

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ОПТИМУМА У МОЛОДИ ПРЕСНОВОДНЫХ ВИДОВ РЫБ МЕТОДОМ ТЕРМОПРЕФЕРЕНДУМА*

В. К. Голованов

В статье описывается метод термопреферендума, позволяющий определять значение температурного оптимума у молоди рыб; анализируются данные по 21 виду пресноводных рыб – значения окончательно избираемых температур у сеголеток и годовиков – в летний сезон года.

Ключевые слова: молодь рыб, термоизбирание, избираемая температура, окончательно избираемая температура, метод, эксперимент, термоградиентные условия.

EXPERIMENTAL ESTIMATION OF A TEMPERATURE OPTIMUM IN THE JUVENILE OF A FRESHWATER FISH SPECIES BY METHOD THERMOPREFERENDUM

V. K. Golovanov

The description of a method allowing to define meaning of a temperature optimum for the juvenile fish is given. The thermopreferendum method is based on creating of experimental thermogradient conditions to fishes, in which they spontaneously choose a zone of a ecological-physiological optimum. The data on 21 species of freshwater fishes – meaning of final preferred temperatures for fingerlings and yearlings in a summer season of year are analyzed. The received results are urgent and are claimed both in theoretical and in the practical plan.

Keywords: juvenile fishes, temperature preference, preferred temperature, final preferred temperature, methods, experiment, thermogradient condition.

Поведение является важной формой жизнедеятельности животных, обеспечивающей им возможность быстро реагировать на изменения среды. В процессе прохождения сезонных и жизненных циклов гидробионты постоянно сталкиваются с градиентом абиотических и биотических факторов водной среды. Сезонные термоклины в глубоководных водоемах, весенний прогрев и осеннее охлаждение воды, аномальное повышение температуры в летний сезон года, сброс подогретых вод ГРЭС, АЭС и крупных про-

мышленных предприятий – только краткий перечень существующих термоградиентных условий. В естественных или экспериментальных условиях при наличии градиента температуры рыбы обычно не остаются в тех условиях, в которых они обитали или содержались в лаборатории предварительно. Наблюдения показали, что особи разных видов рыб проявляют в таком случае реакцию, которую зарубежные исследователи назвали «thermopreferendum» [17; 18; 24], а отечественные – «избиранием температуры» [7].

*Исследование выполнено при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» и Программы Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ-719.2012.4.

Исследования проводились в 1974–2012 гг. на 21 виде пресноводных рыб, относящихся к 9 семействам: Acipenseridae (сибирский осетр *Acipenser baerii*), Salmonidae (радужная форель *Parasalmo (Oncorhynchus) mykiss*), Coregonidae (песядь *Coregonus peled*), Esocidae (обыкновенная щука *Esox lucius*), Cyprinidae (синец *Abramis ballerus*; лещ *Abramis brama*; уклейка *Alburnus alburnus*; густера *Blicca bjoerkna*; серебряный карась *Carassius auratus gibelio*; золотой, или обыкновенный, карась *Carassius carassius*, сазан или обыкновенный карп *Cyprinus carpio*, пескарь *Gobio gobio*; язь *Leuciscus idus*; обыкновенный голянь *Phoxinus phoxinus*; плотва *Rutilus rutilus*), Cobitidae (вьюн *Misgurnus fossilis*), Lotidae (налим *Lota lota*), Percidae (обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus*; речной окунь *Perca fluviatilis*; обыкновенный судак *Sander lucioperca*), Odontobutidae (головешка-ротан *Perccottus glenii*).

Большинство исследованных видов широко распространено в водоемах Северо-Запада России и отличается по образу жизни и характеру питания. Рыб отлавливали в Рыбинском водохранилище, его притоках и близлежащих водоемах или выращивали на экспериментальной прудовой базе «Сунога» ИБВВ РАН. Отлов проводили мальковыми волокушами (25–50 м).

