

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ
CARASSIUS AURATUS GIBELIO (BLOCH) ИЗ НЕКОТОРЫХ
ВОДОЁМОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

М.Ю. Ковалёв, И.А. Азарова, Н.С. Романов

Институт биологии моря ДВО РАН, г. Владивосток

В связи с реализацией проекта TREDА (Tumen River Economic Development Area), предполагающего вовлечение значительной части Хасанского района Приморского края (пока ещё мало затронутого промышленным освоением) в международную экономическую зону, перед биологами стоит задача произвести полную инвентаризацию биоты и оценить состояние популяций животных и растений на этой территории для последующего мониторинга. К тому же остро не хватает сведений об уровнях загрязнения водоёмов различными поллютантами, их миграциями и накоплением в разных звеньях трофических цепей. Несомненно, что наиболее сильное негативное воздействие ожидаемый рост антропогенного загрязнения окажет на экосистему р. Туманная, и в первую очередь её ихтиофауну. Исследования китайских специалистов уже на данный момент времени показали высокий уровень загрязнения р. Туманная в среднем и нижнем течении промышленными, бытовыми, сельскохозяйственными стоками (Zhu et al., 1998).

В настоящее время в результате усиливающегося антропогенного воздействия число поллютантов исчисляется тысячами и продолжает расти. Оценка качества среды через определение содержания каждого из загрязнителей и его токсичности становится очень дорогостоящей и часто невозможной. Наиболее рациональным представляется биотестирование водной природной среды с помощью рыб как тест-объектов, что позволяет наладить относительно простую и доступную систему контроля. Рядом исследователей была показана возможность использования флуктуирующей асимметрии для контроля за состоянием природных популяций разных видов животных, т. е. для осуществления биомониторинга (Захаров, 1987; и др.). Флуктуирующая асимметрия представляет собой незначительные ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии и является следствием несовершенства онтогенетических процессов.

Известно немало примеров того, как хозяйственная деятельность человека приводит к последовательному замещению в рыбной части сообщества длинноцикловых видов менее требовательными к качеству воды короткоцикловыми (Карр, 1979; и др.). В цепи замещения «лососевые – сиговые – корюшковые – окунёвые – карповые» караси из-за исключительно высокой неприхотливости и выносливости, повышенной резистентности к загрязняющим веществам несомненно занимают последнее место. Благодаря этим ка-

чествам и широкому распространению серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) этот вид и выбран в качестве биологического индикатора состояния водоёмов.

Цель данного исследования – изучение некоторых сторон биологии и флуктуирующей асимметрии у серебряного карася и возможность использования этого показателя для оценки экологического состояния водоёмов. К тому же подобные наблюдения в отношении серебряного карася Дальнего Востока ранее не проводились.

