

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

УДК 597.553.2(265.5)

А.В. Бугаев, В.Ф. Бугаев, Е.Г. Погодаев*

Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

**ВОЗРАСТНАЯ И РАЗМЕРНО-МАССОВАЯ СТРУКТУРА
ЛОКАЛЬНЫХ СТАД НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA*
НЕКОТОРЫХ НАГУЛЬНО-НЕРЕСТОВЫХ ОЗЕР
КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

Рассмотрена возрастная и размерно-массовая структура производителей нерки некоторых нагульно-нерестовых озер юго-востока Камчатки: Дальнего (1976–2013 гг.), Ближнего (1939–2013 гг.) и Лиственничного (1999–2013 гг.). Кроме того, представлены данные по нерке островного стада, воспроизводящегося в оз. Саранном (о. Беринга) (1990–2013 гг.). В работе использованы архивные материалы, накопленные специалистами КоТИНРО (КамчатНИРО). Анализ многолетних данных показал, что в исследуемых водоемах нерка преимущественно созревает в следующей возрастной градации: оз. Дальнее — возраст 1.2, 2.2 и 3.2, оз. Ближнее — возраст 1.2, 1.3, 2.1 и 2.2, оз. Лиственничное — возраст 2.2, 2.3 и 3.3, оз. Саранное — возраст 2.2, 2.3, 3.2 и 3.3. Как правило, суммарная доля рыб данных возрастных групп (доминирующих) варьирует в выборках в пределах 70–90 %. Многолетняя динамика размерно-массовых показателей нерки рассматриваемых стад характеризовалась разнонаправленными трендами. Отрицательные тренды отмечены в случаях с наиболее продолжительными рядами наблюдений (озера Дальнее и Ближнее). При наличии относительно коротких рядов наблюдений (озера Лиственничное и Саранное) тренды были нейтральными. Для всех 4 стад нерки отмечен ряд корреляционных зависимостей, характеризующих присутствие достоверных темпоральных трендов изменчивости размерно-массовых показателей в зависимости от пола и возрастной структуры. При этом практически все статистически значимые коэффициенты корреляции имели отрицательные значения. Характер общей динамики размерно-массовых показателей нерки на более коротком и сопоставимом ряду наблюдений на уровне второй половины 1970-х и начала 2000-х гг. показал определенную схожесть данных критериев рыб всех исследуемых нагульно-выростных водоемов. При анализе временных рядов изменчивости размерно-массовых показателей нерки озер Ближнего, Дальнего, Лиственничного и Саранного практически во всех случаях были выделены разнонаправленные темпоральные субтренды, формирующие структуру общего многолетнего тренда. Это выражается в том, что в определенные периоды лет наблюдается последовательное уменьшение размеров и массы тела рыб, чередующееся с резким увеличением данных параметров. Общий уровень периодичности субтрендов варьирует в пределах 5–10 лет.

Ключевые слова: нерка, возраст, длина тела, масса тела, темпоральные тренды.

* Бугаев Александр Викторович, кандидат биологических наук, заведующий отделом, e-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru; Бугаев Виктор Федорович, доктор биологических наук, и.о. главного научного сотрудника, e-mail: bugaev.v.f@kamniro.ru; Погодаев Евгений Геннадиевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией.

Bugaev Alexander V., Ph.D., head of department, e-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru; Bugaev Victor F., D.Sc., principal researcher, e-mail: bugaev.v.f@kamniro.ru; Pogodaev Evgeny G., Ph.D., head of laboratory.

Bugaev A.V., Bugaev V.F., Pogodaev E.G. Age and length-weight structure of local stocks of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* in some feeding-spawning lakes of Kamchatka Region // Izv. TINRO. — 2015. — Vol. 180. — P. 3–38.

Age and length-weight structure of sockeye salmon spawners are considered for the feeding-spawning lakes of southeastern Kamchatka, as Dalneye (1976–2013), Blizhneye (1939–2013), and Listvenichnoye (1999–2013), and for Lake Sarannoye on Bering Island (1990–2013). By these data, the age of sockeye salmon maturing is: 2.2, 2.3 and 3.2 in Lake Dalneye, 1.2, 1.3, 2.1 and 2.2 in Lake Blizhneye, 2.2, 2.3 and 3.3 in Lake Listvenichnoye, and 2.2, 2.3, 3.2 and 3.3 in Lake Sarannoye. These age groups dominate in the samples of spawning sockeye with the portion 70–90 %. Long-term dynamics of length and weight of sockeye spawners is distinguished by negative trends significant for the longest time-series in Lake Blizhneye and insignificant for the shorter one in Lakes Dalneye; the length of observations in Lakes Listvenichnoye and Sarannoye is not enough to reveal trends. Besides, cyclic variations with the period 5–10 years could be revealed for the long time-series. As a rule, each cycle includes the phases of gradual decreasing and sharp increasing of length and weight. Year-to-year dynamics of the length-weight structure in the common period of observations is similar for all investigated lakes.

Key words: sockeye salmon, age, body length, body weight, temporal trend.

Введение

Нерка — один из наиболее значимых видов тихоокеанских лососей как в экономическом, так и в научном аспектах. Именно этот факт и определяет более чем 100-летний научный мониторинг этого вида в североамериканской и азиатской частях ареала (Foerster, 1968; Burgner, 1991; Бугаев, 1995, 2011; Бугаев, Кириченко, 2008; и др.).

Возрастная структура и размерно-массовые показатели тихоокеанских лососей являются важнейшей составляющей для разработки промысловых прогнозов различной заблаговременности. В связи с практически полным промысловым освоением основных стад нерки Камчатского края в последние десятилетия наметился явный интерес промышленности к увеличению интенсивности промысла второстепенных стад этого вида.

