

Водные биоресурсы и среда обитания
2025, том 8, номер 2, с. 83–94
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2025, vol. 8, no. 2, pp. 83–94
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

Аквакультура и технологии воспроизводства

УДК [639.313:626.887]:556.5 (470.46)

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2025_8_2_83

EDN: QRTGVD



Для цитирования: Пятикопова О.В., Бедрицкая И.Н., Попов Д.А., Сапахова Л.Х. Гидрологические параметры среды при организации садковых рыбоводных хозяйств в Астраханской области. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2025. Т. 8, № 2: 83–94. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2025_8_2_83.

For citation: Pyatikopova O.V., Bedritskaya I.N., Popov D.A., Sapakhova L.Kh. Hydrological parameters of the environment in the context of establishing cage aquaculture facilities in the Astrakhan Region. *Aquatic Bioresources & Environment*. 2025. Vol. 8, no. 2: 83–94. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2025_8_2_83. (In Russian).

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ САДКОВЫХ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. В. Пятикопова*, И. Н. Бедрицкая, Д. А. Попов, Л. Х. Сапахова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань 414056, Россия

*E-mail: pyatikopovaov@kaspnirh.vniro.ru

Аннотация

Введение. Садковое рыбоводство в Астраханской области сталкивается с рядом проблем, в т. ч. со значительной динамичностью гидрологического режима рек и высоким уровнем прогрева воды в летний период. **Актуальность.** Отсутствие утвержденных гидрологических требований к организации садковых рыбоводных хозяйств стало основанием для выполнения соответствующих исследований. **Цель** работы — оценить «узкие места» гидрологического режима, что позволит снизить возможные риски для рыбоводства на этапе планирования садкового хозяйства. **Методы.** Гидрологические исследования проводили с использованием общепринятых методов в апреле, августе и ноябре 2024 г. Определялись такие параметры водной среды, как глубина водотока, скорость течения и температура воды. **Результаты.** Продолжительность периода с температурой воды более 25,0 °С на р. Волге — основном водном объекте региона, питающем многочисленные водотоки дельты, — может составлять около 30 суток (по данным Астраханского ЦГМС), обуславливая необходимость снижения плотности посадки и/или норм кормления объектов аквакультуры, выращиваемых на водных объектах Астраханской области. Результаты определения глубины с учетом особенностей гидрологического режима в регионе и выявленных зон потенциального обмеления в водных объектах Астраханской области

являются основанием для корректировки значений фактической глубины, определяемой в момент проведения предварительных исследований водных объектов для организации садковых хозяйств, в сторону увеличения. Низкие скорости течения, наблюдающиеся на отдельных природных водных объектах, диктуют необходимость тщательного исследования водотоков при формировании рыбоводных участков для садкового хозяйства. **Выводы.** Повышенные естественные температуры водных объектов Астраханской области летом могут являться фактором, ограничивающим садковое выращивание осетровых видов рыб в этот период. Необходимым условием при размещении садков для выращивания осетровых видов рыб является глубина водных объектов не менее 4,0 м (оптимально 5,0 м и более). Скорость течения 0,1 м/с является минимальной необходимой для удовлетворительного функционирования садковых рыбоводных хозяйств в Астраханской области.

Ключевые слова: садковая аквакультура, Астраханская область, рыбоводные хозяйства, гидрологические исследования, скорость течения, температура воды, осетровые

HYDROLOGICAL PARAMETERS OF THE ENVIRONMENT IN THE CONTEXT OF ESTABLISHING CAGE AQUACULTURE FACILITIES IN THE ASTRAKHAN REGION

O. V. Pyatikopova*, I. N. Bedritskaya, D. A. Popov, L. Kh. Sapakhova

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Volga-Caspian Branch of the FSBSI "VNIRO" ("CaspNIRKH"), Astrakhan 414056, Russia*

**E-mail: pyatikopovaov@kaspnirh.vniro.ru*

Abstract

Background. Cage fish farming in the Astrakhan Region faces a number of problems, among which are a considerable variability of the hydrological regime of its rivers and the increased water heat-up in the summer season. **Relevance.** Absence of the established hydrological requirements to the cage aquaculture facilities necessitated relevant studies. The *aim* of this work is to assess the "bottlenecks" of the hydrological regime, which would make it possible to reduce possible risks for cage fish farming at the stage of planning. **Methods.** Hydrological studies were carried out using generally accepted methods in April, August and November 2024. Such parameters of the aquatic environment as the depth of a watercourse, the velocity of a water current, and the water temperature have been identified. **Results.** The duration of the period with water temperature over 25.0 °C in the Volga River—the main water body of the region feeding numerous watercourses of the delta—can be about 30 days (according to the data collected by the Astrakhan Central State Hydrometeorological Service), necessitating the decrease in stocking density and/or feeding rates for the aquaculture targets grown in the water bodies of the Astrakhan Region. Results of depth determination with regard to the specifics of the hydrological regime in the investigated area and identified zones of potential shallowing in the water bodies of the Astrakhan Region provide the basis for adjustment of the actual depth values determined during the preliminary studies of the water bodies considered for cage aquaculture towards their increase. Low velocities of a water current observed at some natural water bodies dictate the need for a thorough investigation of watercourses in the process of establishing the sites suitable for cage fish farming. **Conclusion.** Increased natural temperatures of the water bodies in the Astrakhan Region in summer may be a limiting factor in the cage culture of sturgeon species during this season. The cages used for sturgeon species cultivation require the depth of a water body exceeding 4.0 m (optimally, 5.0 m and more). The water current velocity of 0.1 m/s is the lowest possible for satisfactory operation of cage fish farms in the Astrakhan Region.

Keywords: cage aquaculture, Astrakhan Region, fish farms, hydrological research, water current velocity, water temperature, sturgeons

ВВЕДЕНИЕ

Садковое рыбоводство в Астраханской области, несмотря на относительно малые затраты на организацию рыбоводных хозяйств в этом регионе [1, 2], сталкивается с рядом проблем, ограничивающих развитие аквакультуры данного типа.

Одной из таких проблем является значительная изменчивость гидрологического режима проточных водных объектов, обусловленная естественными причинами и искусственным внутригодовым перераспределением стока [3–8]. Такие параметры, как глубина воды на различных участках русла рек и скорость движения водных масс, подвержены существенным сезонным изменениям с критическим для рыбоводства снижением величин (до 2,0 м и менее 0,1 м/с, соответственно) в период межени на отдельных малых водотоках [9].

