

zagryazneniya osnovnykh transgranichnykh rek Kazakhstana. / Burlibaev M.Zh., Amirgaliev N.A., Shenberger I.V. i dr. – Almaty: Kanagat, – 2014. – tom 1. – 742 s.

9. **Burlibaev M.Zh., Murtazin E.Zh., Iskakov N.A., Kudekov T.K., Bazarbaev S.K.** Biogennye veshchestva v osnovnykh vodotokah Kazakhstana. – Almaty: Kanagat, 2003. – 723 s.

10. **Bazarbaev S.K., Burlibaev M.Zh., Kudekov T.K., Murtazin E.Zh.** Sovremennoe sostoyanie zagryazneniya osnovnykh vodotokov Kazakhstana ionami tyazhelykh metallov. – Almaty: Kanagat, 2002. – 196 s.

11. **Shabanov V.V., Markin V.N.** Metod otsenki kachestva vod i sostoyaniya vodnykh ekosistem. – M: MGUP, 2009. – 154 s.

12. **Shannon, C.E., Warren Weaver.** The mathematical theory of communication. Urbana: the University of Illinois Press. 1949. – 117 s.

13. **Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Maymekov Z.K., Abdyvalieva K.S.** Geoecologicheskaya otsenka transformatsii kontsentratsii zagryazneniyshchih veshchestv v vodah nizovya reki Syrdaryi v usloviyah antropogennoj deyatel'nosti // Mezhdunarodny tehniko-ekonomicheskyy zhurnal. – 2016. – № 5. – S. 41-47.

14. **Mustafayev Zh.S., Kozykeeva A.T., Abdyvalieva K.S.** Geoecologicheskaya otsenka transformatsii kontsentratsii zagryaz-

nyayushchih veshchestv v vodah nizovya reki Syrdaryi // Hidrometeorologiyabi ekologiya. – 2017. – № 1. – S. 160-169.

The material was received at the editorial office
06.03.2018 g.

Information about the authors

Karpenko Nina Petrovna, doctor of technical sciences, associate professor, professor of the chair «Hydrology, hydrogeology and flow regulation», FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev”, 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; tel.: +7(499)9762368; e-mail: npkarpenko@yandex.ru

Mustafayev Zhumakhan Suleimovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian University; Kazakhstan, 0500010, Almaty, Abai Avenue 8; e-mail: z-mustafa@rambler.ru

Kozykeyeva Aliya Tobazhanovna, Doctor of Technical Sciences, Kazakh National Agrarian University; Kazakhstan, 0500010, Almaty, Abai Avenue 8; e-mail: aliya.kt@yandex.ru

Mustafayev Kanat Zhumakhanovich, Candidate of Economic Sciences, Kazakh National Agrarian University; Kazakhstan, 0500010, Almaty, Abai Avenue 8; e-mail: kanatm79@gmail.com

УДК 502/504: 551.49:639.03 (282.247.41)

DOI 10.26897/1997-6011/2018-5-21-30

В.Б. ЖЕЗМЕР, А.Л. БУБЕР

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», г. Москва, Российская Федерация

СООТВЕТСТВИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НИЗОВЬЕВ ВОЛГИ ОСНОВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ НЕРЕСТОВОГО ЦИКЛА РЫБ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ПОДРАЙОНА

Волго-Каспийский рыбопромысловый подрайон является важнейшим внутренним рыбохозяйственным водоемом России. На протяжении столетий указанный регион отличала высокая продуктивность массовых промысловых видов полупроходных и речных рыб. Основной нерест полупроходных (лещ, вобла, сазан, судак и др.) и речных рыб указанного подрайона проходит в нижней зоне Волго-Ахтубинской поймы, а также в центральной дельте. Создание в бассейне Волги Волжско-Камского каскада гидроэлектростанций привело к сокращению годового волжского стока и глубокой деформации всех его гидрологических характеристик, что особенно наглядно проявляется в период половодья. Интересы и требования рыбного и сельского хозяйства по использованию водных ресурсов при управлении волжским стоком существенно расходятся с приоритетами энергетиков, которым в настоящее время отдается предпочтение. Путем сопоставления динамики уровня половодья в низовьях Волги, по данным Астраханского водпоста

за 2013-2018 гг., с требованиями водности при прохождении нерестового цикла, установлено, что ни один год из изучаемых шести не был благоприятен для прохождения нереста. Теоретически наличие Волжско-Камского каскада водохранилищ позволяет оптимизировать гидрологический режим низовой Волги в интересах формирования более высокой урожайности рыб. Для достижения указанной цели необходимо приблизить гидроэкологическую структуру спецпусков к периоду естественной водности Волги. Проведение начального этапа обводнения нерестилищ на неделю ранее наступления нерестовой температуры воды в реке (8°C).

Низовья Волги, полои (низменные места, затопляемые в половодье),хождение половодья, волжский сток, рыба, рыболовный промысел, нерест, эффективность нереста.

