

Р. С. Муханбетов, А. В. Данилов, В. Ф. Скворцов

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАРАЙСКОГО РЫБОХОДНОГО КАНАЛА КАК РЕЗУЛЬТАТ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЕГО МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Гидрологический режим основных каналов-рыбоходов устьевой области р. Волги является одним из первостепенных факторов, оказывающих влияние на среду обитания биоресурсов. На основе данных, полученных специалистами Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства в 2001–2002 и 2011–2012 гг. и специалистами предприятия «Каспробпроект» в 2001–2002 гг. были выявлены изменения морфометрических и гидрологических показателей Карайского канала (Астраханская область), характерные и для других основных каналов-рыбоходов дельты р. Волги. В связи с запланированными дноуглубительными работами на Карайском канале по его фарватеру вниз по течению было заложено 5 гидрологических створов (станции исследования), где в 2011–2012 гг. проводились периодические межсезонные замеры скорости течения в разных горизонтах толщи воды. Были учтены и дополнительные характеристики подходящих и отходящих водотоков и их влияние на основной сток канала. По фарватеру Карайского рыбоходного канала выявлено 69 водотоков, из которых 28 % не имеют выхода в межканальное пространство (пересохшие либо плотно заросшие жесткой водной растительностью), 33 % являются обводняющими и 67 % забирают воду из русла канала. Скорость течения в проранах, так же как и по основной трассе канала, от истока к морскому краю дельты снижалась. Полученные данные позволяют проследить изменения морфометрических и гидрологических показателей, оказывающих влияние на среду обитания биоресурсов, и в целом производительность ценных пород промысловых рыб (вобла, лещ, сазан и др.).

Ключевые слова: устьевая область, канал-рыбоход, водность, дельта, гидроствор, водоток, межканальное пространство, морфометрические и гидрологические показатели.

Введение

Состояние проблемы. Устьевая область р. Волги – уникальное природное образование, включающее в себя одну из крупнейших в мире дельт и обширное устьевое взморье. Гидрографическая сеть данного района представлена очень сложной и динамичной системой различных по размерам и водности водотоков (около 900) и водоемов (около 1000), развивающейся в условиях сочетания природных факторов и антропогенных нагрузок. В последние годы низовья р. Волги стали излюбленным местом отдыха многочисленных туристов, сочетающих его с рыбалкой и охотой, в том числе и подводной. Следовательно, промысловая нагрузка на рыбные ресурсы Волго-Каспия существенно возросла.

Особыми водными объектами устьевой области р. Волги являются каналы-рыбоходы – продолжение основных водотоков, предназначенные для прохода на нерест в дельту Волги и Волго-Ахтубинскую пойму производителей рыб, ската молоди и взрослых рыб обратно в Каспийское море, а также привлечения проходных и полупроходных видов рыб в зону промысла [1].

В составе факторов, определяющих эффективность естественного воспроизводства полупроходных (судак, вобла, лещ, сазан и др.) и речных рыб, большое значение имеет водоносность каналов-рыбоходов дельты р. Волги.

Строительство каналов-рыбоходов в дельте Волги было обусловлено значительным снижением водности р. Волги и уровня моря в 40–60-е гг. XX в., обмелением предустьевого пространства Волги. По схеме, разработанной сотрудниками Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КаспНИРХ), к концу 1967 г. было построено 7 основных и 6 вспомогательных каналов-рыбоходов, а к 1975 г. на балансе Астраханского морского рыбного порта находилось 22 канала общей протяженностью 702 км [2].

Каналы-рыбоходы располагаются в пределах устьевого взморья – самой динамичной части дельты Волги, где при взаимодействии реки и моря происходят процессы перераспределения стока и трансформации русловой сети. Они состоят из придельтового и морского участков. Придельтовый участок представляет собой расчищенное, углубленное на микробаре и спрямленное русло в устье дельтового водотока, а морской – искусственную прорезь через отмелую зону устьевого взморья, до естественных глубин 3–4 м. Придельтовые участки каналов, заросшие растительно-

стью (ива, тростник), образованы берегами из отвалов грунта. Участки в 15–20 км от морского края дельты представляют собой сформировавшиеся естественные русловые водотоки. Вниз по течению степень выраженности берегов каналов-рыбоходов определяется глубиной взморья. Рабочая ширина каналов-рыбоходов – 25–40 м, глубина – 1,5–2,8 м. К концу 80-х гг. XX в. в результате размыва ширина каналов увеличилась в 1,5–2 раза, а глубина, в большинстве случаев, уменьшилась [3]. Вспомогательные каналы не имеют самостоятельного выхода в море и подходят от водотоков дельты к основным каналам-рыбоходам.

В связи с понижением уровня Каспия в последние десятилетия (2001–2012 гг.), увеличением наносов волжского стока, зарастанием волжского предустьевоего пространства высшей водной растительностью и резким сокращением объемов дноуглубительных работ усилилась заносимость каналов-рыбоходов, особенно на выходных участках – в зоне сопряжения морских и пресных вод. Последние крупномасштабные гидролого-гидрометрические исследования на каналах-рыбоходах были проведены сотрудниками КаспНИРХ и предприятия «КаспрЫбпроект» в 2001–2002 гг. В последующее десятилетие таких работ в дельте Волги не проводилось.

