

А. В. Поляков, С. В. Пономарёв, А. В. Конькова

ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДОЕМА КАК ЛИМИТИРУЮЩИЙ ФАКТОР ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ В САДКАХ

Приведены результаты исследований, свидетельствующие о значительном влиянии гидролого-гидрологического режима на нормальное функционирование садковых хозяйств, особенно в регионах с нестабильным уровнем воды. Как правило, колебания водного слоя в таких регионах носят хронический характер. В подобных условиях у выращиваемых рыб снижаются защитные свойства организма, что влечет за собой развитие патологических процессов. Для предотвращения развития подобных процессов у рыб разработан и апробирован комплекс мероприятий по предотвращению и уменьшению негативного влияния гидрологического режима как лимитирующего фактора при разведении осетровых садковым способом в проточных русловых водоемах Астраханской области. С целью оценки влияния гидролого-гидрохимического режима водоема на деятельность садковых линий проведено комплексное изучение осетровых рыб и условий их обитания в садковом комплексе крестьянско-фермерского хозяйства, расположенного в Астраханской области на р. Хурдун. Одним из самых значительных факторов, значительно влияющих на работу исследуемого садкового комплекса, являлся уровень воды и связанная с ним скорость течения. В период весеннего паводка уровень воды в реке поднимался постепенно, тем не менее были зарегистрированы и периоды резкого подъема воды, провоцировавшего кратковременное, но значительное увеличение скорости течения. При увеличении скорости течения выращиваемую рыбу потоком с силой прижимало к стенке садка, отмечалось ее сильное беспокойство, потоком воды вымывался с кормовых днищ садков корм. Для устранения вышеуказанного негативного влияния были разработаны и проведены такие мероприятия, как передвижение плавучих модулей посредством перетяжки крепёжных тросов, а также использование бонового заграждения и полотна из нетканого материала.

Ключевые слова: садковое хозяйство, осетровые рыбы, гидролого-гидрохимический режим, лимитирующий фактор, русловые водоемы, температура воды, уровень воды, физиологическое состояние, аквакультура, Астраханская область.

Введение

В рамках реализации государственных программ по развитию сельского хозяйства в целом и рыбохозяйственного комплекса в частности Правительством Российской Федерации поставлены первоочередные задачи, решение которых будет способствовать обеспечению продовольственной независимости России [1–3]. Приоритетным направлением являются поиск и внедрение малозатратных и высокоэффективных методов ведения аквакультуры, среди которых наиболее перспективным является способ выращивания водных биологических объектов в садковых линиях.

Преимущества ведения данного типа хозяйства заключаются в сокращении затрат на капитальное строительство (садки располагаются непосредственно в водоеме, на берегу возводятся лишь вспомогательные сооружения, такие как склады, кормокухня, лаборатория, административные помещения), в связи с чем под садковый комплекс не требуется изъятие значительных площадей земли, уменьшаются также затраты на потребление электроэнергии, необходимой для принудительного водообмена, и затраты на приобретение кормов, т. к. в садках рыбы могут использовать часть кормовых ресурсов водоема [4, 5].

Одним из способов постановки садковых модулей является размещение плавучей, передвижной конструкции в русловых проточных водоемах. Русловые проточные водоемы имеют свои характерные особенности, как положительные, так и негативные, лимитирующие культивацию гидробионтов. Так, существуют определенные риски при разведении рыбы в садках, связанные с гидрологическим режимом водоема, на котором установлен садковый комплекс. Данная проблема касается в первую очередь регионов с нестабильным гидрологическим уровнем в течение вегетационного периода выращивания гидробионтов. Один из них – Волго-Каспийский регион, гидрологический режим водоемов которого во многом определяется стоком

