

УДК 639.3, 639.3.043

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ РАДУЖНОЙ  
ФОРЕЛИ НА ТРЕТЬЕМ ЭТАПЕ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО  
СТАДА В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Е. И. Хрусталеv, К. А. Молчанова, О. Е. Гончаренко, Г. Г. Серпуниv, С. В. Шибаев

IMPLEMENTATION OF THE RATIONED FEEDING SYSTEM OF RAINBOW  
TROUT ON THE THIRD STAGE OF FORMATION OF THE REPLACEMENT  
BREEDING STOCK IN RAS

E. I. Khrustalyov, K. A. Molchanova, O. E. Goncharenok, G. G. Serpunin,  
S. V. Shibaev

Данных о научных исследованиях или производственном опыте по реализации технологии разведения радужной форели в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) в нашей стране нет. Вместе с тем накопленный нами за длительный период времени опыт разведения и выращивания радужной форели в садках, а канального сома, тилапии, клариевого сома, судака в УЗВ позволяет разработать технологию формирования ремонтно-маточного стада радужной форели и его эксплуатации в УЗВ. Важнейшим составляющим элементом вышеуказанной технологии является система нормированного кормления. В настоящей статье рассматриваются результаты реализации этой системы на третьем этапе формирования ремонтно-маточного стада форели в установках замкнутого водоснабжения (данные о первой и второй генерациях радужной форели опубликованы ранее [1, 2]). Оценка эффективности кормления ремонтного поголовья и производителей форели подтверждает положительное влияние абиотических условий, количества и качества кормов на усвоение питательных веществ. Наименьшие значения кормового коэффициента (0,6-0,9) наблюдались в период нагула младшевозрастного ремонта. Увеличение этого показателя в возрасте сеголетков-годовиков до 1,1-1,3 может быть связано с перестройкой метаболизма и отвлечением части энергии питательных веществ кормов на развитие половых органов. На фоне снижения температуры воды от 17 до 13 °С проявилась сбалансированность с ростом и развитием половых органов. Подтверждением этому явилось созревание у всех производителей половых продуктов в декабре. Таким образом, в условиях УЗВ действие абиотических и биотических факторов, находящихся на уровне оптимальных значений, способствует эффективной реализации системы нормированного кормления ремонтного поголовья и производителей радужной форели. При этом подтверждено повышение эффективности усвоения питательных веществ искусственных кормов по мере углубления доместикации форели в условиях УЗВ.

*УЗВ, радужная форель, производители, ремонтно-маточное стадо, кормление, кормовой коэффициент, коэффициент скорости массонакопления*

There is no data on scientific research or production experience on rainbow trout in terms of implementation of breeding technology in RAS. Beyond that, long-term experience in breeding and raising rainbow trout in cages and channel catfish, tilapia, sharptooth catfish, pike perch in RAS allows us to develop a technology for the formation of the rainbow trout replacement breeding stock and its exploitation in RAS. The most important component of this technology is the rationed feeding system. This article discusses the results of the implementation of this system at the third stage of the formation of the replacement breeding stock of rainbow trout in RAS. Evaluation of the feeding efficiency of replacement stock and broodstock of rainbow trout confirms the positive influence of abiotic conditions, quantity and quality of feed on the absorption of nutrients. The smallest values of the feeding ratio (0.6-0.9) were during the feeding period of younger age repairs. The increase in the indicator at the age of yearlings - year-olds to 1.1-1.3 may be associated with the restructuring of the metabolism and the diversion of part of the energy of feed nutrients to the development of the genital organs. Against the background of a decrease in water temperature from 17 to 13 deg C there emerged a balance with the growth and development of the genital organs. This was confirmed by the maturation of reproductive products among all brood stock in December. Thus, under conditions of RAS, the effect of abiotic and biotic factors at the optimal level contributes to the effective implementation of the normalized feeding system for repair livestock and rainbow trout producers. At the same time, an increase in the efficiency of assimilation of nutrients of artificial feeds was confirmed as trout domestication deepened under conditions of RAS.

