

Хрусталева Е.И., Курапова Т.М., Молчанова К.А.  
Калининградский государственный технический университет  
E-mail: ksenia.elfimova@gmail.com

## ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У СУДАКА ПЕРВОЙ ГЕНЕРАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ

При товарном выращивании рыбы особое внимание уделяют ее физиологическому состоянию, которое оценивают на основании учета морфофизиологических показателей. Целью исследований было оценить условия выращивания и определить величины индексов внутренних органов у судака первой генерации, впервые вводимого в технологический режим выращивания в УЗВ. Материал для исследований был собран в ходе научно-исследовательских работ в течение трех лет с 2007 по 2009 г. Объектами служили сеголетки, годовики и двухлетки судака. Первое поколение было получено из икры дикого судака и выращено в условиях регулируемого температурного режима. В возрасте 76 суток мальки достигли средней навески 1 г и были перевезены на ООО КМП «Аква», где их посадили в бассейны опытно-промышленных УЗВ.

В результате проведенных исследований в течение трех лет удалось определить индексы внутренних органов у сеголетков, годовиков и двухлетков судака. У всех исследованных рыб независимо от возраста максимальные значения относительной массы были отмечены у индекса жабр, а минимальные у индекса селезенки. При исследовании внутренних органов у сеголетков судака, отмечали изменение цвета и структуры печени. Было заметно ее увеличение и изменение цвета до светло-песочного, что, очевидно, связано с качеством кормления. В результате был проведен анализ кормов и даны рекомендации по оптимизации кормления судака. Сопоставляя полученные результаты, была выявлена возрастная динамика относительной массы внутренних органов.

При анализе полученных данных удалось установить определенные закономерности в изменениях исследованных впервые доместизируемого в УЗВ судака первой генерации, что явилось основой для дальнейших исследований в направлении установления морфофизиологического статуса судака в условиях УЗВ.

**Ключевые слова:** судак, УЗВ, бассейн, генерация, индексы внутренних органов.

При выращивании рыбы особое внимание уделяют ее физиологическому состоянию, которое оценивают на основании учета морфофизиологических показателей (индикаторов). Термин «морфофизиологические индикаторы» впервые ввел академик С.С. Шварц в 1958 году.

Сущность этого метода заключается в том, что на основании изменчивости отдельных морфофизиологических признаков можно судить о физиологическом состоянии организма. По мнению академика С.С. Шварца размеры (масса) органа – морфологический признак, но размеры таких органов, как печень или почки, настолько четко отражают физиологическое состояние животных, что их с равным правом можно использовать (рассматривать) и в качестве физиологического показателя [1].

Метод морфофизиологических индикаторов позволяет дать точное представление о функционировании организма, его приспособленности к конкретным условиям существо-

вания, потому что среда обитания оказывает на организм комплексное воздействие [2].

Рыбы представляют собой уникальный объект для изучения закономерностей, управляющих изменчивостью организмов. В этой группе позвоночных животных фенотипическая изменчивость выражена в наибольшей степени. Поэтому изучение изменчивости рыб с помощью метода морфофизиологических индикаторов позволяет выявить закономерности общего биологического значения [3].

Так как величина органов тесно связана с размером организма, то при применении метода морфофизиологических индикаторов используют показатели *длины, массы тела и порки (тела без внутренних органов)*. Состояние паренхиматозных органов (печени, почек, селезенки, сердца) оценивают по внешним признакам.

Роль каждого органа в организме уникальная. В *печени* происходит обезвреживание токсичных веществ, поступающих из кишечника, вырабатывается желчь, эмульгирующая жиры

и усиливающая перистальтику кишечника, осуществляется синтез белков и углеводов, накапливаются гликоген, жир, витамины (особенно у акул и тресковых) (рис. 1).