Введение. Волго-Каспийский рыбопромысловый подрайон является важнейшим внутренним рыбохозяйственным водоемом России. На протяжении столетий указанный район отличала высокая продуктивность массовых промысловых видов полупроходных и речных рыб. Так, еще у Сабанеева [1] сказано, что «в низовьях Волги вылавливается ежегодно до 350 миллионов штук, или до 3 миллионов пудов каспийской воблы» (около 48 тыс. т). Такой уровень добычи сохранялся до создания в бассейне Волги Волжско-Камского каскада гидроэлектростанций. Показатель уловов воблы в Волго-Каспийском рыбопромысловом подрайоне в среднем за 1951-1955 гг. составлял 54 тыс. т [2].

Основной нерест полупроходных (лещ, вобла, сазан, судак и др.) и речных рыб Волго-Каспийского промыслового подрайона проходит в нижней зоне Волго-Ахтубинской поймы, а также в центральной дельте Волги. Важность указанных регионов в процессе естественного воспроизводства полупроходных и речных рыб определяется сложившимися на протяжении длительного времени биотопами нерестилищ, где протекают все этапы нерестового цикла.

Создание в бассейне Волги Волжско-Камского каскада гидроэлектростанций привело к сокращению годового стока и глубокой деформации всех его гидрологических характеристик, что особенно наглядно проявляется в период половодья. Существует тенденция к усилению внутригодового перераспределения стока вследствие высоких зимних попусков воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла и пониженных весенних [3]. В то же время известно, что эффективность воспроизводства рыбных запасов в Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги зависит от объема и режима попусков воды и нижний бьеф Волгоградского гидроузла, которые определяют площади, сроки

и продолжительность затопления нерестилищ и в целом размножение рыб [4].

К сожалению, интересы и требования рыбного и сельского хозяйства по использованию водных ресурсов при управлении волжским стоком существенно расходятся с приоритетами энергетиков. Оптимальные условия для энергетического использования ресурсов нижневолжских водохранилищ в весенний период, без учета интересов рыбного и сельского хозяйства, складываются при быстрейшем наполнении водохранилищ до НПУ и попуске половодья при наполненных водохранилищах, а также при недопущении сработки накопленных в водохранилищах запасов воды как в период наполнения, так и после заполнения до НПУ. Такой режим попуска половодья предполагает минимальный паводок, при котором условия для нереста складываются наихудшим образом [5].

В настоящее время при распределении водных ресурсов предпочтение отдается гидроэнергетике. Вследствие дезинтеграции между гидрологическими и биологическими процессами в период нерестового цикла, современная численность полупроходных рыб (вобла, судак, сазан, лещ) по сравнению с 1930-1950-ми годами прошлого века снизилась на 1-2 порядка [2].

Для устранения возникшего дисбаланса необходимо совершенствовать систему управления организацией рыбосельскохозяйственного попуска (т.н. «спецпуска») для обводнения нерестовых и сельскохозяйственных угодий дельты Волги и Волго-Ахтубинской поймы. Спецпуски должны быть приближены по своей гидроэкологической структуре и срокам подачи воды к периоду естественной водности Волги, синхронизированы с развитием температурного режима и биологических процессов, формирующихся в период прохождения нерестового цикла рыб [5].

Показатели дезинтеграции между гидрологическими и биологическими процессами в период нерестового цикла рыб следующие [6]:

- диссонанс между сроками подачи воды в низовья Волги и наступлением нерестовых температур (запаздывание сроков затопления полей);
- увеличенная скорость подъема волны половодья;
- ранняя подача максимальных расходов воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла;
- низкая продолжительность обводнения нерестилищ;
- увеличенная скорость спада волны половодья.

Приведенные выше факторы ближе к качественным, чем к количественным. Для определения степени дисбаланса между гидрологическими и биологическими

процессами, имеющими место в период прохождения нерестового цикла, этого явно недостаточно. Необходим детальный анализ основных характеристик нерестового периода низовьев Волги по годам в течение, по крайней мере, последней пятилетки.

Материал и методы исследований.

В работе использовались сведения по температуре воды, а также графики динамики уровня прохождения половодья в низовьях Волги за 2013-2018 гг. по данным Астраханского водпоста (рис. 1). Принципы анализа соответствия требований к условиям среды основных полупроходных рыб Волго-Каспийского рыбопромыслового подрайона реальным условиям прохождения половодья на Нижней Волге были установлены на основании изучения работ сотрудников Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (ФГУП «КаспНИРХ»), а также других исследований по сходной тематике [1-10].