р. Волги. Известно, что возведение и функционирование каскада водохранилищ на р. Волге значительно повлияли на ее гидрологический уровень: весенние попуски не всегда ведутся с учетом нужд рыбохозяйственной отрасли и подчас обосновываются исключительно потребностями энергетической сферы, что проявляется в некорректных и непрогнозируемых сроках и продолжительности сбросов воды, а также в ее недостаточном объеме [6]. Последний факт существенно сказывается на рыбной отрасли региона в целом и в том числе может повлиять на деятельность получивших здесь широкое распространение садковых хозяйств, расположенных на открытых участках реки [7]. Несомненно, садковые линии имеют определенную мобильность, обеспечивающую нормализацию условий выращивания (возможность передвижения садков для увеличения глубины, улучшения проточности и т. п.). Однако, при резких колебаниях уровня, приуроченных к началу или наблюдаемых во время попусков воды, рыбоведам садковых комплексов необходимо использовать определенный алгоритм действий для устранения негативных последствий, вызванных неблагоприятным гидрологическим режимом, и оптимизации деятельности хозяйства в целом. Таким образом, целью нашего исследования явилась оценка влияния гидролого-гидрохимического режима водоема как лимитирующего фактора при выращивании рыбы в садках. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- проанализировать гидролого-гидрохимический режим водоема в период выращивания рыб;
- изучить поведенческие реакции и физиологическое состояние объектов выращивания в благоприятных и экстремальных условиях выращивания;
- разработать и внедрить план мероприятий, способствующих оптимизации деятельности садкового хозяйства при нестабильном гидролого-гидрохимическом режиме.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили результаты комплексного изучения осетровых рыб и условий их обитания в садковом комплексе крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ), расположенного в Астраханской области на р. Хурдун (западнее с. Икрыное и северо-восточнее с. Боркино) в 2015 г. Объектом исследования явилась молодь стерляди в возрасте 1–2 года средней массой $160,0 \pm 70,0$ г. Определение морфометрических показателей выращиваемых гидробионтов осуществлялось согласно методикам проведения полного биологического анализа рыб [8]. Для контроля условий выращивания рыб подекадно определялись следующие показатели воды: уровень, температура, рН, содержание кислорода, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, скорость течения [9], учитывались основные требования к месту установки садков [10]. В течение всего периода исследований проводили клиническое и патологоанатомическое обследование выращиваемых рыб. Сбор и обработку ихтиопатологического материала выполняли по общепринятым методикам [11, 12].

Результаты исследований

В период исследований гидролого-гидрохимический режим водоема в районе установки садков в определенные месяцы был нестабилен. В течение всего времени проведения работ большинство показателей воды соответствовало требованиям, предъявляемым к качеству воды при выращивании товарных осетровых рыб (табл.).

Гидролого-гидрохимические показатели воды при выращивании товарных осетровых на садковой линии в вегетационный период 2015 г.

Показатель	Единица измерения	Нормативные требования [9]	Показатели за период выращивания рыбы (с апреля по октябрь 2015 г.)	
			Средние показатели	Интервал
Кислород	мг/л	Не менее 5	$9,17 \pm 0,36$	7,60–11,30
Активная реакция среды	–	7,0–9,0	$8,24 \pm 0,07$	7,90–8,60
Азот аммонийный	мг/л	До 0,5	$0,17 \pm 0,01$	0,13–0,22
Азот нитритный	мг/л	До 0,1	$0,03 \pm 0,01$	0,02–0,04
Азот нитратный	мг/л	До 2,0	$1,31 \pm 0,06$	0,90–1,60
Скорость течения	м/с	0,2–0,5	$0,32 \pm 0,06$	0,20–0,50

В течение всего периода наблюдений отмечался благоприятный температурный и кислородный режим водоема (рис. 1). Так, средний показатель содержания растворенного в воде кислорода за период выращивания рыбы составил $9,17 \pm 0,36$ мг/л, при этом уровень кислорода не

опускался ниже 7,6 мг/л, что указывало на благоприятные условия для развития и роста рыб. При повышении температуры воды, достигшей максимальных показателей в августе, регистрировали понижение (тем не менее находившееся в оптимальном диапазоне) уровня кислорода, что в целом закономерно.