Как показали многолетние исследования анадромной азиатской нерки (Бугаев, 1995, 2011), в озерах ее молодь живет преимущественно 1–2 года (реже 3–4 и, как редчайшее исключение, 5–6). В речных бассейнах, где нет озер со средними глубинами более 15–18 м, которые наиболее благоприятны для продолжительного нагула молоди (Куренков, 1978, 2005), нерка может скатываться даже сеголетками — в возрасте 0+. В море нерка обычно проводит 3 года, реже — 2 или 4, очень редко — 1 и, как исключение, — 5.

В принципе, общая возрастная и размерно-массовая характеристика практически всех значительных популяций азиатской нерки достаточно известна (Бугаев, 1995, 2011; Бугаев и др., 2007; Рыбы ..., 2007; и др.). По ряду стад второго плана такая информация имеется, но не вся она опубликована.

В частности, несмотря на многолетние исследования нерки озер Дальнего и Ближнего (бассейн р. Паратунка — юго-восточная Камчатка), в научной литературе были опубликованы только среднемноголетние данные биологических показателей половозрелых рыб названных популяций (Крогиус и др., 1969, 1987; и др.), которые были собраны около 40 лет назад. С другой стороны, в ряде случаев в полном объеме не известны результаты биологического мониторинга ряда популяций нерки в озерах, где он начат сравнительно недавно — Лиственничном (юго-восточная Камчатка) и Саранном (о. Беринга). В связи с наличием достаточно значительных объемов неопубликованных данных о длине и массе тела нерки перечисленных выше озер появляется возможность рассмотреть этот аспект ее биологии более подробно.

Одним из наиболее актуальных вопросов, касающихся возрастной и размерно-массовой структуры как непосредственно нерки, так и других видов тихоокеанских лососей, является межгодовая изменчивость данных показателей на региональном уровне. Так, у североамериканских и азиатских популяций тихоокеанских лососей с середины 1970-х и до середины 1990-х гг. исследователи отмечали уменьшение размеров и массы

тела (Ishida et al., 1993; Helle, Hoffman, 1995; Bigler et al., 1996). Предполагалось, что уменьшение размеров тела может быть следствием увеличения численности лососей в океане, что, в свою очередь, привело к повышению влияния плотностного фактора за счет возрастания конкурентных пищевых взаимоотношений. При этом, по мнению многих зарубежных специалистов, рост численности тихоокеанских лососей мог быть связан и с климатическими изменениями, что отразилось на продукционных показателях лососевой кормовой базы в прибрежно-эстуарных экосистемных комплексах. Особенно данная теория популярна у североамериканских исследователей (McLain, 1984; Beamish, Bouillon, 1993; Miller et al., 1994; Hare, Francis, 1995; и др.).

Более поздние исследования (Fukuwaka et al., 2007, 2009; Helle et al., 2007; Ruggerone et al., 2007, 2009; Бугаев, 2011; Темных и др., 2011; Карпенко и др., 2013; и др.) также свидетельствуют о том, что по мере увеличения численности некоторых видов тихоокеанских лососей (в начале 2000-х гг.) из различных регионов Северной Пацифики наблюдалось уменьшение их размерно-массовых показателей. В большей степени это касается видов с продолжительным периодом океанического нагула — нерки, кеты и чавычи. У наиболее многочисленного вида азиатских лососей, горбуши, наоборот, в ряде регионов наблюдается тенденция к увеличению длины и массы тела (Темных, 2004; Карпенко и др., 2013). Причем, как ранее отмечалось (Рыбы ..., 2007), эта закономерность у разных видов лососей в большей степени может проявляться с определенной межгодовой периодичностью.

Разумеется, это вопрос сложный и требующий всестороннего изучения. Понятно, что воздействием только одного плотностного фактора невозможно объяснить данные тенденции. Для развития понимания этой проблемы необходимо оперировать как минимум фактическими данными о состоянии кормовой базы лососей в Северотихоокеанском регионе. Но анализ данного вопроса не входит в тематику настоящей работы.

Говоря непосредственно об азиатской нерке, констатируем, что уменьшение размеров и массы ее тела с течением времени, отмеченное на достаточно длинных рядах наблюдений, обнаружено и у некоторых стад Камчатки и Чукотки — рек Озерная, Камчатка, Хайлуля и Мейныпильгынской озерно-речной системы, а также р. Большой (Бугаев, 2011). При этом подобный негативный темпоральный тренд отсутствует в размерно-массовых показателях нерки р. Палана (Бугаев, 2011). Тем не менее практически во всех случаях, где имелись достаточно длинные ряды наблюдений (исключая нерку р. Палана), у азиатской нерки было показано наличие негативных темпоральных трендов.

Как отмечено выше, более поздние исследования размерно-массовых показателей производителей нерки крупнейших азиатских стад — рек Озерная и Камчатка — также подтвердили эту закономерность (Карпенко и др., 2013). К сожалению, в сводной работе по питанию и росту тихоокеанских лососей в море (Карпенко и др., 2013) не было представлено соответствующих ссылок на результаты предыдущих обширных исследований (Бугаев, 2011), проводимых по изучению размерно-массовой структуры азиатской нерки. Полагаем, что это сделано непредумышленно. Наиболее вероятно, речь идет о недоработке при анализе литературных данных.

Основная цель настоящей работы — анализ архивных и новых многолетних материалов по возрастной и размерно-массовой структуре нерки некоторых нагульно-выростных водоемов юго-восточной Камчатки — озера Дальнее, Ближнее, Лиственничное — и о. Беринга (Командорские острова) — оз. Саранное.

Материалы и методы

Материалом для настоящего исследования послужили данные биологических анализов половозрелой нерки, собранные сотрудниками КамчатНИРО (ранее — КотИНРО) на наблюдательных пунктах «Дальнеозерский» и «Лиственничный» в бассейнах рек Паратунка (оз. Дальнее — 1976–2013 гг., оз. Ближнее — 1939–2013 гг.) и Лиственничная (оз. Лиственничное — 1999–2013 гг.) (рис. 1). Часть материалов была собрана экспедиционным способом в бассейне р. Саранной на о. Беринга (Командорские острова, оз. Саранное — 1990–2013 гг.).

