчета о выполнении государственного задания. Расчет показателя осуществляется Федеральным агентством по рыболовству.

Вместе с тем, высокая эффективность рыбохозяйственной мелиорации достигается в годы с водным режимом, удовлетворяющим требованиям рыбного хозяйства: объемом стока р. Волги во II кв. не менее 120 км<sup>3</sup> и длительностью существования пойм не менее 60 суток, согласованностью температурного и уровенного режимов и пр.

После строительства Волжско-Камского каскада ГЭС все элементы весеннего половодья изменились в худшую для рыбного хозяйства сторону: объем стока и пик паводка уменьшились, сократился период стояния высоких уровней, наблюдается резкий спад волны половодья, его продолжительность после зарегулирования стока варьирует от 33 до 78 суток (вместо 84 суток в среднем за 1930-1955 гг. до зарегулирования стока).

В результате нарушения режима половодья наблюдаются следующие явления:

- сокращаются нерестовые площади, а часть их выпадает из нерестового фонда;
- несвоевременное образование пойм обуславливает нерест рыб в прибрежье водотоков, неблагоприятных для размножения условиях;
- отмечается гибель икры и производителей на нерестилищах (1959, 1960, 1964, 1967, 1972, 1996, 2006, 2011, 2015, 2019 гг.);
- совмещаются сроки и места икрометания разных видов рыб с различной экологией;
- сокращаются сроки пребывания молоди в поймах и массовой ее миграции с нерестилищ в море, молодь скатывается с нерестилищ, не достигнув жизнестойких стадий развития.

Эффективность воспроизводства полупроходных и речных рыб в основном определяется гидрологическим и температурным режимами половодья и состоянием нерестовых массивов. С начала 2000-х гг. наиболее благоприятные условия наблюдались в многоводные годы (2001, 2005, 2013, 2016, 2020 гг.), когда объем стока за период весеннего половодья составлял более 125 км<sup>3</sup>. По мере снижения средних показателей объема стока и периода нагула молоди в поймах изменялась и урожайность молоди рыб.

Самой низкой она была в маловодные годы (2006, 2011, 2015, 2019 гг.). Объем стока за период весеннего половодья в среднем составил 77,5 км<sup>3</sup>, длительность нагульного периода

для личинок воблы в среднем составляла 24 суток (при оптимальных 48-60 суток), а в критически маловодных 2015 и 2019 гг. даже 17-18 суток, для других видов – еще меньше.

Зарегулирование стока реки Волга и уменьшение водности в период весеннего половодья резко ухудшили не только условия размножения полупроходных рыб, но и условия их миграции и нагула в связи с заилением каналов-рыбоходов, а также высоким незаконным изъятием производителей в период их нерестовой миграции.

При определенной продолжительности пребывания молоди на нерестилищах происходит постепенный ее рост, формирование органов жизнедеятельности, покрытие тела чешуей. С момента вылупления из икринки и до превращения в малька проходит в среднем 45 суток, при этом следует учесть, что нерест рыб носит растянутый характер.

В рассматриваемый период лет доля жизнестойкой молоди рыб (на этапах F-G) к окончанию половодья была различной. Самый низкий показатель отмечался в экстремально маловодные 2011, 2015 и 2019 гг. – 11,6, 1,7 и 3,3% соответственно. В благоприятные по водности годы (2013, 2016, 2017, 2018 и 2020 гг.) почти вся молодь промысловых рыб была на завершающих мальковых этапах развития (68 – 100 %).

Таким образом, для сохранения и увеличения масштабов естественного воспроизводства рыб в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне необходимо:

1. Оптимизация рыбохозяйственных попусков воды в низовьях реки Волга, это объем стока реки Волга за II кв. не менее 120 км<sup>3</sup> и продолжительность обводнения нерестилищ в течение не менее 60 суток и сопряженность начала половодья с наступлением нерестовых температур.

2. Осуществление мелиоративных работ в низовьях р. Волги, обеспечивающих возможно раннее заливание нерестилищ и заход в них производителей, а также своевременный скат молоди в реку.

3. Увеличение пропуска производителей на места размножения путем усиления мер по охране в период их нерестовой миграции.



вобле *Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870), лещу *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), сазану *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, краснопёрке *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), густере *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), серебряному карасю *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), щуке *Esox lucius* Linnaeus, 1758, речному окуню *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758).

Анализ полученных многолетних данных показал, что районы нереста полупроходных и речных рыб в Астраханском заповеднике в период 2012 – 2021 гг. претерпели значительное смещение.

Так, нерестилища щуки, окуня, воблы, леща, серебряного карася, красноперки и густеры располагались в 2012 – 2016 гг. в култушной зоне в предустьевой области водотоков, а нерестилища позднерестующей части популяции щуки и окуня охватывали также култуки и водоёмы, находящиеся на ранних этапах преобразования в ильмени (рис. 2). Относительным исключением из этого правила можно считать средневодные 2013 и 2016 гг., но и тогда полностью в полои переместился только нерест воблы (в 2013 г. в полои нижней зоны, а в 2016 г. вобла ушла на нерест выше территории заповедника), а остальные вышеперечисленные виды преимущественно нерестились в култушной зоне, в меньшей степени предпочитая полои в качестве нерестилищ. Не последнюю роль в проявлении такого предпочтения сыграло позднее начало весенне-летних паводков этого периода, отчего култушная зона была мелководна и прогревалась до нерестовых температур уже к началу третьей декады апреля. Нерест сазана в этот период происходил в полоях.

В 2017 году култушная зона перестала служить районом нереста – нерестилища сместились в авандельту – на Дамчикском участке к северным оконечностям острова Зюдев и полуострова Макаркин, на Обжоровском участке – к восточному краю тростникового массива острова Блинов. Уже в следующем, 2018 году, по причине концентрации основной части стока в Обжоровском канале, прилегающая к нему акватория к востоку от острова Блинов обмелела и заилилась, вследствие чего нерестилища леща, серебряного карася и краснопёрки сместились в район южной оконечности острова Маленький, за пределы Обжоровского участка заповедника. На Дамчикском участке в 2018 году местоположение нерестилищ «мирных» видов, в сравнении с предыдущим годом не изменилось. Нерест хищных видов, щуки и окуня, в 2017 – 2018 гг. переместился преимущественно в полои нижней зоны дельты. Нерест исключительно в полоях нижней зоны дельты в эти годы был характерен только для воблы и сазана. Плотность ранних личинок других видов в отношении полои/авандельта определялось как 1:20.