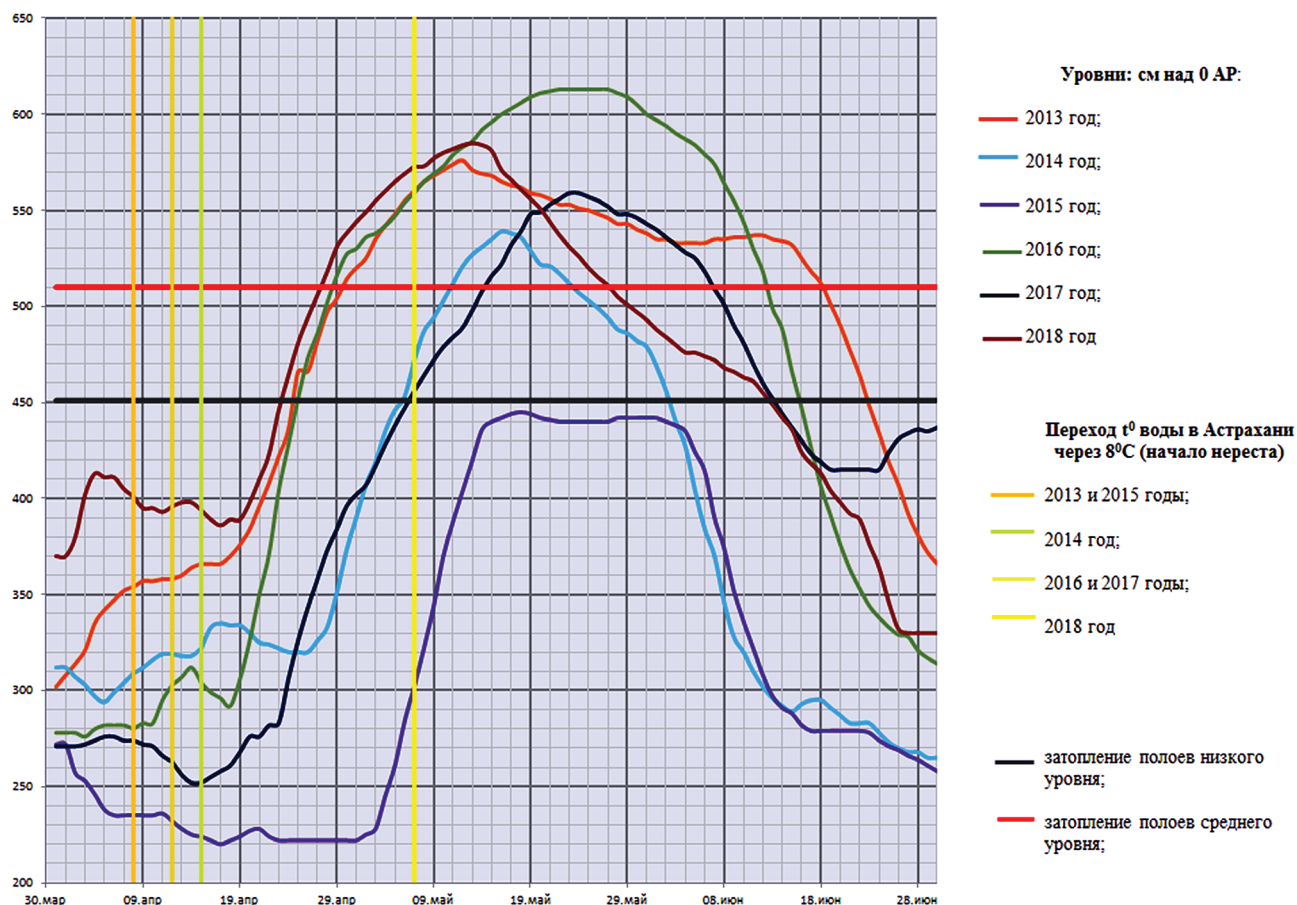


Рис. Динамика уровня прохождения половодья в низовьях Волги по данным Астраханского водпоста, 2013-2018 гг.

Результаты и их обсуждение.

В континентальной подсистеме (дельта Волги и Волго-Ахтубинская пойма) благоприятные по урожайности молоди годы

характеризуются тесной взаимосвязью температурных условий, синхронизированных с наступлением всех фаз половодья, и биологических процессов [6]. Каждому этапу

нерестового цикла соответствуют оптимальные условия температуры и водности. Можно предположить, что неблагоприятные условия, сложившиеся на любом из этапов нерестового цикла, могут отрицательно повлиять на прохождение нереста в целом.

В нерестовом цикле рыб должно соблюдаться соответствие между началом обводнения нерестилищ, наступлением нерестовых температур воды, заходом производителей на полои и степенью подготовленности половых продуктов. Потенциально высокая эффективность нереста формируется только в условиях экологически свойственных данному виду биотопов. В условиях вынужденного нереста на биотопах в речной системе (при запаздывании затопления полов) рыбопродуктивность значительно более низкая, чем в пойменной [7].

Для эффективного обеспечения начального нерестового периода необходимы минимальные по объему, но своевременные по срокам поступления попусков в низовья Волги с тем, чтобы обеспечить частичное обводнение полов низкого уровня заливания, так как основной нерест наиболее массовых видов полупроходных рыб (вобла, лещ, сазан, густера) происходит преимущественно на небольших глубинах [8].

В естественных условиях обводнение нерестилищ начиналось примерно на неделю ранее наступления нерестовой температуры воды в реке (8°C). До захода производителей на нерест вода на полоях (нерестилищах) прогревалась, начинал развиваться кормовой зоопланктон. Происходила своего рода подготовка нерестилищ к приему производителей. В зарегулированный период сроки наступления нерестовых температур, как правило, опережают заливание полов, вследствие чего

потенциально возможная эффективность нереста не реализуется [6].