У большинства рыб *селезенка* представляет собой отдельный орган темно-красного цвета, расположенный за желудком в складках мезентерия. В селезенке образуются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты, а также происходит разрушение погибших эритроцитов. Кроме того, селезенка выполняет защитную функцию (фагоцитоз лейкоцитов) и является депо крови. Масса селезенки варьирует интенсивнее, чем масса других внутренних органов животных, поэтому этот показатель не используют в качестве интэрьерного для характеристики популяции [4].

Селезенка быстро меняет объем под влиянием внешних условий и состояния рыбы. У карпа она увеличивается зимой, когда в связи с пониженным обменом веществ ток крови замедляется и она скапливается в селезенке, печени и почках, то же наблюдается при острых заболеваниях.

При недостатке кислорода, загрязнении воды, перевозке и сортировке рыбы, облове прудов запасы крови из селезенки поступают в кровеносное русло. Несмотря на то, что селезенка орган с высоким коэффициентом вариации, изменение ее массы также учитывают, так как это позволяет выявить особенности действия среды на организм. Барьерная функция печени обуславливает ее важнейшую роль не только в пищеварении, но и кровообращении.

Депонирующая роль печени важна при оценке ее как морфофизиологического индикатора: в ней накапливаются запасные питательные вещества – гликоген и жир, следовательно, изменяется ее масса [5].

У всех рыб передний отдел почки – головная почка (предпочка, пронефрос). Головная почка у рыб не отделена от туловищной и состоит из лимфоидной ткани, в которой образуются эритроциты и лимфоциты.

Относительная масса почек является четким индикатором уровня обмена веществ у животных. Интенсивность обмена снижается по мере роста, следовательно, уменьшается и относительная масса почек.

Размеры почек, выводящих из организма продукты метаболизма и регулирующих водно-солевой баланс, находятся в прямой зависимости от массы тела [6], [7].

В связи с этим, целью исследований была оценка условий выращивания и определение величины индексов внутренних органов у судака первой генерации, впервые вводимого в технологический режим выращивания в УЗВ.

Применение метода «морфофизиологических индикаторов» по отношению и впервые доместизируемому в специфических условиях установки замкнутого водообеспечения (УЗВ), объекту выращивания каким в наших исследованиях являлся судак, должно позволить установить закономерную связь этих условий с состоянием и размером внутренних органов.

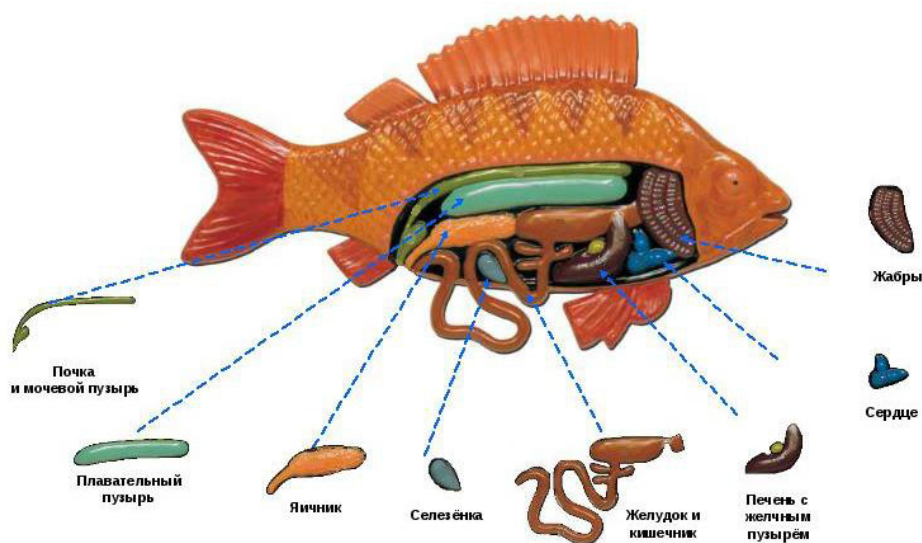


Рисунок 1 – Внутреннее строение рыб

**Материал и методы исследований**

Материал для исследований был собран в ходе научно-исследовательских работ в течение трех лет с 2007 по 2009 г. Объектами служили сеголетки, годовики и двухлетки судака.