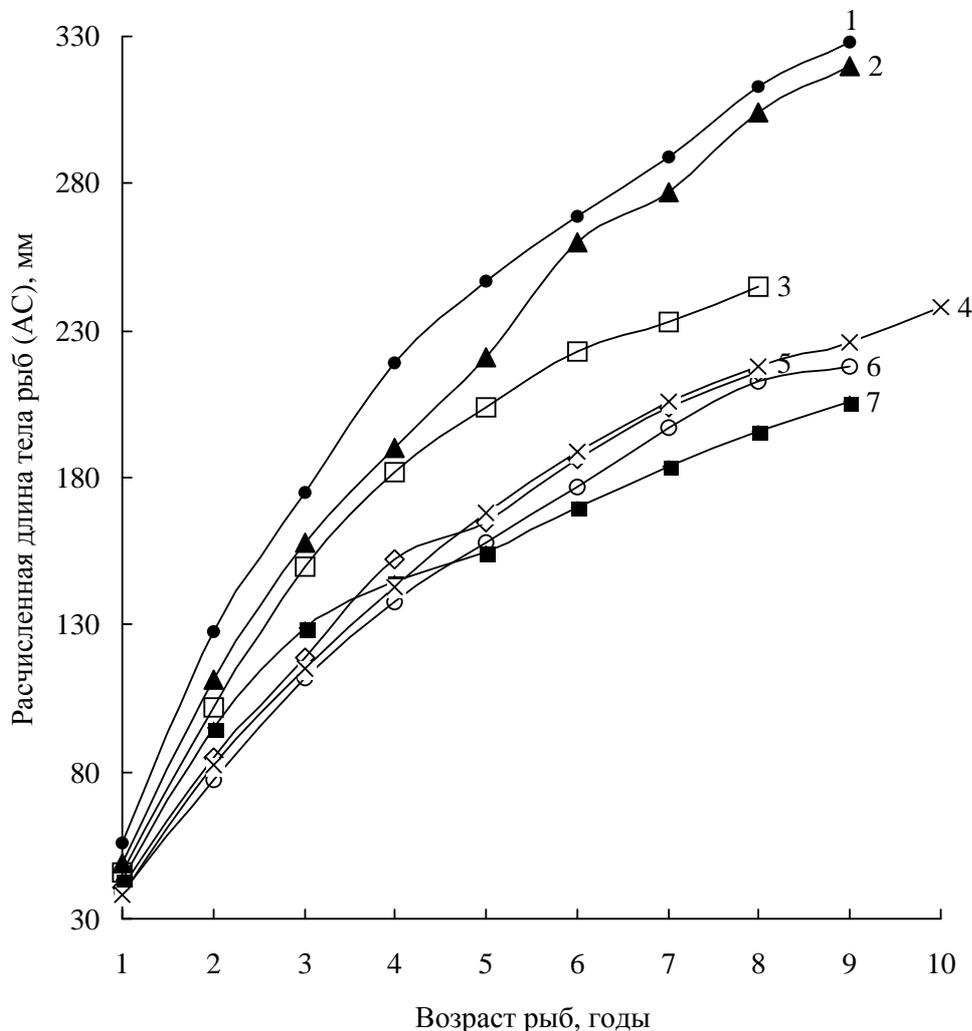


Рис. 1. Обратное расчисление роста серебряного карася из некоторых водоёмов Дальнего востока. 1 – оз. Лебединое, 2 – оз. Ханка, 3 – оз. Азабачье, 4 – оз. Большой Пелис, 5 – оз. Сазанье, 6 – оз. Кролевецкое, 7 – Фадеевское водохранилище

Материалы и методы

Исследование биологии карася, в данном случае как потенциального вида-индикатора, подразумевает сравнение нескольких популяций этого вида рыб из различных водоёмов, имеющих разные экологические характеристики. Половозрелых карасей отлавливали ставными сетями в 1999–2000 гг. в следующих водоёмах.