Плои низовьев Волги условно разделяют на три основные категории:

- низкого уровня – затопление происходит при подъеме уровня воды от 351 до 451 см над «0» рейки (Астраханского водпоста);
- среднего уровня – затапливаются при подъеме воды до отметки 510 см;
- высокого уровня – затопление самых высоких по абсолютным отметкам нерестилищ при уровнях воды выше 510 см [6].

Длительность запаздывания сроков обводнения полов по сравнению со временем наступления нерестовых температур воды представлена в таблице 1.

Из таблицы следует, что затопление полов низкого уровня происходит через 17-29 суток после наступления нерестовых температур, среднего уровня – через 20-37 суток. Исключение составляет 2018 год, отличающийся экстремально холодной весной, когда время наступления нерестовых температур воды (8°C) началось почти на месяц позже многолетнего показателя. При этом затопление полов в указанном году происходило в обычные сроки. Следовательно, на протяжении 5 из 6 проанализированных лет не было соблюдено соответствие между началом обводнения нерестилищ и наступлением нерестовых температур воды, в результате чего нерест происходил в неблагоприятных биотопах и экологических условиях. Кроме того, задержка затопления нерестилищ приводит к скоплению производителей рыб на ограниченных участках полов, а также к единовременному нересту рыб с различной экологией. При этом повышается пищевая конкуренция личинок и снижается коэффициент выживания молоди [9].

Таблица 1

Нарушение соответствия между наступлением нерестовых температур воды и началом обводнения нерестилищ. Астрахань, 2013-2018 гг.

Год	Время наступления нерестовых температур воды (8°C)	Время затопления полов, число, месяц		Запаздывание сроков затопления полов, суток.	
		Низкого уровня (451 см над «0» рейки Астраханского водпоста)	Среднего уровня (510 см над «0» рейки Астраханского водпоста)	Низкого уровня	Среднего уровня
2013	12.04	25.04	30.04	13	18
2014	15.04	06.05	11.05	21	27
2015	09.04	Маловодный год, затапливались не полностью	Маловодный год, не затапливались		
2016	08.04	25.04	28.04	17	20
2017	08.04	07.05	15.05	29	37
2018	07.05	23.04	27.04	-	-

В естественных условиях водности (1931-1955 гг.) подъем волны половодья происходил постепенно, со средней скоростью около 6 см/сутки от начала половодья до отметки – 23,0 м (по рейке Астраханского водпоста) и в среднем составлял около 40 суток. Личинки к моменту наступления проточности успевали достигнуть таких этапов развития, когда они были способны противостоять течению [4].

Согласно Д.Н. Катунину [6], скорость подъема волны половодья в естествен-

ных условиях (1930-1955 гг.) составляла 5,7 см/сутки, подъем волны половодья считается от 351 до 510 см (510 см примерно соответствует отметке –23,0 м над «0» рейки Астраханского водпоста).

После зарегулирования стока скорости подъема полых вод возрастают, при этом на полую поступает не успевшая прогреться вода, что отрицательно влияет на эффективность нереста и развитие молоди (табл. 2).

Таблица 2

Скорость подъема волны половодья в естественных и зарегулированных условиях. Астрахань, 2014-2017 гг.

Год	Время начала отсчета (350 см над «0» рейки Астраханского водпоста), число, месяц	Время окончания отсчета (510 см над «0» рейки Астраханского водпоста, подъем воды на 1,6 м), число, месяц	Длительность подъема волны половодья (сут).		Скорость подъема воды, см/сутки		Отношение скорости подъема воды при зарегулировании к скорости в естественных условиях, %
			в естественных условиях	при зарегулировании	в естественных условиях	при зарегулировании	
2013	17.04*	30.04	40	13	5,7	11,5	202
2014	29.04	11.05	40	13	5,7	12,3	216
2015	Маловодный год, полую низкого уровня затапливались не полностью		40	-	5,7	-	-
2016	21.04	29.04	40	9	5,7	17,8	312
2017	27.04	15.05	40	19	5,7	8,4	148
2018	20.04**	28.04	-	9	5,7	13,8	242

*Время начала отсчета – 360 см над «0» рейки (Астраханского водпоста)

**Время начала отсчета – 400 см над «0» рейки Астраханского водпоста

Согласно таблице 2, скорость подъема волны половодья выше, чем в естественных условиях, в 1,5-3,1 раза, что оказывает неблагоприятное влияние на процесс развития молоди рыб.

При экстремально высоких уровнях воды (–21,80 м, то есть 620 см над «0» рейки Астраханского водпоста и выше) и продолжительном их стоянии (20-30 суток) повсеместно возникает проточность, а пойменная система дельты Волги превращается в речную. Кроме того, предельными отметками уровней воды в дельте Волги в современных условиях стояния уровня моря следует считать –22,20 – –22,10 м, (580-590 см над «0» рейки Астраханского водпоста), выше которых происходит подтопление, а при нагонных ветрах и затопление населенных пунктов в нижней зоне [6].

В естественных условиях водности р. Волги максимальные расходы воды, при которых полую становятся проточными, поступали в низовья в среднем в первой декаде июня. Ко времени наступления проточности воды на полых молодь успевала вырасти

до таких этапов развития, при которых была способна противостоять течению.