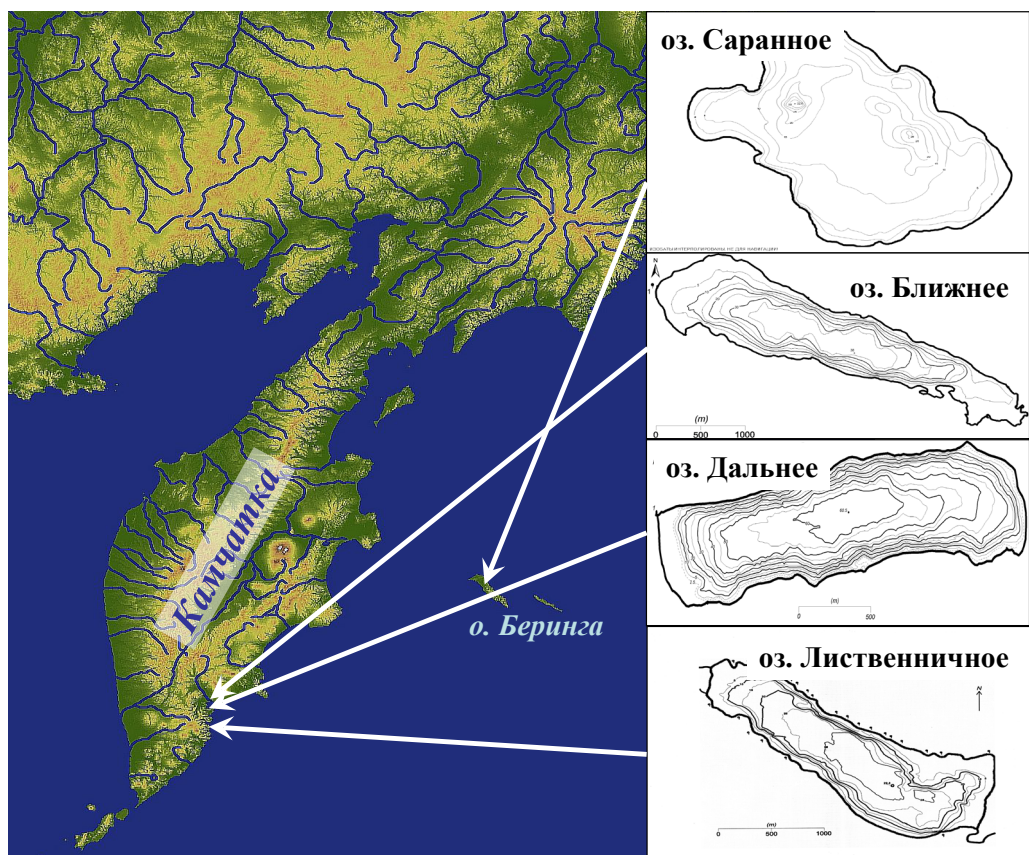


Рис. 1. Карта-схема локализации исследуемых нагульно-нерестовых озер нерки (Камчатский край)

Fig. 1. Scheme of the investigated feeding-spawning lakes for sockeye salmon in Kamchatka Region

Краткая физико-географическая характеристика представленных в работе нагульно-нерестовых озер нерки.

1. Озеро Дальнее. Водоем тектонического происхождения. Расположен в верхнем течении бассейна р. Паратунка на высоте 19,7 м над уровнем моря. Имеет следующие морфометрические показатели: длина — 2,51 км, средняя ширина — 0,54 км, длина береговой линии — 6,1 км, площадь озера — 1,36 км², максимальная глубина — 60,0 м, средняя глубина — 31,5 м, объем — 0,043 км³, площадь бассейна — 11,3 км². Озеро относится к типу мезотрофных (Крогиус и др., 1987).

2. Озеро Ближнее. Имеет сходное происхождение с оз. Дальним и также расположено в верхнем течении р. Паратунка. Данный водоем расположен на высоте 19 м над уровнем моря, имеет площадь зеркала 2,59 км², объем — 0,047 км³, максимальную глубину — 37,8 м, среднюю глубину — 18,3 м, площадь водосбора — 19,6 км², период полной смены воды водосбором — 1,9 года. Озеро относится к типу мезотрофных (Николаев, Николаева, 1991; Куренков, 2005).

3. Озеро Лиственничное. Водоем расположен на юго-восточном побережье Камчатки в 70 км к югу от Авачинской бухты. Озеро относится к пресноводным водоемам. Находится в узкой горной долине и имеет ледниково-фиордовое происхождение. От моря отделено валунно-галечной перемычкой шириной около 1 км. Площадь бассейна озера составляет 66,0 км², акватория — 2,2 км², средняя глубина — 16,2 м, максимальная глубина — 28,0 м и объем — 0,036 км³. Озеро относится к типу олиготрофных (Куренков, Куренков, 1988; Куренков, 2005).

4. Озеро Саранное. Водоем расположен в северной части о. Беринга. Короткая р. Саранная (протяженность 1,4 км) вытекает из одноименного озера. Озеро имеет

длину 7,7 км, наибольшую ширину — 5,1 км, среднюю ширину — 4,1 км, площадь зеркала — 31,1 км², наибольшую глубину — 31,0 м, среднюю глубину — 14,0 м. Водоем относится к типу олиготрофных (Куренков, 1970, 2005).

Общее количество включенных в работу материалов составило 24042 экз. нерки, из которых 4786 экз. было представлено производителями оз. Дальнего, 13811 экз. — оз. Ближнего, 1697 экз. — оз. Лиственничного и 3748 экз. — оз. Саранного. Биологический анализ выполняли по стандартным методикам (Правдин, 1966). В работе приведен возрастной состав и размерно-массовые показатели половозрелых рыб без значительных нерестовых изменений (серебрянок). Сбор материала осуществлялся в период массового нерестового хода (июнь-сентябрь).