Цель наших исследований – показать на примере Карайского канала-рыбохода современное состояние каналов-рыбоходов с тем, чтобы внести определенные коррективы в проектно-исследовательские работы при реализации дноуглубительных работ.

В октябре 2011 г. сотрудники КаспНИРХ возобновили гидролого-гидрометрические исследования на основных каналах-рыбоходах дельты Волги (Гандуринский, Кировский, Белинский, Тишковский, Карайский), с целью выявления их современного гидроэкологического состояния и особенностей функционирования в условиях установившегося гидрологического режима р. Волги. Исследования характеризовались преемственностью, т. к. проводились на гидростворах, заложенных в 2001–2002 гг.

Измерения были выполнены на 19 гидрологических створах, расположенных в морской части каналов. Створ № 1 на каждом канале – начало морской части, створ № 4 – выход на устьевое взморье р. Волги (конец надводных бровок). На каждом створе измеряли глубину и скорость течения воды, рассчитывали площадь поперечного сечения и расход воды.

Исследования 2011–2012 гг. показали, что морфометрические параметры каналов-рыбоходов, особенно в морской части, претерпели существенные изменения – глубина водотоков, как правило, уменьшилась, а ширина – увеличилась в 1,5–2 раза. По трассе каналов прослеживается активное растекание воды через многочисленные прораны в межканальные пространства. Это приводит к потере от 24 до 76 % стока воды, поступающего к вершине морской части каналов, вследствие чего снижается значение каналов-рыбоходов как основных путей миграции рыб.

В результате уменьшения скорости течения воды на выходных участках каналов-рыбоходов, в зоне подпора со стороны моря происходит накопление илистых отложений (мощностью до 0,8–1,4 м), которые формируют неблагоприятный газовый режим, определяют накопление токсикантов, снижая качество воды, и, как следствие, ухудшают заход рыбы в дельту Волги.

До 1993 г. рабочее состояние каналов-рыбоходов дельты р. Волги поддерживалось – службой морского дноуглубления Астраханского морского рыбного порта регулярно проводились дноуглубительные работы. Ежегодные объемы работ колебались от 5,0 млн м³ (1988 г.) до 13,0 млн. м³ (1992 г.) и выполнялись 17 земснарядами.

С 1993 по 1997 г. дноуглубления каналов-рыбоходов из-за отсутствия финансирования не проводились.

В последние годы осуществляются только локальные ремонтные работы общим объемом около 300 тыс. м³/год, что явно недостаточно для эффективного поддержания каналов в рабочем состоянии. В связи с этим специалисты КаспНИРХ неоднократно ставили вопрос о проведении полномасштабных дноуглубительных работ на каналах-рыбоходах. Предложение КаспНИРХ нашло свое отражение в выделении необходимых для этого материальных средств из федерального бюджета [4].

Постановка задачи

Специалисты КаспНИРХ считают целесообразным начать реконструкцию с каналов-рыбоходов, расположенных в центральной и восточной частях дельты Волги: Белинского, Староиголкинского, Обжоровского, Карайского, которые должны обеспечить концентрацию полупроходных и проходных рыб на акватории, прилегающей к восточной части дельты р. Волги, где расположена основная часть нерестилищ этих рыб. В 2013 г. в рамках федеральной программы прошли первоочередные работы на Карайском канале, с последующим их продолжением на Староиголкинском и Обжоровском каналах-рыбоходах.

Карайский канал-рыбоход расположен в нижней зоне центрального района восточной части дельты р. Волги на территории Володарского района Астраханской области. По современной классификации трасса Карайского канала разделяется на речную и морскую части.

За речную часть канала принимается участок от развилки Карайского и Фомина банков протяженностью 11 км, за морскую часть – участок ниже 11 км (0,2 км ниже ер. Воронов, отходящего от левой бровки канала), который до 21,5 км проходит в надводных бровках, а далее – в подводных, сохраняя после последнего поворота канала южное направление с азимутом 170° (рис. 1).