После зарегулирования волжского стока сроки прохождения максимальных расходов воды в многоводные годы оказались сдвинутыми на более ранние даты. При этом ранняя проточность полоев снижает урожайность молоди в результате преждевременного выноса ее в реки, а также ухудшения трофических условий на нерестилищах [2].

В течение анализируемых лет высоких уровней половодья, ведущих к проточности полоев, не наблюдалось. Максимальный подъем воды был зафиксирован в 2016 году, в третьей декаде мая, и составил 610 см на продолжении семи дней, как по уровню, так и длительности срока затопления не соответствовал экстремальным значениям (рис. 4).

Одним из ключевых показателей как гидрологического режима, так и экологичности периода половодья служит продолжительность обводнения нерестилищ, обуславливающая сроки нагула молоди рыб, размерно-весовые показатели молоди и ее потенциальную выживаемость.

Самая короткая продолжительность половодья в естественных условиях водности составляла около 60 суток (99% обеспеченность). При этом преобладала (при обеспеченности стока от 5 до 56%) продолжительность обводнения нерестилищ от 71 до 90 суток, что позволяло молодежи наиболее массовых видов полупроходных рыб (вобла, лещ, судак, сазан) достигать жизнестойкой мальковой стадии. Минимальной величиной по продолжительности затопления нерестилищ, необходимой для развития икры и молодежи основных видов полупроходных рыб в период их массового нереста, следует считать 60 суток, в том числе для воблы 50-55 суток, леща и сазана – 60 суток, судака – 65 суток [5]. За этот промежуток вре-

мени молодь достигает мальковой стадии и приобретает инстинкт ската из нерестилищ в речную систему и далее в море.

Из таблицы 3 следует, что продолжительность затопления нерестилищ как низкого, так и, особенно, среднего уровня (за исключением 2013 года) была явно недостаточна для достижения мальками жизнестойкой стадии. Чаще всего затопление нерестилищ составляет срок менее одного месяца, более чем в два раза ниже необходимой продолжительности, после чего наступает спад волны половодья. В результате часть молодежи выносится с уходящей водой в речную систему с более низкой температурой, часть остается во временных пересыхающих водоемах на территории нерестилищ, где погибает.

Таблица 3

Продолжительность затопления нерестилищ. Астрахань, 2014-2017 гг.

Год	Время затопления полоев, число, месяц		Время спада волны половодья, число, месяц		Продолжительность затопления нерестилищ, сут		Поступление максимальных расходов воды (пик половодья), число, месяц	
	Низкого уровня	Среднего уровня	Низкого уровня	Среднего уровня	Низкого уровня	Среднего уровня	В естественных условиях водности	После зарегулирования волжского стока
2013	25.04	30.04	23.06	19.06	59	50	первая декада июня	12.05
2014	06.05	11.05	3.06	24.05	28	13	первая декада июня	16.05
2015	Маловодный год, затапливались не полностью	Маловодный год, не затапливались	Маловодный год, затапливались не полностью	Маловодный год, не затапливались	-	-	первая декада июня	-
2016	25.04	29.04	16.06	13.05	53	46	первая декада июня	21.05
2017	07.05	15.05	14.06	07.06	38	23	первая декада июня	21.05
2018	23.04	27.04	12.06	26.05	51	30	первая декада июня	12.05

*Спад волны половодья до уровня 370 см

Важным показателем эффективности нереста служит срок поступления максимальных расходов воды (пик половодья). В естественных условиях водности пик половодья приходился на первую декаду июня. Сдвиг срока максимальных расходов на более ранние даты, приводящий к выносу молодежи в речную систему с более низкой температурой воды, чем на полях, сопровождается термошоком и гибелью молодежи рыб. Как видно из таблицы 3, в условиях зарегулирования волжского стока пик половодья наступает ближе к середине мая, что неблагоприятно сказывается на продуктивности нерестилищ.

К аналогичному результату приводит высокая скорость спада волны половодья (табл. 4). Скорость спада, имевшая при достаточно длительном сроке обводнения полоев соподчиненное значение [6], при недостаточной продолжительности затопления нерестилищ приобретает решающее значение, так как при высоких скоростях происходит вынос молодежи, не достигшей жизнестойкой мальковой стадии, в речную систему с более низкой температурой воды, что также сопровождается термошоком и гибелью молодежи рыб.

Скорость спада волны половодья в естественных условиях (1930-1955 гг.) составля-

ла 5,9 см/сутки [2]. Четыре года из шести изученных характеризовались значительным (в 1,6-3,0 раза) превышением указанного показателя по сравнению со скоростью спада в естественных условиях. В эти годы значительно увеличивалась вероятность выно-

са молоди, не достигшей мальковой стадии, в речную систему.

Кроме перечисленного, есть еще один очень важный показатель эффективности прохождения нереста – площадь затопления нерестилищ (табл. 5).

Таблица 4

Скорость спада волны половодья в естественных и зарегулированных условиях. Астрахань, 2014-2017 гг.