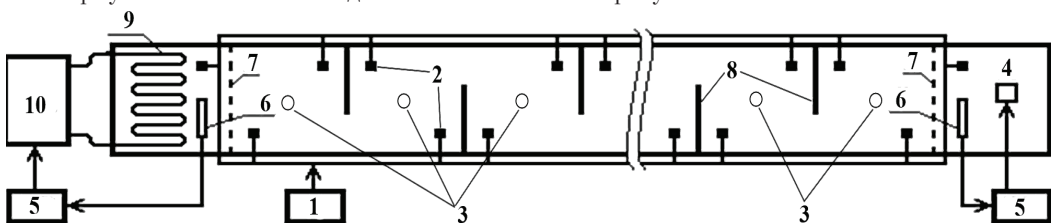
После отлова в течение 0,5–2,0 ч рыб доставляли в лабораторию и помещали в аквариумы объемом от 60 до 300 л с от-

стоянной водопроводной водой, а также регулируемой температурой и аэрацией. Всех рыб акклиматизировали в течение 7–14 дней к температуре, близкой к средним значениям летнего сезона (18–22 °С) и содержали в условиях естественного фотопериода при периодической смене воды. В период акклиматизации и во время опытов рыб кормили живым кормом (дафния, зоопланктон, олигохеты, личинки хирономид), рыбным фаршем, сухим кормом (дафния, рыбный комбикорм) или молодь рыб (щука).

Динамика выбора температур в градиентных условиях у разных видов рыб отличается и характеризуется в течение первых часов наблюдения разнонаправленностью. Температура, которую рыбы выбирают в течение часов или нескольких суток после предоставления термоградиентных условий, принято называть избираемыми температурами (ИТ) [3; 4; 17–19; 24].

При определении ИТ и окончательно избираемой температуры (ОИТ) использовался метод «конечного термопреферендума» [7; 11; 17; 18; 21], при котором рыбам предоставлялась возможность свободного выбора температуры в условиях термоградиента.

Относительно простая техника создания температурного градиента в горизонтальных емкостях описана в научной литературе [11]. Общая схема экспериментальной установки для определения ИТ и ОИТ приведена на рисунке.



1 – компрессор, 2 – распылитель, 3 – термометр (электронный датчик), 4 – нагреватель, 5 – терморегулятор, 6 – датчик температуры, 7 – сетка-ограждение, 8 – неполные перегородки между отсеками, 9 – теплообменник, 10 – холодильный агрегат

Рис унок. Схема экспериментальной установки для определения избираемой и окончательно избираемой температуры у молоди рыб

Градиент создавали путем поддержания контрастных значений температуры на противоположных концах лотка с помощью устройств автоматического подогрева и ох-

лаждения воды. Низкую температуру в холодном отсеке – с помощью холодильных агрегатов ВСЭ-1.5 и Aspera UJ9232E, высокую температуру в теплом отсеке – с по-

мощью нагревательного элемента. Диапазон температуры, создаваемый в градиентной установке, составлял 15–20 °С.

Для получения равномерного горизонтального градиента температуры, уменьшения конвекционных токов и устранения вертикального градиента лотки были разделены на 10–12 отсеков неполными перегородками, образующими зигзагообразный лабиринт. Для предотвращения вертикального градиента температуры в каждом отсеке устанавливали по два распылителя с подачей воздуха от мощного компрессора. За счет донного расположения распылителей происходило вертикальное перемешивание воды. Это позволяло создавать плавный горизонтальный градиент температуры, составлявший 0,04–0,13 °С/см. Общая длина всех рабочих камер в установках различного типа (для личинок, сеголетков и годовиков, неполовозрелых и взрослых особей) составляла 2,4 и 4,2 м. Температуру измеряли с помощью ртутных термометров, электротермометров, а также дистанционных датчиков температуры, расположенных в каждой камере установки. Для регистрации распределения рыб также использовали видеокamеры Panasonic SDR-H250 и Canon Legria FS306 с непрерывным или периодическим включением. Продолжительность опытов составляла 10–14 суток.

Разработанные нами установки предназначены в основном для работы с непроточной водой, однако в них предусмотрена и система эрлифт-самоочистки. Данная система создавала небольшой проток воды 1–2 л/ч и периодически включалась на 1–2 суток во время опыта либо в промежутках между опытами. Все установки размещались либо в отдельном помещении, либо в аквариальной части лаборатории, где ограждались матерчатými загородками для предотвращения влияния различных внешних раздражителей.

Группу рыб (10 экз.) помещали в отсек установки с температурой воды, равной температуре акклимации. Распределение рыб, а также избираемая ими температура на начальном этапе выбора фиксировали 8–10 раз в светлое время суток с интервалом в 1,0–1,5 ч. За величину избираемой температуры принимали температуру в отсеке,

в котором находилась каждая особь в момент снятия показаний. Данные за каждые сутки опыта суммировали и делили на число наблюдений (для 10 рыб число наблюдений за сутки составляло от 80 до 100), получая средние значения ИТ. Если в течение трех суток средние значения ИТ достоверно не различались, эту температуру принимали за значение ОИТ, характеризующее зону стабильного выбора [5]. Рыб кормили 1–2 раза в сутки; корм размещался в одном или нескольких отсеках, в которых на момент наблюдения находились рыбы.