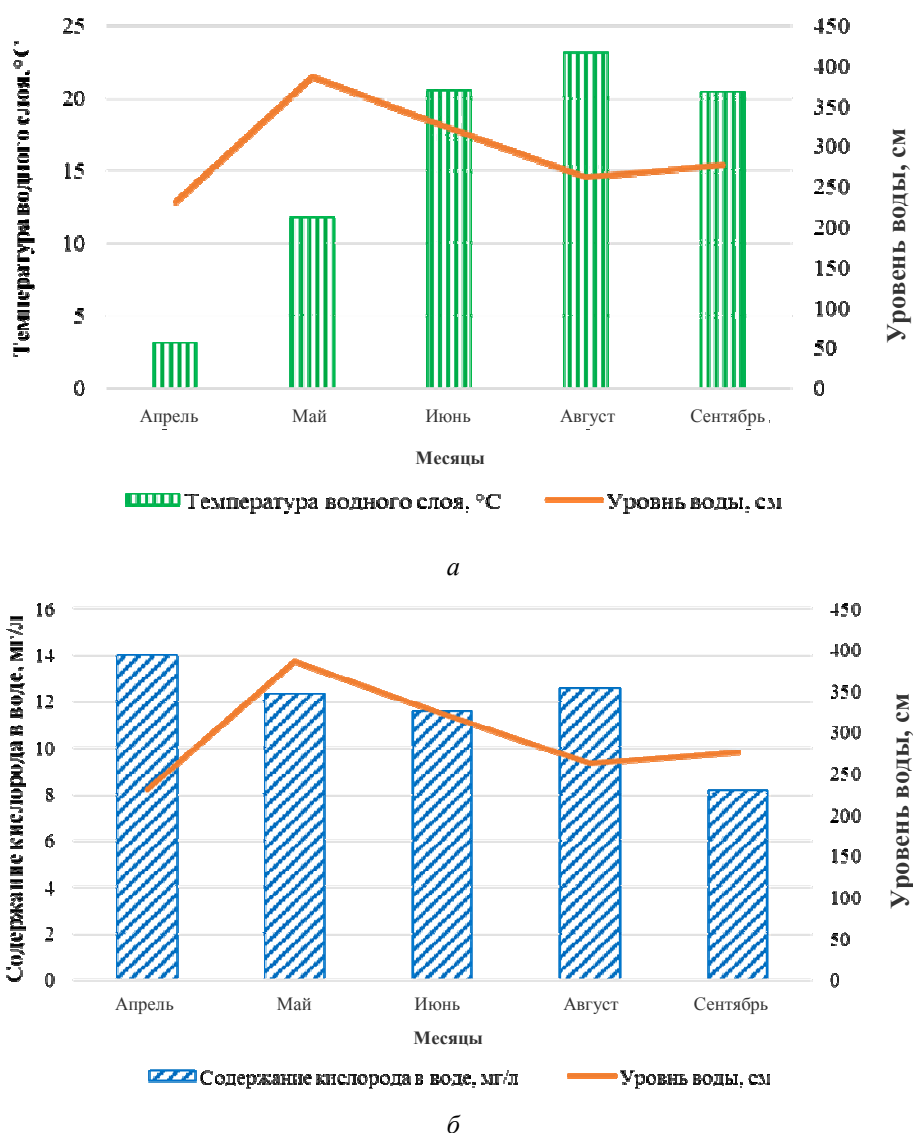


Рис. 1. Изменения: *а* – температуры; *б* – содержания кислорода на фоне колебаний уровня воды в период выращивания стерляди в КФХ в 2015 г.

Однако были отмечены и некоторые факторы, значительно влиявшие на работу садкового комплекса: уровень воды, который в 2015 г. в районе садкового комплекса с середины апреля начал повышаться и достиг своего максимума к последней декаде мая – первой декаде июня (рис. 1), и связанная с ним скорость течения. В период весеннего паводка уровень воды в р. Хурдун поднимался постепенно, тем не менее были зарегистрированы и периоды резкого подъема воды, провоцировавшего кратковременное, но значительное увеличение скорости течения. В это время происходил смыв слабоминерализованных и богатых органическими веществами почвенно-поверхностных вод, способствовавших взмучиванию воды, а также размыв и затопление береговой линии, вымывание отмершей и засохшей растительности, попадавшей в водный поток и уносившейся с ним. Интенсивность водного потока увеличивалась от берега к середине русла водоема.

При увеличении скорости течения выращиваемую рыбу потоком с силой прижимало к стенке садка. Молоди стерляди постоянно приходилось держаться на плаву (что увеличивало ее энергозатраты на преодоление течения), в противном случае она заваливалась на бок, не в силах преодолеть водный напор. Во время паводка потоком воды также вымывался с кормовых днищ садков и корм. Особенно сильно подверглись негативному воздействию садки № 1–6, расположенные первыми по ходу течения (рис. 2).