*recirculating aquaculture system (RAS), rainbow trout, brood stock, replacement breeding stock, feeding, feeding ratio, modelling of fish growth*

## ВВЕДЕНИЕ

Из всех осваиваемых в нашей стране объектов аквакультуры, основанной на использовании замкнутого цикла водообеспечения, только по тилапии и клариевому сому реализованы более стабильные полноцикличные технологии выращивания товарной рыбы [3 - 6], формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад с последующим получением посадочного материала. Технологии разведения карпа в УЗВ доведены до уровня производственного освоения, но не реализуются, прежде всего, из-за его низкой экономической эффективности [7, 8]. Начавшееся в 80-е годы прошлого столетия освоение осетровых в УЗВ в настоящее время больше ориентировано на проточные рыбоводные системы с естественным или видоизмененным температурным режимом [9 - 12].

Наши наработки последних 12 лет дали возможность реализовать в производственных условиях полноциклическую технологию разведения и выращивания стерляди в УЗВ [13 - 15]. Благодаря исследованиям, проведенным во ВНИИПРХ, разработаны биотехнические нормативы разведения стерляди и технология разведения сибирского осетра в УЗВ [8]. Поэтому можно признать, что по осетровым рыбам создана научно-техническая база для их масштабного освоения в УЗВ. Однако по лососевым, прежде всего, радужной форели, данных о научных исследованиях или производственном опыте по реализации технологии ее разведения в УЗВ в нашей стране нет. Вместе с тем накопленный нами за длительный период времени опыт разведения и выращивания радужной форели в

садках [16, 17], а канального сома, тилапии, клариевого сома и судака в УЗВ позволяет разработать технологию формирования ремонтно-маточного стада радужной форели и его эксплуатации в установках замкнутого водоснабжения. Важнейшим составляющим элементом вышеуказанной технологии является система нормированного кормления [18-20]. В настоящей статье рассматриваются результаты реализации этой системы на третьем этапе формирования ремонтно-маточного стада форели в УЗВ, когда в качестве исследуемого материала использовалось потомство, полученное от производителей второй генерации (поколения), доместизируемых в условиях, отличных от базовой рыбоводной системы (садковое хозяйство), в которой на протяжении более 30 лет эксплуатируются маточные стада форели гибридного происхождения [21, 22].

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Инкубацию икры, выдерживание предличинок, подращивание и выращивание личинок и мальков в КГТУ проводили на базе мобильной рыбоводной лаборатории (МРЛ) [23], а выращивание ремонтно-маточного стада в промышленной УЗВ в ООО «ТПК Балтптицепром» [15]. Личинок и мальков форели кормили стартовым кормом Aller Futura, ремонтное поголовье до достижения рыбами массы 600 г - продукционным кормом Aller Trident, старшевозрастной ремонт (при достижении указанной массы самцы отличаются по фенотипическим признакам) и производителей - кормом для производителей Aller Sturgeon Rep Ex [24]. Дозирование кормления основывалась на рекомендуемых табличных нормах, но с учетом поведения рыб, скорости роста и величины кормового коэффициента. Суточную дозу корректировали на протяжении всего периода выращивания ремонтно-маточного поголовья форели. Размер крупки и гранул кормов соответствовал массе рыб [20], а суточные дозы - апробированному режиму кормления на первых двух этапах формирования ремонтно-маточного стада: личиночном 14 – 16 раз в сутки, мальковым 8 – 10 раз, на этапе выращивания ремонта до массы 100 г - 4 раза, далее 2 раза, при выращивании производителей - 1 раз в сутки. Кормление проводили вручную, имея возможность визуального контроля за рыбами.

Условия содержания форели на всех этапах выращивания, определяемые температурой воды и концентрацией растворенного кислорода, были в пределах допустимых значений (рис. 1). В период нагула младшевозрастной группы ремонта максимальная температура воды приближалась к 20°C, среднее значение было 18,5°C, что соответствовало верхней границе оптимальной температуры воды [25].

В период нагула старшевозрастного ремонта и производителей средняя температура воды оставалась близкой к 17°C. Содержание растворенного в воде кислорода было в течение всего исследования выше 100%-ного насыщения (7,3-9,5 мг/л).

Переход от режима нагула к режиму «искусственной зимовки» и в обратную сторону проходил постепенно на протяжении 1-1,5 мес. Первую «искусственную зимовку» продолжительностью около 3 мес. проводили при средней температуре воды 9,3, минимальной 7-7,5°C. При переходе к режиму второй «искусственной зимовки» зафиксировали созревание половых продуктов у всех производителей на фоне градиента температуры воды 12 - 10 °C.