В экстремально маловодном 2019 году весной большая часть авандельты обмелела настолько, что стала выходить на дневную поверхность. Нерестилища леща и серебряного карася располагались вдоль западного побережья острова Зюдев, значительно протянувшись на юг, в сравнении с предыдущими годами. В нижней зоне дельты нерест проходил в основном в русловых водотоках: протоках и ериках, а также в водоёмах переходного между ериком и старичным ильменём типа. Недолгое стояние полоев и их отшнурование уже в последних числах мая привело к массовой гибели ранних личинок полупроходных и личинок первой генерации туводных рыб с порционным нерестом: воблы, леща, сазана, краснопёрки, густеры. В том же году впервые с начала систематических наблюдений за нерестом рыб в заповеднике (с 1948 года) был отмечен повторный нерест краснопёрки в русловых водотоках и не зарегистрирован ни по прямым, ни по косвенным наблюдениям, нерест рыб в култушной зоне и авандельте Обжоровского участка и ближайшей прилегающей к нему акватории, вплоть до широты острова Маленький.

В 2020 году близ Обжоровского участка нерестилища леща, серебряного карася и краснопёрки находились в районе острова Маленький. На Дамчикском участке нерестилища краснопёрки и серебряного карася располагались вдоль западного побережья острова Зюдев, а нерестилища леща сместились южнее острова Зюдев. Нерест хищных видов, щуки и окуня, в 2020 году в заповеднике был отмечен только в полоях (где он был массовым) и в формирующихся ильменах нижней зоны дельты. Нерест исключительно в полоях в этом году был характерен только для воблы и сазана.

В маловодном 2021 году вследствие обсыхания обширных площадей авандельты в весенний период нерестилища серебряного карася, леща и краснопёрки сместились в южную охранную зону Дамчикского участка. Там же, впервые в XXI веке, в авандельте наблюдали нерест сазана. В районе Обжоровского участка нерест леща и краснопёрки сместился в акваторию, прилегающую к острову Укатный. Нерест воблы в заповеднике не наблюдали. Полои использовали для нереста только поздненерестующие производители серебряного карася.

Таким образом, в 2017 – 2021 гг. мы наблюдаем значительное смещение нерестилищ рыб из култушной зоны в направлении Каспийского моря. Это смещение не зависит от водности паводков и вызвано обсыханием авандельты в весенний предпаводковый период. Триггером к возникновению явления обсыханием авандельты, по нашему мнению, стало проведение дноуглубительных работ на каналах-«рыбоходах», вызвавших концентрацию волжского стока в этих каналах.

#### **Список литературы**

1. Литвинов К.В., Подоляко С.А. Методические основы ведения многолетних рядов данных по первичноводным организмам в Астраханском государственном заповеднике. Астрахань: изд. Сорокин Роман Васильевич, 2015. 28 с.

## Изменения в орнитофауне под воздействием дноуглубительных работ на Обжоровском канале, расположенном в низовьях дельты реки Волги: последствия и прогноз

Н.О. Мещерякова, М.Н. Перковский

natal1m@list.ru

ФГБУ «Астраханский государственный заповедник»

Рыбоходные каналы в низовьях дельты реки Волги относятся к искусственным водным объектам и формируют вокруг себя особый тип угодий, являющийся одним из самых динамичных и быстро выдвигающихся в сторону моря за счет зарастания приканальной акватории воздушно-водной растительностью. Все основные каналы пересекают дельту от нижней зоны ее надводной части, проходят через авандельту и заканчиваются в Каспийском море (Мещерякова Н.О., Перковский М.Н., 2020).

Влияние каналов, в особенности при осуществлении дноуглубительных работ, на численность, территориальное распределение и условия охраны птиц в низовьях дельты реки Волги рассмотрено на примере Обжоровского канала, расположенного в границах Астраханского государственного заповедника, его охранной зоны и сопредельной территории. Для описания процессов такого воздействия были выделены модельные участки и описана их трансформация во временные периоды, характеризующие состояние орнитофауны на различных этапах существования канала.

Модельные участки представляют собой приканальную акваторию на левой стороне Обжоровского канала, на которой размещались отвалы грунта со дна после дноуглубительных работ. Именно эти зоны претерпели наибольшие изменения в результате дноуглубления и повлияли на численность и распределение птиц. Первый участок включает приканальную акваторию в пределах островной зоны авандельты с 6–13 км, которая территориально расположена в охранной зоне Астраханского государственного заповедника. Второй участок находится на 24–30 км канала за пределами охранной зоны заповедника в открытой авандельте. Рассматриваемые участки имеют ключевое значение в жизни околоводных и водоплавающих птиц. Обжоровский канал может считаться типичным образцом рыбоходного канала дельты Волги с сильно заросшей приканальной акваторией, влияющего на распределение речного стока и состояние сопредельных акваторий. Среди других каналов дельты одни находятся в подобном состоянии, другие приближаются к данной стадии своего существования.

Трансформация угодий модельных участков рассмотрена в различные временные периоды, включающие этапы до, в период и после проведения дноуглубительных работ, когда на рассматриваемых территориях появились приканальные острова и начало происходить последующее их зарастание, что существенным образом отразилось на жизни птиц.

Первый период длился в 2015–2016 гг. до проведения дноуглубительных работ. Это условный временной промежуток, когда канал существовал уже в течение нескольких десятилетий, а работы по его дноуглублению не проводились длительный период. Приканальная акватория представляла собой открытое водное пространство, зарастающее в межень на мелководьях отдельными зарослями воздушно-водной растительности, в основном, ежеголовником прямым *Sparganium erectum* и сусаком зонтичным *Butomus umbellatus*. Эту приканальную акваторию во время осенних миграций использовали Гусеобразные, Баклановые, Поганковые, Журавлеобразные (лысухи). При низких меженных уровнях обсыхающее дно выходило на дневную поверхность и образовывались обширные косы, на которых концентрировались чайки, крачки, бакланы, пеликаны и утки. Большую часть года этот приканальный участок канала представлял собой открытую, незарастающую гелофитной растительностью акваторию. На участке с 24 по 30 км канала ниже промежутка с

надводными берегами, покрытыми сплошными зарослями тростника высочайшего *Phragmites altissimus* и ивы белой *Salix alba*, также существовала открытая акватория, на которой при участии сгонно-нагонных ветров образовывались вышедшие на дневную поверхность обсохшие участки дна приканальной акватории. Эти открытые косы привлекали скопления чаек, крачек, бакланов, пеликанов, речных уток, цапель и куликов.