Определение возраста с 1975–1976 гг. и по настоящее время проведено авторами статьи. По нерке оз. Ближнего за 1939–1969 гг. использованы архивные данные; определение возраста рыб в это время проводила Ф.В. Крогиус (Крогиус и др., 1969, 1987).

К сожалению, в архивах КамчатНИРО не сохранилось первичных материалов о возрасте и размерно-массовых характеристиках нерки оз. Дальнего. Ранее вся информация в публикациях представлялась в виде среднелетних обобщений, поэтому оригинальные данные сейчас следует признать утраченными. Данный пример очень наглядно демонстрирует необходимость публикации всех собранных материалов, так как в дальнейшем они могут быть востребованы новыми поколениями исследователей.

Статистическая обработка материалов проведена в программах Statistica (Боровиков, Боровиков, 1998; Халафян, 2008) и Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение

Анализ временных трендов любых статистических критериев подразумевает следующие основные этапы действий (Халафян, 2008).

1. Подготовка статистически значимых элементов временного ряда.
2. Графическое представление и анализ поведения временного ряда.
3. Выделение и анализ детерминированных составляющих ряда.
4. Сглаживание и фильтрация временного ряда.
5. Исследование случайной составляющей временного ряда, построение и проверка адекватности математической модели ее описания.

В нашем случае кроме стандартного анализа временных рядов мы воспользовались рекомендациями известного канадского ученого В. Рикера (Ricker, 1984), который для более тонкого описания динамики биологических параметров у рыб предлагал при выделении регрессионных зависимостей учитывать так называемые субрегрессии (субтренды) внутри рядов наблюдений. Это позволяет оценить нюансы многолетней изменчивости исследуемых критериев на фоне общих закономерностей. Этот подход давно использует один из авторов настоящей работы (Бугаев, 1995, 2011).

Озеро Дальнее. В оз. Дальнем воспроизводятся две сезонные расы нерки: ранняя («весенняя») и поздняя («летняя»), которые экологически различаются главным образом по срокам нерестовой миграции и самого нереста. Молодь нерки обеих рас нагуливается в озере 1–3 года, а затем скатывается в море, где проводит 1 или 2–3 (преимущественно) года. В последние несколько десятков лет ранняя форма нерки в оз. Дальнем немногочисленна, поэтому ежегодно собираются материалы по поздней форме (с небольшой примесью ранней).

Подчеркнем, что стадо нерки оз. Дальнего находится под постоянным промысловым и браконьерским прессингом, поскольку расположено в верховьях бассейна р. Паратунка, где в непосредственной близости находится множество населенных пунктов. В данном случае более важен фактор браконьерства, поскольку нерегулируемый вылов может оказывать значительное воздействие на численность и биологическую структуру как непосредственно нерки, так и любых других видов тихоокеанских лососей. Особенно влияние браконьерского промысла в бассейне р. Паратунка проявилось в 1990–2000-е гг. (Запорожец и др., 2008).

Для нерки оз. Дальнего характерно наличие карликовых особей, участвующих в нересте. Карликовые самцы (созревающие без выхода в море), развиваются как у

одной, так и у другой расы, но карликовые самки отмечены только у поздней формы. На нерестилищах есть возможность учитывать карликов только поздней нерки, так как нерест ранней расы и ее карликов происходит на больших глубинах и практически недоступен визуальному учету (Крогиус и др., 1987). Нерест происходит в июле-августе. Возможно, что заметное увеличение численности карликовых форм нерки в оз. Дальнем в 1990–2000-е гг. является некой защитной реакцией популяции на антропогенное воздействие, оказываемое на проходную часть стада.

По опубликованным данным (Крогиус и др., 1969, 1987), у нерки оз. Дальнего в годы высокой численности популяции преобладают рыбы возраста 1.2, 1.3 и 2.2, а в годы низкой численности — 1.2, 2.2 и 3.2. Отмечено, что со снижением численности и улучшением кормовых условий в озере происходит увеличение возраста половозрелых рыб за счет увеличения продолжительности пресноводного периода жизни (Вецлер, Погодаев, 2011).

В период высоких заходов нерки на нерест преобладающей возрастной группой среди покатников становятся годовики. При обратном процессе — снижении подходов нерки на нерест и уменьшении количества нагуливающейся молодежи — период пресноводного нагула удлиняется до двух, трех и даже до четырех лет. Установлено, что масса тела годовиков находится в прямой, а их количество в скате — в обратной зависимости от биомассы кормового зоопланктона перед миграцией. Чем напряженнее складываются трофические условия для молодежи нерки перед скатом, тем больше покатников в возрасте 1+ мигрируют из озера. Масса тела двухгодовиков зависит от трофических условий за оба года нагула молодежи нерки, причем определяющее влияние имеет биомасса в год миграции и в меньшей степени — в предшествующий год нагула (Вецлер, Погодаев, 2011).

Возрастной состав половозрелой нерки оз. Дальнего за 1976–2013 гг. (с перерывом в 1981–1989 гг.) приведен в табл. 1. Сравнение с данными возрастной структуры нерки за период с середины 1930-х гг. по 1975 г. (Крогиус и др., 1987) свидетельствует о том, что у рыб в 1976–2013 гг. значительно снизилась суммарная доля особей с одним пресноводным годом нагула (1.1, 1.2, 1.3, 1.4 — с 59,90 до 22,75 %). При этом доля рыб с двумя и тремя пресноводными годами нагула, наоборот, возросла (2.1, 2.2., 2.3, 2.4 — с 36,40 до 65,34 % и 3.1, 3.2, 3.3 — от 3,30 до 11,86 %). Увеличение доли рыб, имеющих более продолжительный период пресноводного нагула, свидетельствует об улучшении условий нагула в оз. Дальнем в современный период (Вецлер, Погодаев, 2011). Это же подтверждают и многолетние гидробиологические исследования экосистемы данного водоема (Вецлер, Погодаев, 2004; Вецлер, 2008).