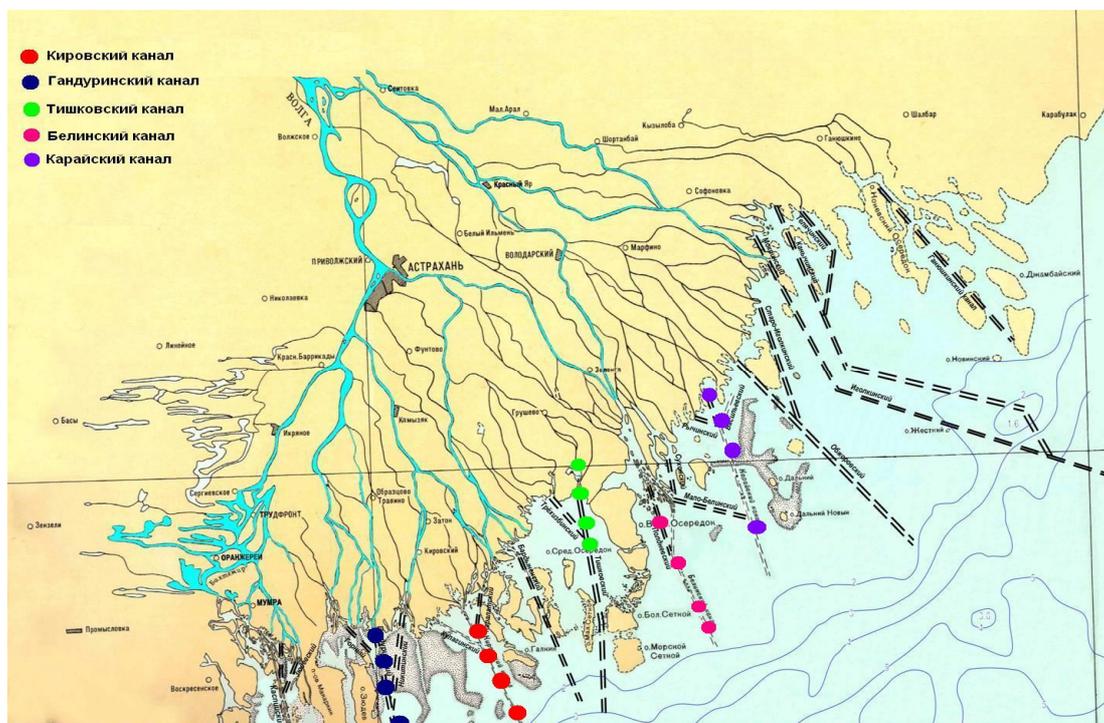


Рис. 1. Район исследований

С восточной стороны Карайского канала расположен Обжоровский, с западной – Белинский каналы-рыбоходы. К правой бровке примыкают вспомогательные Рычанский и Малобелинский каналы-рыбоходы на 18 и 31 км, с левой бровки – Васильевский канал-рыбоход – на 21,5 км [4].

В связи с запланированными на 2013 г. дноуглубительными и мелиоративными работами на Карайском канале-рыбоходе в ноябре 2012 г. специалистами КаспНИРХ были проведены изыскательские гидрологические работы для более детального исследования трассы вышеуказанного канала.

Методы и результаты исследования

На акватории Карайского канала-рыбохода было заложено 5 гидрологических створов: первый – Карайская охотбаза (46° 08412 и 48° 57422), второй располагался ниже впадения в Карайский канал-рыбоход Рычанского канала (46° 02695 и 48° 58693), третий был разбит ниже впадения в Карайский канал-рыбоход Васильевского канала, четвертый – ниже впадения Малобелинского канала (45° 55558 и 49° 01962), пятый – выход на устьевое взморье р. Волги (конец надводных бровок; 45° 53363 и 49° 02923).

В зависимости от ширины канала на каждом разрезе разбивались по 3–4 скоростные вертикали: прибрежные вертикали – на расстоянии 5–10 м, стрелневые – на расстоянии 20–30 м от берега. В период осенней межени 2011–2012 гг. скорость течения в поверхностном слое воды на прибрежных и стрелневых вертикалях изменялась соответственно от 0,23 до 0,73 и от 0,41 до 1,01 м/с, в придонном слое – от 0,17 до 0,59 и от 0,39 до 0,89 м/с. Максимальная скорость течения наблюдалась на гидростворе № 3 и достигала 1,01 м/с на поверхности воды и 0,89 м/с в придонном слое. Это вызвано, вероятно, его подпиткой со стороны вспомогательного Васильевского канала-

рыбохода. Минимальная скорость течения отмечена на гидростворе № 5, а именно на выходе в устьевое взморье р. Волги. Это связано с тем, что по трассе канала прослеживалось активное растекание воды через многочисленные прораны в межканальное пространство. Скорость течения на вышеуказанном разрезе в поверхностном и придонном слоях воды составила 0,06 и 0,03 м/с, что не соответствовало общему режиму течений на предыдущих 4-х гидростворах (рис. 2–4).

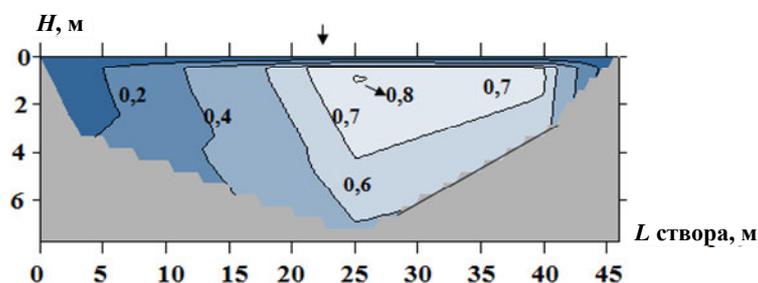


Рис. 2. Вертикальное распределение изотак при открытой водной поверхности по створу № 1 на Карайском канале-рыбоходе, м/с

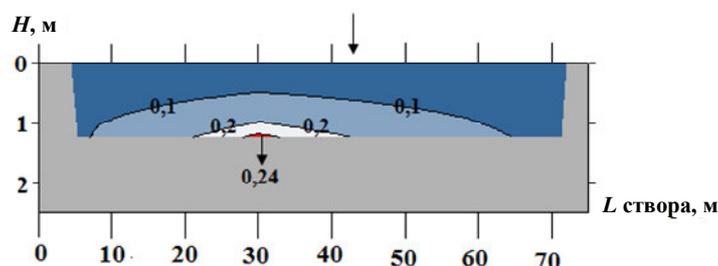


Рис. 3. Вертикальное распределение изотак при открытой водной поверхности по створу № 5 на Карайском канале-рыбоходе, м/с