Значение водородного показателя было в пределах оптимальных (6,7-7,15) [26], а концентрация нитритов - в диапазоне 0,13-0,28 мг/л.

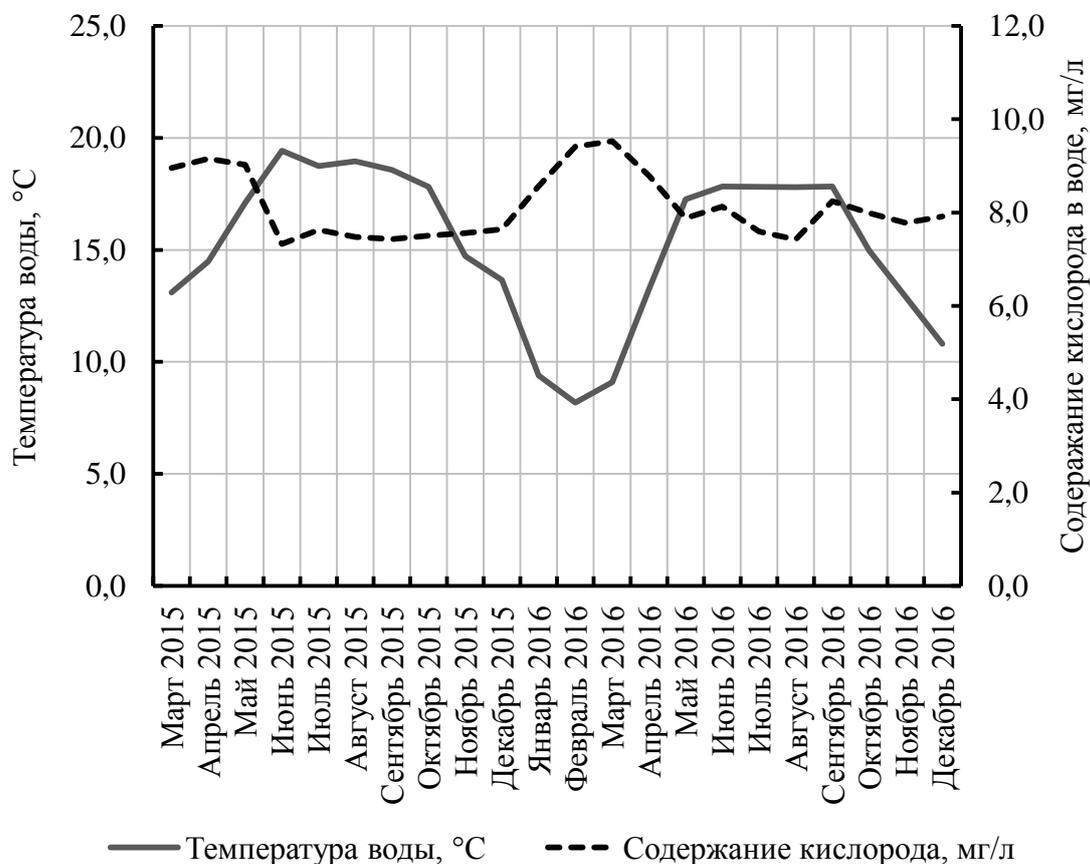


Рис. 1. Температура воды и содержание в воде кислорода  
 Fig. 1. Water temperature and oxygen content in water

Оценивая изменение суточных доз корма, можно отметить преобладание тенденции снижения их значений с возрастом и увеличением массы рыб (рис. 2). Однако на отдельных этапах проявлялась обратная связь, первой причиной которой может быть снижение температуры воды: в июле - сентябре 2015 г. до 17-18 °С, а в ноябре - ниже границы диапазона оптимальной. Отмеченное можно связать, с одной стороны, с возрастанием доли генеративного обмена, с другой - со срабатыванием фактора «пограничной» температуры воды, возбуждающей обмен веществ у рыб [27]. В том и другом случае наблюдалось увеличение потребления корма. Вторая причина проявления обратной связи, очевидно, в увеличении суточной дозы корма в апреле - июне 2016 г.

Оценка эффективности кормления ремонтного поголовья и производителей форели подтверждает положительное влияние абиотических условий, количества и качества кормов на усвоение питательных веществ (рис. 3).