Второй период связан с проведением дноуглубительных работ в 2016–2017 гг. и стал ключевой точкой формирования процессов изменения угодий и влияния на население птиц. В результате вдоль рассматриваемых участков образовались постоянно возвышающиеся над водой в течение года приканальные острова. На промежутке вдоль 6–13 км эти острова были расположены близко друг от друга цепочкой и достигали разных размеров: от полутора десятков до нескольких десятков метров. На 24–30 км острова располагались в меньшем количестве и на некотором удалении друг от друга. Эти новообразованные искусственные элементы рельефа вдоль канала сформировали новые для птиц участки обитания в качестве мест отдыха и гнездования, что привело к резкому увеличению их численности в последующие несколько лет. С этого момента здесь начали образовываться крупные скопления водоплавающих и околоводных птиц, привлекаемых с обширной сопредельной акватории. Наиболее типичными посетителями приканальных островов являлись пеликаны, бакланы, чайки, крачки, утки, цапли и серые гуси (*Anser anser*). Сразу после формирования приканальных островов с 2017 года началось их размывание. Особенно быстро этот процесс протекал на 24–30 км под действием сгонно-нагонных ветров и торосов. В течение нескольких лет это привело к распределению грунта по приканальной акватории и увеличению подводной бровки канала.

В третий период 2017–2018 гг. приканальные острова большей частью не зарастали растительностью и представляли собой участки с крупными скоплениями птиц, достигавших высокой численности. При этом, мелкие острова оставались полностью лишены растительности, что, вероятно, было связано с постоянным пребыванием птиц на них. Единственный крупный приканальный остров протяженностью около 100 метров по периметру у водной кромки зарос гелофитами (тростник высочайший, рогозы), периферийные осушенные части острова стали постепенно зарастать в ряде последующих лет.

С момента образования островов на 6–13 км на них стали гнездиться хохотуны *Larus cachinnans*, а с 2017 по 2020 годы безуспешные попытки гнездования предпринимали кудрявые пеликаны *Pelecanus crispus*. На мелководьях рядом с островами образовались ценные места для отдыха и кормления речных уток. На участке 24–30 км, и до этого являющегося продуктивным для птиц, после появления приканальных островов существенно увеличились площади открытых участков суши, что привело к резкому росту численности птиц и образованию крупных скоплений чаек, крачек, цапель, бакланов, пеликанов, речных уток и куликов. В 2018 году на открытых песчаных косах здесь проходило массовое колониальное гнездование речных крачек *Sterna hirundo*. В последующие годы именно на этом участке канала будут наблюдаться самые массовые скопления водоплавающих и околоводных птиц.

В четвертый период с 2019 года начался процесс интенсивного зарастания приканальных островов и межостровного пространства на 6–13 км канала в границах охранной зоны Астраханского государственного заповедника. В июне 2019 года после спада паводковой воды произошло сильное обмеление приканальной акватории, острова слились и стали единой сушей с обсохшим дном приканального пространства. Сильное обмеление стало следствием низких гидрологических уровней в половодье и понижения уровня Каспийского моря, что спровоцировало бурный рост растительности. Если до этого на островах единично закреплялись растения, то в летний период 2019 года наблюдалось практически полное зарастание приканальных островов среднего размера. Резко увеличилось зарастание островов молодой порослью ивы трехтычинковой *S. triandra*, являющейся пионерным растением на этапах сукцессии. Межостровная акватория зарастала частично и разреженно и еще представляла собой участки с открытой водной поверхностью. На 24–30 км в летний

период усилилось зарастание приканальной акватории сусаком зонтичным; активно продвигались вниз по течению сплошные заросли растительности вдоль бровки канала, образованные тростником высочайшим, рогозами широколистным *Typha latifolia* и узколиственным *T. angustifolia*, ежеголовником прямым, лотосом орехоносным *Nelumbo nucifera*, сусаком зонтичным, ивами белой и трехтычинковой. Зарастание островов в летние и раннеосенние месяцы на 6–13 км канала привело к временному перемещению скоплений птиц из охранной зоны заповедника на 24–30 км Обжоровского канала за пределы охраняемой территории, где существенно увеличилась общая численность птиц.

В пятый период с 2020 года продолжилось интенсивное зарастание приканальных островов на обоих участках. Самый крупный остров на 6–13 км канала хохотуньи продолжали использовать для размножения, однако из-за его практически полного зарастания птицы испытывали значительные трудности при гнездовании. На нем же полностью заросли высокой растительностью прибрежные места неуспешного гнездования кудрявых пеликанов прошлых лет, при этом птицы вновь пытались сделать плоты на противоположном участке острова, свободном от растительности в весенний период. В начале лета 2020 года сохранялись не заросшими мелкие острова, на которых продолжали концентрироваться кудрявые пеликаны и хохотуньи. Позднее, из-за летне-осеннего зарастания приканальные острова на 6–13 км в охранной зоне потеряли свое значение для птиц, и они переместились на мелководья 24–30 км за пределы заповедника, где также продолжилось и усилилось зарастание приканальной акватории ежеголовником и сусаком.

В шестой период 2021 года завершилось размывание приканальных островов и сформировалось их устойчивое зарастание вместе с межостровной акваторией на обоих участках, что лишило птиц мест обитаний и привело к резкому снижению их численности и территориальному распределению. Ко второй половине лета 2021 года на участке 6–13 км канала наблюдалось полное размывание мелких и средних островов, сохранился лишь единственный крупный остров. На 24–30 км канала все острова различных размеров постепенно смыло в предыдущие годы. В летний период смытые острова на обоих участках канала полностью заросли прибрежно-водной растительностью, представленной в центральной части ивой трехтычинковой, а по периферии тростником высочайшим, рогозом широколистным и лотосом орехоносным. Участки межостровной акватории заняли заросли ежеголовника прямого и сусака зонтичного разной степени сомкнутости. Обе рассматриваемые территории потеряли значение в качестве мест массового отдыха и формирования крупных скоплений кудрявых и розовых пеликанов *P. onocrotalus*, больших бакланов *Phalacrocorax carbo*, черноголовых хохотунов *L. ichthyaetus*, хохотуний, озерных чаек *L. ridibundus*, чеграв *Hydroprogne caspia*, речных, белошеких *Chlidonias hybrida* и белокрылых крачек *Ch. leucopterus*, и частично куликов. Заросшие угодья продолжили использовать речные утки и цапли. Среди утиных доминировали чирки-трескунки *Anas querquedula*, кряквы *A. platyrhynchos*, серые утки *A. strepera* и чирки-свистунки *A. crecca*; встречались немногочисленные широконоски *A. clypeata*, шилохвосты *A. acuta* и свиязи *A. penelope*. Из Цаплевых превазировали большие белые *Egretta alba* и серые цапли *Ardea cinerea*, отмечались рыжие цапли *A. purpurea*. Бакланы, пеликаны, чайки и крачки занимали небольшие свободные от растительности участки приканальной акватории с открытыми косами.

Существование рыбоходных каналов в низовьях дельты реки Волги играет значительную роль в формировании облика и трансформации ее водно-болотных угодий. Особую значимость каналы приобретают в современный период в условиях недостаточной обводненности дельты и регрессии Каспийского моря на фоне климатических изменений. Каналы оказывают существенное влияние на распределение воды в низовьях дельты Волги за счет дренирования водных масс в русло канала с прилегающих приканальных акваторий и последующего выноса речных вод в Каспийское море. Лишенные воды приканальные акватории подвергаются обмелению и быстрому зарастанию. Ситуация с перераспределением воды и обмелением приканальной акватории усугубляется

дноуглубительными работами, при которых на непродолжительное время увеличивается водоемкость русла канала.