Следует отметить, что в целом в 1975–2013 гг. наблюдалось увеличение доли рыб с одним морским годом нагула (возраст 1.1 и 2.1). По литературным данным (Крогиус и др., 1987), в 1934–1969 гг. доли рыб (поздняя раса) в возрасте 1.1 и 2.1 составляли 0,10 и 0,30 %, а в 1976–2013 гг. — соответственно 3,17 и 9,19 %. Учитывая тот факт, что основной рост тихоокеанских лососей происходит в течение 1–2 лет жизни в море (Справочные материалы ..., 2000), в той или иной степени это могло отразиться на размерно-массовой структуре производителей нерки оз. Дальнего на многолетнем уровне.

Интересен и факт заметного преобладания самок-производителей нерки оз. Дальнего в период проводимых исследований. По среднемноголетним данным, доля самцов в 1950–1960-е гг. составляла приблизительно 50 % (Крогиус и др., 1987). В 1970–1990-е гг. их встречаемость снизилась до 40 %, а в 2000-е гг. этот показатель варьировал на уровне около 30 %. По сути, весь охваченный период наших исследований характеризуется относительно низкой долей анадромных самцов на нерестилищах оз. Дальнего.

Подробные сведения о длине и массе тела нерки оз. Дальнего за период 1976–2013 гг. приведены в табл. 2 и 3 (за более ранние годы материалы отсутствуют). Полученные среднемноголетние показатели имели следующие значения: длина тела самцов — 49,76 см (38,83–55,83 см), самок — 50,99 см (46,97–54,53 см); масса тела самцов — 1,55 кг (0,81–2,18 кг), самок — 1,54 кг (1,30–1,78 кг).

Анализ изменчивости размерно-массовых показателей нерки по полу и возрасту показал, что все достоверные значения коэффициентов корреляций на многолетнем уровне дают лишь отрицательные тренды, показывающие снижение длины и массы тела рыб (табл. 4). Речь идет о коэффициентах корреляций порядка $r = -0,5-0,6$. При этом наиболее высокие их значения характерны для показателей массы тела.

Возрастной состав производителей нерки оз. Дальнего в 1976–2013 гг., %

Table 1

Age composition of sockeye salmon spawning stock in Lake Dalneye in 1976–2013, %

Год	0.2	0.3	0.4	0.5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	N, экз.	
1976	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10,81	29,73	37,84	–	–	18,92	2,70	–	–	–	–	–	–	37
1977	–	–	–	–	–	–	–	–	–	88,33	5,00	5,00	–	–	6,67	–	–	–	–	–	–	–	60
1978	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,55	56,06	16,67	–	–	19,70	3,03	–	–	–	–	–	–	66
1979	–	–	–	–	–	1,76	0,59	–	–	1,18	78,24	11,76	–	–	6,47	–	–	–	–	–	–	–	170
1980	–	–	–	–	–	6,58	2,63	–	–	42,11	28,95	–	–	–	19,74	–	–	–	–	–	–	–	76
За 1981–1989 гг. данные отсутствуют																							
1990	–	–	–	–	0,85	10,73	14,69	–	–	1,98	69,77	0,85	–	1,13	–	–	–	–	–	–	–	–	354
1991	–	–	–	–	15,83	7,34	16,60	–	–	2,70	42,86	7,72	–	–	6,95	–	–	–	–	–	–	–	259
1992	–	–	–	–	0,35	87,15	4,17	–	–	–	6,94	1,39	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	288
1993	–	–	–	–	–	69,05	20,24	–	–	8,33	2,38	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	168
1994	–	–	–	–	0,68	7,53	6,85	–	–	–	82,88	2,05	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	146
1995	–	–	–	–	–	21,40	13,54	–	–	8,73	41,48	11,35	–	0,44	3,06	–	–	–	–	–	–	–	229
1996	–	–	–	–	0,50	7,00	–	–	–	59,50	28,00	0,50	–	2,50	2,00	–	–	–	–	–	–	–	200
1997	–	–	–	–	0,50	0,50	–	–	–	21,89	71,64	1,00	–	2,49	1,99	–	–	–	–	–	–	–	201
1998	–	–	–	–	1,00	67,00	–	–	–	1,50	29,50	1,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	200
1999	–	–	–	–	34,11	18,60	3,88	–	–	17,05	26,36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	129
2000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2001	–	–	–	–	19,90	10,47	1,57	–	–	7,85	54,97	1,57	–	0,52	3,14	–	–	–	–	–	–	–	191
2002	–	–	–	–	–	47,42	–	–	–	9,28	35,57	0,52	–	–	7,22	–	–	–	–	–	–	–	194
2003	–	–	–	–	–	–	6,48	–	–	0,46	77,31	12,04	–	0,46	2,31	0,93	–	–	–	–	–	–	216
2004	–	–	–	–	2,86	2,86	8,57	–	–	2,86	47,14	10,00	–	1,43	18,57	5,71	–	–	–	–	–	–	70
2005	–	–	–	–	1,55	13,40	1,55	–	–	9,79	50,52	2,06	–	–	19,07	2,06	–	–	–	–	–	–	194
2006	–	–	–	–	5,00	6,82	1,26	–	–	16,36	45,00	8,64	–	4,09	10,91	1,82	–	–	–	–	–	–	220
2007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2008	–	–	–	–	–	4,78	–	–	–	3,68	44,85	0,37	–	4,41	41,54	–	–	0,37	–	–	–	–	272
2009	–	–	–	–	–	1,67	–	–	–	10,83	61,67	–	–	2,50	22,50	0,83	–	–	–	–	–	–	120
2010	–	–	–	–	–	4,57	–	–	–	1,71	64,57	1,15	–	1,71	26,29	–	–	–	–	–	–	–	175
2011	–	–	–	–	–	21,79	–	–	–	6,14	50,28	–	–	0,56	21,23	–	–	–	–	–	–	–	179
2012	–	–	–	–	–	1,80	2,99	–	–	–	86,83	5,39	–	–	2,39	0,60	–	–	–	–	–	–	167
2013	–	–	–	–	3,41	1,95	0,98	–	–	40,98	31,22	1,95	–	1,95	16,58	0,98	–	–	–	–	–	–	205
1934–1969 (ранняя)*	–	–	–	–	–	26,20	37,50	1,00	–	–	23,80	8,60	0,10	0,20	2,50	0,10	–	–	–	–	–	–	–
1934–1969 (поздняя)*	–	–	–	–	0,10	37,6	21,90	0,30	–	0,30	30,80	5,10	0,20	0,20	2,80	0,30	–	–	–	–	–	–	–
1976–2013 (поздняя)	–	–	–	–	3,17	15,63	3,95	–	–	9,19	49,86	6,29	–	0,90	10,27	0,69	–	0,01	–	–	–	–	–

* Определение возраста Ф.В. Крогиус (Крогиус и др., 1987).