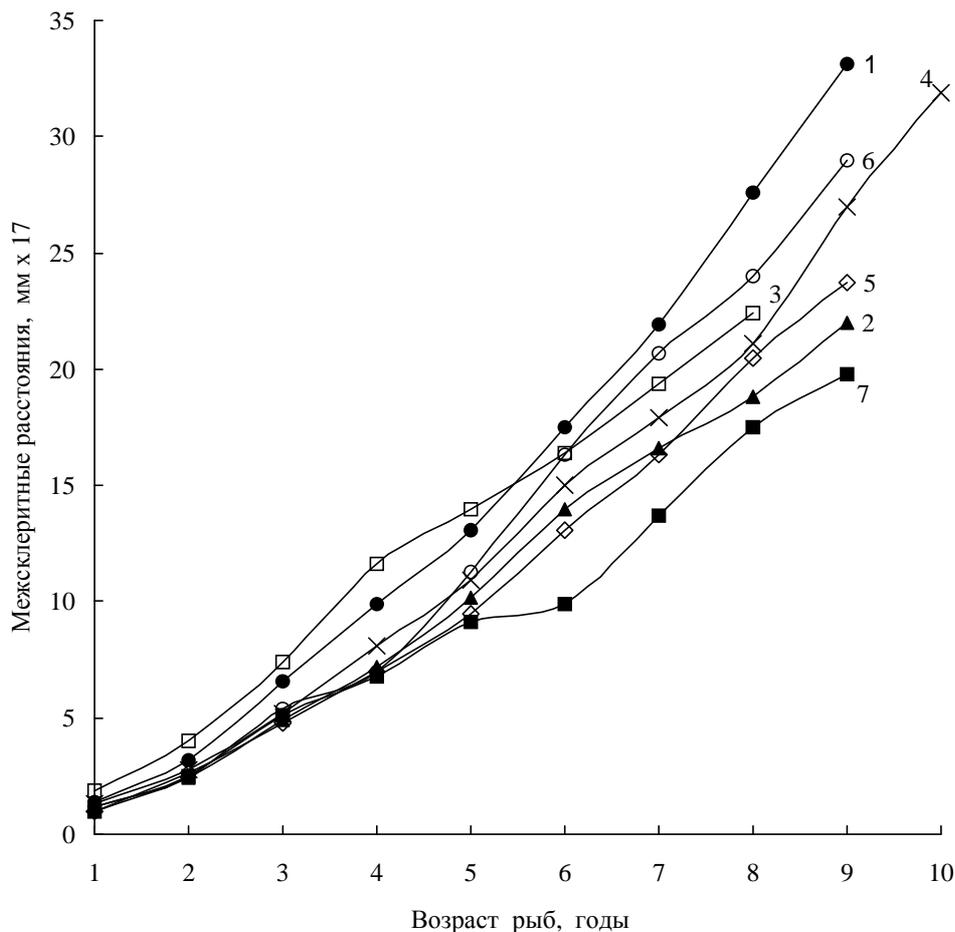


Рис. 2. Межклетчатые расстояния в годовых кольцах на чешуе серебряного карася из некоторых водоёмов Дальнего Востока. Обозначения, как на рис. 1

1. Оз. Лебединое (270 экз.), принадлежит бассейну р. Туманная и сообщается с рекой протоками в районе её устья. Между рекой и озером существует водообмен, временами значительный.

2. Оз. Ханка (94 экз.), до недавнего времени сильно подвергалось воздействию сельскохозяйственных стоков, связанных с очень активным выращиванием риса на его берегах (Schornikov, 2000).

3. Оз. Кролевецкое (81 экз.), бассейн р. Артёмовка (нижнее течение). Находится в черте г. Артём. По берегам его и рек, впадающих в озеро, располагаются сельскохозяйственные комплексы.

4. Оз. Сазанье (102 экз.), бассейн р. Раздольная (нижнее течение). С рекой существует сильный водообмен через две протоки. Помимо промышленных стоков (г. Уссурийск и пос. Раздольное выше по течению), очень значительно подвергается воздействию сельскохозяйственной деятельности.

5. Фадеевское водохранилище (93 экз.), бассейн р. Раздольная (среднее течение, Октябрьский район Приморского края). Территория водосбора почти не подвергается антропогенному воздействию. С р. Раздольная водообмена не существует.