Первое поколение было получено из икры дикого судака и выращенное в условиях регулируемого температурного режима. Икра была получена в нерестовых садках в апреле 2007 года, на стадии вращающегося эмбриона рамки с нерестовым субстратом перевезли в лабораторию кафедры «Аквакультура» КГТУ. В лаборатории провели доинкубацию икры. Вылупившихся предличинок судака после учета эталонным способом перенесли на выдерживание в 100 литровые аквариумы, входившие в состав инкубационной УЗВ. Выход предличинок был высоким и составил 92% [8].

Длительность выдерживания предличинок судака при средней температуре воды 17,3 °С составила 7 суток. На третьи сутки с начала выдерживания начали вносить корм – культуру хлореллы, на четвертые сутки добавили культуру коловраток и суспензию искусственного корма. Через семь дней личинок перевели в экспериментальные выростные УЗВ, состоящие из биофильтра и двух спаренных аквариумов объемом 80 л. Кормление проводили кормом Aller Futura. В начале кормили судака его суспензией, а затем перешли на фракцию «00» [9], [10]. Средняя температура воды за период выращивания составила 18,6 °С, содержание кислорода 7,53 мг/л.

В возрасте 76 суток мальки достигли средней навески 1 г и были перевезены на ООО КМП «Аква», где их посадили в бассейны опытно-промышленных УЗВ. Объем воды в одном бассейне 1,6 м<sup>3</sup>, уровень воды 0,4 м, водообмен один раз в час. Ежедневно проводили измерения температуры воды, концентрации кислорода, нитритов, аммонийного азота и рН. Абиотические факторы поддерживали на уровне допустимых значений. За весь период выращивания от мальков до производителей рН в среднем составила 7,0, концентрация растворенного в воде кислорода составила 7,84, аммонийного азота 0,23, нитритов – 0,33 мг/л. Средняя температура воды в первый год выращивания составила 21,9, во второй 20,3, в третий – 17,9 °С. Внутри каждого годового цикла

был период искусственной зимовки со средней температурой воды 8 °С [11]–[13].

При исследовании сеголетков и двухлетков в конце октября – начале ноября отбирали по 15 клинически здоровых рыб близких по размеру и перевозили в лабораторию кафедры «Аквакультуры», где проводили исследования. Годовиков судака на исследования забирали в апреле. Вначале определяли массу и длину тела, затем рыбу вскрывали, извлекали внутренние органы и взвешивали их и порку. На основании взвешиваний рассчитывали индекс органа и внутренних органов. По окончании исследований проводили статистическую обработку данных по стандартным методикам. Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента.

**Полученные результаты**

Скорость роста молоди в бассейнах была на уровне средних значений, величина коэффициента массонакопления составила в среднем 0,03 на первом году выращивания, 0,028 на втором году. Проведение корреляционного анализа позволило выявить сильные корреляционные связи между скоростью роста и концентрацией нитритов и кислорода в воде.

У сеголетков средняя масса была 19,6 г при длине тела 12,36 см.

При осмотре рыб отмечали, что жабры были красные, гиперемии, слизи и переполнения жабр кровью не было обнаружено. Величина индекса жабр имела максимальное значение среди всех исследованных показателей – 3,97±0,40%.

Полученные результаты подтверждаются литературными данными, о том, что индекс жабр у рыб имеет максимальное значение.

Величина индекса печени в среднем составила 2,39% (рис. 2), и была статистически достоверно выше, чем индексы почки и селезенки ( $p \leq 0,001$ ), а с индексом жабр статистически достоверных различий не было обнаружено.