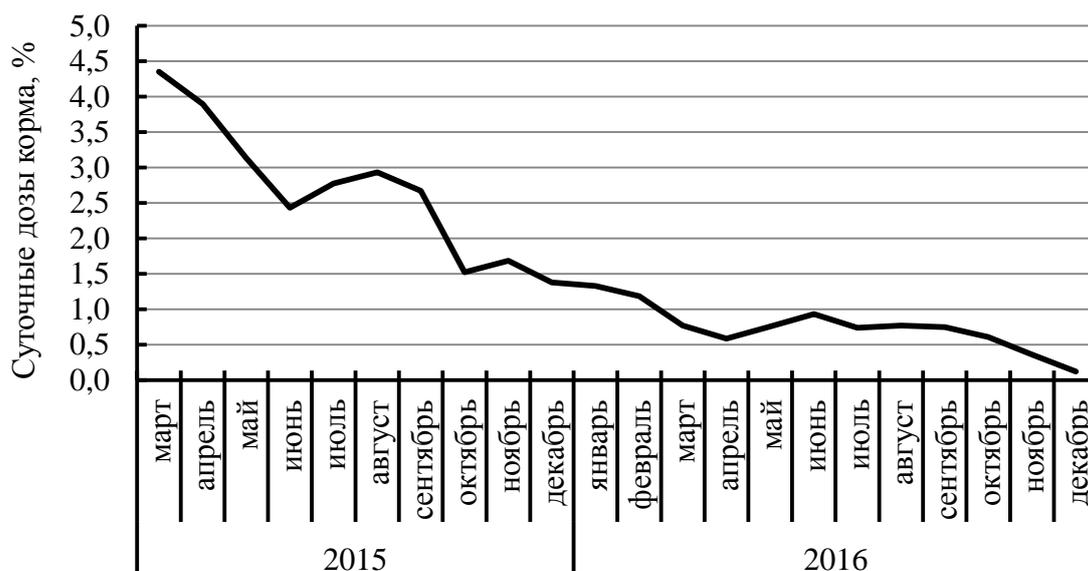


Рис. 2. Суточные дозы корма при выращивании форели  
Fig. 2. Daily feed doses when growing trout

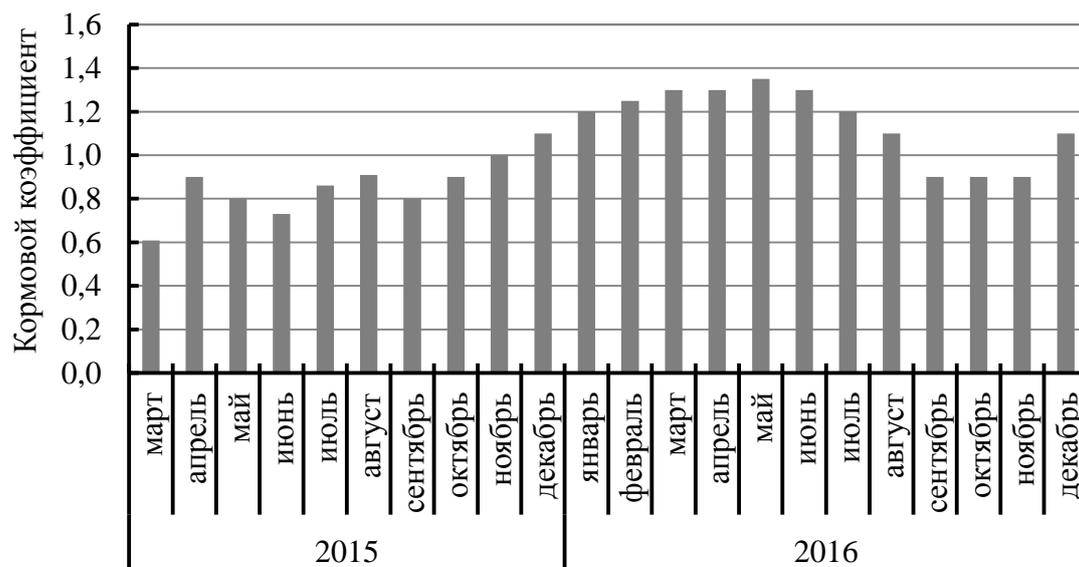


Рис. 3. Кормовой коэффициент при выращивании форели  
Fig. 3. Feeding ration when growing trout

Наименьшие значения кормового коэффициента (0,6-0,9) отмечались в период нагула младшевозрастного ремонта. Увеличение показателя в декабре 2015 г. - августе 2016 г. до 1,1-1,3 может быть связано с перестройкой метаболизма и отвлечением части энергии питательных веществ кормов на развитие половых органов. Обращает внимания уменьшение величины кормового коэффициента до 0,9 на этапе перехода от режима нагула в режим «искусственной зимовки» производителей. На фоне снижения температуры воды от 17 до 13°C проявилась сбалансированность с ростом и развитием половых органов.