Важным фактором является и то, что Астраханская область расположена на юге страны в аридной зоне [10]. В летний период можно выделить в среднем 56 дней, когда отмечается сухая жаркая погода с температурой воздуха 30 °C и более — период так называемого «сухого зноя» [11]. Максимальное официально зарегистрированное значение составляло 41,0 °C [12]. При этом термический режим водотоков низовьев дельты Волги летом обуславливается в основном колебаниями температуры воздуха, в то время как осенью температура воды изменяется исключительно в результате антропогенного воздействия, а весной — под влиянием антропогенных и, в меньшей степени, климатических факторов [13]. Тенденция к повышению температуры и засушливые условия способствуют обмелению рек [14], а относительно длительный период повышенных температур может сказаться на состоянии объектов аквакультуры (в частности, осетровых видов рыб) [15–17], выращиваемых в природных водотоках с применением таких технических средств, как садки.

Отсутствие утвержденных гидрологических требований к организации садковых рыбоводных хозяйств сделало актуальными исследования водных объектов в данном направлении.

С целью оценки «узких мест» гидрологического режима, позволяющей снизить возможные риски для рыбоводства на этапе планирования садкового хозяйства, проведены исследования глубины, скорости течения и температуры воды

водных объектов Астраханской области в местах расположения действующих рыбоводных хозяйств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работы по определению гидрологических параметров среды, отвечающих требованиям садковой аквакультуры, осуществлялись на проточных водных объектах Астраханской области в апреле, августе и ноябре 2024 г. Исследования проводились на трех водотоках — пр. Три Ерика, ер. Хурдун и р. Царев — в районе расположения четырех садковых рыбоводных хозяйств. Общая площадь садков хозяйства, расположенного на пр. Три Ерика, составляла 0,27 га, ер. Хурдун — 0,30 га; на р. Царев площадь садков первого хозяйства (Царев 1) была 0,02 га, второго хозяйства (Царев 2) — 0,01 га. На первых двух хозяйствах (пр. Три Ерика, ер. Хурдун) выращивают осетра русского (*Acipenser gueldenstaedtii*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*), белугу (*Huso huso*), на хозяйстве Царев 1 — стерлядь, на хозяйстве Царев 2 — стерлядь, белугу, бестера. Исследования в районе каждого из четырех хозяйств осуществляли в 6 точках (табл. 1).

Для оценки гидрологического режима определяли три параметра среды: глубину с помощью эхолота Lowrance Elite-5 DSI или ручным лотом, скорость течения на трех горизонтах (поверхностный, 2-метровый — уровень дна садков, придонный) измерителем скорости водного потока ИСВП-ГР-21М1 (диапазон измерения 0,04–5,0 м/с), температуру воды термометром ТМ10-3 (опираясь на РД 52.24.496-2018 Методика измерений температуры, прозрачности и определения запаха воды).

Результаты исследований обработаны в программе Microsoft Excel. Рассчитаны средние значения величин (М), среднеквадратическое отклонение ($\pm\sigma$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Температура воды. Температура воды должна соответствовать экологическим требованиям вида разводимых рыб к температурным условиям выращивания. Это условие является одним из основных при проектировании рыбоводных заводов и хозяйств [18]. В садковых хозяйствах Астраханской области выращивают преимущественно осетровые виды рыб, в связи с чем требо-

Таблица 1. Схема расположения точек исследований относительно садкового хозяйства
Table 1. Location of survey points in relation to the cage farm

№№ точек исследования / No. of survey points					
1	2*	3	4	5	6
Расположение точки относительно садкового хозяйства Location of a point in relation to the cage farm					
500 м выше по течению	в непосредственной близости от садкового хозяйства, 50 м ниже по течению	300 м ниже по течению	500 м ниже по течению	800 м ниже по течению	1000 м ниже по течению
500 m upstream	in the immediate vicinity of the cage farm, 50 m downstream	300 m downstream	500 m downstream	800 m downstream	1000 m downstream
Примечание: * В непосредственной близости от садкового хозяйства Note: * In the immediate vicinity of the cage farm					

вания к температуре воды рассматривали исходя из видового состава объектов садковой аквакультуры региона с учетом преобладания таких видов, как осетр русский (*Acipenser gueldenstaedtii*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*), белуга (*Huso huso*), гибриды осетровых (бестер, стербел, ролик). По данным ряда авторов, оптимальная для выращивания осетровых температура воды в летний период составляет 18,0–25,0 °С и не должна превышать 25,0–28,0 °С [18, 19]. Для активного роста рыбе требуется температура 18,0–22,0 °С [20, 21]. Зона сублетальных значений температуры для молоди и взрослых особей осетровых приходится на диапазон 29,0–35,0 °С [22].

Исследования температурного режима водных объектов Астраханской области 2024 г. показали, что ограничивающим фактором при выращивании осетровых в садках выступал достаточно высокий прогрев поверхностных вод в летний период — до 24,5–27,0 °С. Зарегистрировано, что в районе расположения садков, находящихся на р. Царев и ер. Хурдун, температура воды на глубине 2 м (уровень дна садков) достигала 25,5 °С (рис. 1).

В 2024 г., по данным Астраханского ЦГМС «Росгидромет», период устойчивых высоких температур (выше 25,0 °С) на основном водном объекте Астраханской области (р. Волга), питающем дельтовые водотоки, длился около месяца —