Последствия дноуглубительных работ наблюдаются в ряде последующих лет и хорошо прослеживаются на примере влияния на орнитофауну. Существующие в первое время после дноуглубления острова из поднятого со дна грунта образуют новые места обитания для птиц и способствуют их концентрации. В последующие годы при низких гидрологических уровнях происходит неизбежная трансформация островов: размывание и быстрое зарастание растительностью, что ведет к нарушению водообеспеченности приканальной акватории, ее заиливанию и зарастанию. В конечном итоге, приканальные участки испытывают ряд быстрых сукцессионных процессов, отражающихся в смене растительности, и теряют свое значение для птиц в качестве мест отдыха, размножения и кормления.

Дноуглубление каналов искусственно ускоряет изменения в угодьях авандельты: приводит к быстрому зарастанию приканальной акватории сплошными тростниковыми массивами и выдвиганию зарастающего канала в зону открытой авандельты с благоприятными местообитаниями для птиц. Особую угрозу эти процессы создают на особо охраняемых природных территориях, что наблюдается на примере угодий Астраханского заповедника. В условия строго закрепленных границ ООПТ существование Обжоровского канала на заповедной территории и его дноуглубление в 2016-2017 гг. привело в последующие годы к искусственно вызванному зарастанию охраняемых угодий авандельты, являющихся ценными местообитаниями для птиц водно-болотного комплекса и сокращению разнообразия биотопов. Эти процессы напрямую вызвали перемещение большой массы птиц за пределы охраняемых границ. Подобная ситуация ставит под угрозу одну из основных задач Астраханского заповедника – сохранение типичных дельтовых местообитаний со всем многообразием представителей биоты, а также создает препятствия при осуществлении охранной функции заповедника. Значимость сохранения водно-болотных угодий низовьев дельты Волги в качестве мест обитания водоплавающих и околоводных птиц на территории Астраханского заповедника обусловлена обязательствами Российской Федерации перед международным сообществом по Рамсарской конвенции (Постановление Правительства РФ от 13.09.1994 N 1050).

На основе многолетних ежесезонных наблюдений на Обжоровском участке Астраханского заповедника и значительной прилегающей сопредельной территории прогнозируются изменения в птичьем населении низовьев дельты Волги, которые будут связаны с ускоренной трансформацией угодий заповедника и утратой их значения в качестве мест сохранения птиц водно-болотного комплекса, многие представители которого включены в Красный список угрожаемых видов МСОП, Красные книги РФ и Астраханской области, а значит подлежат охране на международном, федеральном и региональном уровнях.

В сложившихся условиях существования каналов на территории Астраханского заповедника и последующей трансформации угодий необходимыми мерами сохранения биоразнообразия и ландшафтов дельты является ограничение на каналах дноуглубительной деятельности и расширение границ заповедника с включением в его территорию участков южной акваторий открытой авандельты и морского подхода к ней в зоне наиболее продуктивных и ценных угодий предустьевого взморья.

### **Список литературы**

1. Мещерякова Н.О., Перковский М.Н. Сезонные особенности территориального перемещения птиц водно-болотного комплекса в низовьях дельты Волги в условиях маловодного гидрологического режима и влияния рыбоходных каналов // Труды Астраханского государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 18. М. – ИП Коновалов И.С., 2020. – С. 153–162.

2. О мерах по обеспечению выполнения обязательств Российской Стороны, вытекающих из Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным

образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц, от 2 февраля 1971 г. [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 13.09.1994 N 1050. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

**Изменения угодий низовьев дельты Волги при колебаниях уровня Каспия в пределах – 29,01 – 26,66 м (1950 - 2020 гг.) и их влияние на птичье население**

Г.М. Русанов

g.rusanov@mail.ru

ФГБУ «Астраханский государственный заповедник»

С конца 20-х годов минувшего столетия и в начале этого века угодья низовьев дельты Волги находятся в состоянии интенсивной гидрической сукцессии, вызванной то понижением, то ростом глубин водоемов из-за колебаний объемов волжского стока и уровней Каспийского моря. В рассматриваемый период происходило частичное обсыхание взморья, быстрое зарастание его акватории водной растительностью, что влияло на процессы биологической продуктивности, формирования микрорельефа, видоизменяло облик всей территории и акватории низовьев волжской дельты и сокращало площади пригодных для рыболовства угодий. Минимальный уровень Каспийского моря в рассматриваемые годы составлял – 29,01 м (1977), а максимальный – 26,66 м (1995) по данным у г. Махачкала (Казакевич, 1985; Михайлов, 1997). В 2020 году среднегодовой уровень моря составлял – 28,23 м. Главным фактором колебаний уровня моря, как известно, служит величина волжского стока. При этом гидравлическая связь между морем и дельтой сохраняется при уровне Каспия выше - 27,8 м (Михайлов, 1997). При более низком положении моря уровенный режим на мелководной акватории предустьевого взморья определяется только волжским стоком. В обширных его угодьях глубокие изменения протекают как при понижении уровня Каспия, так и при его повышении. В период с 1959 по 1977 гг. годовой сток Волги составлял 221 куб. км. Изменения водного режима являлись главным фактором, определяющим состояние природных угодий и продуктивность экосистем. Этот вопрос на протяжении многих лет привлекал внимание исследователей (Каспий – настоящее и будущее, 1995; Астраханский край; история и современность, 1997). Значительный вклад в его изучение внес и Астраханский заповедник (Авандельта Волги и ее рыбохозяйственное значение, 1965; Материалы научной сессии, 1968; Горбунов, 1976; Исаков, Кривоносов, 1969; Труды Астраханского государственного заповедника, 1970 и др.).

По материалам проведенного заповедником аэровизуального картирования предустьевого взморья в 1977-1978 гг. (материалы съемок из космоса в тот период были еще недоступны) водная растительность уже занимала 459 тыс. га (43,6% всей его площади; Русанов, 1983). Площадь сплошных тростниково-рогозовых зарослей достигала 143 тыс. га, а куртинных и куртинно-кулисных зарослей тростника и рогоза с участием лотоса, сусака и других растений – 300 тыс. га. К тому периоду обширная площадь центральной части взморья от о. Галкин до Тишковской косы (Верхний, Средний и Морской Сетные о-ва) уже представляла собой почти сплошной массив тростниково-рогозовых крепей с внутренними водоемами по генезису сходными с ильменями периода 30-40-х годов, от которых в наши дни сохранились одни названия. Массивообразные заросли гидромакрофитов приблизились к свалу глубин Северного Каспия. Очень широкое распространение получил ежеголовник прямой. Его заросли занимали площадь 103 тыс. га (9,8% общей площади взморья).