Подтверждением этому явилось созревание у всех производителей половых продуктов в декабре.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в условиях УЗВ действие абиотических и биотических факторов, находящихся на уровне оптимальных значений, способствует эффективной реализации системы нормированного кормления ремонтного поголовья и производителей радужной форели. При этом подтверждено повышение эффективности усвоения питательных веществ искусственных кормов по мере углубления доместикации форели в условиях УЗВ.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Молчанова, К. А. Реализация системы нормированного кормления радужной форели на первом этапе формирования ремонтно-маточного стада в УЗВ / К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталева // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 79-83.
2. Молчанова, К. А. Реализация системы нормированного кормления радужной форели на втором этапе формирования ремонтно-маточного стада в УЗВ / К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания: научно-теоретический журнал / Воронеж. – 2019. – № 2(20). – С. 34-39.
3. Микодина, Е. В. Биологические основы и биотехника аквакультуры африканского сомика *Clarias gariepinus* / Е. В. Микодина, Е. Н. Широкова // Обзорная информация. Сер. Аквакультура. – 1997. – № 2. – 45 с.
4. Хрусталева, Е. И. Оценка ростовой потенции канального и клариевого сомов, обосновывающая полицикличные технологии выращивания / Е. И. Хрусталева // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 7. – С. 65-68.
5. Власов, В. А. Рекомендации по воспроизводству и выращиванию клариевого сома с использованием установок УЗВ / В. А. Власов, А. П. Завьялов, Ю. И. Есавкин // Инструктивно-методическое издание. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 48 с.
6. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводно-биологическая характеристика и особенности репродуктивного цикла тилляпии / Ю. А. Привезенцев, В. Б. Соколов, В. И. Маркин // Особенности репродуктивных циклов рыб в водоемах разных широт. – Москва: Наука, 1985. – С. 157-162.
7. Филатов, В. И. Технология выращивания канального сома в установках с замкнутым циклом водоиспользования / В. И. Филатов [и др.]. // Москва: ВНИИПРХ, 1991. – 22 с.
8. Киселев, А. Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Москва: ВНИИПРХ, 1999. – 62 с.
9. Корнеев, А. Н. Биологические основы индустриального рыбоводства на базе теплых вод энергетических объектов: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Москва, 1990. – 65 с.

10. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозесну, А. А. Бахарева. – Санкт–Петербург: Лань, 2013. – 416 с.
11. Пономарев, С. В. Осетроводство на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Д. И. Иванов. – Москва: Колос, 2009. – 311 с.
12. Товарное осетроводство / Е. И. Хрусталеv [и др.]. – Санкт–Петербург: Лань, 2016. – 297 с.
13. Полициклические технологии выращивания молоди ценных видов рыб / Е. И. Хрусталеv [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 64-66.
14. Хрусталеv, Е. И. Технология формирования маточного стада судака в установках с замкнутым циклом водообеспечения / Е. И. Хрусталеv, А. Б. Дельмухаметов // Рыбное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 70-72.
15. Хрусталеv, Е. И. Первый этап разработки технологии формирования маточного стада форели в установке замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ) / Е. И. Хрусталеv, К. А. Елфимова // Рыбное хозяйство. – 2014. – С. 79 – 81.
16. Особенности роста и выживаемости радужной форели в условиях аномально теплого лета / Е. И. Хрусталеv [и др.] // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Международный симпозиум: 16-18 апреля 2007 г.: материалы докладов. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. – С. 147-149.
17. Молчанова, К. А. Выращивание маточного стада форели второй генерации на втором этапе формирования в условиях установки замкнутого цикла водообеспечения / К. А. Молчанова, Е. М. Комова // День науки: межвузовская научно-техническая конференция курсантов и студентов: материалы (Калининград, 6 – 17 апреля 2015). – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 219 – 223.
18. Комбикорма для рыб: производство и методы кормления / Е. А. Гамыгин [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 168 с.
19. Товарное лососеводство / Е. И. Хрусталеv [и др.]. – Москва: «МОРКНИГА», 2017. – 487 с.
20. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры / Е. И. Хрусталеv [и др.]. – Санкт–Петербург: Лань, 2017. – 416 с.
21. Молчанова, К. А. Особенности роста и выживаемости второй генерации ремонтно-маточного стада радужной форели в УЗВ / К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталеv // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук: Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки» (г. Ростов-на-Дону, 13–16 декабря 2017 г.) / [гл. ред. акад. Г.Г. Матишов]. – Ростов н/Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. – С. 362-364.
22. Молчанова, К. А. Особенности выращивания ремонтного поголовья радужной форели второй генерации в установке замкнутого водоснабжения / К. А. Молчанова, Е. И. Хрусталеv // Известия Калининградского государственного технического университета. – №36. – 2015. – С. 23 – 30.
23. Мобильная рыбоводная лаборатория как база научных исследований и решения технологических задач в области искусственного воспроизводства ценных видов рыб / Е. И. Хрусталеv [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 67-69.