В общей сложности было исследовано 612 экз. сеголеток и двухлеток 19 видов рыб, кроме того, 48 экз. трехлеток и четырехлеток пескаря и обыкновенного голяна соответственно. Все эксперименты выполнялись в двух повторностях. Данные по ОИТ фиксировались в виде средних значений. В связи с тем, что методические разработки А. М. Свирского и В. Г. Терещенко [8], а также анализ данных [4] показали, что ошибка определения ОИТ у группы особей в горизонтальных термоградиентных установках с учетом всех методических погрешностей составляет ± 1 °С, различия показателей, превышающие 1 °С, считались достоверными.

В кратковременных (2–12 ч) опытах на примере молоди карповых и окуневых видов нами было показано, что температурный выбор начинается после посадки рыб в экспериментальную установку и предоставления особям термоградиентных условий. Непродолжительный (около 0,5–1,0 ч) период ознакомления с новой обстановкой, в которую попадали рыбы, сменялся активными поисковыми движениями в более теплые и холодные отсеки градиентной установки. При летней температуре акклимации (18–20 °С) преобладала тенденция выбора более высоких температурных зон. Так, сеголетки леща, густеры, карпа, плотвы и речного окуня уже через час концентрировались в диапазоне t 21–23 °С, а затем особи разных видов избирали еще более высокую температуру – от 25 до 29 °С. Отмечено, что выбор температуры группой рыб происходил быстрее по сравнению с одиночными особями. Результаты этих опытов подтвердили данные о процессе начального

термоизбирания, полученные ранее другими авторами [7; 13; 15]. Такая поведенческая реакция была известна для многих животных – от простейших до позвоночных [7].

В начальный период исследования поведения и распределения рыб в термоградиентных условиях опыты проводились непродолжительное время (минуты, часы). Эксперименты с большей продолжительностью были единичны [22]. Тем не менее и за это время рыбы явно обнаруживали тенденцию к передвижению в более теплые, а иногда и в холодные зоны градиента. Отмечено также, что эта реакция, меняющая распределение рыб в градиенте фактора среды, самопроизвольна и представляет собой терморегуляционное поведение («thermoregulatory behavior» в интерпретации иностранных исследователей). Было высказано предположение, что эта зона, представляет собой область эколого-физиологического оптимума роста и питания пойкилотермных и гомойотермных животных [7].

В естественных условиях возникающие градиенты температуры могут быть или кратковременными, или продолжительными. Представляло интерес выяснить, как поведут себя рыбы в экспериментальных термоградиентных условиях в течение более длительных промежутков времени – нескольких дней, одной или двух недель. С этой целью на молоди рыб проводились опыты продолжительностью 10–14 суток. Такие данные, полученные в горизонтальных термоградиентных установках, сходных с нашими, были единичными [16; 22].

В опытах продолжительностью 10–14 суток на молоди леща, синца, серебряного и золотого карася, карпа, плотвы, окуня, ерша, сибирского осетра, пеляди и радужной форели было выявлено, что процесс термоизбирания делится на два этапа – переходный (ИТ) и стабильного выбора (ОИТ). На первом этапе значения избираемой температуры значительно варьировались, на втором этапе происходила стабилизация температурного выбора. Наиболее быстрый (уже на 2-е – 3-и сутки опыта) выход в зону ОИТ был зафиксирован у серебряного и золотого карасей, а также у головешки-ротана.

Характерно, что опыты короткой продолжительности, особенно при использо-

вании набора значений акклимационной температуры и методов графической интерполяции, также позволяют рассчитывать предполагаемые зоны ОИТ с ошибкой, не превышающей 1 °С [24]. Парадигма «конечного преферендума» Ф. Е. Дж. Фрая, сформулированная канадским исследователем намного раньше многочисленных экспериментов по поведенческой терморегуляции рыб в 1960–80 гг., заключается в двойном (бипартитном) определении термина «конечный термопреферендум» [17; 18]. Согласно одному из них, ОИТ – температура, при которой температуры акклимации и избираемые равны; согласно другому, ОИТ – температура, к которой гидробионты «притягиваются» (реакция «gravitation») или которой они достигают в градиенте действия фактора независимо от их температуры акклимации (термального прошлого).