Таблица 2

Длина тела (АС) производителей нерки оз. Дальнего (по основным возрастным группам) в 1976–2013 гг., см

Table 2

Body length (АС, cm) of sockeye salmon spawners in Lake Dalneye in 1976–2013, by age groups

Год	1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1976	–	–	–	–	35,20	–	46,67	53,65	59,62	54,90	57,13	53,00	–	48,00	52,29	53,57
1977	–	–	–	–	–	–	53,89	49,20	58,25	57,50	57,20	52,50	–	–	54,48	49,64
1978	–	–	–	–	40,00	–	50,33	51,32	60,67	54,60	53,75	50,44	56,00	55,00	51,91	51,68
1979	58,00	49,00	–	58,00	44,00	44,00	55,55	52,04	55,82	55,22	57,25	51,43	–	–	55,61	52,20
1980	51,00	47,00	57,00	51,00	–	–	47,33	47,28	56,83	47,63	50,00	45,29	–	–	53,23	46,97
Данных за 1981–1989 гг. нет																
1990	53,44	50,12	62,60	57,15	41,57	–	54,12	50,39	61,50	56,00	–	–	–	–	54,88	50,99
1991	46,50	50,44	58,50	54,32	41,14	–	52,44	50,02	55,89	53,73	51,00	50,00	–	–	47,94	51,32
1992	52,39	48,78	54,55	53,00	–	–	53,00	49,94	59,00	54,00	–	–	–	–	52,58	48,98
1993	52,28	49,92	61,55	56,08	38,64	39,00	50,00	48,33	–	–	–	–	–	–	52,89	50,36
1994	48,50	48,80	55,29	55,50	–	–	50,45	47,60	51,50	49,00	–	–	–	–	50,88	47,96
1995	51,52	49,14	58,42	54,05	39,00	–	52,17	49,71	57,70	53,63	55,00	50,40	–	–	50,70	50,71
1996	52,40	50,00	–	–	41,28	42,67	48,07	49,57	59,00	–	49,50	–	–	–	42,76	48,50
1997	–	41,00	–	–	38,30	–	53,66	47,10	56,00	58,00	56,00	44,33	–	–	44,93	47,07
1998	53,47	53,63	–	–	41,00	–	52,44	52,76	–	64,90	–	–	–	–	52,13	53,38
1999	53,00	50,09	61,00	59,00	40,57	43,50	54,19	51,65	–	–	–	–	–	–	42,30	51,41
2000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2001	52,50	50,25	–	56,67	39,39	41,58	55,17	50,94	–	53,67	55,00	50,80	–	–	44,64	50,08
2002	55,13	51,49	–	–	38,70	44,33	56,83	51,81	60,00	–	58,25	51,29	–	–	51,47	51,44
2003	–	–	61,60	57,33	43,00	–	55,30	52,39	57,64	54,60	54,00	51,25	56,00	52,00	55,83	52,87
2004	54,00	51,00	62,60	60,00	43,00	–	52,75	52,50	59,67	56,37	57,33	53,90	62,00	51,00	54,19	53,20
2005	57,00	54,22	–	57,33	43,71	42,58	54,56	55,05	57,00	56,00	58,13	55,57	61,75	–	53,88	54,03
2006	56,25	53,09	61,00	62,50	44,94	42,50	55,46	55,64	56,63	56,63	53,50	54,82	57,50	57,00	49,15	54,53
2007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2008	44,00	50,96	–	–	41,17	49,00	48,63	51,28	–	51,00	51,55	51,57	–	–	47,60	51,33
2009	–	55,50	–	–	40,08	–	50,40	52,94	–	–	47,00	52,12	–	52,00	42,68	52,77
2010	51,33	51,60	–	–	40,67	–	51,40	50,94	–	56,50	52,00	51,47	–	–	47,82	51,18
2011	48,28	49,73	–	–	41,91	–	50,17	50,16	–	–	47,13	50,26	–	–	46,60	50,09
2012	–	49,33	–	54,40	–	–	51,09	49,57	54,25	52,00	49,00	50,67	–	55,00	51,37	49,91
2013	45,00	50,25	–	55,25	37,05	39,75	54,50	50,75	53,25	57,50	49,79	49,83	–	49,00	38,83	50,45
Среднее	51,80	50,23	59,46	56,35	40,65	42,89	52,24	50,91	57,38	54,92	53,31	48,51	58,65	52,37	49,76	50,99

Таблица 3

Масса тела производителей нерки оз. Дальнего (по основным возрастным группам) в 1976–2013 гг., кг

Table 3

Body weight of sockeye salmon spawners in Lake Dalneye in 1976–2013, by age groups, kg