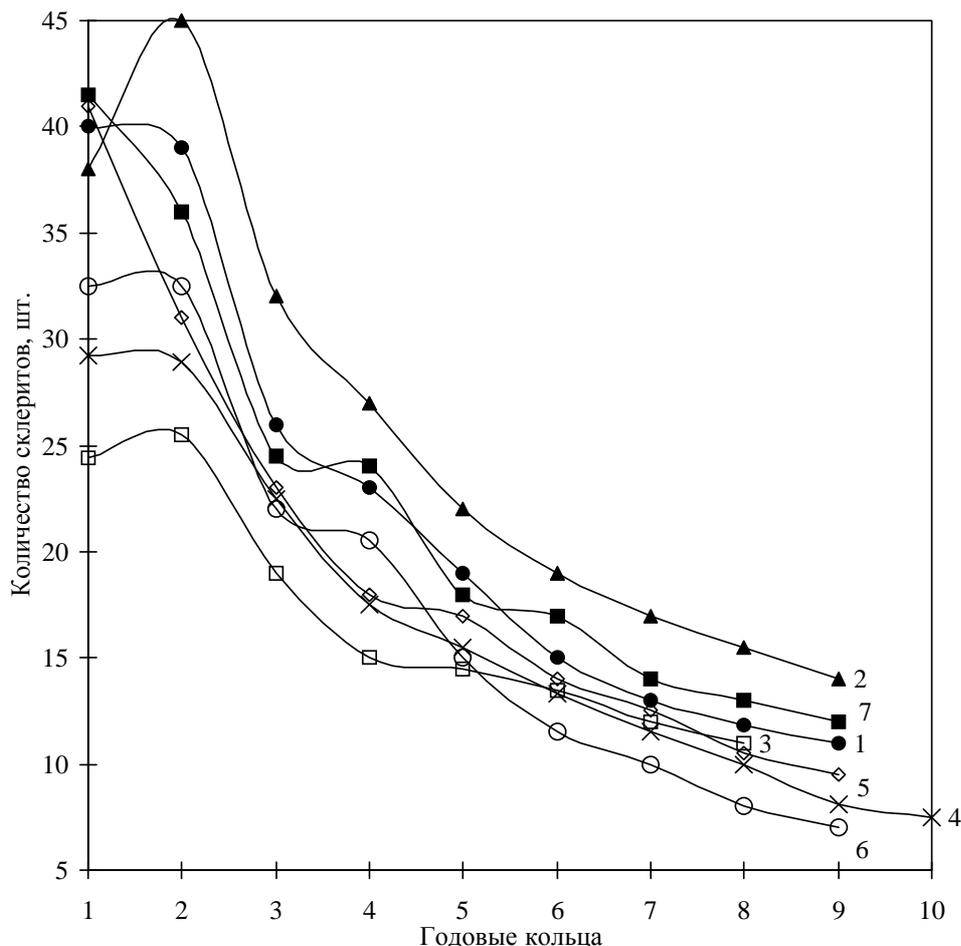


Рис. 3. Количество склеритов в годовых кольцах на чешуе серебряного карася из некоторых водоёмов Дальнего Востока. Обозначения как на рис. 1

6. Оз. Большой Пелис (84 экз.), располагается на о-ве Большой Пелис в заливе Петра Великого (Дальневосточный государственный морской заповедник). Удалённость острова от берега 14 км. Антропогенное воздействие отсутствует.

7. Оз. Азабачье (83 экз.), бассейн р. Камчатки (п-ов Камчатка). Карась интродуцирован в 1940 г. из р. Раздольная (Суворов, 1948). Антропогенное воздействие отсутствует.

У пойманных рыб измеряли длину тела (АС) и брали чешую. Темп роста рассчитали методом прямой пропорциональности по каудальному радиусу чешуи (рис. 1). Известно, что биотические и абиотические условия в водоёме по-разному оказывают влияние на формирование структуры чешуи рыб: обеспеченность пищей сильнее влияет на число склеритов, а температура воды – на формирование межсклеритных расстояний (Ваганов, 1977). В связи с этим были рассчитаны средние значения по количеству склеритов и средние межсклеритные расстояния в каждом годовом кольце на чешуе у карасей из разных популяций (рис. 2, 3).

Г.В. Никольский (1974), анализируя данные по биологии серебряного карася из разных европейских и азиатских водоёмов, указывает, что соотношение полов может служить показателем состояния популяций, поскольку по мере ухудшения условий жизни