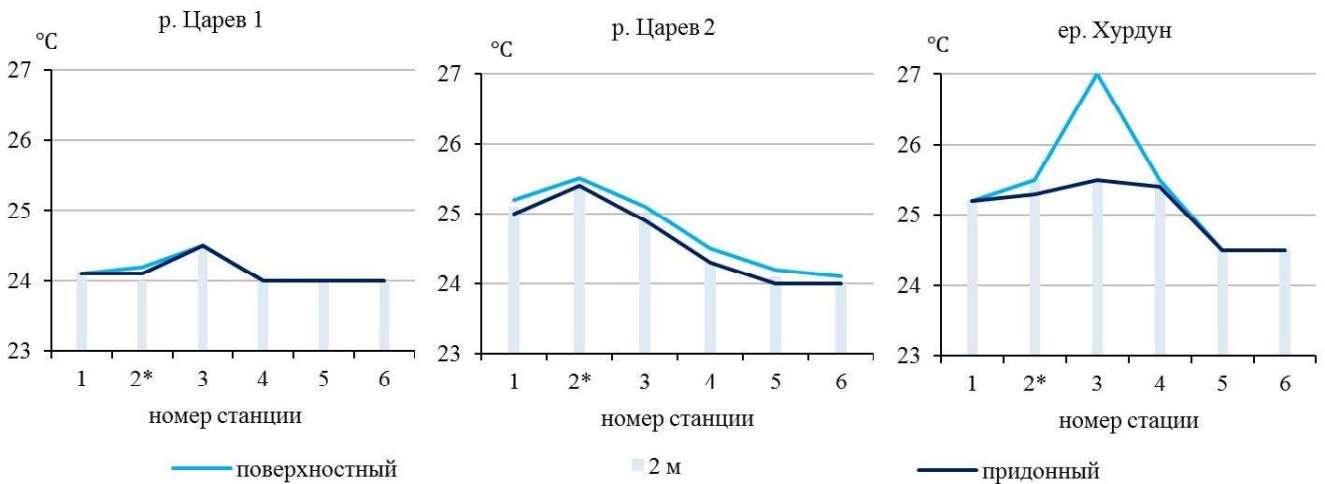


Рис. 1. Температурный режим воды исследуемых участков природных водных объектов Астраханской области в летний период. * В непосредственной близости от садкового хозяйства

Fig. 1. Thermal regime of water in the investigated areas of the natural water bodies of the Astrakhan Region in the summer season (the surface depth horizon is indicated by the blue line, the bottom depth horizon is indicated by the dark blue line, and the 2-meter depth horizon is indicated by the light blue columns).
* In the immediate vicinity of the cage farm

приблизительно от середины июля до середины августа. При этом выявленные факты гомотермии в верхнем слое воды (от поверхности до 2 м) на исследованных водных объектах свидетельствовали об относительно неудовлетворительных температурных условиях (выше 25,0 °C) для содержания осетровых видов рыб в садках в это время.

При высокой температуре воды процессы метаболизма идут быстро, а содержание кислорода в воде падает, что ограничивает возможности рыб в усвоении корма [15]. Тепловой стресс ослабляет иммунную систему рыб, и у осетровых видов рыб (*Acipenser*) увеличивается уязвимость к инфекциям [16].

Для улучшения состояния выращиваемых объектов аквакультуры при высокой температуре обычно снижают плотность посадки особей и количество корма (сухие гранулированные корма) вплоть до его отмены. Так, при повышении температуры воды до 25,0–26,0 °C суточную норму кормления снижают на 30 %, при дальнейшем повышении до 28,0 °C — на 50 %, до 29,0–30,0 °C — на 70 % [21]. В период повышенных температур на фоне снижения интенсивности питания может происходить снижение темпа роста массы.

Глубина. Что касается глубины природных водотоков, то необходимым условием при размещении садков, по мнению авторов, является глубина, при которой расстояние от нижней части садка до дна водоема составляет не менее 2,0 м (оптимально —

3,0 м и более). Соблюдение данного условия позволяет снизить риски для рыбоводного хозяйства при ухудшении гидрохимического режима в месте его деятельности; так, сокращение расстояния между садком и дном водоема может способствовать образованию застойных зон непосредственно под садками, особенно при низкой скорости течения. Кроме того, водные объекты Астраханской области являются местом нереста, нагула и миграций рыб [23, 24], и увеличение расстояния от нижней границы садков до дна позволит минимизировать степень воздействия хозяйств на жизнедеятельность гидробионтов природных популяций.

Глубина исследуемых водотоков в течение года может изменяться достаточно значительно — от 1,0 до 10,0 м. Это происходит не только вследствие наличия половодного и меженного периодов, но и в результате попусков воды с Волгоградской ГЭС в течение года, а также проведения дноуглубительных работ частными лицами. Совокупность этих факторов приводит к постоянному изменению рельефа дна и образованию мелководных и глубоководных участков с территориально изменчивым расположением.

Выявленные факты обмеления отдельных зон водных объектов Астраханской области (до 1,0–2,0 м) со стойким сохранением таких глубин в летне-осеннюю межень указывают на малопригодность данных участков для садкового рыбоводства (рис. 2).

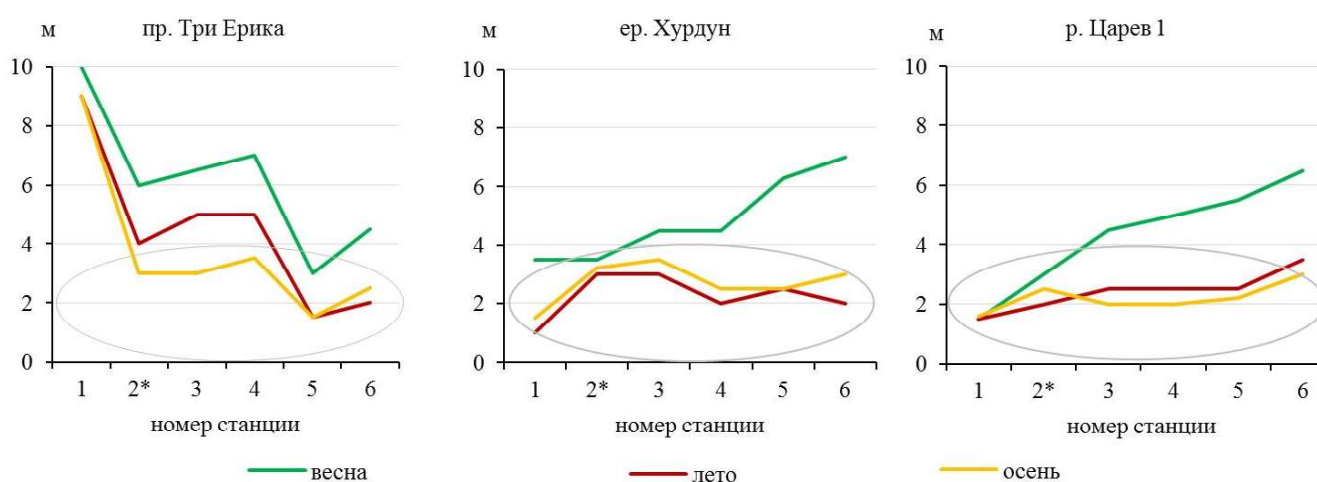


Рис. 2. Динамика глубины участков природных водных объектов Астраханской области в районе расположения садковых хозяйств. * В непосредственной близости от садкового хозяйства

Fig. 2. Depth dynamics of the natural water bodies at the cage farm locations in the Astrakhan Region (the spring season is indicated by green, the summer season is indicated by red, and the autumn season is indicated by yellow). * In the immediate vicinity of the cage farm

В контексте сложившейся ситуации при определении глубины на этапе планирования садковых рыбоводных хозяйств также необходимо учитывать межгодовую специфику водного режима водотоков региона, в частности, наличие повторяющихся периодов маловодья. Также в 2024 г. было зарегистрировано кратковременное (8 суток) снижение уровня воды в р. Волге у г. Астрахань до 200 см и менее. Продолжительность подобного снижения 10 дней и более свидетельствовала бы о возникновении такого опасного явления, как «низкая межень» [25].