Год	Время начала отсчета (510 см над «0» рейки Астраханского водпоста), число, месяц	Время окончания отсчета (350 см над «0» рейки Астраханского водпоста, спад воды на 160 см), число, месяц	Длительность спада волны половодья (сут).	Скорость спада воды, см/сутки		Отношение скорости спада воды при зарегулировании к скорости в естественных условиях, %
				в естественных условиях	при зарегулировании	
2013	19.06	29.06*	10	5,9	14,0	237
2014	24.05	08.06	15	5,9	10,7	181
2015	Маловодный год, полои не затопливались	-	-	5,9	-	-
2016	13.06	23.06	9	5,9	17,8	302
2017	07.06	19.06**	19	5,9	7,5	127
2018	26.05	12.06	17	5,9	9,4	160

*Спад волны половодья рассчитан до отметки 370 см над «0» рейки Астраханского водпоста.

**Спад волны половодья рассчитан до отметки 420 см над «0» рейки Астраханского водпоста.

Таблица 5

Зависимость площади затопления отдельных зон дельты Волги (без приморской зоны) от высоты стояния уровня половодья у г. Астрахани («0» в/п равняется –28,00 м БС), по Д.Н. Катунину, 2014 г. [6]

Отметка уровня воды по в/п Астрахань, м БС	Уровень в/п у г. Астрахани, см над 0 по в/п Астрахань, см	Западная часть дельты		Восточная часть дельты		Вся дельта	
		Площадь, км ²	% к общей площади	Площадь, км ²	% к общей площади	Площадь, км ²	% к общей площади
-22,0	600	1889	100	2539	100	4428	100
-22,5	550	1302	69	1866	73	3168	72
-23,0	500	1079	57	1498	59	2577	58
-23,5	450	836	44	981	39	1817	41
-24,0	400	676	36	790	31	1466	33
-24,5	350	571	30	601	24	1172	26
-25,0	300	432	23	406	16	838	19

Как видно из таблицы, площадь нерестилищ восточной части дельты несколько больше, чем западной, особенно это касается нерестилищ среднего и высокого уровня (– 23,5 м и выше). При подъеме воды до отметки – 23,5 м заливается только 41% нерестилищ, что для полноценного нереста явно недостаточно. Кроме того, значительная площадь нерестилищ, почти 30%, находится выше отметки – 22,5 м, что при зарегулировании водотока делает проблематичным нерест на указанных площадях. Даже в годы с высокой водностью длительность затопления нерестилищ высокого уровня недостаточна для получения

жизнеспособной молоди. Известно [10], что сокращение периода половодья определяет как снижение численности молоди в дельте и авандельте Волги, так и уровень ее жизнеспособности, выражающийся, в частности, значительно более низкими размерами на стадии сформировавшихся мальков.

Анализируя нерестовые условия в изучаемые годы, следует отметить, что затопление полоев высокого уровня (– 22,5 м и выше) наблюдалось только в 2016 году в течение месяца, с 06.05. до 10.06. (повышением в 2017 году уровня затопления до –22,5 на 7 дней можно пренебречь).

Следовательно, полностью полои заливались только в многоводный 2016 год, благоприятным для прохождения нереста был также 2013 год. В 2014 г. было затоплено около 40%, в 2017 г. – около 50%. В мало-водный 2015 год отмечено затопление менее 30% нерестовых площадей.

Таким образом, на протяжении шести изучаемых лет наблюдалась дезинтеграция между гидрологическими и биологическими процессами в период нерестового цикла рыб Волго-Каспийского рыбопромыслового подрайона, свидетельствующая о неблагоприятном для рыбного хозяйства использовании водных ресурсов при управлении волжским стоком.

Выводы

Теоретически наличие Волжско-Камского каскада водохранилищ позволяет оптимизировать и экологизировать биогидрологический режим низовий Волги для формирования более высокой урожайности рыб. С целью обеспечения оптимального для нереста гидрологического режима прохождения паводка необходимо приблизить гидроэкологическую структуру спец попусков к периоду естественной водности Волги.

Для этого необходимо соблюдение следующих принципов:

1. Проведение начального этапа обводнения нерестилиц на неделю ранее наступления нерестовой температуры воды в реке (8°C);
2. Соблюдение благоприятного для нереста лимита скорости подъема волны половодья (5,7 см/сутки);
3. Соблюдение благоприятной для нереста длительности подъема волны половодья (до 40 суток);
4. Прохождение максимальных расходов воды не ранее конца III декады мая – начала I декады июня;
5. Соблюдение благоприятной для нереста продолжительности затопления нерестилиц (55-60 суток);
6. Соблюдение благоприятного для нереста лимита скорости спада волны половодья (5,9 см/сутки);
7. Обеспечение затопления, по крайней мере, 60-70% полове.

Библиографический список

1. **Сабанев Л.П.** Собрание сочинений в восьми томах. Т. 2., Изд-во «Физкультура и спорт», М., 1993 г., 567 стр.

2. **Катунин Д.Н.** Ихтиофауна. Оптимальные условия для размножения рыб. / Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VI. Каспийское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. – СПб.: Гидрометеоздат, 1996. – С. 278-282

3. **Катунин Д.Н., Хрипунов И.А., Зайцев А.Ф.** Требования рыбного хозяйства к водному режиму р. Волги. / Современные проблемы промысловой океанологии: тез. докл. VIII Всесоюз. конф. По промысловой океанологии. – Л.: 1990. – С. 257-259.