Печень была слабо оформлена, расплывалась на срезе, цвет был светло-песочным, все эти признаки указывают на то, что осетровые корма (Aller Futura, которыми кормили рыб) не подходят для сеголетков судака. В брюшной полости отмечали накопление жира, но при этом следует отметить, что в естественных условиях накопление жира в

качестве запасных питательных веществ является залогом благоприятной зимовки.

Одновременно были взяты пробы воды на химический анализ, но все исследованные показатели (нитриты, нитраты, аммонийный азот) находились в пределах допустимых значений и на низкое качество воды в первую очередь отреагировали бы жабры, но они были в норме. Значит причина увеличения печени и изменения ее состояния, очевидно, связана с кормами. На основании полученных результатов были даны рекомендации о выборе другой марки корма, имеющей меньшее количество жира в составе или в качестве профилактических мер рекомендовано вводить в корма пребиотики.

Наименьшие значения среди исследованных органов были у индекса селезенки 0,19%. Согласно литературным данным селезенка имеет меньшую массу среди внутренних органов, но наибольший коэффициент вариации. Индекс селезенки был статистически ниже чем индекс жабр и печени ( $p \leq 0,001$ ), вариабельность этого признака была наибольшей и составила 25,68%, что согласуется с литературными данными.

Величина индекса почки имела промежуточное значение, которое в среднем составляло 0,45%, что статистически достоверно ниже, чем индекс жабр и печени. Структура органа была однородной, патологий в строении этого органа не было отмечено, что указывает на нормальное протекание физиологических процессов в этом органе.

В целом оценивая физиологические состояние сеголетков судака, можно отметить, что все индексы находились в пределах указанных в литературных источниках, за исключением индекса печени, который был значительно выше. Но следует отметить, что данные, приводимые в литературных источниках, получены при исследовании судака из естественных условий.

В возрасте годовиков (рис. 3) средняя масса рыб была 42,5 г. Из оценки физиологического состояния видно, что величина индекса жабр снижалась с 3,97 до  $2,43 \pm 0,21\%$ , по нашему мнению связано с интенсивным ростом тела. Это подтверждается литературными данными о снижении величины индексов с ростом (рис. 3).

В возрасте годовиков величина индекса почки снизилась до  $0,81 \pm 0,12\%$ , что коррелирует с увеличением массы тела. Эти закономерностью подтверждается литературными данными [6], [9].

Величина индекса почки снизилась до  $0,36 \pm 0,06\%$  и была достоверно ниже, чем индекс жабр и печени ( $p \leq 0,001$ ). Снижение относительной массы органа связано также следовало связать с более интенсивным ростом тела, чем органа, что также подтверждается литературными данными [7].

В возрасте годовиков относительная масса селезенки увеличилась до  $0,36 \pm 0,005\%$ . По нашему мнению, учитывая роль селезенки в организме и специфические условия выращивания по мере роста рыб увеличивается интенсив-