Учитывая вышесказанное, можно предположить, что глубину водотока, определенную в период межени как 3,0 м при отметке уровня воды 243 см (по водопосту г. Астрахань), условно можно считать удовлетворительной для установки садков с высотой погружной части 2,0 м. Однако при падении уровня воды до критического (например, до отметки 193 см) глубина может составить 2,5 м. В этом случае произойдет сокращение расстояния между нижней частью садка и дном природного водного объекта до 50 см, что сделает данный участок водотока непригодным для организации или эксплуатации садкового хозяйства.

Ввиду вышеперечисленных особенностей водного режима р. Волги требуется корректировка значения фактической глубины, определяемой в момент проведения предпроектных исследований при организации садковых рыбоводных хозяйств, в сторону увеличения. Таким образом,

минимальной необходимой глубиной водотоков при установке садков с высотой погружной части 2,0 м является глубина не менее 3,5 м, а учитывая потенциальную возможность ухудшения гидрологического режима — 4,0 м, причем она должна охватывать не менее 2/3 площади рыбоводного участка.

При выполнении этих условий мобильные конструкции садков (с использованием понтонов) в периоды значительного изменения уровня воды дают возможность перемещения садковых линий (в границах рыбоводного участка) в места с более благоприятными условиями для выращивания объектов аквакультуры.

Скорость течения. Наиболее благоприятные условия для садкового содержания рыбы создаются в проточных водоемах при значениях скорости течения 0,1–0,5 м/с [1].

В среднем скорость течения в природных водотоках отвечала требованиям садкового рыбоводства (более 0,1 м/с) только на ер. Хурдун и в районе расположения второго садкового хозяйства на р. Царев (табл. 2).

При этом динамика изменения скорости течения различалась как на протяжении рассматриваемых участков водотоков, так и по горизонтам исследований. Более высокую скорость течения регистрировали у поверхности водных объектов, в то время как по направлению ко дну значения снижались. В сезонном аспекте, снижение скорости движения водных масс отмечено в период летней межени, особенно в придонном горизонте (рис. 3).

Таблица 2. Средняя скорость течения на исследуемых водных объектах Астраханской области в районе расположения садковых хозяйств

Table 2. Average water current velocity at the cage farm locations in the investigated water bodies of the Astrakhan Region

Горизонт Depth horizon	Пр. Три Ерика Tri Erika (Three Yeriks) channel	Ер. Хурдун Khurdun Yerik (channel)	Р. Царев 1 Tsarev River 1	Р. Царев 2 Tsarev River 2
	М(±σ)			
Поверхностный, м/с Surface horizon, m/s	0,04(±0,03)	0,15(±0,06)	0,08(±0,09)	0,17(±0,09)
2 м, м/с 2 m, m/s	0,02(±0,03)	0,07(±0,06)	0,05(±0,06)	0,07(±0,06)
Придонный, м/с Bottom horizon, m/s	0,04(±0,06)	0,05(±0,05)	0,03(±0,06)	0,07(±0,05)
М(±σ)	0,03(±0,04)	0,09(±0,07)	0,06(±0,08)	0,10(±0,08)
Глубина, м Depth, m	4,8(±2,6)	3,3(±1,5)	3,0(±1,5)	5,2(±1,5)

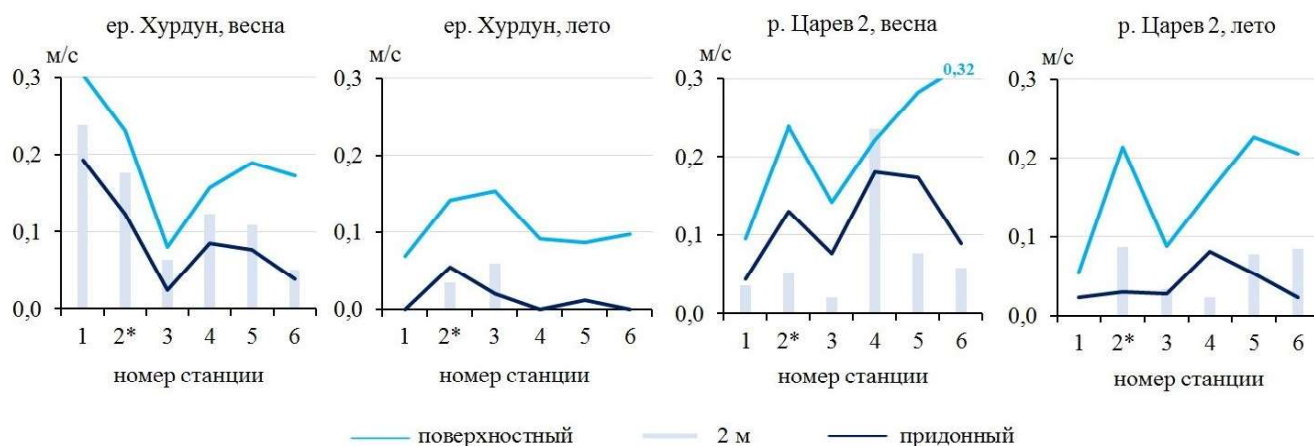


Рис. 3. Сезонная динамика скорости течения на исследуемых участках ер. Хурдун и р. Царев 2 в районе расположения садковых хозяйств. * В непосредственной близости от садкового хозяйства

Fig. 3. Seasonal dynamics of water current velocity at the cage farm locations in the investigated sites of the Khurdun Yerik (channel) and Tsarev River 2 (the surface depth horizon is indicated by the blue line, the bottom depth horizon is indicated by the dark blue line, and the 2-meter depth horizon is indicated by the light blue columns). * In the immediate vicinity of the cage farm

Учитывая, что глубина садков для выращивания осетровых видов рыб на большинстве хозяйств составляет 2 м, скорость течения на данном горизонте является важным параметром. В ряде случаев зарегистрировано снижение ее значений относительно поверхности водотоков, что может создать неудовлетворительные условия водообмена в садках.