4. **Алехина Р.П., Финаева В.Г.** Оценка эффективности размножения полупроходных рыб в дельте Волги. / Сб. Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 7-21.

5. **Воропаев Г.В., Исмаилов Г.Х., Федоров В.М.** Проблемы управления водными ресурсами Арало-Каспийского региона. – М.: Наука, 2003. – 427 с.

6. **Катунин Д.Н.** Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги / монография /; Федеральное гос. унитарное предприятие «Каспийский науч.-исслед. ин-т рыбного хоз-ва» (ФГУП «КаспНИРХ»). – Астрахань: ФГУП «КаспНИРХ», 2014г, с. 56-99.

7. **Катунин Д.Н.** Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. Монография. – Астрахань: ФГУП «КаспНИРХ», 2014. – 478 с.

8. **Чугунов Н.Л.** Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района. / ЛГр. Астраханской научной Рыбохозяйственной Станции. Т. VI, вып. 4. – Астрахань: Рыбохозяйственная станция, 1928,.. – 282 с.

9. **Коблицкая А.Ф.** Изучение нереста пресноводных рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 109 с.

10. **Алехина Р.П., Курапов А.А., Финаева В.Г.** Режим весенних попусков и его влияние на ранний онтогенез полупроходных рыб Волго-Каспийского района. / 4-я Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб. Тез. докл. – Мурманск: 1988. – С. 16-18.

11. **Коблицкая А.Ф.** Влияние длительного зарегулирования стока реки и колебаний уровня Каспийского моря на естественное размножение промысловых рыб в устье

вой области Волги. / Экология молодежи и проблемы воспроизводства каспийских рыб: сб. науч. трудов ФГУП «КаспНИРХ». – М.: ВНИРО, 2001. – С. 126-138.

Материал поступил в редакцию 04.06.2018 г.

Сведения об авторах

Жезмер Валентин Борисович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом безопасности ГТС гидростро-

ительного комплекса (ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»), 127550, Москва, ул. Большая Академическая, д.44., корп. 2; тел.: +7(499)1532133, e-mail: v1532133@yandex.ru

Бубер Александр Леонидович, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом Мелиоративно-водохозяйственного комплекса (ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова); 127550, Москва, ул. Большая Академическая, д.44., корп. 2; тел.: +7(499)1531678; e-mail: buber49@yandex.ru, buber@vniigim.ru

V.B. ZHEZMER, A.L. BUBER

Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov», Moscow, Russian Federation

COMPLIANCE OF MODERN INDICATORS OF THE HYDRO ECOLOGICAL REGIME OF THE VOLGA LOW REACHES TO THE BASIC REQUIREMENTS OF THE FISH SPAWNING CYCLE OF THE VOLGA-CASPIAN FISHING SUB-DISTRICT

The Volga-Caspian fishing sub-district is an important domestic fishery reservoir in Russia. For centuries this region has been notable for a high productivity of mass commercial species of semi-anadromous and river fish. The main spawning of semi-anadromous (bream, vobla, carp, pike perch, etc.) and river fish in this sub-district occurs in the lower zone of the Volga-Akhtuba floodplain as well as in the central delta. The creation of the Volga-Kama cascade of hydroelectric power stations in the Volga basin has led to a reduction in the annual flow and deep deformation of all its hydrological characteristics which is especially evident in the flood time. The interests and requirements of the fishery and agriculture on the use of water resources in the management of the Volga runoff substantially differ from the priorities of power engineers who are currently given preference. By comparing the dynamics of the flood level in the Volga lower reaches, according to the Astrakhan water post for 2013-2018, with water requirements for the passage of the spawning cycle, it has been established that not a single year of the six studied was favorable for spawning. Theoretically, the availability of the Volga-Kama cascade of reservoirs makes it possible to optimize the hydrological regime of the Volga lower reaches for the formation of a higher yield of fish. To achieve this goal it is necessary to approximate the hydro ecological structure of water discharge to the period of the natural water content of the Volga. To conducting the initial stage of watering the spawning grounds a week earlier before the onset of the spawning water temperature in the river (8°C).

Lower reaches of the Volga, fish, fisheries, spawning, poloi (low places flooded in high water), passage of high water, Volga runoff, spawning efficiency.

References

1. **Sabaneev L.P.** Sbornik sochinenij v vosjmi tomakh. T. 2., Izd-vo «Fizkultura i sport», M., 1993 g., 567 str.

2. **Katunin D.N.** Ikhtiofauna. Optimalnye usloviya dlya razmnozheniya ryb. // Proekt «Morya». Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morej. T. VI. Kaspijskoe more. Vyp. 2. Gidrokhimicheskie usloviya i okeanologicheskie osnovy formirovaniya biologicheskoy produktivnosti. S.-Pb., Gidrometeoizdat., 1996. S. 278-282.