Из-за уменьшения рыбопродуктивных угодий и условий нереста падали уловы рыбы. Возникла острая необходимость прокладки каналов-рыбоходов на предустьевом взморье, что и было сделано. В период с 1958 по 1993 годы в дельте Волги было введено в эксплуатацию 23 канала-рыбохода (Винников, Власов, 1968; Катунин, Касатенкова и др., 2012). Судходные и рыбоходные каналы играют очень важную роль в хозяйственной жизни Волго-Каспийского региона. На каналах ведется промысловый лов рыбы, функционируют охотничьи и туристические базы, имеются посты рыбоохраны и пограничной службы. Особая роль в этом принадлежит Волго-Каспийскому судходному морскому каналу.

Сформировавшиеся в зоне канала угодья служат и ценнейшим местообитанием птиц в течение всего года (Русанов, 2021). Велика их роль для прохода многочисленного маломерного флота к местам лова рыбы в авандельте и ее последующей транспортировки. Перераспределяя сток воды, каналы оказывают большое влияние (нередко негативное) на процессы формирования угодий надводной части дельты и особенно ее обширного предустьевого взморья.

Обмелевшее взморье создавало очень благоприятные условия для жизни птиц водного комплекса. Изучением этого вопроса занимался коллектив Каспийской орнитологической станции, созданной при Астраханском заповеднике в 1968 г. Руководили ей В.В. Виноградов и Г.А. Кривоносов. Быстро увеличивалась численность на гнездовании лебедей-шипун (первый их выводок встречен в дельте в 1926 г.), серых гусей, лысух, чомг и других видов птиц. Биомасса одних только лысух составляла в гнездовых угодьях после сезона размножения 259 кг на 100 га (Бондарев и др., 1991). Сотни тысяч речных уток прилетали в авандельту Волги на летнюю линьку. Подробно этот вопрос освещен в литературе (Виноградов, 1984; Природные экосистемы дельты Волги, 1984; Природная среда и птицы, 1979; Русанов, 1983, 2001 и др.). Большая роль волжской дельты в воспроизводстве и сохранении ресурсов водных птиц явилась основанием для включения ее в 1975 году в перечень водно-болотных угодий, имеющих международное значение по Рамсарской Конвенции.

После экстремально высокого половодья 1979 года положение стало быстро меняться. Сток Волги увеличился на 50 куб. км. Как уже отмечалось выше, к 1995 году уровень Каспия достиг - 26,66 м. Экологические условия в угодьях взморья очень изменились. Этот вопрос освещен в выпусках научных Трудов, коллективных монографий и в ряде статей (Геоэкология Прикаспия, 1999; Русанов, Горбунов, 1999; Структурные изменения экосистем, 2003; Долговременный мониторинг и сохранение, 2005; Геохимия лагунно-маршевых и дельтовых ландшафтов Прикаспия, 2016; Природные экосистемы Каспийского региона, 2019).

Большие изменения произошли в птичьем населении. Существенно поменялась его структура: сократилась численность серых гусей и речных уток и увеличилась – лебедей шипун и кликунов, нырковых уток и крохалей. Особенно ухудшились условия гнездования и летней линьки птиц в авандельте. Многие виды речных уток перестали прилетать в дельту на летнюю линьку. Для некоторых видов Аистообразных экологические условия в угодьях взморья также стали не отвечать их жизненным требованиям. Общая же численность птиц на предустьевом взморье в периоды миграций сохранялась высокой за счет лебедей и нырковых уток. Острова в авандельте были затоплены (Чистая Банка, Макаркин, Большой Зюдев, Галкин, Большой и Малый Зюдостинские, Хазовский, Морской Сетной, Блинов, Хохлатинский Укатный и другие), что вызвало гибель на них ивовых лесов, служивших птицам местом гнездования и отдыха. В открытой и островной зонах авандельты происходило выселение многих видов птиц Воробьинообразных, Журавлеобразных и Гусеобразных из тростниково-рогозовых зарослей и их перераспределение в угодьях. Остров Морской Очиркин, расположенный вблизи «свала глубин» Северного Каспия, был разрушен ледовыми подвижками и затоплен. При этом виды птиц, обладающие высокой экологической пластичностью, стали заселять сплошные массивы тростниково-рогозовых крепей, где они ранее не гнездились, например, лебеди-шипун. Хозяйственная деятельность на островах стала невозможной (выпас скота, заготовка тростникового сырья и др.).

Средневзвешенная плотность населения птиц в 2001-2005 гг. снизилась весной, летом и осенью соответственно до 69, 51 и 56 % от уровня 1969-1973 гг. в тростниковом поясе собственно дельты и составляла 73, 101 и 96 % в угодьях предустьевого взморья (табл. 1). Детально этот вопрос был рассмотрен нами ранее (Русанов, 2009).

Таблица 1 - Сравнительный анализ показателей весенней, летней и осенней плотности птичьего населения на Дамчикском стационаре мониторинга в 1969 – 1973 гг., 2001-2005 гг., 2011-2015 гг. и 2016-2020 гг.

Годы	Показатели интегральной плотности птичьего населения в особях на 100 га угодий по сезонам года					
	Тростниковый пояс нижней зоны дельты			Предустьевое взморье		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
1969-1973 (абс.)	124,14	154,11	145,17	430,12	182,25	1575,8
2001-2005 (абс.)	85,97	78,09	81,65	315,77	185,02	1521,3
2001-2005 в % от 1969-1973	<b>69,25</b>	<b>50,67</b>	<b>56,24</b>	<b>73,41</b>	<b>101,52</b>	<b>96,54</b>
2011-2015 (абс.)	103,37	235,07	250,31	305,84	164,1	1090,0
2011-2015 в % от 1969-1973	<b>83,27</b>	<b>152,53</b>	<b>172,42</b>	<b>71,1</b>	<b>90,04</b>	<b>69,17</b>
2016-2020 (абс.)	134,42	119,0	228,08	220,41	127,51	1220,26
2016-2020 в % от 1969-1973	<b>108,28</b>	<b>77,21</b>	<b>157,11</b>	<b>51,24</b>	<b>69,96</b>	<b>77,44</b>
2016-2020 в % от 2001-2005	<b>156,35</b>	<b>152,39</b>	<b>279,33</b>	<b>69,8</b>	<b>68,92</b>	<b>80,21</b>

Картирование взморья при создании ГИС Астраханского заповедника (Дамчикского участка) в период подъема уровня Каспия в 90-е годы и последующие работы картографов показали, что прирост массивов тростниково-рогозовых зарослей продолжался и при высоких уровнях Каспия. При этом темпы его снизились, а в местах концентрации водного стока и существенного роста глубин наблюдалась деградация водной растительности (Labutina, Zhivogliad et. set., 1995; Baldina, Labutina et. set., 2000). В период подъема уровня моря некоторые специфические виды растений исчезли на обширных пространствах взморья (ежеголовник прямой, частуха подорожниковая, камыш озерный, отчасти лотос, водоросли нителлопсис обтуза, хара обыкновенная и др.). При этом выросла продуктивность валлиснерии спиральной, резухи морской, роголистника, гребенчатого рдеста, нередко заполнявших всю толщу воды при глубинах более 1 м. Погруженная растительность и при возросших глубинах создавала подпорное влияние на уровенный режим (Рыбак, 2003). Положительное влияние она оказывала на населяющих водоемы гидробионтов, определяющих и биологическую продуктивность экосистем.