Отдельные водотоки характеризовались скоростью течения, не отвечающей потребностям

садкового рыболовства (менее 0,1 м/с). В частности, на рассматриваемом участке пр. Три Ерика независимо от сезона исследований в отдельных точках регистрировали резкое снижение скорости движения водных масс до 0,0 м/с (рис. 4).

Кроме того, установлено, что скорость течения может изменяться и по мере удаления от береговой линии по направлению к стрежени водотоков — как правило, с увеличением значений параметра.

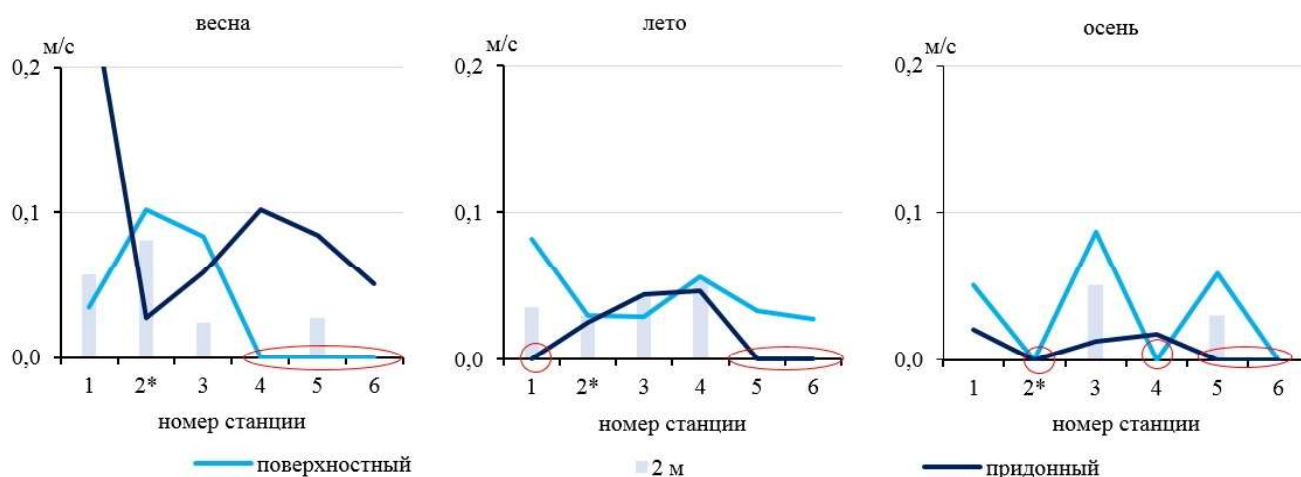


Рис. 4. Сезонная динамика скорости течения исследуемого участка пр. Три Ерика в районе расположения садкового хозяйства. * В непосредственной близости от садкового хозяйства

Fig. 4. Seasonal dynamics of water current velocity at the cage farm location in the investigated site of the Tri Erika (Three Yeriks) channel (the surface depth horizon is indicated by the blue line, the bottom depth horizon is indicated by the dark blue line, and the 2-meter depth horizon is indicated by the light blue columns). * In the immediate vicinity of the cage farm

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате гидрологических исследований водных объектов Астраханской области (пр. Три Ерика, ер. Хурдун, р. Царев) определено, что:

Температура воды более 25,0 °С на водных объектах Астраханской области может длиться около 30 суток (с середины июля до середины августа), что обуславливает необходимость снижения плотности посадки при зарыблении садков и/или корректировки норм кормления выращиваемых объектов аквакультуры. Длительный прогрев воды летом в условиях гомотермии является фактором, ограничивающим выращивание осетровых видов рыб в садках в естественных водных объектах в этот период.

Глубина водных объектов при размещении садков должна составлять не менее 4,0 м (оптимально 5 м и более). Выявленные факты обмеления отдельных зон водных объектов Астраханской области, наличие меженного периода, повторение периодов маловодных лет, факты снижения уровня воды в р. Волге, близкого по продолжительности к гидрологической метке опасного явления «низкая межень», являются основанием для корректировки значений фактической глубины, определяемой в момент проведения предварительных исследований водных объектов при организации садковых хозяйств.

Скорость течения 0,1 м/с является минимальной необходимой для удовлетворительного функционирования садковых рыбоводных хозяйств в Астраханской области.

Нивелировать неблагоприятные для выращивания объектов аквакультуры условия гидрологического режима позволяет использование понтонных конструкций садковых линий за счет их мобильности и возможности перемещения как по продольной, так и по поперечной оси русла водного объекта.

Тщательная оценка гидрологических параметров на этапе предпроектного исследования водных объектов с целью организации садковой аквакультуры позволит минимизировать риски для рыбоводных хозяйств при их дальнейшем функционировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магомаев Ф.М. Товарное рыбоводство. Астрахань: Изд-во Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, 2007. 600 с.