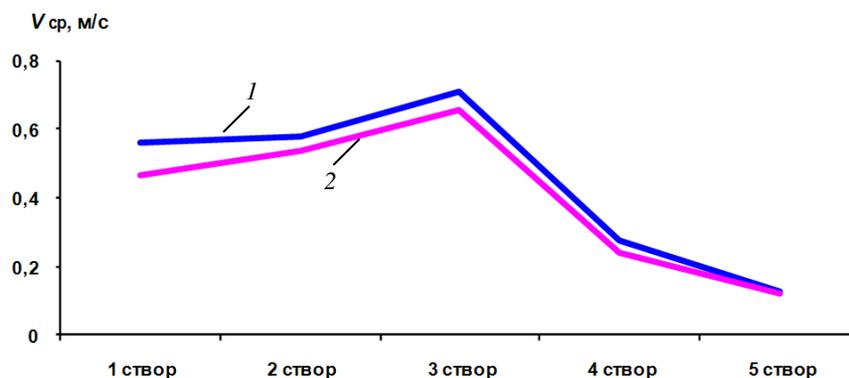


Рис. 4. Изменение средней скорости течения в поверхностном и придонном слоях воды в период осенней межени от истока к морскому краю дельты на Карайском канале-рыбоходе (2011–2012 гг.): 1 – поверхностный слой; 2 – придонный слой

Для уточнения гидрографических характеристик, степени зарастаемости и направления водных потоков на Карайском канале-рыбоходе были использованы снимки высокого разрешения, выполненные с помощью беспилотного летательного аппарата (Инспектор-301). Снимки показали, что в настоящее время 69 водотоков имеют связь с Карайским каналом-рыбоходом. В процессе исследований на всех водотоках замерялись также скорость течения, направление и расстояние от первого гидроствора (Карайская охотбаза (46° 08412 и 48° 57422)) к морскому краю дельты (табл. 1, рис. 5).

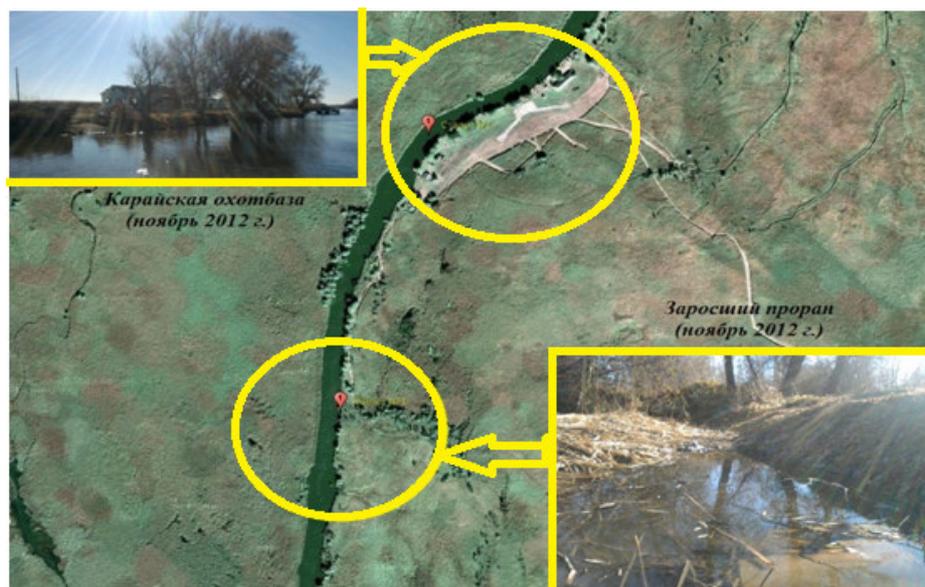


Рис. 5. Снимок Карайского канала-рыбохода с беспилотного летательного аппарата

За период исследований в осеннюю межень 2012 г. было установлено, что на Карайском канале-рыбоходе из 69 водотоков 28 % не имеют выхода в межканальное пространство. По направлению течения в водотоках, имеющих связь с каналом, процентное соотношение распределилось так: течение в канал – 33 %, из канала – 67 %. Следует также отметить, что большинство проранов, имеющих направление течения в канал, располагаются с восточной стороны канала. При помощи GPS-навигатора были зафиксированы также участки приверха кос на стыке Карайского канала с Рычанским, Васильевским и Малобелинским для мониторинга дальнейшего их преобразования (прирост, направление движения) в последующие годы.

Скорость течения в проранах, так же как и в основной трассе канала от истока к морскому краю дельты, снижалась и изменялась соответственно от 0,51 до 0,22 м/с.