В условиях потепления климата и снижения объемов годового волжского стока вновь наблюдается понижение уровня Каспийского моря. Предустьевое взморье при этом быстро мелеет и частично обсыхает. Вновь сокращаются площади рыбопродуктивных угодий. Увеличиваются темпы зарастания акватории водной растительностью. Происходит заиливание каналов, накопление в водоемах биогенных веществ и токсикантов, что оказывает большое влияние на состояние экосистем. Происходящие в угодьях изменения вновь существенно видоизменяют физиономичность природных угодий, территориальное размещение и численность в них птиц.

В таблице 1 приведены средние показатели суммарной плотности птичьего населения в 2011-2015 и 2016-2020 гг. в сравнении с 1969-1973 гг. В угодьях тростникового пояса плотность птиц увеличилась (исключение составил весна 2011-2015 гг. и лето 2016-2020 гг.). В последнем десятилетии в дельте Волги наблюдались массовые отрождения или налеты

азиатской саранчи, привлекавшие в уголья большое количество насекомоядных птиц (Русанов, 2020; Стрелков и др., 2019; Мещерякова и др., 2021).

В угольях взморья плотность птичьего населения уменьшилась во все сезоны года. На наш взгляд это, прежде всего, свидетельствуют о том, что уголья орнитологического стационара, где проводится многолетнее изучение состава, размещения и численности птиц, находятся в зрелых стадиях сукцессий, не являющихся для птиц оптимальными.

В заключение можно сказать следующее.

Проводящиеся в дельте Волги Астраханским заповедником многолетнее изучение птичьего населения показывает, что оно постоянно испытывает прямое и косвенное влияние нестабильного водного режима и деятельности человека и переживает глубокие изменения. Меняются размещение, численность, характер трофических связей, структура орнитокомплексов и др. В изменяющихся природных, экономических и социальных условиях значительно усложняется и эффективное решение научных и природоохранных задач, в числе которых важное место занимают изучение и сохранение птичьего населения.

Структурные изменения в населении птиц - наглядное проявление принципа «экологического дублирования» (Реймерс, 1994). При изменяющихся условиях среды для максимального использования энергетических ресурсов сообщество изменяется структурно, сохраняя целостность.

Грядущие изменения состояния природных угодий, безусловно, повлекут новые изменения в населении птиц, что требует и дальнейшего их мониторинга.

Необходимо продолжать контроль за клиническим состоянием диких птиц и эпизоотической обстановкой, в связи с имевшей место гибелью лебедей-шипунцов в 2005 г. и кудрявых пеликанов в 2015 и 2021 гг. от птичьего гриппа. Специалисты ВОЗ предупреждают о неизбежности пандемии птичьего гриппа среди людей. Об этом убедительно показывает и мировая проблема с «ковид-19».

Несмотря на глубокие изменения в населении птиц, дельта Волги остается крупнейшим их резерватом, сохраняя статус уголья международного значения.

Растущая антропогенная нагрузка на уголья требует большего внимания со стороны научных учреждений и хозяйствующих субъектов и к охраняемым по Рамсарской конвенции угольям, особенно в изменившихся условиях ведения охотничьего хозяйства и туризма.

### Список литературы

1. Авандельта реки Волги и ее рыбохозяйственное значение // Тр. Астрахан. заповед. 1965. Астрахань: 446.
2. Астраханский край: история и современность (к 280 – летию Астраханской губернии). Материалы Всероссийской научной конференции 26-27 ноября 1997 года. 1997. Астрахань: 354.
3. Baldina E.A., Labutina I.A., Rusanov G.M., Gorbunov A.K., Zhivogliad A. F. and J. de Leeuw. – Changes in Avian Habitats in Volga Delta Wetlands During Caspian Sea – Level Fluctuations. 2000. Dynamic Earth Environments. Remote Sensing Observations from Shuttle-mir Missions. New York. P. 171-180.
4. Бондарев Д.В., Гаврилов Н.Н., Горбунов А.К. и др. 1991. Астраханский заповедник. Под редакцией Г.А.Кривоносова и Г.В. Русакова. М.: 192.
5. Винников Г.Ю., Власов Н.А. 1968. Каналы Северного Каспия. Искусственные каналы в дельте рек Волги и Урала. Нижне-волжское кн. изд-во. Астрахань: 92.
6. Виноградов В.В. 1984. Комплексная оценка водно-болотных угодий дельты Волги как среды обитания водоплавающих птиц // Природные экосистемы дельты Волги. – Л.: 109-120.
7. Геоэкология Прикаспия. 1999. Вып. 3. ГИС Астраханского заповедника. Геохимия ландшафтов дельты Волги (Отв. ред. И.А. Лабутина, М.Ю. Лычагин). М.: 228.
8. Горбунов К.В. 1976. Влияние зарегулирования Волги на биологические процессы в ее дельте и биосток. «Наука». М.: 220.