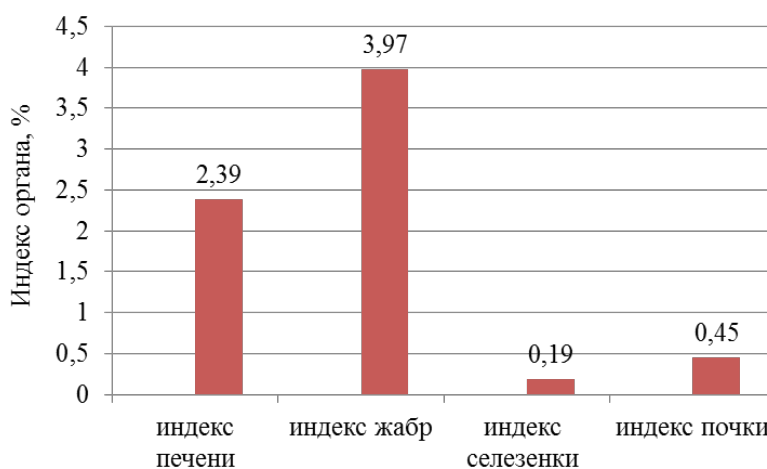


Рисунок 2 – Индексы внутренних органов у сеголетков судака

ность кроветворения, что и отражается на величине индекса этого органа

Средняя масса исследованных двухлетков судака составила 380 г. Исследуя возрастные изменения внутренних органов, отметили, что индекс жабр и печени увеличился, а почки и селезенки снизился. Индекс жабр увеличился до  $4,39 \pm 0,44\%$  и превышал значение этого показателя, как в возрасте годовиков, так и в возрасте сеголетков (рис. 4). Очевидно, данные различия связаны с ролью органов в процессе перестройки обмена веществ в сторону возрастания генеративной составляющей. Индекс печени увеличился с 0,81 до 1,24%. Очевидно наличие связи с возрастом и увеличением скорости роста и размера рыб.

В возрасте двухлетков индекс селезенки у рыб был несколько ниже значений, отмеченных у годовиков и в среднем составил  $0,35 \pm 0,11\%$  и был статистически достоверно ниже, чем индексы жабр и печени ( $p \leq 0,001$ ).

Величина индекса почки снизилась с 0,80 до 0,66%, что достоверно ниже, чем индексы печени и жабр. Причина этого по нашему мнению заключается в том, что в возрасте двухлетков началось созревание половых клеток и часть обменной энергии стала направляться на генеративный обмен. Масса гонад была от 12 до 15 г, а величина гонадосоматического индекса 3,68%.

Если рассматривать возрастные изменения относительной массы внутренних органов, то нельзя выявить однонаправленной возрастной