Год	1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1976	–	–	–	–	0,41	–	1,35	1,85	2,51	1,81	2,22	1,72	–	1,27	1,86	1,78
1977	–	–	–	–	–	–	1,90	1,37	2,39	2,45	2,32	1,73	–	–	1,97	1,42
1978	–	–	–	–	0,79	–	1,66	1,61	2,57	1,82	1,81	1,48	2,03	1,90	1,78	1,61
1979	2,23	1,25	–	2,15	1,05	1,18	1,92	1,58	2,01	1,85	2,07	1,51	–	–	1,95	1,59
1980	1,92	1,49	2,72	1,88	–	–	1,57	1,44	2,50	1,55	1,52	1,26	–	–	2,14	1,44
Данных за 1981–1989 гг. нет																
1990	1,96	1,50	3,17	2,31	0,94	–	2,02	1,55	2,90	1,98	–	–	–	–	2,18	1,61
1991	1,33	1,55	2,45	1,86	0,91	–	1,71	1,47	2,13	1,84	1,60	1,50	–	–	1,47	1,60
1992	1,98	1,54	2,14	2,05	–	–	2,03	1,59	2,77	2,07	–	–	–	–	2,00	1,55
1993	1,81	1,53	2,96	2,25	0,70	0,68	1,42	1,40	–	–	–	–	–	–	1,97	1,59
1994	1,45	1,33	2,14	1,77	–	–	1,55	1,28	1,65	1,45	–	–	–	–	1,63	1,30
1995	1,74	1,45	2,53	1,96	0,79	–	1,76	1,49	2,42	1,86	1,96	1,55	–	–	1,71	1,59
1996	1,98	1,55	–	–	0,86	0,96	1,42	1,58	2,60	–	1,77	–	–	–	0,99	1,48
1997	–	1,45	–	–	0,85	–	2,03	1,45	2,50	2,25	2,15	1,33	–	–	1,37	1,46
1998	1,56	1,49	–	–	0,68	–	1,34	1,44	–	1,97	–	–	–	–	1,43	1,49
1999	1,68	1,36	2,43	2,11	0,74	0,95	1,81	1,45	–	–	–	–	–	–	0,91	1,45
2000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2001	1,76	1,42	2,10	2,10	0,72	0,74	1,93	1,45	–	1,78	1,50	1,42	–	–	1,10	1,40
2002	2,07	1,62	–	–	0,75	1,20	2,25	1,63	2,10	–	1,95	1,63	–	–	1,77	1,61
2003	–	–	2,62	2,06	0,90	–	1,81	1,51	2,01	1,70	1,70	1,57	2,00	1,50	1,88	1,56
2004	1,20	1,30	2,68	2,01	0,74	–	1,35	1,49	2,10	1,75	1,80	1,48	2,40	1,28	1,64	1,51
2005	2,03	1,85	–	1,96	0,98	0,99	1,70	1,80	2,15	1,85	2,24	1,84	2,53	–	1,77	1,75
2006	2,03	1,48	2,60	2,20	0,78	0,87	1,75	1,70	–	1,87	1,35	1,63	2,11	1,91	1,22	1,64
2007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2008	0,90	1,46	–	–	0,88	1,35	1,32	1,55	–	1,30	1,64	1,63	–	–	1,32	1,58
2009	–	1,70	–	–	0,64	–	1,34	1,56	–	–	1,10	1,47	–	1,40	0,81	1,54
2010	1,75	1,57	–	–	0,88	–	1,57	1,59	–	1,84	1,41	1,57	–	–	1,34	1,59
2011	1,34	1,46	–	–	0,85	–	1,62	1,49	–	–	1,29	1,52	–	–	1,26	1,49
2012	–	1,57	–	1,46	–	–	1,61	1,37	1,87	1,60	1,20	1,37	–	–	1,63	1,39
2013	1,13	1,20	–	1,90	0,68	0,83	1,98	1,48	1,85	2,20	1,68	1,47	–	–	0,81	1,47
Среднее	1,69	1,48	2,78	2,00	0,80	0,97	1,69	1,52	2,16	1,85	1,73	1,53	2,21	1,56	1,55	1,54

Значения коэффициентов корреляции Пирсона (r), характеризующих зависимость динамики размерно-массовых показателей производителей нерки оз. Дальнего от межгодовой изменчивости в период 1976–2013 гг.

Pearson correlation coefficients (r) describing the dependence of body length and weight dynamics on year-to-year variability in 1976–2013 for sockeye salmon in Lake Dalneye

Показатель	1.2		2.1		2.2		2.3		3.2		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Длина тела (АС)	-0,299 N = 20	-0,400 N = 23	0,204 N = 22	0,042 N = 10	0,213 N = 27	0,235 N = 27	-0,353 N = 19	0,129 N = 21	-0,412 N = 21	0,182 N = 20	-0,485* N = 27	0,176 N = 27
Масса тела	-0,517* N = 19	0,178 N = 23	0,204 N = 22	0,042 N = 10	0,213 N = 27	0,235 N = 27	-0,353 N = 19	-0,193 N = 21	-0,583** N = 21	-0,055 N = 20	-0,622*** N = 27	-0,144 N = 27

Примечание. N — число случаев. * $P < 0,05$. ** $P < 0,01$. *** $P < 0,001$.

На рис. 2 показана общая динамика (для обоих полов и всех возрастных групп) и темпоральные тренды изменчивости размерно-массовых показателей нерки оз. Дальнего в 1976–2013 гг.

Анализ представленных данных, несмотря на отсутствующие наблюдения 1980-х гг., говорит о том, что по длине и массе тела нерки имеются выраженные отрицательные многолетние тренды, причем по массе тела полученная закономерность является статистически достоверной.

Тем не менее даже визуальная оценка имеющихся наблюдений указывает на неоднозначность межгодовой динамики размерно-массовых показателей нерки в 1976–2013 гг. Можно отметить ряд периодов четко выраженного снижения и увеличения длины и массы тела на фоне многолетних тенденций. Заметно, что в 1990–2000 гг. значения размерно-массовых показателей нерки уменьшались, в 2001–2005 гг., наоборот, наблюдался их рост, а в последующий период до 2013 г. эти критерии снова снижались. При этом во многих случаях межгодовая изменчивость длины и массы тела нерки оз. Дальнего имела пилообразный характер с шириной «зубца» в 1 год.