9. Долговременный мониторинг и сохранение колониальных водных птиц Северного Каспия в связи с колебаниями уровня Каспийского моря. – 2005. М. Астрахань: 272.
10. Исаков Ю.А., Кривонос Г.А. 1969. Пролет и линька водоплавающих птиц в дельте Волги // Тр. Астрахан. заповед. Вып. 12. Астрахань: 187.
11. Казакевич А.В. 1985. Исправления уровненных наблюдений на Каспийском море // Труды ГОИН, вып. 163: 23-27.
12. Каспий - настоящее и будущее: Тезисы докладов международной конференции, Астрахань 16-17 ноября 1995 г. 1995. Астрахань: 317.
13. Касимов Н.С., Касатенкова М.С., Ткаченко А.Н., Лычагин М.Ю., Крооненберг С.Б. 2016. Геохимия лагунно-маршевых и дельтовых ландшафтов Прикаспия. К 100-летию со дня рождения А.И.Перельмана. М.: 244.
14. Катунин Д.Н. 2014. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги / КаспНИИРХ. Астрахань: 478.
15. Катунин Д.Н., Хрипунов И.А., Зайцев А.Н., Немошкалов С.А. 2012. Каналы – рыбоходы дельты Волги. Издание 2. Астрахань: 140.
16. Labutina Irina A., Zhivogliad Alexander F., Gorbunov Alexander K., Rusanov German M., Baldina Elena A. and Jan de Leeuw The Astrakhanskiy Biosphere Reserve GIS. Part 3: Vegetation map. Reprinted from the ITC Journal 1995 - 3. P. 197 - 201.
17. Материалы научной сессии, посвященной 50-летию Астраханского государственного заповедника. 1968. Астрахань: 220.
18. Мещерякова Н.О., Стрелков В.А., Русанов Г.М., Перковский М.Н. 2021. Влияние всплеск численности азиатской саранчи *Locusta migratoria* на ход осенней миграции хищных птиц в дельте Волги // Русский орнитологический журнал, Том 30, Экспресс-выпуск 2087: 3069-3074.
19. Михайлов В.Н. Уровень Каспийского моря // Русловые процессы в дельте Волги, Геоэкология Прикаспия. Вып. 2. М.: 36-43.
20. Природная среда и птицы побережий Каспийского моря и прилежащих низменностей. Труды Кызыл-Агачского государственного заповедника. Вып. 1. 1979. Баку: 255.
21. Природные экосистемы дельты Волги. 1984. Л.: 145.
22. Природные экосистемы Каспийского региона: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию Астраханского государственного заповедника. 2019. Астрахань: 320.
23. Реймерс Н.Ф. 1994. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы) //Журнал «Россия молодая». М.: 367.
24. Рыбак В.С. 2003. Изменения гидрологического режима в водоемах дельты и авандельты Волги, вызванные колебаниями уровня Каспийского моря // Структурные изменения экосистем Астраханского биосферного заповедника, вызванные подъемом уровня Каспийского моря. Астрахань: 21-35.
25. Русанов Г.М. 1983. Линька уток в дельте Волги // Бюллетень МОИП. - Т. 88, вып. 2: 3 - 8.
26. Русанов Г.М. 1983. Состояние природных угодий предустьевого пространства взморья Волги и перспектива их дальнейших изменений // Бюлл. МОИП: отдел биологический. Т. 88, вып. 5:10 - 21.
27. Русанов Г.М. 2001. Численность водоплавающих птиц в дельте Волги в условиях нестабильного водного режима (1968-1999 гг.) // Казарка. – Бюлл. Рабочей группы по гусеобразным Северной Евразии, - № 7. М.: 365-383.
28. Русанов Г.М. 2009. Изменения птичьего населения дельты Волги во второй половине XX – начале XXI столетий // Труды Астраханского государственного природного биосферного заповедника. Вып 14. Астрахань: 143-157.
29. Русанов Г.М. 2009. Мониторинг птичьего населения дельты Волги и Северного Каспия в связи с развитием в регионе нефтегазового комплекса // Изучение и сохранение природных

комплексов Астраханского биосферного заповедника, дельты Волги, Северного Каспия и некоторых особо охраняемых природных территорий России. Астрахань: 32-36.

30. Русанов Г.М. 2020. Мониторинг птичьего населения в дельте Волги в 2017 году, азиатская саранча *Locusta migratoria* и степные орлы *Aquila nipalensis* // Русский орнитологический журнал, Том 29, Экспресс-выпуск 1937: 2745-2761.

31. Русанов Г.М. 2021. К вопросу изучения населения птиц в районе Волго-Каспийского судоходного канала и западной части предустьевоего волжского взморья // Русский орнитологический журнал, Том 30, Экспресс-выпуск 2086: 3008-3020.

32. Русанов Г.М., Горбунов А.К. 1999. Влияние повышения уровня Каспийского моря на природные угодья и птичье население дельты Волги // Геоэкология Прикаспия. Вып. 3. ГИС Астраханского заповедника. Геохимия ландшафтов дельты Волги. Отв. И.А.Лабутина, М.Ю.Лычагин. М.: 67-78.

33. Стрелков В.А., Кособокова С.Р. 2019. К вопросу о массовой миграции азиатской перелетной саранчи – *Locusta migratoria* (Insecta, Acridae) и ее роли в тростниковых консорциях дельты Волги // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. № 16. Саратов: 74-79.

34. Структурные изменения экосистем Астраханского биосферного заповедника, вызванные подъемом уровня Каспийского моря. 2003. Под редакцией Г.М.Русанова. Астрахань: 223.

35. Труды Астраханского государственного заповедника им. В.И. Ленина. 1970. Вып. 13. Астрахань: 418.

## Млекопитающие Астраханского заповедника. Фаунистические тенденции

И. В. Соколова

ilgas@mail.ru

ФГБУ «Астраханский государственный заповедник»

Низовья дельты р. Волга как сложная совокупность водно-болотных угодий имеет сложную и весьма самобытную геоморфологическую историю, результатом которой стало большое разнообразие физико-географических, гидрологических, почвенных, климатических и других природных условий, современная, очень пестрый и сложный геоморфологический профиль. Все это самым непосредственным образом сказалось на составе, состоянии и особенностях фауны млекопитающих, формировании фаунистических комплексов.

Режим водоемов дельты Волги характеризуется ярко выраженным весенне-летним половодьем и летне-осенней меженью. Поэтому именно гидрологический режим является наиболее значимым лимитирующим фактором для млекопитающих, большинство из которых являются наземными организмами. В настоящее время сток р. Волги полностью зарегулирован и гидрологический режим дельты, почти полностью зависит от попусков Волгоградского гидроузла.

Таблица 1 - Этапы формирования териофауны Астраханского заповедника за последние 100 лет

Период	Гидрологические особенности	Фаунистические особенности
1. До зарегулирования стока Волги и начала волны интродукции: 1919-1934 гг.	Не зарегулированный режим стока р. Волги.	Нативный состав фауны, в том числе европейская норка
2. До зарегулирования стока Волги: <b>Волна интродукции:</b> 1935-1958 гг.	Не зарегулированный режим стока р. Волги.	Интродукция: бобр, енотовидная собака, ондатра (+ 3 новых вида из экологической группы околотовных).
3. <b>Сразу после зарегулирования стока Волги:</b> 1961-2000 гг.	<b>Зарегулированный режим стока р. Волги:</b> значительное уменьшение уровней и продолжительности весеннего половодья, появление зимних попусков воды. Далее последующее постепенное уменьшение уровней и продолжительности весеннего половодья	Инвазия: американская норка (массовое расселение). Постепенное исчезновение европейской норки, бобра, серой крысы, лоса, ласки. В конце периода: 1990-е гг., появление и постепенное расселение обыкновенного шакала.
4. <b>Волна вселения на территорию нижней зоны дельты Волги пустынно-степной, лесной фауны:</b> 2000-2020 гг.	<b>Зарегулированный режим стока р. Волги:</b> продолжается постепенное уменьшение уровней и продолжительности весеннего половодья. Переход количественных изменений в качественные® (для определённых видов млекопитающих, особенно пустынно-степной экологической группы).	Постепенное заселение на территорию заповедника азиатского барсука, степного кота, степного хоря, каменной куницы. Массовое расселение обыкновенного шакала по всем участкам заповедника. Исчезновение сайгака

® - Появление регулярно или постоянно незатопляемых участков суши, необходимых для обеспечения нормальной жизнедеятельности вида (Аристов А.А., Барышников Г.Ф., 2001, Гептнер В.Г., Наумов Н.П. и др., 1967, Млекопитающие Казахстана, 2003, Терновский Д.В., 1977).