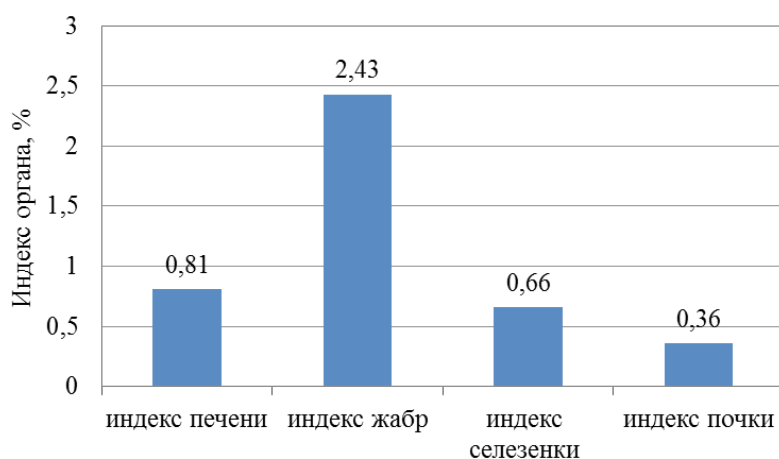


Рисунок 3 – Индексы внутренних органов годовиков судака

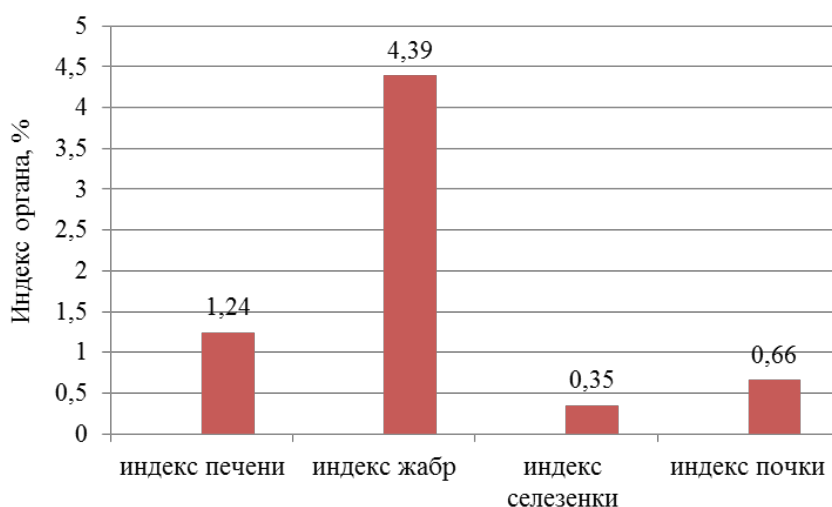


Рисунок 4 – Индексы внутренних органов двухлетков судака



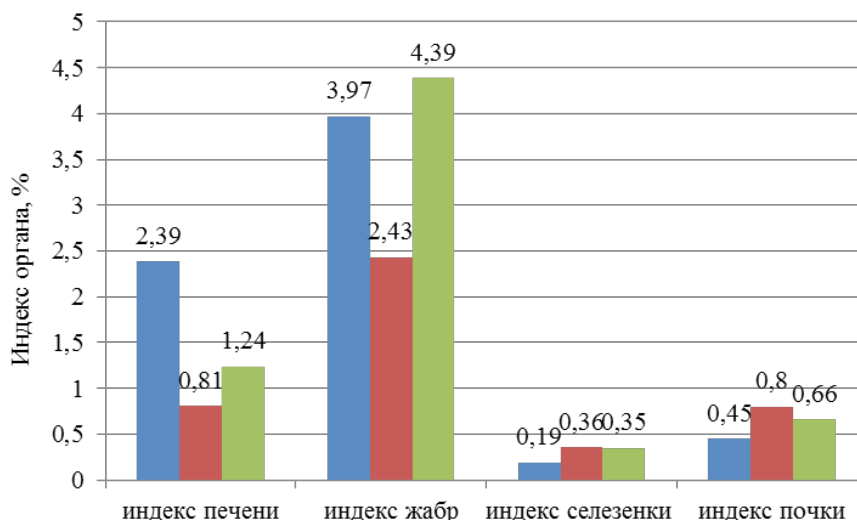


Рисунок 5 – Возрастные изменения индексов внутренних органов судака первого поколения

изменчивости ни по одному из исследованных показателей. Величина индекса печени изначально была высокой из-за, вероятно, несбалансированного для судака состава кормов, что привело, с одной стороны, к накоплению полостного жира, а с другой, к патоморфологическим нарушениям в печени. Но принятые меры по кормлению более сбалансированными и удовлетворяющими физиологические потребности выращиваемой рыбы кормами (**Aller Trident, Aller Sturgeon**), позволили снизить величину индекса печени и улучшить ее морфологическую структуру (рис. 5).

Показатель индекса жабр был всегда наибольшим не зависимо от возраста, но при его анализе нам не удалось выявить четкую возрастную динамику.

Резюмируя данные по исследованным морфофизиологическим показателям судака отмечено, что:

- наибольшие значения среди исследованных индексов были у индекса жабр, не зависимо от возраста;
- наименьшие значения отмечены у индекса селезенки во всех возрастных группах;

– при морфологическом исследовании аномалии в строении отмечали только по индексу печени, максимальное значение которого было отмечено в возрасте сеголетков. Структура этого органа была рыхлой, слабо оформленной и имела более бледную окраску, что указывает на наличие жировой дистрофии, вызванной не сбалансированным кормлением. При применении наших рекомендаций по кормлению у рыб старшего возраста индекс печени снизился;

– возрастные изменения внутренних органов судака первой генерации имели неоднозначную картину. Индексы печени и жабр снижались к возрасту годовиков и увеличивались у двухлетков, а индексы селезенки и почки возрастали у годовиков и снижались у двухлетков.

Таким образом, нам удалось установить определенные закономерности в изменениях исследованных впервые domestизируемого в УЗВ судака первой генерации, что явилось основой для дальнейших исследований в направлении установления морфофизиологического статуса судака в условиях УЗВ.