24. Aller Aqua. Denmark, 2019. URL: <http://www.aller-aqua.com/ru>
25. Основы промышленной аквакультуры / Е. И. Хрусталеv [и др.]. – Санкт–Петербург: Лань. – 2019. – 280 с.
26. Recirculating Aquaculture. – USA, NY: LLC Ithaca, 2010. – 948 p.
27. Allen Davis. Feed and Feeding Practices in Aquaculture. Front Cover. Elsevier Science, Technology & Engineering, 2015. – 432 p.

#### REFERENCES

1. Molchanova K. A., Khrustalyov E. I. Realizatsiya sistemy normirovannogo kormleniya raduzhnoy foreli na pervom etape formirovaniya remontno-matochnogo stada v UZV [Implementation of the rationed feeding system of rainbow trout at the first stage of the formation of replacement breeding stock ]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2019, no. 4, pp. 79-83.
2. Molchanova K. A. , Khrustalyov E. I. Realizatsiya sistemy normirovannogo kormleniya raduzhnoy foreli na втором etape formirovaniya remontno-matochnogo stada v UZV [Implementation of the rationed feeding system of rainbow trout at the second stage of formation of replacement breeding stock]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya: nauchno-teoreticheskiy zhurnal*, Voronezh, 2019, no. 2(20), pp. 34-39.
3. Mikodina E. V., Shirokova E. N. Biologicheskie osnovy i biotekhnika akvakul'tury afrikanskogo somika *Clarias gariepinus* [Biological basis and bioengineering of African catfish (*Clarias gariepinus*) aquaculture]. *Obzornaya informatsiya. Ser. Akvakul'tura*, 1997, no. 2, 45 p.
4. Khrustalev E. I. Otsenka rostovoy potentsii kanal'nogo i klarievogo somov, obosnovyvyayushchaya politsiklichnye tekhnologii vyrashchivaniya [Assessment of growth potential of channel and sharptooth catfish, justifying polycyclic cultivation technologies]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2010, no. 7, pp. 65-68.
5. Vlasov V. A., Zav'yalov A. P., Esavkin YU. I. *Rekomendatsii po vosproizvodstvu i vyrashchivaniyu klarievogo soma s ispol'zovaniem ustanovok UZV* [Recommendations for the reproduction and cultivation of sharptooth catfish using RAS]. Instruktivno-metod. izdanie. Moscow, FGNU “Rosinformagrotekh” Publ., 2010, 48 p.
6. Privezentsev YU. A., Sokolov V. B., Markin V. I. Rybovodno-biologicheskaya kharakteristika i osobennosti reproduktivnogo tsikla tilyapii [Fish-breeding and biological characteristics and features of the reproductive cycle of tilapia]. *Osobennosti reprodukt. tsiklov ryb v vodoemakh razn. shirot*, Moscow, Nauka Publ., 1985, pp. 157-162.
7. Filatov V. I., Gepetskiy N. E., Kiselev A. YU. *Tekhnologiya vyrashchivaniya kanal'nogo soma v ustanovkakh s zamknutym tsiklom vodoispol'zovaniya* [Technology of channel catfish cultivation in installations with a closed cycle of water use]. Moscow, VNIIPRKH Publ., 1991, 22 p.
8. Kiselev A. YU. *Biologicheskie osnovy i tekhnologicheskie printsipy razvedeniya i vyrashchivaniya ob"ektov akvakul'tury v ustanovkakh s zamknutym tsiklom vodoobespecheniya. Avtoreferat diss. dokt. biol. nauk* [Biological bases and technological principles of breeding and cultivation of aquaculture objects in

installations with a closed cycle of water supply. Abstract of dis. dr. sci.]. Moscow, VNIIPRKH Publ., 1999, 62 p.