Таблица 1

Характеристика водотоков, имеющих связь с Карайским рыбоходным каналом

№ или название водотока	Характеристика водотока	Направление течения
Проран №1	750 м (от Брежневской охотбазы). Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 2	2 040 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 3	2 128 м. Западная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 4	2 688 м. Западная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 5	2 845 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 6	3 215 м. Западная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 7	3 612 м. Западная сторона, ширина 10–15 м	Отсутствует
Проран № 8	3 887 м. Восточная сторона, ширина 2–3 м, нет выхода в межканальное пространство	Отсутствует
Проран № 9	4 125 м. Западная сторона, ширина 15–20 м	Из канала
Проран № 10	4 198 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 19	6 928 м. Восточная сторона, ширина 5–6 м	Из канала
Проран № 11	4 426 м. Восточная сторона, ширина 8–10 м	Из канала
Проран №12	4 603 м. Западная сторона, ширина 14–17 м	Из канала
Проран № 13	5 228 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 14	5 648 м. Восточная сторона, ширина 12–15 м	Из канала
Проран № 15	6 228 м. Западная сторона, ширина 3–4 м	Из канала
Проран № 16	6 328 м. Восточная сторона, ширина 8–10 м	Из канала
Проран № 17	6 628 м. Восточная сторона, ширина 9–11 м	Из канала
Проран № 18	6 728 м. Восточная сторона, ширина 4–5 м	Из канала
Проран № 20	6 728 м. Западная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 21	7 828 м. Восточная сторона, ширина 7–8 м	Из канала
Проран № 22	8 430 м. Восточная сторона, ширина 4–5 м	Из канала
Проран № 23	8 730 м. Западная сторона, ширина 30–35 м	В канал
Проран № 24	9 630 м. Западная сторона, ширина 35–40 м	В канал
Проран № 24	10 530 м. Западная сторона, ширина 20–25 м	В канал
Проран № 26	10 930 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 27	11 130 м. Западная сторона, ширина 5–6 м	В канал

Характеристика водотоков, имеющих связь с Карайским рыбоходным каналом

№ или название водотока	Характеристика водотока	Направление течения
Рычанский канал	11 530 м. Западная сторона, ширина 35–40 м	В канал
Проран № 28	11 930 м. Восточная сторона, ширина 35–40 м	В канал
Проран № 29	12 230 м. Западная сторона, ширина 10–15 м	Из канала
Проран № 30	12 310 м. Западная сторона, ширина 4–5 м	Из канала
Проран № 31	12 730 м. Восточная сторона, ширина 2–3 м	В канал
Проран № 32	12 930 м. Западная сторона, ширина 11–13 м	Из канала
Проран № 33	13 430 м. Восточная сторона, ширина 2–3 м, нет выхода в межканальное пространство	Отсутствует
Проран №34	13 530 м. Западная сторона, ширина 10–12 м	Из канала
Васильевский канал	13 430 м. Восточная сторона, ширина 35–40 м	В канал
Проран № 35	13 730 м. Западная сторона, ширина 4–5 м	Из канала
Проран № 36	15 030 м. Западная сторона, ширина 13–15 м	Из канала
Проран № 37	16 230 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 38	16 360 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 39	16 510 м. Восточная сторона, ширина 25–30 м	Из канала
Проран № 40	16 510 м. Западная сторона, ширина 5–6 м	Из канала
Проран № 41	16 680 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 42	17 630 м. Западная сторона, ширина 3–4 м	Из канала
Проран № 43	18 030 м. Восточная сторона, ширина 45–50 м	В канал
Проран № 44	18 370 м. Западная сторона, ширина 13–15 м	Из канала
Проран № 45	18 560 м. Западная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 46	18 870 м. Восточная сторона, ширина 6–8 м	В канал
Проран № 47	19 130 м. Восточная сторона, ширина 20–25 м	В канал
Проран № 48	19 470 м. Западная сторона, ширина 12–15 м	Из канала
Проран № 49	19 760 м. Восточная сторона, ширина 7–8 м	В канал
Проран № 50	19 930 м. Западная сторона, ширина 2–3 м	Из канала
Проран № 51	19 950 м. Восточная сторона, ширина 9–10 м	В канал
Проран № 52	20 020 м. Западная сторона, ширина 55–60 м	Из канала
Проран № 53	20 020 м. Восточная сторона, ширина 65–70 м	В канал
Проран № 54	20 330 м. Западная часть – заросший	Отсутствует
Проран № 55	20 760 м. Западная часть, ширина 20–22 м	Из канала
Проран № 56	20 800 м. Восточная часть, ширина 5–6 м	В канал
Проран № 57	21 020 м. Западная часть, ширина 15–20 м	Из канала
Проран № 58	21 400 м. Восточная часть, ширина 25–30 м	В канал
Проран № 59	21 960 м. Западная часть – заросший	Отсутствует
Проран № 60	22 820 м. Восточная сторона – заросший	Отсутствует
Проран № 61	24 420 м. Восточная сторона, ширина 22–27 м	Из канала
Малобелинский канал	25 590 м. Западная сторона, ширина 30–35 м	В канал
Проран № 62	25 890 м. Западная сторона, ширина 5–6 м	Из канала
Проран № 63	25 890 м. Восточная сторона, ширина 2–3 м	Из канала
Проран № 64	26 620 м. Восточная сторона, ширина 15–18 м	Из канала
Проран № 65	27 420 м. Западная сторона, ширина 4–5 м	Из канала
Проран № 66	28920 м. Восточная сторона, ширина 8–10 м	Из канала

В 2012 г. при помощи эхолота были осуществлены промеры глубин по всей исследуемой трассе Карайского канала-рыбохода от истока к морскому краю дельты. Преимущество исследований позволила нам сравнить их с данными, полученными во время работ, проводившихся в 2002 г. Промеры глубин проводили по фарватеру канала. С помощью эхолота были зафиксированы также участки канала, имеющие подводные перекаты и «банки» (отмели). Так, например, на 8 км, 17,4 км и 20,5 км ниже по течению от бывшей Карайской спецохотбазы были зафиксированы мелководные зоны протяженностью около 100 м с глубиной 1,4 м.