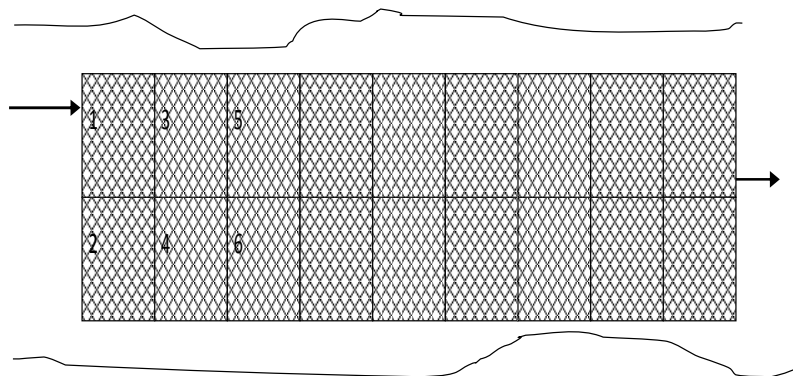


Рис. 2. Схема садковой линии для выращивания осетровых рыб (стрелками указано направление течения)

При систематическом клиническом осмотре молоди стерляди была выявлена, как уже отмечалось выше, скученность рыбы на одном участке садка и ее сильное беспокойство. Наиболее ослабленные особи имели истощенный вид, плохо потребляли корм, в некоторых случаях теряли равновесие и заваливались на бок. Ввиду того, что первые шесть садков испытывали максимальную негативную нагрузку, количество ослабленных рыб в них по сравнению с оставшимися садками было выше в несколько раз.

При патологоанатомическом вскрытии у рыб, обследованных во всех садках, отмечено угнетение дыхательной, кроветворной и пищеварительной систем, с той лишь разницей, что у рыб в первых шести садках патологии, имевшие большую степень тяжести, выявлены у 5,0 % рыб, а в остальных нарушения отмечены единично и с низкой степенью проявления. Следует отметить, что ослабленные рыбы практически не питались: наполняемость желудочно-кишечного тракта составляла менее 5,0 %, в большинстве случаев желудки и кишечника данных особей были пустыми. Связано это было с тем, что рыба теряла много энергии на постоянное преодоление течения, сильный поток, прижимавший ее к стенкам конструкции, препятствовал осуществлению маневров при погружении на глубину в поисках кормовых объектов. При отсутствии корма стерлядь совершала глотательные движения и заглатывала с поверхности пузырьки газа, что вызывало у нее сильное газообразование (пузырьки газа отмечены на протяжении всего желудочно-кишечного тракта).

Все вышеуказанные нарушения явились причиной снижения выживаемости молоди стерляди и увеличения продолжительности периода достижения товарной массы. Некоторые из ослабленных рыб не смогли справиться со сложившимся течением и, ввиду истощения резервов организма, погибли. Однако постоянный контроль за гидролого-гидрохимическим режимом водоема, за поведением рыбы, ее физиологическим состоянием позволил оперативно отреагировать на сложившуюся ситуацию и в короткие сроки разработать и внедрить комплекс мероприятий, позволяющих нормализовать работу садкового хозяйства.

При разведении осетровых рыб в садковых модулях, для устранения и уменьшения негативного влияния гидрологических факторов, главным образом влияния резкого перепада уровня воды и вызванного им повышения скорости течения, были разработаны и применены на практике следующие мероприятия.

1. Плавающий садковый модуль передвигался поперек русла реки посредством перетяжки крепёжных тросов. Это позволило уменьшить скорость течения и выбрать оптимальную глубину водного слоя. Передвижение модуля осуществлялось путем его приближения к береговой

линии. Таким образом, рыбоводная плавучая конструкция устанавливалась в месте, где интенсивность водного потока была слабее. С прекращением паводка и снижением уровня воды модуль возвращался обратно на оптимальную глубину.

2. Перед садками устанавливалось боновое ограждение, состоящее из сети, фала и бுவ. Данное ограждение осуществляло защиту рыбоводного модуля от перемещаемых в водных массах сорных предметов, отмершей растительности, фрагментов древесины и других инородных тел. С определенной периодичностью, по мере засорения, происходила очистка ограждения, в ходе которой применялись деревянные 4-метровые шесты и маломерное плавучее средство.

3. За лицевые стенки модуля (первые ряды) заводилось полотно из нетканого материала – агротекса, используемого в земледелии для укрытия и мульчирования сельскохозяйственных культур. Данное мероприятие позволило сократить давление водного потока и препятствовало загрязнению садков мелкими фрагментами инородных тел – сорных предметов, отмершей растительности, частей древесины. По мере загрязнения и ввиду наличия механических повреждений использованное полотно заменялось новым.

Проведение вышеуказанных мероприятий способствовало стабилизации гидрологических показателей и улучшению физиологического состояния выращиваемых объектов: молодь стерляди снова стала равномерно распределяться по всей площади садка, ее не прибивало к стенкам, потребляемость пищи возросла, полностью прекратился отход. За несколько дней нормальное функционирование работы садкового хозяйства возобновилось.