05.12.2016

**Список литературы:**

1. Шварц, С.С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных животных / С.С. Шварц, В.С. Смирнов, Л.Н. Добринский // Сб. науч. тр. Ин-та экологии растений и животных. – Л., 1968. – Вып. 58. – С. 459–466.
2. Божко, А.М. Возрастная, половая и эколого-физиологическая изменчивость внутренних органов рыб / А.М. Божко // Гидробиологические исследования. – Тарту, 1962. – Т. 3. – С. 284–285.
3. Божко, А.М. О некоторых закономерностях роста и развития селезенки рыб / А.М. Божко // Тезисы докладов VII сессии Ученого Совета по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии». – Петрозаводск. – 968 с.

4. Божко, А.М. Относительный вес селезенки рыб как морфофизиологический индикатор / А.М. Божко, В.С. Смирнов // Тезисы докладов III Зоологической конференции Белорусской ССР. – Минск, 1968. – С. 102–104.
5. Божко, А.М. Печень как морфофизиологический индикатор условий 16 обитания рыб / А.М. Божко // Уч. зап. Ленингр. пед. ин-та им. А.И. Герцена. – 1969. – Т. 422. – С. 38–46.
6. Аминова, В.А. Физиология рыб / В.А. Аминова, А.А. Яржомбек. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 200 с.
7. Иванов, А.А. Физиология рыб / А.А. Иванов. – М.: Мир, 2003. – 284 с.
8. Результаты разработки биотехники выращивания судака в индустриальных условиях / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, К.Б. Хайновский, Н.Г. Батухтина // Инновации в науке и образовании. – 2007: междунар. науч. конф. (23–25 окт.): труды / ФГОУ ВПО КГТУ. – Калининград, 2007. – С. 91–93.
9. Первый этап разработки технологии выращивания судака в УЗВ / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, К.Б. Хайновский, Н.Г. Батухтина // Инновации в науке и образовании – 2007: междунар. науч. конф. (23–25 окт.): труды / ФГОУ ВПО КГТУ. Калининград, 2007. – С. 128–130.
10. Хрусталеv, Е.И. Первые результаты разработки биотехники выращивания судака в индустриальных условиях / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, А.Б. Дельмухаметов // Рыбное хозяйство. – 2009. – №1. – С. 62–64.
11. Хрусталеv, Е.И. Рыбоводно-биологические показатели судака при выращивании в искусственных условиях / Е.И. Хрусталеv, А.Б. Дельмухаметов // Известия КГТУ. – 2009. – №17. – С. 14–18.
12. Хрусталеv, Е.И. Рост и жизнестойкость ремонтного поголовья судака в индустриальных условиях / Е.И. Хрусталеv, А.Б. Дельмухаметов // Труды VII юбилейной междунар. науч. конф. «Инновации в науке и образовании – 2009». – КГТУ. – Калининград, 2009. – С. 93–96.
13. Рыбоводно-биологическое обоснование формирования ремонтно-маточного стада судака в индустриальных условиях: Отчет о НИР / ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»; Руководитель Е.И. Хрусталеv; №ГР 01201000470; инв. №02201000757. – Калининград, 2009. – 25 с.

**Сведения об авторах:**

**Курапова Татьяна Михайловна**, доцент кафедры аквакультуры факультета биоресурсов и природопользования Калининградского государственного технического университета, доцент, кандидат биологических наук; 236022, г. Калининград, Советский пр., 1, e-mail: tkurapova@inbox.ru

**Хрусталеv Евгений Иванович**, профессор кафедры аквакультуры факультета биоресурсов и природопользования Калининградского государственного технического университета, доцент, кандидат биологических наук 236022, г. Калининград, Советский пр., 1, e-mail: chrustaqua@rambler.ru

**Молчанова Ксения Андреевна**, ведущий инженер, аспирант кафедры аквакультуры факультета биоресурсов и природопользования Калининградского государственного технического университета 236022, г. Калининград, Советский пр., 1, e-mail: ksenia.elfimova@gmail.com