Большинство исследователей в качестве критерия зоны ОИТ выбирают значения среднесуточной ИТ за одни, двое или трое суток, в течение которых разница этих значений у рыб в процессе опыта статистически недостоверна. Такой методический подход считается верным для всех типов градиентных установок, линейных горизонтальных, вертикальных, круговых, а также установок последнего поколения двухкамерных ихтиотронов, или шатгл-боксов [21; 23]. В наших последующих длительных опытах для определения зоны ОИТ был принят 3-суточный критерий стабильного избирания температуры как у молоди, так и у взрослых особей рыб.

Данные по термоизбиранию рыб в длительных экспериментах продолжительностью 10–14 суток были получены ранее лишь для некоторых видов рыб, обитающих в пресных водах США и Канады [14; 15; 22]. Для рыб из пресных водоемов России, а также региона Верхней Волги, такие результаты отсутствовали. Для характеристики видовых особенностей распределения и поведения рыб в искусственных (экспериментальных) термоградиентных условиях представлялось целесообразным исследование термоизбирания у молоди разных видов рыб, относящихся к различным систематическим и экологическим группам. Такие эксперименты были проведены нами на молоди (в от-

дельных случаях – на более взрослых особях) 21 вида рыб из 9 семейств (таблица).
Время проведения опытов – июнь-август,

температура акклимации в условиях лаборатории – 18 ± 2 °С, для пеляди, радужной форели и налима – 15 ± 2 °С.

Таблица

ОИТ у молоди различных видов рыб из региона Верхней Волги в сравнении с другими видами

Семейство	Вид	Возраст	ОИТ, °С
Карповые	Сазан (каarp)	0+ – 1+	30,0
	Карась золотой	0+ – 1+	28,5
	Карась серебряный	0+ – 1+	27,5
	Синец	0+ – 1+	27,3
	Уклейка	0+	27,0
	Лещ	0+ – 1+	26,5
	Густера	0+ – 1+	26,0
	Плотва	0+ – 1+	26,0
	Язь	0+ – 1+	25,8
	Пескарь	2+	20,5
Гольян обыкновенный	3+	16,8	
Головешковые	Головешка-ротан	0+ – 1+	27,5
Окуневые	Речной окунь	0+ – 1+	25,7
	Ерш	0+ – 1+	24,8
	Судак	0+ – 1+	24,0
Вьюновые	Вьюн	1+	25,0
Щуковые	Щука	0+	24,3
Осетровые	Сибирский осетр	0+	22,5
Сиговые	Пелядь	0+	17,0
Лососевые	Радужная форель	0+	15,5
Налимовые	Налим	0+	15,0

Показательно, что в пределах только одного семейства карповых амплитуда значений ОИТ достигала $15,0$ °С: от $30,0$ °С у молоди карпа до $16,8$ °С у более взрослых особей обыкновенного гольяна. Высоким уровнем ОИТ отличались сеголетки чужеродного вида-вселенца головешки-ротана. Следует отметить также высокие значения ОИТ у уклейки и язя. У представителей других семейств наблюдалось уменьшение значений ОИТ с $25,7$ °С (речного окуня) до $15,0$ – $15,5$ °С (радужная форель и налим). В сравнении с речным окунем несколько меньшие значения ОИТ показаны у судака и ерша.

Значения ОИТ отличаются у тепло- и холодолюбивых видов рыб, а разница ОИТ у рыб внутри семейства может быть существенной или незначительной. Сеголетки щуки и окуня, начинающие хищничать в конце лета, имеют приблизительно такой же уро-

вень ОИТ, как и сеголетки других видов рыб, питающихся зоопланктоном. Многие виды карповых выбирают очень близкие значения ОИТ, сходные с ОИТ окуневых видов и головешки-ротана. В то же время ОИТ у более взрослых обыкновенного гольяна и пескаря сходны с ОИТ сибирского осетра и холодолюбивых налима, радужной форели и пеляди.

Для видов, обитающих в регионе Верхней Волги или выращиваемых там же в рыбохозяйственных целях, характерны следующие показатели ОИТ. Так, в рамках семейства вьюновых двухлетки-трехлетки гольца *Noemacheilus barbatus*, в отличие от вьюна, избирают сравнительно низкую температуру (ОИТ равен $\sim 15,1$) [2]. Сеголетки стерляди *Acipenser ruthenus* (L.) близки по уровню ОИТ к молоди сибирского осетра $-23,6$ °С [9]. Другие два вида-вселенца, бычок-головач, *Neogobius kessleri* (Günther)

и бычок-цуцик, *Proterorhinus marmoratus* (Pallas), почти не различались между собой по уровню ОИТ, равному ~22,0–23,0 °С [2].