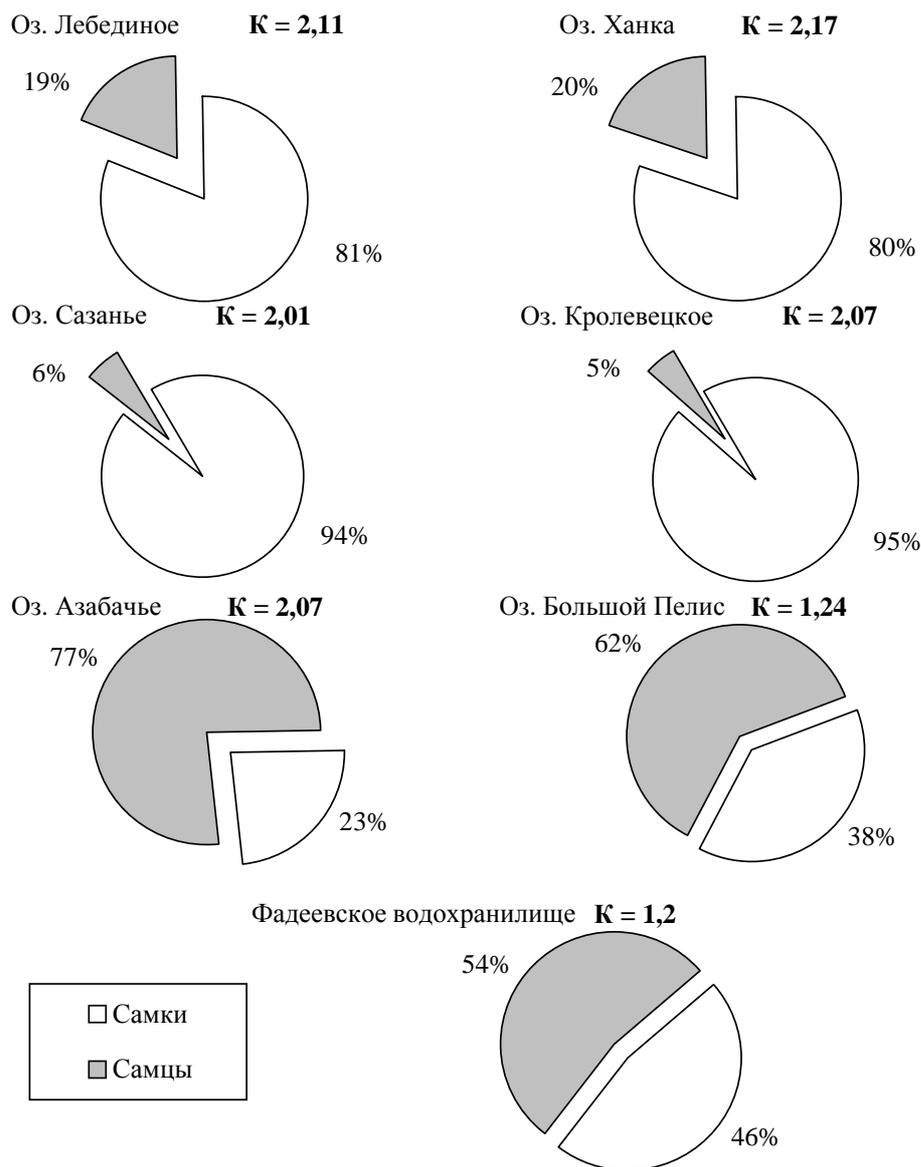


Рис. 4. Соотношение полов и показатель оценки флуктуирующей асимметрии (**К**) у серебряного карася из некоторых водоёмов Дальнего Востока

количество самцов в них увеличивается, и наоборот. Это же явление отмечено для карася из Белоруссии (Жуков, 1988). Поэтому в наших исследованиях учитывалось и соотношение полов в каждой из популяций карася (рис. 4).

Были проанализированы легко учитываемые билатеральные признаки: число заглазничных и подглазничных костей головы, число каналов второго порядка сейсмодендральной системы головы на слёзной и предкрышечной костях, число ветвистых лучей в грудных и брюшных плавниках отдельно для левой и правой сторон тела. Был разработан показатель оценки флуктуирующей асимметрии – среднее число асимметричных случаев, приходящихся на одну особь. Он основан на подсчёте числа асимметричных

случаев по всем признакам для особей данной выборки, при этом полученное число делится на количество экземпляров в выборке (рис. 4).