2. Васильева Л.М., Судакова Н.В., Пищенко Е.В. Товарное осетроводство в России (обзор). *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2024. Т. 18, № 12 (227): 834–849. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2412-01>.
3. Шашков С.Н., Лурье М.В. Разработка проекта Схемы комплексного использования и охраны водных объектов, включая НДВ, бассейна реки Волга [С-11-01]. Кн. 1. Общая характеристика бассейна реки Волга. Государственный контракт № 9-ФБ от 14.04.2011 г. М.: Изд-во Нижне-Волжского бассейнового водного управления, ВЕД, 2011. 180 с.
4. Поляков А.В., Пономарев С.В., Конькова А.В. Гидролого-гидрохимический режим водоема как лимитирующий фактор при выращивании рыбы в садках. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2016. № 1: 70–76.
5. Шубин М.А. Экологическое состояние прибрежных территорий Волго-Ахтубинской поймы. *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : матер. IV Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. (с. Соленое Займище, 28 февраля 2019 г.)*. Соленое Займище: Изд-во Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, 2019: 3–9. <https://doi.org/10.26150/PAFNC.2019.45.557-1-001>.
6. Баканева А.А., Конев С.В. Мониторинг гидрологического режима реки Волга в Черноморском районе Астраханской области. *Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : матер. IV Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. (с. Соленое Займище, 28 февраля 2019 г.)*. Соленое Займище: Изд-во Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН, 2019: 30–32. <https://doi.org/10.26150/PAFNC.2019.45.557-1-007>.
7. Лардыгина Е.Г. Основные изменения гидрологических условий половодий на Нижней Волге. *Каспий XXI века: пути устойчивого развития : матер. Междунар. науч. форума (г. Астрахань, 19–20 февраля 2020 г.)*. Астрахань: Изд-во Астраханского государственного университета, Издательский дом «Астраханский университет», 2020: 219–222.
8. Лардыгина Е.Г., Шипулин С.В. Трансформация волжского стока в многолетнем аспекте. *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2023. Т. 17, № 2 (205): 88–99. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2302-02>.
9. Пятикопова О.В., Бедрицкая И.Н., Дьякова С.А., Попов Д.А., Тарасова О.Г., Макарова Е.В., Минакова Е.В., Жаткина О.В., Кашин Р.Д. Особенности условий садкового рыбоводства Астраханской области на примере р. Хурдун. *Известия ТИПРО*. 2024. Т. 204, № 3: 670–682. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2024-204-670-682>.

10. Тютюма Н.В., Булахтина Г.К. Проблема опустынивания аридной зоны Астраханской области в условиях изменения климата и повышенного антропогенного воздействия. *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2016. № 67: 68–70.
11. Колчин Е.А., Бармин А.Н. Климатические особенности Астраханской области как условие для развития отдыха и рекреации. *Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма : матер. III Междунар. Интернет-конф. (г. Орел, 23 января – 23 апреля 2009 г.)*. Орел: Изд-во Орловского государственного технического университета, изд-во Государственного университета — учебно-научно-производственного комплекса, 2009: 454–457.
12. Погода и климат : справочно-информационный портал. 2004–2025. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 25.03.2025).
13. Благова Ю.А. Оценка влияния климатических и антропогенных факторов на изменение температурного режима водотоков низовьев дельты Волги. *Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях*. 2019. № 3: 21–27.
14. Гравшенкова А.В., Некозырева М.В., Безуглова М.С. Климат Астраханской области в условиях современного глобального потепления. *Куражсковские чтения : матер. II Междунар. науч.-практ. конф. (г. Астрахань, 18–21 мая 2023 г.)*. Астрахань: Изд-во Астраханского государственного университета имени В.Н. Татищева, 2023: 379–381.
15. Васильева Л.М., Юсупова А.З., Щербатов С.А. Особенности кормления молоди русского осетра, выращиваемой в садках от активной личинки. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*. 2014. № 2 (2): 19–26.
16. Писаренко А.В., Писаренко Н.Б. Теплоустойчивость разных видов рыб товарной аквакультуры. *Достижения науки и техники АПК*. 2024. Т. 38, № 9: 82–94. https://doi.org/10.53859/02352451_2024_38_9_82.
17. Бахарева А.А., Сергазиева О.Д., Калита Т.Л., Пономарев А.К. Физиологическое состояние стерляди в условиях садковых и бассейновых хозяйств. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2024. № 2: 57–64. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-57-64>.
18. Портная Т.В. Рыбоводство в естественных водоемах : учеб.-метод. пособие. Горки: Изд-во Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2022. 214 с.
19. Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство. М.: Мир, 2004. 456 с.
20. Маммаев М.А., Шихшабеков М.М., Рабазанов Н.И., Курбанов М.С., Мирзаханов М.К., Маммаев Р.М. Влияние экологических факторов на рыбоводно-биологические показатели осетровых в условиях замкнутого цикла водоснабжения в аридных условиях. *Аридные экосистемы*. 2018. Т. 24, № 1 (74): 95–100.
21. Силованова А.Н., Косенко С.В. Влияние нескольких экологических факторов на смертность при выращивании осетровых в бассейнах с замкнутым циклом водоснабжения. *Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии : сб. тр. науч.-практ. конф. науч. общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета (г. Новосибирск, 9–14 декабря 2019 г.)*. Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос», 2020: 72–78.
22. Голованов В.К., Голованова И.Л. Температурный оптимум и верхняя температурная граница жизнедеятельности осетровых видов рыб. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2015. № 3: 110–118.
23. Никитин Э.В. Видовой состав, качественные характеристики и численность личинок рыб на нерестилищах нижней зоны Волго-Ахтубинской поймы в 2014–2017 гг. *Актуальные проблемы биоразнообразия и биотехнологии : матер. II Междунар. науч.-практ. конф. (г. Астрахань, 21 февраля 2023 г.)*. Астрахань: Изд-во Астраханского государственного университета имени В.Н. Татищева, 2023: 152–164.
24. Лепилина И.Н., Коноплева И.В., Сафаралиев И.А., Войнова Т.В., Раков А.М. Особенности нерестовых миграций проходных видов рыб Каспийского моря через морской судоходный канал за период 2001–2022 гг. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2024. Т. 7, № 1: 34–50. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2024_7_1_34.
25. Перечень опасных природных гидрометеорологических явлений (ОЯ) на территории ответственности ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС». URL: <https://yugmeteo.donpac.ru/export/sites/default/galleries/docs/criteria.pdf> (дата обращения 25.03.2025).

REFERENCES

1. Magomayev F.M. Tovarnoe rybovodstvo [Commercial fish farming]. Astrakhan: Kaspiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rybnogo khozyaystva [Caspian Scientific Research Institute of Fisheries] Publ., 2007. 600 p. (In Russian).
2. Vasilyeva L.M., Sudakova N.V., Pishchenko E.V. Tovarnoe osetrovodstvo v Rossii (obzor) [Commercial sturgeon farming in Russia (review)]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo [Fish Breeding and Fisheries]*.