Исследования показали, что за последнее десятилетие морфометрические характеристики канала в морской части претерпели некоторые изменения (табл. 2).

Таблица 2

Измеренные глубины, Карайский канал-рыбоход

Расстояние по трассе канала	Год	Глубина, м	
		2002	2012
От охотбазы по 6,5 км		3–3,5	4,3–5,5
От 6,5 км по 9,6 км		1,5–2,1	2,6–3
От 9,6 км по 11,7 км		2,8–3,2	3–3,5
От 11,7 км по 16,5 км		2,4–2,7	2,8–4,2
От 16,5 км по 19,9 км		2,7–3	3–4
От 19,9 км по 24,5 км		3–4,5	2,7–4
От 24,5 км по 28,9 км		–	2,8–3,5

При сравнении глубин после промерных работ, проведенных в 2002 и 2012 гг. на Карайском канале-рыбоходе, учитывалось время добега воды за два дня до начала промера. На момент проведения измерений уровень и расход воды в вершине дельты по в/п Астрахань составили соответственно 292 и 282 см, 8400 и 7460 м³/с.

Таким образом, промерные работы, выполненные с дискретностью в 10 лет, показали, что произошло увеличение на отдельных участках средних значений глубины на 25 %. Это связано, вероятно, с тем, что в последние десятилетия уровень Каспия понизился, и это, как следствие, привело к увеличению уклонов воды от дельты Волги к открытой части моря. Уровень Каспийского моря в 2002 и 2012 гг. составил соответственно –27,01 и –27,68 м БС.

За 2001–2012 гг. глубина по основной трассе от гидроствора № 1 до гидроствора № 3 увеличилась, а на гидростворе № 4, ниже впадения в Карайский канал-рыбоход Малобелинского канала, понизилась. Разница глубин составила 0,3 м, что свидетельствует об активном осажении седиментационного материала на вышеуказанном участке.

С увеличением глубины и скорости течения наблюдается также размыв русла канала. Это, в свою очередь, привело к существенному увеличению, по сравнению с 2001 г., площади поперечного сечения на гидростворах № 1 и 2. Далее к морскому краю дельты по Карайскому направлению наблюдается уменьшение площади водного сечения (рис. 6).

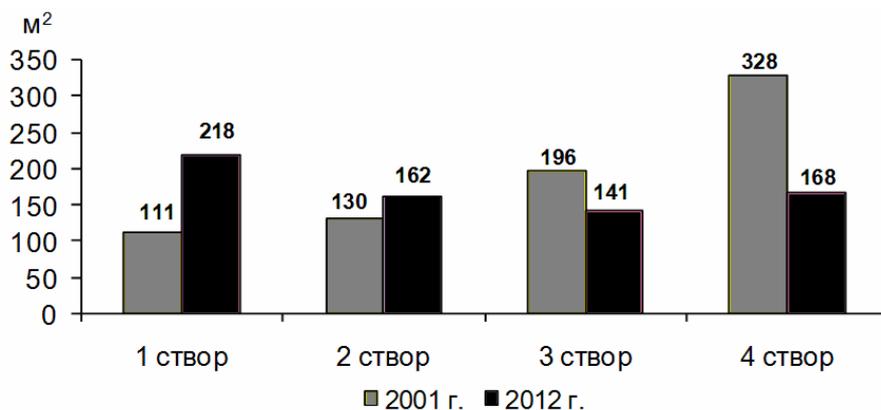


Рис. 6. Изменение площади поперечного сечения по Карайскому каналу-рыбоходу от истока к морскому краю дельты

Результаты измерений расходов воды на Карайском канале-рыбоходе представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Расход воды на Карайском канале-рыбоходе

№ гидроствора	Дата измерения	Расход воды Q, м ³ /с	Площадь живого сечения F, м ²	Средняя скорость течения V _{ср} , м/с	Соотношение между расходом воды в 2011–2012 гг. по отношению к 2002 г., %
2002 г. Уровень и расход воды в вершине дельты по в/п Астрахань – 296 см и 8050 м ³ /с					
1	05.04.2002	83	111	0,75	100
2	05.04.2002	89	130	0,68	100
3	04.04.2002	83	196	0,42	100
4	04.04.2002	114	328	0,35	100
2011 г. Уровень и расход воды в вершине дельты по в/п Астрахань – 254 см и 5090 м ³ /с					
1	12.10.2011	64	133	0,48	77
2	12.10.2011	106	230	0,46	119
3	12.10.2011	82	175	0,47	99
4	12.10.2011	49	213	0,23	43
2012 г. Уровень и расход воды в вершине дельты по в/п Астрахань – 294 см и 7020 м ³ /с					
1	19.11.2012	111	218	0,51	134
2	19.11.2012	93	162	0,57	104
3	19.11.2012	99	141	0,7	119
4	19.11.2012	45	169	0,27	39
5	19.11.2012	20	149	0,12	–