Скорость выбора зоны ОИТ была наиболее быстрой (от 2 до 4 суток) у теплолюбивых карпа, серебряного и золотого карася, головешки-ротана, а также у холодололюбивых пеляди, радужной форели и налима. Прочие виды иногда достигали зоны ОИТ только на 6–9-е сутки. Принципиально поведение в градиенте температуры у молоди разных видов не различалось, хотя присутствовали и некоторые особенности. Многие карповые предпочитали «стайный» выбор температуры и держались только группой. Окунь, ерш и ротан часто затаивались в углах отсеков градиента, периодически меняя свое местоположение. Корм выедался практически сразу. У сеголеток радужной форели были отмечены элементы территориального поведения. В целом, распределение рыб по градиенту температуры в зоне ОИТ отражает их теплолюбивость и другие особенности экологии.

Таким образом, полученные данные представляют несомненный интерес для ихтиологов, экологов, гидробиологов, специалистов высшей школы и рыбного хозяйства. Прежде всего, значение ОИТ характеризует эколого-физиологический и, возможно, эволюционный оптимум [3; 4; 6]. Так,

М. Джоблинг на примере 49 видов рыб показал высокую корреляцию между температурой оптимального роста и значением ОИТ [20]. Такое же соответствие отмечено нами на примере 11 видов пресноводных бореальных видов рыб [4]. Высокие значения ОИТ у молоди карпа (28–30 °С), подтвержденные многими исследователями, не удивительны, учитывая его происхождение из районов Юго-Восточной Азии [4; 19]. Тем не менее выращивание молоди данного вида по экономическим и техническим причинам лучше проводить при более низкой температуре ~24 °С.

Полученные данные могут быть полезны для разработки нормативов тепловой нагрузки на водоемы, а также для прогноза распределения рыб в естественных водоемах и зонах сброса подогретых вод ГРЭС, АЭС и крупных промышленных предприятий. Они также должны учитываться при решении ряда вопросов аквакультуры и возможной оценке риска инвазий видов-вселенцев, что наблюдается в последнее время в регионах Верхней, Средней и Нижней Волги. Такие температурные критерии, как ИТ и ОИТ, наряду с другими данными, характеризующими температурные требования пресноводных рыб [1; 4; 6; 10], существенно расширяют наши представления о разных формах температурных адаптаций рыб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Алабастер Дж.** Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастер, Р. Ллойд. – М. : Легкая и пищевая пром-ть, 1984. – 384 с.
2. **Вербицкий В. Б.** Окончательно избираемые температуры каспийских рыб-вселенцев (бычков головача и цуцика) в сравнении с двумя аборигенными видами (пескарем и гольцом) / В. Б. Вербицкий, И. В. Гибенко, А. М. Свирский // Поведение рыб : материалы докл. Междунар. конф. 1–4 нояб. 2005 г. Борок, Россия. – М. : АКВАРОС, 2005. – С. 58–62.
3. **Голованов В. К.** Эколого-физиологические аспекты терморегуляционного поведения пресноводных рыб / В. К. Голованов // Поведение и распределение рыб : докл. 2-го Всерос. совещ. «Поведение рыб». – Борок, 1996. – С. 16–40.
4. **Голованов В. К.** Эколого-физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В. К. Голованов. – М., 2012. – 47 с.
5. **Голованов В. К.** Сравнительный анализ окончательно избираемой и верхней летальной температуры у молоди некоторых видов пресноводных рыб / В. К. Голованов, А. К. Смирнов, Д. С. Капшай // Тр. Карел. НЦ РАН. (Сер. Эксперим. биология). – 2012. – № 2. – С. 70–75.
6. **Голованов В. К.** Температурные требования рыб Рыбинского водохранилища и их реализация в естественных условиях / В. К. Голованов, А. М. Свирский, Е. И. Извеков // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. – Ярославль : ЯрГТУ, 1997. – С. 92–123.