2024. Vol. 18, no. 12 (227): 834–849. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2412-01>. (In Russian).
3. Shashkov S.N., Lurye M.V. Razrabotka proekta Skhemy kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob"ektov, vlyuchaya NDV, basseyna reki Volga [S-11-01]. Kn. 1. Obshchaya kharakteristika basseyna reki Volga. Gosudarstvennyy kontrakt N 9-FB ot 14.04.2011 g. [Development of the project Schemes for comprehensive exploitation and protection of water bodies, including norms of allowed exposure, for the Volga River Basin [S-11-01]. Book 1. General characterization of the Volga River Basin. State Contract No. 9-FB dated April 14, 2011]. Moscow: Nizhne-Volzhskoe basseynovoe vodnoe upravlenie [Lower Volga Basin Water Administration] Publ., VED, 2011. 180 p. (In Russian).
 4. Polyakov A.V., Ponomarev S.V., Konkova A.V. Gidrologo-gidrokhimicheskiy rezhim vodoema kak limitiruyushchiy faktor pri vyrashchivaniy ryby v sadkakh [Hydrological and hydrochemical regime of a water body as a limiting factor in cage fish breeding]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry]*. 2016. No. 1: 70–76. (In Russian).
 5. Shubin M.A. Ekologicheskoe sostoyanie pribrezhnykh territoriy Volgo-Akhtubinskoy poymy [Ecological status of the coastal areas of the Volga–Akhtuba Floodplain]. In: *Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskie aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya : materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy Internet-konferentsii (s. Solenoe Zaymishche, 28 fevralya 2019 g.) [Current ecological status of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature exploitation. Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Internet Conference (Solenoe Zaymishche, 28 February, 2019)]*. Solenoe Zaymishche: Prikaspiyskiy agrarnyy federal'nyy nauchnyy tsentr RAN [Caspian Agrarian Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences] Publ., 2019: 3–9. <https://doi.org/10.26150/PAFNC.2019.45.557-1-001>. (In Russian).
 6. Bakaneva A.A., Konev S.V. Monitoring gidrologicheskogo rezhima reki Volga v Chernoyarskom rayone Astrakhanskoy oblasti [Monitoring of the hydrological regime of the Volga River in the Chernoyarsk District of the Astrakhan Region]. In: *Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskie aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya : materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy Internet-konferentsii (s. Solenoe Zaymishche, 28 fevralya 2019 g.) [Current ecological status of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature exploitation. Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Internet Conference (Solenoe Zaymishche, 28 February, 2019)]*. Solenoe Zaymishche: Prikaspiyskiy agrarnyy federal'nyy nauchnyy tsentr RAN [Caspian Agrarian Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences] Publ., 2019: 30–32. <https://doi.org/10.26150/PAFNC.2019.45.557-1-007>. (In Russian).
 7. Lardygina E.G. Osnovnye izmeneniya gidrologicheskikh usloviy polovodiy na Nizhney Volge [Main changes in hydrological conditions of flood in the Lower Volga]. In: *Kaspiy XXI veka: puti ustoychivogo razvitiya : materialy Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma (g. Astrakhan', 19–20 fevralya 2020 g.) [Caspian Sea of the 21st century: Directions of sustainable development (Astrakhan, 19–20 February, 2020)]*. Astrakhan: Astrakhanskiy gosudarstvennyy universitet [Astrakhan State University] Publ., Izdatel'skiy dom “Astrakhanskiy universitet” [Publishing House “Astrakhan University”], 2020: 219–222. (In Russian).
 8. Lardygina E.G., Shipulin S.V. Transformatsiya volzhskogo stoka v mnogoletnem aspekte [Transformation of Volga River runoff in multiyear aspect]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo [Fish Breeding and Fisheries]*. 2023. Vol. 17, no. 2 (205): 88–99. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2302-02>. (In Russian).
 9. Pyatopkova O.V., Bedritskaya I.N., Dyakova S.A., Popov D.A., Tarasova O.G., Makarova E.V., Minakova E.V., Zhatkina O.V., Kashin R.D. Osobennosti usloviy sadkovogo rybovodstva Astrakhanskoy oblasti na primere r. Khurdun [Features of environments for cage fish farming in the Astrakhan Region on example of the Khurdun River]. *Izvestiya TINRO [Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography]*. 2024. Vol. 204, no. 3: 670–682. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2024-204-670-682>. (In Russian).
 10. Tyutyuma N.V., Bulakhtina G.K. Problema opustynivaniya aridnoy zony Astrakhanskoy oblasti v usloviyakh izmeneniya klimata i povyshennogo antropogennogo vozdeystviya [Problem of desertification of the arid zone of the Astrakhan Region in the context of climate change and increased anthropogenic pressure]. *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN [Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*. 2016. No. 67: 68–70. (In Russian).
 11. Kolchin E.A., Barmin A.N. Klimaticheskie osobennosti Astrakhanskoy oblasti kak uslovie dlya razvitiya otdykha i rekreatsii [Climate features of the Astrakhan Region as a condition for development of recreational infrastructure]. In: *Strategiya razvitiya industrii gostepriimstva i turizma : materialy III Mezhdunarodnoy Internet-konferentsii (g. Orel, 23 yanvarya – 23 aprelya 2009 g.) [Development strategy in hospitality and tourism industry. Proceedings of the 3rd International Internet Conference (Orel,*