Результаты и обсуждение

Самый лучший рост у карася наблюдается в озёрах Лебединое и Ханка (рис. 1). Причём по темпу роста данный вид из этих озёр значительно опережает серебряных карасей, обитающих в дельте р. Волга и в некоторых других южных водоёмах СНГ (Кизина, 1986). По анализу структуры чешуи можно судить о том, что температурные условия более оптимальны в оз. Лебединое, на это указывают большие межсклеритные расстояния в годовых кольцах на чешуе (рис. 2). По количеству склеритов в годовых зонах у карася из оз. Ханка можно сделать вывод, что кормовые условия в этом водоёме лучше, чем в оз. Лебединое. Это же подтверждает и резкое увеличение числа склеритов во второй год жизни у ханкайских карасей по сравнению с карасями этого же возраста из других водоёмов, что свидетельствует о достаточной обеспеченности «стартовыми» кормами для молоди этого вида рыб в оз. Ханка (рис. 3). Интересен тот факт, что соотношение полов в этих двух самых быстрорастущих популяциях карася одинаково (рис. 4).

Две другие популяции, очень сходные по темпу роста и чешуйным характеристикам, – это караси из озёр Сазанье и Кролевецкое. Два этих мелководных озера хоть и находятся в бассейнах разных рек, впадающих одна в Уссурийский, другая в Амурский заливы, расположены всего в 40 км друг от друга, т.е. в сходных климатических условиях. Оба находятся в самых нижних течениях рек, в одинаковой отдалённости от моря. Вследствие чего в одинаковой мере подвержены суточным приливно-отливным влияниям. Эти озёра, на наш взгляд, так же приблизительно в равной степени подвергаются значительному антропогенному загрязнению. Действительно, расчисленный рост, межсклеритные расстояния и количество склеритов в годовых кольцах на чешуе карасей из этих водоёмов указывают на более худшие условия обитания, нежели в озёрах Лебединое и Ханка (рис. 1–3). Соотношение полов у карасей из озёр Сазанье и Кролевецкое также одинаковое (рис. 4).

По характеру роста промежуточное положение среди всех исследованных популяций занимают караси из озёр Азабачье и Большой Пелис (рис. 1–3). В оба эти водоёма караси были интродуцированы приблизительно в одно и то же время – около 50–60 лет назад. По средним межсклеритным расстояниям на чешуе азабачинских карасей можно судить об относительно благоприятных абиотических условиях обитания этого вида рыб в данном водоёме. Однако меньшее, чем в других популяциях, количество склеритов в первых пяти годовых кольцах на чешуе карасей из оз. Азабачье свидетельствует о недостаточной хорошей кормовой базе (рис. 3). Возможно, это связано с наличием в данном водоёме нетипичных для карася объектов питания, по крайней мере для более молодых особей. Преобладание самцов в этой популяции карася (рис. 4) можно объяснить не слишком благоприятными условиями обитания (вследствие интродукции далеко за пределы ареала).

Аналогичная ситуация с доминированием самцов наблюдается и в озере на о-ве Большой Пелис (рис. 4). Предыдущий биологический анализ карасей из этого водоёма проводился сотрудниками заповедника в 1995 г. Примечателен тот факт, что за пятилетний период соотношение полов в данной популяции совершенно не изменилось. Эти данные могут служить доказательством экологической стабильности водоёма. Возможно, нетипичное соотношение полов у карасей в водоёме создаётся под влиянием часто возникающих экстремальных ситуаций. Известно, что здесь довольно регулярно происходят летние заморы карасей, связанные с сильным перегревом воды в озере.