Бюджет расхода воды по Карайскому каналу-рыбоходу от истока к морскому краю дельты

Створ наблюдений	Дата измерения	Количество проранов между створами	Бюджет воды в проранах	
			Приток, м ³ /с	Отток, м ³ /с
От 1 до 2 створа	19.11.2012	14/32	85,5	63,8
От 2 до 3 створа	19.11.2012	6/14	32,5	44,5
От 3 до 4 створа	19.11.2012	19/43	28,9	52,3
От 4 до 5 створа	19.11.2012	5/11	–	9,3
Сумма		44	148,9	169,9
Итого		–	–	–21,0

Примечание. В числителе – абсолютная величина проранов, в знаменателе – относительная величина проранов, %.

Из табл. 3 видно, что в предполоводный период 2002 г. доля стока Рычанского канала, поступающего в период межени в Карайский канал, компенсирует отток воды из Карайского канала по ерикам и проранам на участке от бывшей Карайской спецохотбазы (г/с № 1) до стыка Карайского и Рычанского каналов (г/с № 2), добавляя сверх того в Карайский канал незначительную часть расхода (в пределах 6 м³/с). Далее, после стыка Карайского и Васильевского каналов (г/с № 3), в основном канале остается та же величина расхода воды (83 м³/с), что и на гидростворе в районе бывшей спецохотбазы (г/с № 1 и далее). Это говорит о том, что Васильевский канал величиной своего стока поддерживает первоначальный расход воды в Карайском канале, компенсируя в нем отток воды в забровочные пространства через прораны на участке от стыков Рычанского и Васильевского каналов с Карайским каналом. После стыка Карайского и Малобелинского каналов-рыбоходов (г/с № 4) доля стока в первом довольно значительно увеличивается (на 31 м³/с). Данное обстоятельство можно объяснить следующим: в межень на участке от стыков Васильевского и Малобелинского каналов с Карайским каналом уклоны водной поверхности небольшие, надводных бровок нет, особенно с западной (правой) стороны, имеются лишь отдельные колки тростника, и Карайский канал свободно сообщается с забровочным пространством, то отдавая, если есть, излишки стока за бровку, то получая дополнительный сток с забровочных пространств, особенно с западной стороны, в прорезь канала, т. е. в данном случае наблюдается взаимоуравновешивающаяся система. Таким образом, потери стока Карайского канала на протяжении данного участка незначительны и он после стыка с Малобелинским каналом полностью пополняется за счет последнего, увеличивая свой сток на 31 м³/с [4].

По результатам исследований 2011–2012 гг. выявлены некоторые изменения на гидростворе № 4, в связи с чем, для более полного изучения морфометрических характеристик Карайского канала-рыбохода в морской части, по основной трассе канала был добавлен гидроствор № 5.

К гидростворам № 4 и 5 величина стока воды в канале значительно снижается (в сравнении с гидростворами № 2 и 3). Это связано с постепенным отмиранием Малобелинского канала, т. к. доля его стока по сравнению с 2001 г. уменьшилась на 26,3 м³/с (85 %). Между гидростворами № 3 и 4 расположено большее количество проранов (19), и, как следствие, это ведет к активному растеканию воды через прораны в межканальное пространство, в связи с чем расход воды на вышеуказанном участке почти в 2 раза превышает поступление воды из верхней зоны канала (табл. 3, 4).

Отмечена активизация Рычанского и Васильевского каналов, увеличивающих сток Карайского канала-рыбохода к гидростворам № 2 и 3 на 37 и 33 %.

Интегральная величина между поступлением воды в канал и ее оттоком составляет около –21 м³/с (табл. 4).

Выводы

1. Исследования состояния одного из главных устьевых водотоков – Карайского канала-рыбохода, его водообеспеченности на основе системного анализа, с привлечением космоснимков, позволили оценить особенности его современного функционирования. Основной причиной низкой эффективности Карайского канала-рыбохода для захода рыбы является слабая водообеспеченность в морской части.

2. Ремонтные работы, охватывающие речную часть канала и на выходе его в авандельту, не обеспечивают достаточное количество воды в морской части канала. На морском крае исследуемого водотока между гидростворами № 3 и 5 происходит растекание воды в межканальные пространства

и резкое уменьшение водности в канале. В связи с этим, для повышения водности, количество проранов и их размеры на вышеуказанном участке должны рассчитываться исходя из его водообеспеченности, с тем чтобы бюджет водотока был положительным и сохранял расход не менее 100 м³/с.

3. Эффективность работы Карайского канала-рыбохода требует поддержания в нем расхода воды, обеспечивающего проектные глубины водотока, формирование потока речных вод в море, привлекающего рыб, и выхода устьевой части канала на глубины с морским режимом.

4. Карайский канал-рыбоход должен иметь проектные глубины не только в речной, но и морской его части, с выходом на 2-метровую изобату. Канал-рыбоход должен пересекать баровую часть авандельты и не завершаться, как это имеет место в настоящее время, в кольце заросших култуков-отмелей – седиментационных ловушек.