7. **Ивлев В. С.** Экологический анализ распределения животных в градиентных температурных условиях / В. С. Ивлев, Х. А. Лейзерович // Тр. Мурман. морск. биол. ин-та. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. – Вып. 1 (5). – С. 3–27.
8. **Свирский А. М.** Точность определения температуры, избираемой рыбами в установке с горизонтальным термоградиентом / А. М. Свирский, В. Г. Терещенко // Биология внутренних вод : информ. бюл. – 1992. – № 92. – С. 85–88.
9. **Смирнов А. К.** Избираемая температура молоди стерляди *Acipenser ruthenus* L. / А. К. Смирнов // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера : материалы XXVIII Междунар. конф., 5–8 окт. 2009 г. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2009. – С. 511–514.
10. **Шмидт-Нильсен К.** Физиология животных : Приспособление и среда / К. Шмидт-Нильсен. – М. : Мир, 1982. – Кн. 1. – 416 с.
11. **Badenhuizen T. R.** Temperature selected by *Tilapia mossambica* (Peters) in a test tank with a horizontal temperature gradient / T. R. Badenhuizen // Hydrobiologia. – 1967. – Vol. 30, № 3–4. – P. 541–554.
12. **Barans C. A.** Temperatures selected seasonally by four fishes from Western Lake Erie / C. A. Barans, R. A. Tubb // J. Fish. Res. – 1973. – Vol. 30, № 11. – P. 1697–1703.
13. **Beitinger T. L.** Physiological and ecological correlates of preferred temperature in fish / T. L. Beitinger, L. C. Fitzpatrick // Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond, 1978. – Amer. Zool. – 1979. – Vol. 19, № 1. – P. 319–329.
14. **Cherry D. S.** Biological monitoring. Part V : Preference and avoidance studies / D. S. Cherry, J. J. Cairns // Water Res. – 1982. – Vol. 16, № 3. – P. 263–301.
15. **Coutant C. C.** Compilation of temperature preference data / C. C. Coutant // Temperature preference studies in environmental impact assessments: an overview with procedural recommendations. Proceed. Symp. and Panel Discuss. Northeast Fish and Wildlife Conf (Northeast Division, Amer. Fish. Soc.). Hershey. Pa. April 27, 1976 // J. Fish. Res. Board Can. – 1977. – Vol. 34, № 5. – P. 730–734.
16. **Crawshaw L. J.** Attainment of the final thermal preferendum in brown bullheads acclimated to different temperatures / L. J. Crawshaw // Comp. Biochem. Physiol. – 1975. – Vol. 52A, № 1. – P. 171–173.
17. **Fry F. E. J.** Effects of the environment on animal activity / F. E. J. Fry // Univ. Toronto Stud., Biol. Ser. – 1947. – № 55. – Publ. Ontario Fish. Res. Lab. – № 68. – 62 p.
18. **Fry F. E. J.** The effect of environmental factors on the physiology of fish / F. E. J. Fry // Fish physiol. – Vol. VI. – N. Y. – 1971. – P. 1–98.
19. **Golovanov V. K.** The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior of fish / V. K. Golovanov // J. Ichthyology. – 2006. – Vol. 46. – Suppl. 2. – P. 180–187.
20. **Jobling M.** Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature / M. Jobling // J. Fish. Biol. – 1981. – Vol. 19, № 4. – P. 439–455.
21. **McCauley R. W.** Laboratory methods for determining temperature preference / R. W. McCauley // Temperature preference studies in environmental impact assessments: an overview with procedural recommendations. Proceed. Symp. and Panel Discuss. Northeast Fish and Wildlife Conf (Northeast Division, Amer. Fish. Soc.). Hershey. Pa. April 27, 1976 // J. Fish. Res. Board Can. – 1977. – Vol. 34, № 5. – P. 749–752.
22. **Reutter J. M.** Laboratory estimates of the seasonal final temperature preferenda of some Lake Erie fish / J. M. Reutter, C. E. Herdendorf // Proc. 17 th. Conf. Great Lakes Res. Hamilton. 1974. Part 1. Ann. Arbor., Mich. – 1974. – P. 59–67.
23. **Reynolds W. W.** Temperature preference of four fish species in an electronic thermoregulatory shuttlebox / W. W. Reynolds, M. E. Casterlin // Progr. Fish-Cult. – 1977. – Vol. 39, № 3. – P. 123–125.
24. **Reynolds W. W.** Behavioral thermoregulation and the «final preferendum» paradigm / W. W. Reynolds, M. E. Casterlin // Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978 / Amer. Zool. – 1979. – Vol. 19, № 1. – P. 211–224.

Поступила 26.07.2013 г.