- 23 January – 23 April, 2009)]. Orel: Orlovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet [Orel State Technical University] Publ., Gosudarstvennyy universitet — uchebno-nauchno-proizvodstvennyy kompleks [State University — Education-Science-Production Complex] Publ., 2009: 454–457. (In Russian).
12. Pogoda i klimat : spravочно-informatsionnyy portal [Weather and climate. Reference and information portal]. 2004–2025. Available at: <https://www.pogodaiklimat.ru/> (accessed 25.03.2025). (In Russian).
 13. Blagova Yu.A. Otsenka vliyaniya klimaticheskikh i antropogennykh faktorov na izmenenie temperatur-nogo rezhima vodotokov nizov'ev del'ty Volgi [Assessment of the influence of climatic and anthropogenic factors on the changes in the thermal regime of the watercourses in the Lower Volga Delta]. *Monitoring sostoyaniya prirodnkh kompleksov i mnogoletnie issledovaniya na osobo okhranyaemykh prirodnkh territoriyakh* [Monitoring of the Status of Complex Natural Systems and Long-Term Research in the Specially Protected Natural Areas]. 2019. No. 3: 21–27. (In Russian).
 14. Gravshenkova A.V., Nekozyreva M.V., Bezuglova M.S. Klimat Astrakhanskoy oblasti v usloviyakh sovremennogo global'nogo potepleniya [The climate of the Astrakhan Region in the conditions of modern global warming]. In: *Kurazhskovskie chteniya : materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (g. Astrakhan', 18–21 maya 2023 g.) [Kurazhskovsky Readings. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (Astrakhan, 18–21 May, 2023)]. Astrakhan: Astrakhanskiy gosudarstvennyy universitet imeni V.N. Tatishcheva [Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev] Publ., 2023: 379–381. (In Russian).
 15. Vasilyeva L.M., Yusupova A.Z., Shcherbatov S.A. Osobennosti kormleniya molodi russkogo osetra, vyrashchivaemoy v sadkakh ot aktivnoy lichinki [Peculiarities of feeding the Russian sturgeon juveniles, grown up in cages from the active larva]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK — produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex — Healthy Food Products]. 2014. No. 2 (2): 19–26. (In Russian).
 16. Pisarenko A.V., Pisarenko N.B. Teploustoychivost' raznykh vidov ryb tovarnoy akvakul'tury [Thermal stability of different types of commercial aquaculture fish]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agroindustrial Complex]. 2024. Vol. 38, no. 9: 82–94. https://doi.org/10.53859/02352451_2024_38_9_82. (In Russian).
 17. Bakhareva A.A., Sergazieva O.D., Kalita T.L., Ponomarev A.K. Fiziologicheskoe sostoyanie sterlyadi v usloviyakh sadkovykh i basseynovykh khozyaystv [The physiological state of sterlet in the conditions of cage and basin farms]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry]. 2024. No. 2: 57–64. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-57-64>. (In Russian).
 18. Portnaya T.V. Rybovodstvo v estestvennykh vodoe-makh : uchebno-metodicheskoe posobie [Fish culture in natural water bodies. Study and methodology guide]. Gorki: Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya [Belarusian State Agricultural Academy] Publ., 2022. 214 p. (In Russian).
 19. Privezentsev Yu.A., Vlasov V.A. Rybovodstvo [Pisciculture]. Moscow: Mir [World], 2004. 456 p. (In Russian).
 20. Mammaev M.A., Shikhsabekov M.M., Kurbanov M.S., Mirzakhanov M.K., Mammaev R.M., Rabazanov N.I. Impact of ecological factors on fishery-biological parameters of acipenserids under arid conditions of a closed water supply cycle. *Arid Ecosystems*. 2018. Vol. 8, no. 1: 78–81. <https://doi.org/10.1134/S2079096118010079>.
 21. Silovanova A.N., Kosenko S.V. Vliyanie neskol'kikh ekologicheskikh faktorov na smertnost' pri vyrashchivании osetrovykh v basseynakh s zamknutym tsiklom vodosnabzheniya [Effect of some ecological factors on the mortality rate in the context of cultivating the sturgeon species in recirculating aquaculture systems]. In: *Problemy biologii, zootehnii i biotekhnologii : sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii nauchnogo obshchestva studentov i aspirantov biologo-tekhnologicheskogo fakul'teta* (g. Novosibirsk, 9–14 dekabrya 2019 g.) [Problems of biology, zootechnics and biotechnology. Proceedings of the Scientific and Practical Conference of the Science Society for the Students and Undergraduates of the Biology and Technology Faculty (Novosibirsk, 9–14 December, 2019)]. Novosibirsk: Izdatel'skiy tsentr Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta “Zolotoy kolos” [Publishing Center of the Novosibirsk State Agrarian University “Golden Spike”], 2020: 72–78. (In Russian).
 22. Golovanov V.K., Golovanova I.L. Temperaturnyy optimum i verkhnyaya temperaturnaya granitsa zhiznedeatelnosti osetrovykh vidov ryb [Temperature optimum and upper temperature limit of sturgeons vital activity]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry]. 2015. Vol. 3: 110–118. (In Russian).
 23. Nikitin E.V. Vidovoy sostav, kachestvennye kharakteristiki i chislennost' lichinok ryb na nerestilishchakh nizhney zony Volgo-Akhtubinskoy poymy v 2014–2017 gg. [Species composition, qualitative characteristics and number of fish larvae on spawning grounds of the lower zone of the Volgo-Akhtubin Floodplain in 2014–2017]. In: *Aktual'nye problemy biorazno-*

- obraziya i biotekhnologii : materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Astrakhan', 21 fevralya 2023 g.)* [Current problems of biodiversity and biotechnology. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (Astrakhan, 21 February, 2023)]. Astrakhan: Astrakhanskiy gosudarstvennyy universitet imeni V.N. Tatishcheva [Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev] Publ., 2023: 152–164. (In Russian).
24. Lepilina I.N., Konopleva I.V., Safaraliev I.A., Voinova T.V., Rakov A.M. Osobennosti nerestovykh migratsiy prokhodnykh vidov ryb Kaspiyskogo morya cherez morskoy sudokhodnyy kanal za period 2001–2022 gg. [Distinctive features of the spawning migrations of the Caspian anadromous fish species through a sea shipping canal in 2001–2022]. *Vodnye biore-sursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment]. 2024. Vol. 7, no. 1: 34–50. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2024_7_1_34. (In Russian).
25. Perechen' opasnykh prirodnykh gidrometeorologicheskikh yavleniy (OYa) na territorii otvetstvennosti FGBU “Severo-Kavkazskoe UGMS” [List of dangerous natural hydrometeorological phenomena (DPh) on the territory within the area of responsibility of Federal State Budgetary Institution “North Caucasian Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring”. Available at: <https://yugmeteo.donpac.ru/export/sites/default/galleries/docs/criteria.pdf> (accessed 25.03.2025). (In Russian).

Об авторах:

Пятикопова Ольга Викторовна, кандидат биологических наук, начальник центра аквакультуры Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1), ORCID 0000-0003-4974-6623, pyatikopovaov@kaspnirh.vniro.ru

Бедрицкая Ирина Николаевна, кандидат биологических наук, заведующая сектором товарной аквакультуры Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1), ORCID 0000-0002-4734-9918, bedritskayain@kaspnirh.vniro.ru

Попов Дмитрий Алексеевич, ведущий инженер сектора товарной аквакультуры Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1), ORCID 0009-0002-7491-5134, popovda@kaspnirh.vniro.ru

Сапахова Людмила Хайржановна, старший специалист сектора товарной аквакультуры Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1), ORCID 0009-0008-5033-5147, sapahovalh@kaspnirh.vniro.ru

Поступила в редакцию 27.03.2025

Поступила после рецензии 20.05.2025

Принята к публикации 23.05.2025

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант.

Received 27.03.2025

Revised 20.05.2025

Accepted 23.05.2025

Conflict of interest statement

The authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.