5. Важным фактором, ухудшающим условия захода рыб в Карайский канал-рыбоход, является зарастание подводной растительностью авандельты и устьевого взморья вплоть до 3–4-метровых глубин. В связи с этим необходимо создание отвалов грунта (бровок канала с системой проранов), обеспечивающих русловое движение воды в море, в виде хорошо сформированного потока воды в канале.

6. В летнюю межень, после окончания половодья, необходимо проводить ежегодное обследование всех участков каналов-рыбоходов на основе современной приборной базы, позволяющей получать непрерывные профили для канала на всем протяжении, в том числе в морской части.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катунин Д. Н. Мелиорация малых водотоков дельты р. Волги / Д. Н. Катунин, Г. В. Бережнов, С. М. Немошкалов. Астрахань: ООО «ЦНТЭП», 2003. 104 с.
2. Горемыкин В. Я. Пути улучшения условий размножения рыб в дельте Волги / В. Я. Горемыкин // Рыбное хозяйство. 1960. № 10. С. 17–20.
3. Полонский В. Ф. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза) / В. Ф. Полонский, Ю. В. Лупачев, Н. А. Скриптунов. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 383 с.
4. Катунин Д. Н. Каналы-рыбоходы дельты реки Волги / Д. Н. Катунин, А. Н. Зайцев, И. А. Хрипунов, С. М. Немошкалов. Астрахань: Издатель: Сорокин Р. В., 2012. 140 с.

Статья поступила в редакцию 24.10.2014

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Муханбетов Руслан Самигуллаевич – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; младший научный сотрудник лаборатории водных проблем и токсикологии; skvortsov.vladimir2014@mail.ru.

Данилов Александр Викторович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы»; a.danilov555@mail.ru.

Скворцов Владимир Фёдорович – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; младший научный сотрудник лаборатории водных проблем и токсикологии; skvortsov.vladimir2014@mail.ru.



R. S. Mukhanbetov, A. V. Danilov, V. F. Skvortsov

PRESENT HYDROLOGICAL STATE AND PECULIARITIES OF KARAY RACEWAY CHANNEL FUNCTIONALITY AS A RESULT OF EVERLASTING CHANGES OF ITS MORPHOMETRIC AND HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS

Abstract. The hydrological regime of the main fish raceway channels of the estuary of the Volga River is one of the primary factors influencing the habitat of the biological resources. On the basis of the data, received by the specialists of the Caspian Fisheries Research Institute in 2001–2002 and 2011–2012 and specialists of the enterprise "Casprybroekt" in 2001–2002, there were identified the changes in morphometric and hydrological indicators of the Karay channel (Astrakhan region), which

are typical of the other fish raceway channels in the Delta of the Volga River. In connection with the planned dredging on the Karay channel, along its fairway downstream 5 hydrological locations (research stations) were laid, where in 2011–2012 periodical interseasonal measurements of flow velocity in different horizons of the water column were made. Additional characteristics of watercourses and their influence on the main flow of the channel were also taken into account. During investigations it was revealed that on the fairway of the Karay channel there are 69 watercourses, 28 % of which have no access to inter-channel space (they are dry or densely overgrown with hard water vegetation), 33 % are filled up with water, and respectively 67 % take away water from the bed of the channel. The flow velocity in the flow channel as well as along the main canal track from the source to the seaside edge of the Delta decreased. On the basis of the received data it is possible to trace the changes in morphometric and hydrological parameters influencing the habitat of the biological resources and as a whole the performance of the valuable species of commercial fish (Caspian roach, bream, carp and others).

Key words: estuary of the channel, fish raceway channel, water content, delta, hydrological station, watercourse, inter-channel space, morphometric and hydrological parameters.

REFERENCES

1. Katunin D. N., Berezhnov G. V., Nemoshkalov S. M. *Melioratsiia malykh vodotokov del'ty r. Volgi* [Amelioration of small watercourses in the Delta of the Volga River]. Astrakhan, ООО «ТsNTEP», 2003. 104 p.
2. Goremykin V. Ia. Puti uluchsheniia uslovii razmnozheniia ryb v del'te Volgi [Ways of improvement of the fish reproduction conditions in the Delta of the Volga River]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1960, no. 10, pp. 17–20.
3. Polonskii V. F., Lupachev Iu. V., Skriptunov N. A. *Gidrologo-morfologicheskie protsessy v ust'iakh rek i metody ikh rascheta (prognoza)* [Hydrological and morphological processes in the estuaries of the rivers and methods of their calculation (forecasting)]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1992. 383 p.
4. Katunin D. N., Zaitsev A. N., Khripunov I. A., Nemoshkalov S. M. *Kanalny-rybokhody del'ty reki Volgi* [Fish raceway channels of the Delta of the Volga River]. Astrakhan, Izdatel': Sorokin R. V., 2012. 140 p.

The article submitted to the editors 24.10.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mukhanbetov Ruslan Samigullaevich – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Fisheries Research Institute, Junior Research Worker of the Laboratory of Aquatic Problems and Toxicology; skvortsov.vladimir2014@mail.ru.

Danilov Alexander Viktorovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Aquaculture and Aquatic Bioresources"; a.danilov555@mail.ru.

Skvortsov Vladimir Fedorovich – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Fisheries Research Institute, Junior Research Worker of the Laboratory of Aquatic Problems and Toxicology; skvortsov.vladimir2014@mail.ru.