9. Korneev A. N. *Biologicheskie osnovy industrial'nogo rybovodstva na baze teplykh vod energeticheskikh ob'ektov. Avtoreferat diss. dokt. biol. nauk* [Biological bases of industrial fish farming on the basis of warm waters of power facilities. Abstract of dis. dr. sci.]. Moscow, 1990, 65 p.

10. Ponomarev S. V., Grozesnu YU. N., Bakhareva A. A. *Industrial'noe rybovodstvo* [Industrial fish farming]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2013, 416 p.

11. Ponomarev S. V., Ivanov D. I. *Osetrovodstvo na intensivnoy osnove* [Sturgeon breeding on an intensive basis]. Moscow, Kolos Publ., 2009, 311 p.

12. Khrustalev E. I., Kurapova T. M., Bubunets E. V., Khrisanfov V. E., Zhigin A. V. *Tovarnoe osetrovodstvo* [Sturgeon breeding for sale]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2016. 297p.

13. Khrustalev E. I., Kurapova T. M., Goncharenok O. E., Lesnikova E. G. *Politsiklichnye tekhnologii vyrashchivaniya molodi tsennykh vidov ryb* [Polycyclic technologies of growing juveniles of valuable fish species]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2009, no. 2, pp. 64-66.

14. Khrustalev E. I., Del'mukhametov A. B. *Tekhnologiya formirovaniya matochnogo stada sudaka v ustanovkakh s zamknutym tsiklom vodoobespecheniya* [Technology of formation of breeding stock of pike perch in installations with a closed cycle of water supply]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2012, no. 1, pp. 70-72.

15. Khrustalyov E. I., Elfimova K. A. *Pervyy etap razrabotki tekhnologii formirovaniya matochnogo stada foreli v ustanovke zamknutogo tsikla vodoobespecheniya (UZV)* [The first stage of development of broodstock formation technology of trout in recirculating aquaculture system (RAS)]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2014, pp. 79-81.

16. Khrustalyov E. I., Batukhtina N. G., Pliev S. S., Vasilevskaya S. A. *Osobennosti rosta i vyzhivaemosti raduzhnoy foreli v usloviyakh anomal'no teplogo leta* [Features of growth and survival of rainbow trout in abnormally warm summers]. *Teplovodnaya akvakul'tura i biologicheskaya produktivnost' vodoemov aridnogo klimata: materialy dokladov Mezhdunarodnogo simpoziuma, 16-18 aprelya 2007 g.* [Warm-water aquaculture and biological productivity of arid climate reservoirs: proceedings of the international Symposium, April 16-18, 2007]. Astrakhan, AGTU Publ., 2007, pp. 147-149.

17. Molchanova K. A., Komova E. M. *Vyrashchivanie matochnogo stada foreli vtoroy generatsii na vtorom etape formirovaniya v usloviyakh ustanovki zamknutogo tsikla vodoobespecheniya* [Breeding of brood trout of the second generation at the second stage of formation in conditions of recirculating aquaculture system]. *Materialy mezhvuzovskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii kursantov i studentov "Den' nauki"* [Proceedings of inter-university scientific and technical conference of cadets and students "Science Day"]. Kaliningrad, FGBOU VPO «KGTU» Publ., 2015, pp. 219-223.

18. Gamygin E. A., Lysenko V. YA., Sklyarov V. YA., Turetskiy V. I. *Kombikorma dlya ryb: proizvodstvo i metody kormleniya* [Feed for fish: production and feeding methods]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 168 p.