Заключение

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о значительном влиянии гидрологического режима на функционирование садковых хозяйств, особенно в регионах с нестабильным уровнем воды. Как правило, колебания водного слоя в таких регионах носят хронический характер, в ряде случаев амплитуда колебаний имеет аномальные или экстремальные значения. В подобных условиях у выращиваемых рыб снижаются защитные свойства организма, что влечет за собой развитие патологических процессов. Для предотвращения развития подобных процессов у рыб разработан комплекс мероприятий по предотвращению и уменьшению негативного влияния гидрологического режима как лимитирующего фактора при разведении осетровых садковым способом в проточных русловых водоемах Астраханской области.

Предложенные методы позволяют в короткий срок и без лишних затрат оптимизировать работу садкового хозяйства в условиях нестабильного гидрологического режима открытого водоема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: <https://www.astrobl.ru/sources/press-sluzhba-zamestitelya-predsedatelya-pravitelstva-astrahanskoj-oblasti-po-socialnoy>.
2. *О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса»*. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 314 (в редакции от 18 декабря 2014 г. № 1416) // URL: <http://base.garant.ru/70826800/#help>.
3. *О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы (с изменениями и дополнениями)*. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 19 декабря 2014 г. N 1421) // URL: <http://base.garant.ru/70210644/#friends>.
4. *Михеев П. В.* Садковое рыбное хозяйство на водохранилищах / П. В. Михеев, Е. В. Мейснер. М.: Пищ. пром-сть, 1970. 158 с.
5. *Александров С. Н.* Садковое рыбное хозяйство / С. Н. Александров. М.: АСТ, 2005. 75 с.
6. *Лардыгина Е. Г.* Основные черты гидролого-гидрохимического режима нижнего течения р. Волги и западной части Северного Каспия (2006–2011 гг.) / Е. Г. Лардыгина, Н. В. Галушкина, Е. А. Кравченко, Л. В. Дегтярева, Н. Н. Головатых // Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море: сб. науч. тр. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2012. С. 119–122.
7. *Тяпугин В. В.* Сокращение сроков созревания самок белуги и русского осетра в садках на товарном хозяйстве ООО АРК «Белуга» Астраханской области / В. В. Тяпугин, Л. М. Васильева. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (20–22 ноября 2012 г.). Воронеж, 2012. С. 55–59.
8. *Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 375 с.

9. Пономарев С. В., Магомаев Ф. М. Осетроводство на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Ф. М. Магомаев. Махачкала: Экспо-экспресс, 2011. 244 с.
10. Мусселиус В. А. Лабораторный практикум по болезням рыб / В. А. Мусселиус, В. Ф. Ванятинский, А. А. Вихман и др.: под ред. В. А. Мусселиус. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. 296 с.
11. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. Л.: Наука, 1985. 121 с.
12. РД.52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 264 с.

Статья поступила в редакцию 13.01.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Поляков Александр Владимирович – Россия, 414014, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура»; asp76@list.ru.

Пономарёв Сергей Владимирович – Россия, 414014, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; с-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы»; kafavb@yandex.ru.

Конькова Анна Владимировна – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; научный сотрудник лаборатории ихтиопатологии; avkonkova@rambler.ru.



A. V. Polyakov, S. V. Ponomarev, A. V. Konkova

HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL REGIME OF WATER BODY AS A LIMITING FACTOR IN CAGE FISH BREEDING

Abstract. The results of the studies showing the significant influence of hydrological and hydrochemical regime on the normal functioning of cage farms, especially in the regions with unstable water level, are represented. As a rule, oscillations of the water layer in such regions are of a chronic nature. In such conditions, farmed fish reduces the protective properties of the organism, which entails the development of pathological processes. To prevent the development of similar processes in fish, a set of activities aimed at preventing and reducing the adverse effects of the hydrological regime as a limiting factor in the cage breeding of sturgeon in the running run-of-river water bodies of the Astrakhan region was developed and tested. To evaluate the effect in hydrological regime of the reservoir on the activities of cage lines, a comprehensive study of sturgeon as well as the conditions of their habitat in the cage complex on peasant farming located in the Astrakhan region on the river Hoordun was conducted. One of the most significant factors that notably influenced the work of the investigated cage complex is the water layer and the flow rate associated with it. During spring flood the water level in the river rose slowly. Nevertheless, boom times of water rising provoking a short, but significant increase in the flow rate were registered. Due to increasing the flow velocity the farmed fish was strongly pressed against the wall of the cage and its strong disturbance was noticed. The feed was washed away by the water flow from the bottom forage. To eliminate the above mentioned negative impact, there have been developed and implemented such measures as the replacement of floating modules by means of fastening the ropes and the use of booms and webs of non-woven materials.