Самым замедленным темпом роста характеризуются караси старших возрастных групп из Фадеевского водохранилища (рис. 1). Этот водоём искусственно создан менее 20 лет назад. Несмотря на экологическое благополучие этого водоёма, здесь, видимо,

ещё не окончательно сформировались благоприятные условия для обитания карася. На это косвенно указывает и соотношение полов в этой популяции (рис. 4). Тем не менее гораздо лучший рост у более молодых особей и достаточно высокое количество склеритов в годовых зонах на чешуе свидетельствуют о постепенной стабилизации условий для существования карасей в этом водоёме в последнее время (рис. 1, 3).

Как хорошо видно из приведённых выше данных, темп роста, чешуйные параметры карасей каждой из популяций, а также соотношение полов, рассчитанное без учёта межгодовой динамики, не отражают реальной картины экологического состояния водоёмов их обитания. Однако подавляющее большинство исследованных нами экземпляров карася из водоёмов, о загрязнении которых антропогенным воздействием было заведомо известно, были асимметричны. Высокий уровень флуктуирующей асимметрии у рыб из этих водоёмов отражает пониженную стабильность их развития. Видимо, во время эмбрионального и раннего постэмбрионального развития они испытывали влияние неблагоприятных факторов среды. В экологически чистых Фадеевском водохранилище и оз. Большой Пелис доля симметричных особей была гораздо выше, а среднее число асимметричных случаев, приходящихся на одну особь, намного меньше (рис. 4).

Повышенные значения показателя флуктуирующей асимметрии у карася из оз. Азабачье, скорее всего, объясняются влиянием вулканической деятельности (рис. 4). Действующие вулканы Ключевской группы и вулкан Шивелуч расположены в непосредственной близости от мест обитания карася. Известно, что составляющие вулканический пепел вещества обладают высокой химической активностью (Уколова, 1988). Так как нерест и раннее развитие карася проходят в мелких непроточных водоёмах, отрицательное воздействие вулканического пепла на стабильность его развития, на наш взгляд, может быть значительным.

Таким образом, на примере серебряного карася из семи водоёмов Дальнего Востока показана возможность оценки стабильности развития рыб с помощью флуктуирующей асимметрии. Разница в уровне флуктуирующей асимметрии у карася из разных популяций обусловлена, по нашему мнению, влиянием разных факторов на эмбриональное и раннее постэмбриональное развитие рыб во время закладки и морфогенеза исследованных структур. В водоёмах, подверженных антропогенному воздействию, загрязнение вод, видимо, повлияло на стабильность развития карасей, что отразилось в высоком уровне флуктуирующей асимметрии. Из этого следует, что флуктуирующая асимметрия может быть использована как метод для оценки экологического состояния водоёмов, а серебрянный карась является для этого очень удобным тест-объектом.

Литература

- Ваганов В.Е. Склеритограммы как метод анализа сезонного роста рыб. Новосибирск: Наука, 1977. 115 с.
- Жуков П.И. Справочник по экологии пресноводных рыб. Минск: Наука и техника, 1988. 310 с.
- Захаров В.М. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. 216 с.
- Карр Д.Ф. История изменения видового состава рыб в Великих озёрах // Влияние загрязняющих веществ на гидробионтов и экосистемы водоёмов. Л.: Наука, 1979. С. 177–203.
- Кузина Л.П. Некоторые данные по биологии карасей рода *Carassius* низовьев дельты Волги // Вопр. ихтиол. 1986. Т. 26, вып. 3. С. 416–424.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 448 с.
- Суворов Е.К. Основы ихтиологии. Л.: Сов. наука, 1948. 580 с.
- Уколова Т.К. Гидрохимический режим озера Курильского в связи с его фертилизацией // Пробл. фертилизации лососевых озёр Камчатки. Владивосток: ТИНРО, 1988. С. 25–33.
- Schornikov E.I. Ostracoda as indicators of conditions and dynamics of water ecosystems // Environmental micropaleontology: the application of microfossils to environmental geology – topics in geobiology. 2000. V. 15. P. 181–187.
- Zhu Y., Li J., Lu X. A study on quality of aquatic environment in Tumen River area // Chinese geogr. sci. 1998. V. 8, N 2. P. 126 – 135.