19. Khrustalyov E. I., Kurapova T. M., Savina L. V., Goncharenok O. E., Molchanova K. A. *Tovarnoe lososevodstvo* [Commercial salmon farming]. Moscow, MORKNIGA Publ., 2017, 487 p.
20. Khrustalyov E. I., Kurapova T. M., Goncharenok O. E., Molchanova K. A. *Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya akvakul'tury* [Current problems and prospects of aquaculture development]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2017, 416 p.
21. Molchanova K. A., Khrustalev E. I. Osobennosti rosta i vyzhivaemosti vtoroy generatsii remontno-matochnogo stada raduzhnoy foreli v UZV [Features of growth and survival of the second generation of replacement breeding stock of rainbow trout in RAS]. *Materialy nauchnykh meropriyatiy, priurochennykh k 15-letiyu YUzhnogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk: Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma "Dostizheniya akademicheskoy nauki na YUge Rossii"; Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii "Akvakul'tura: mirovoy opyt i rossiyskie razrabotki"* [Proceedings of scientific events dedicated to the 15th anniversary of the southern scientific center of the Russian Academy of Sciences: International scientific forum "Achievements of academic science in the South of Russia"; all-Russian scientific conference "Aquaculture: world experience and Russian developments"]. Rostov-na-Donu, YUNTS RAN Publ., 2017, pp. 362-364
22. Molchanova K. A., Khrustalev E. I. Osobennosti vyrashchivaniya remontnogo pogolov'ya raduzhnoy foreli vtoroy generatsii v ustanovke zamknutogo vodosnabzheniya [Features of cultivation of a replacement stock of the second - generation rainbow trout in installations of the closed water supply]. *Izvestiya KGTU*, 2015, no. 36, pp. 23-30.
23. Khrustalev E. I., Khaynovskiy K. B., Bryukhanov V. V., Del'mukhametov A. B. Mobil'naya rybovodnaya laboratoriya kak baza nauchnykh issledovaniy i resheniya tekhnologicheskikh zadach v oblasti iskusstvennogo vosproizvodstva tsennykh vidov ryb [Mobile fish breeding laboratory as a base for scientific research and solving technological problems in the field of artificial reproduction of valuable fish species]. *Rybnoe khozyaystvo*, 2009, no. 2, pp. 67-69
24. Aller Aqua. Denmark, 2019. URL: <http://www.aller-aqua.com/ru>
25. Khrustalev E. I., Khaynovskiy K. B., Goncharenok O. E., Molchanova K. A. *Osnovy industrial'noy akvakul'tury* [Fundamentals of industrial aquaculture]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2019, 280 p.
26. Recirculating Aquaculture. USA, NY, LLC Ithaca Publ., 2010, 948 p.
27. Allen Davis. *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*. Front Cover. Elsevier Science, Technology & Engineering, 2015, 432 p.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Хрусталеv Евгений Иванович* – Калининградский государственный технический университет; кандидат биологических наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры; E-mail: [chrustaqua@rambler.ru](mailto:chrustaqua@rambler.ru)

*Khrustalyov Evgeniy Ivanovich* – Kaliningrad State Technical University; PhD in Biology; Professor of the Department of Aquaculture; E-mail: [chrustaqua@rambler.ru](mailto:chrustaqua@rambler.ru)

*Молчанова Ксения Андреевна* – Калининградский государственный технический университет; кандидат биологических наук; ведущий инженер кафедры аквакультуры; E-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru

*Molchanova Kseniya Andreevna* – Kaliningrad State Technical University; PhD in Biology; Leading engineer of the Department of Aquaculture; E-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru

*Гончаренок Ольга Евгеньевна* – Калининградский государственный технический университет; кандидат биологических наук; доцент кафедры аквакультуры; E-mail: olga111@yandex.ru

*Goncharenok Olga Evgenievna* – Kaliningrad State Technical University; PhD in Biology; Associate Professor of the Department of Aquaculture; E-mail: olga111@yandex.ru

*Серпунин Геннадий Георгиевич* – Калининградский государственный технический университет; доктор биологических наук, профессор; зав. кафедрой аквакультуры; E-mail: serpunin@klgtu.ru

*Serpunin Gennadiy Georgievich* – Kaliningrad State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department of Aquaculture; E-mail: serpunin@klgtu.ru

*Шубаев Сергей Вадимович* – Калининградский государственный технический университет; доктор биологических наук, профессор; зав. кафедрой ихтиологии и экологии; E-mail: shibaev@klgtu.ru

*Shibaev Sergey Vadimovich* – Kaliningrad State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department of Ichthyology and Ecology; E-mail: shibaev@klgtu.ru