Key words: cage farming, sturgeon, hydrological and hydro-chemical regime, limiting factor, run-of-river reservoirs, water temperature, water level, physiological state, aquaculture, Astrakhan region.

REFERENCES

1. Available at: <https://www.astrobl.ru/sources/press-sluzhba-zamestitelya-predsedatelya-pravitelstva-astrahanskoy-oblasti-po-socialnoy>.
2. O vnesenii izmenenii v gosudarstvennuiu programmu Rossiiskoi Federatsii «Razvitie rybokhoziaistvennogo kompleksa» [On introduction of the changes into the state program of the Russian Federation "Development of fishery complex"]. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15 apreliia 2014 g. № 314* (v redaktsii postanovleniia Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 18 dekabria 2014 g. № 1416). Available at: <http://base.garant.ru/70826800/#help>.
3. O Gosudarstvennoi programme razvitiia sel'skogo khoziaistva i regulirovaniia rynkov sel'skokhoziaistvennoi produktsii, syr'ia i prodovol'stviia na 2013–2020 gody (s izmeneniiami i dopolneniiami) [On the State program of the development of agriculture and regulation of markets of agriculture, raw materials and products for 2013–2020 (with amendments and supplements)]. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14 iuliia 2012 g. N 717* (v redaktsii ot 19 dekabria 2014 g. N 1421). Available at: <http://base.garant.ru/70210644/#friends>.
4. Mikheev P. V., Meisner E. V. *Sadkovoie rybovodnoie khoziaistvo na vodokhranilishchakh* [Cage fishery farm in the water bodies]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1970. P. 10–20.
5. Aleksandrov S. N. *Sadkovoie rybovodstvo* [Cage fishery]. Moscow, AST, 2005. 75 p.
6. Lardygina E. G., Galushkina N. V., Kravchenko E. A., Degtiareva L. V., Golovatykh N. N. Osnovnye cherty gidrologo-gidrokhimicheskogo rezhima nizhnego techeniia r. Volgi i zapadnoi chasti Severnogo Kaspiia (2006–2011 gg.) [Basic feature of hydrological and hydro-chemical regime of the lower stream of the river Volga and the western part of the Northern Caspian (2006–2011)]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia v nizov'iakh reki Volgi i Kaspiiskom more. Sbornik nauchnykh trudov*. Astrakhan, KaspNIRKh, 2012. P. 119–122.
7. Tiapugin V. V., Vasil'eva L. M. Sokrashchenie srokov sozrevaniia samok belugi i russkogo osetra v sadkakh na tovarnom khoziaistve OOO ARK «Beluga» Astrakhanskoi oblasti [Reduction of the terms of maturing the females of beluga and Russian sturgeon in the cages in the commercial farm Ltd AFC "Beluga" in the Astrakhan region]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (20–22 noiabria 2012 g.)*. Voronezh, 2012. P. 55–59.
8. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [Guidelines on fish study (mainly freshwater)]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 375 p.
9. Ponomarev S. V., Magomaev F. M. *Osetrovodstvo na intensivnoi osnove* [Sturgeon breeding on an intensive basis]. Makhachkala, Ekspo-ekspres Publ., 2011. 244 p.
10. Musselius V. A., Vaniatinskii V. F., Vikhman A. A. i dr. *Laboratornyi praktikum po bolezniam ryb* [Laboratory practice on fish diseases]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1983. 296 p.
11. Bykhovskaia-Pavlovskaiia I. E. *Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniiu* [Fish parasites. Guidelines on studying]. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 121 p.
12. RD.52.10.243-92. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu morskikh vod* [Guidelines on chemical analysis of sea waters]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1993. 264 p.

The article submitted to the editors 13.01.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Polyakov Alexander Vladimirovich – Russia, 414014, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Water Bioresources and Aquaculture"; asp76@list.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Russia, 414014, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; kafavb@yandex.ru.

Konkova Anna Vladimirovna – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fishery; Research Scientist of the Laboratory of Ichthyopathology; avkonkova@rambler.ru.