3. **Katunin D.N., Khripunov I.A., Zajtsev A.F.** Trebovaniya rybnogo khozyajstva k vodnomu rezhimu Volgi. // Sovremennye

problem promyslovoj okeanologii: tez. dokl. VIII Vsesoyuz. Konf. Po promyslovoj okeanologii. – L., 1990 – s. 257-259.

4. **Alekhina R.P., Finaeva V.G.** Otsenka effektivnosti razmnozheniya poluprokhodnykh ryb v delte Volgi. Sb. Ekologiya molodi i problem vosпроизводства kaspijskikh ryb. VNIRO, 1981 S. 7-21.

5. **Voropaev G.V., Ismajylov G.Kh., Fedorov V.M.** Problemy upravleniya vodnymi resursami Aralo-Kaspijskogo regiona. M.: Nauka. 2003, 427 s.

6. **Katunin D.N.** Gidroekologicheskie osnovy formirovaniya ekosistemnykh protsessov v Kaspijskom more i delte reki Volgi / mono-

grafiya /; Federanoe gos. Unitarnoe predpriyatie "Kaspijskij nauch.-issled. in-t rybnogo khoz-va" (FGUP "KaspNIRKH"). – Astrakhan: FGUP "KaspNIRKH", 2014 g, S. 56-99.

7. **Chugunov N.L.** Biologiya molodi promyslovykh ryb Volgo-Kaspijskogo rajona. /LGr. Astrakhanskoy nauchnoj Rybokhozyajstvennoj Stantsii. T. VI, vyp. 4, 1928, 282 s.

8. **Koblitskaya A.F.** Izuchenie neresta presnovodnykh ryb. – M.: Pishchevaya promyshlennost. 1966. – 109 s.

9. **Alekhina R.P., Kurapov A.A., Finaeva V.G.** Rezhim vesennikh popuskov i ego vliyanie na rannij ontogenez poluprokhodnykh ryb Volgo-Kaspijskogo rajona // 4-ya Vsesoyuz. konf. Po rannemu ontogenezu ryb. Tez. dokl. – Murmansk, 1988. – S. 16-18.

10. **Koblitskaya A.F.** Vliyanie dlitel'nogo zaregulirovaniya stoka reki i kolebanij urovnya Kaspijskogo morya na estestvennoe razmnozhenie promyslovykh ryb v ustjevoj oblasti Volgi // Ekologiya molodi i problem

vosproizvodstva kaspijskikh ryb: sb. nauch. Trudov FGUP «KaspNIRKH». M.: VNIRO, 2001. S. 126-138.

The material was received at the editorial office
04.06.2018 g.

Information about the authors

Zhezmer Valentin Borisovich, candidate of agricultural sciences, the leading researcher, head of the department of safety of hydraulic structures of irrigation and drainage complex (FGBNU «VNIIGiM named after A.N. Kostyakov»). Tel / Fax: +7(499)1532133, e-mail: v1532133@yandex.ru

Buber Alexander Leonidovich, Leading Researcher, Head of the Department of Melioration and Water Management Complex (FGBNU VNIIGIM named after A.N. Kostyakov), 127550, Moscow, ul. Bolshaya Akademicheskaya, 44, building. 2; tel.: +7(499)1531678; e-mail: buber49@yandex.ru, buber@vniigim.ru

УДК 502/504:532.592.7

DOI 10.26897/1997-6011/2018-5-30-35

О.Я. МАСЛИКОВА, В.К. ДЕБОЛЬСКИЙ

Институт водных проблем РАН, г. Москва, Российская Федерация

ВОЗДЕЙСТВИЕ СУДОВЫХ ВОЛН НА ДИНАМИКУ БЕРЕГОВОГО СКЛОНА

Воздействие судовых волн на берег, сложенный рыхлыми песчаными отложениями, обуславливает деформации подводного склона. Перенос размывтого грунта волновым потоком в продольном и поперечном направлениях приводит к значительным изменениям морфологических характеристик русла и, в результате, к уменьшению глубин на судовом ходу. С другой стороны, для полноценного проектирования берегозащитных работ требуется знание поведения береговой линии в естественных условиях, установление взаимосвязи между волнами, подходящими к берегу и характеристиками произведенного профиля берега. Предлагается аналитический метод расчета, позволяющий оценить ряд характеристик, достаточно полно отражающий условия динамики прибрежной зоны: параметры поля высот волн, средний волновой уровень, скорость вдольбереговых течений, продольные расходы песчаных наносов с целью выявления оптимальных параметров судового движения. Рассматривается возникновение волн под действием движущихся судов, рассчитывается амплитуда и угол подхода волн к берегу. В результате, зная состав пород, слагающих берег, можно предложить максимальные скорости движения судов как по течению, так и против течения, при которых профиль равновесия берегового склона останется ненарушенным. Можно решать и обратную задачу: зная необходимые скорости движения водного транспорта, создавать искусственные вдольбереговые насыпи, наименее чувствительные к данным воздействиям.

Геофизика, прибрежная зона, русловые процессы, физические процессы, деформации профиля дна.

Введение. При проектировании строящихся гидротехнических объектов, а также

при реконструкции существующих в числе прочего следует учитывать влияние судовых