Современный список видов млекопитающих Астраханского заповедника, ожидаемо, не очень велик. В него входят 33 вида из 7 отрядов и 12 семейств. Благодаря общей мозаичности местообитаний, помимо экологической группы околотовных видов, тесно связанных с водными биоценозами, фауну формируют также широко распространенные (вагильные) виды, лесные, а также представители пустынно-степного комплекса териофауны.

Формирование териофауны Астраханского заповедника в течение более 100 лет после его формирования можно условно подразделить на 4 больших этапа (табл. 1).

Возможные причины появления или исчезновения тех или иных видов на территории заповедника отражены в таблице 2.

Таблица 2 - Причины (вероятные) появления или исчезновения определённых видов млекопитающих на территории Астраханского заповедника

Вид	Экологическая группа	Исчезновение/Появление	Возможные причины
Бобр	Околотовные	Исчезновение	Зимние попуски воды
Серая крыса	Вагильные	Исчезновение	---
Сайгак	Пустынно-степные	Исчезновение	Общее катастрофическое снижение численности вида
Лось	Лесные	Исчезновение	Единичный случайный заход
Ласка	Лесные	Исчезновение	Половодья, особенно зимние попуски
Европейская норка	Околотовные	Исчезновение	Инвазия американской норки
Американская норка	Околотовные	Появление	Инвазия из питомников по разведению
Обыкновенный шакал	Пустынно-степные	Появление	Естественное расширение ареала вида, постепенное уменьшение уровней и продолжительности весеннего половодья.
Каменная куница	Лесные	Появление	Естественное заселение вида с прилегающей территории в пригодные биотопы®, в связи с постепенным уменьшением уровней и продолжительности весеннего половодья
Азиатский барсук	Пустынно-степные	Появление	Естественное заселение вида с прилегающей территории в пригодные биотопы®, в связи с постепенным уменьшением уровней и продолжительности весеннего половодья
Степной хорь	Пустынно-степные	Появление	Естественное заселение вида с прилегающей территории в пригодные биотопы®, в связи с постепенным уменьшением уровней и продолжительности весеннего половодья
Степной кот	Пустынно-степные	Появление	Естественное заселение вида с прилегающей территории в пригодные биотопы®, в связи с постепенным уменьшением уровней и продолжительности весеннего половодья

® - большинство новых для Астраханского заповедника видов предпочитает не затопляемые местообитания вблизи водоёмов с наличием лесных, кустарниковых зарослей или степных участков (Аристов А.А., Барышников Г.Ф., 2001, Гептнер В.Г., Наумов Н.П. и др., 1967, Млекопитающие Казахстана, 2003, Терновский Д.В., 1977).

### Краткие выводы

1. Формирование териофауны Астраханского заповедника в течение более 100 лет после его формирования можно условно подразделить на 4 больших этапа

2. Возможные причины появления или исчезновения тех или иных видов на территории заповедника тесно связаны с его гидрологическим режимом и его изменениями.

3. В последние 15-20 лет в териофауне заповедника значительную роль стали играть представители пустынно-степного комплекса видов.

#### Список литературы

1. Аристов А.А., Барышников Г.Ф., 2001. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. // Хищные и ластоногие. СПб: Наука, 558 с.
2. Гептнер В.Г., Наумов Н.П. и др., 1967. Млекопитающие Советского Союза, 2 (1). // Морские коровы и хищные. М.: Высшая школа. 1004 с
3. Млекопитающие Казахстана, Т. 3, ч. 2. // Хищные (куньи, кошки). Алма-Ата: Наука, 243 с.
4. Терновский Д.В., 1977. Биология куницеобразных (Mustelidae). //Новосибирск: Наука, 279 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Островская Е.В., Шипилов Д.С.</b> Климатические изменения в Прикаспийском регионе.....	5
<b>Бухарицин П.И.</b> Климатические условия нижней Волги и северной части Каспийского моря за прошедший 24-й и наиболее вероятные изменения в начавшемся 25-м и следующим 26-м циклах солнечной активности.....	8
<b>Островская Е.В., Дегтярева Л.В.</b> Влияние климатических изменений на экосистему Северного Каспия.....	14
<b>Вехов Д.А.</b> Рыбохозяйственная специфика водоемов северной части Волго-Ахтубинской поймы и вопросы регулирования гидрорежима реки Волга.....	17
<b>Благова Ю.А.</b> Характеристика основных параметров гидрологического режима водотоков низовьев дельты Волги.....	22
<b>Малов В.Г., Жужнева И.В.</b> Донный рельеф акватории морского края дельты Волги и его изменение в условиях современной гидрологической обстановки.....	27
<b>Жужнева И.В., Малов В.Г.</b> Современное засоление аллювиальных луговых карбонатных почв низовьев дельты Волги в условиях зарегулированного речного стока с нестабильными по годам параметрами половодья.....	32
<b>Литвинова Н.В.</b> Влияние гидрологического режима на состояние растительного покрова низовьев дельты Волги.....	36
<b>Барабанов В.В., Чехомов С.П., Васильченко О.М.</b> Роль рыбохозяйственной мелиорации в улучшении условий воспроизводства для полупроходных и речных видов рыб в дельте реки Волга.....	39
<b>Подолько С.А.</b> Смещение нерестилиц массовых видов рыб в Астраханском государственном заповеднике в последнее десятилетие (2012 — 2021 гг.) .....	43
<b>Мещерякова Н.О., Перковский М.Н.</b> Изменения в орнитофауне под воздействием дноуглубительных работ на Обжоровском канале, расположенном в низовьях дельты реки Волги: последствия и прогноз.....	46
<b>Русанов Г.М.</b> Изменения угодий низовьев дельты Волги при колебаниях уровня Каспия в пределах – 29,01 – 26,66 м (1950 - 2020 гг.) и их влияние на птичье население.. ..	51
<b>Соколова И.В.</b> Млекопитающие Астраханского заповедника. Фаунистические тенденции..	56