В данной ситуации можно предположить, что мы имеем дело с проявлением субтрендов внутри общей многолетней структуры изменчивости размерно-массовых показателей. В этом случае проводить корреляционный анализ не совсем корректно, учитывая заведомо недостоверный характер связей из-за незначительности рассматриваемых рядов наблюдений. Для характеристики такого рода периодичности больше подходит использование одномерного спектрального анализа Фурье (рис. 3).

На представленных графиках видно несколько незначительных регулярных пиков, а также один четко выраженный нерегулярный пик. Это служит подтверждением тому, что в рядах имеются переменные субтренды, но они неустойчивы на уровне общего временного ряда.

Для большего обозначения характера вариабельности отмеченных субтрендов была использована автокорреляционная функция временных рядов (рис. 4). В данном, а также последующих случаях размер лага определялся порядком общего количества проводимых наблюдений с шагом 2. Делать более генерализированную модель (шаг 4) в большинстве случаев нам не позволяла продолжительность имеющихся рядов размерно-массовых критериев.

Рис. 2. Динамика и темпоральные тренды длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Дальнего по данным 1976–2013 гг.

Fig. 2. Dynamics and trends of body length (А) and weight (Б) for sockeye salmon spawners in Lake Dalneye in 1976–2013

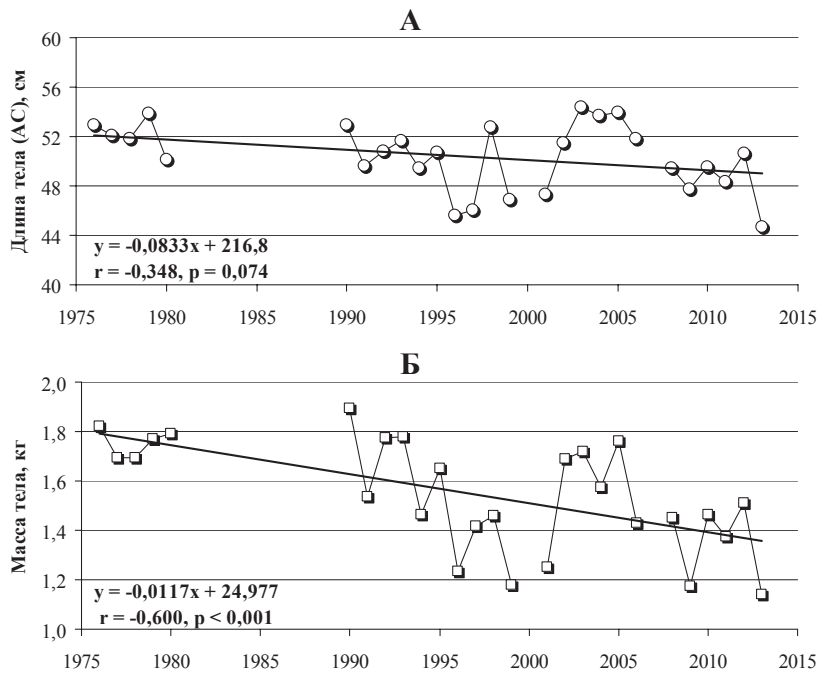
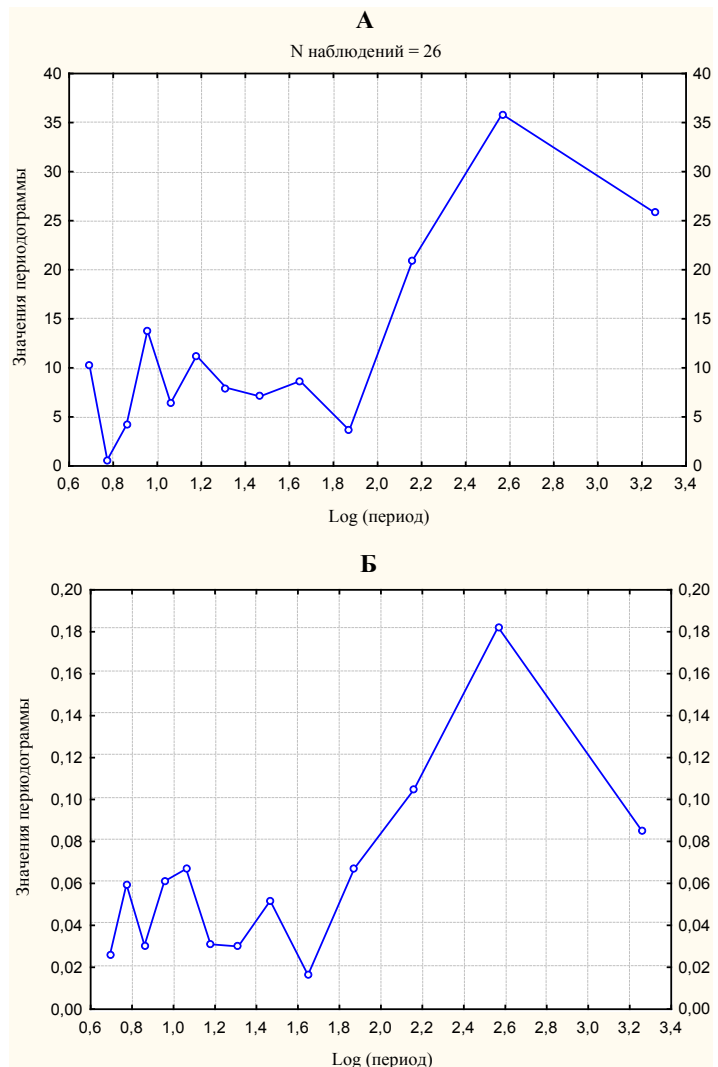


Рис. 3. Результаты одномерного спектрального анализа Фурье для логарифмов значений временных рядов изменчивости длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Дальнего (по данным 1976–2013 гг.)

Fig. 3. Results of single series Fourier (spectral) analysis for logarithmic time series of length (А) and weight (Б) for sockeye salmon in Lake Dalneye in 1976–2013



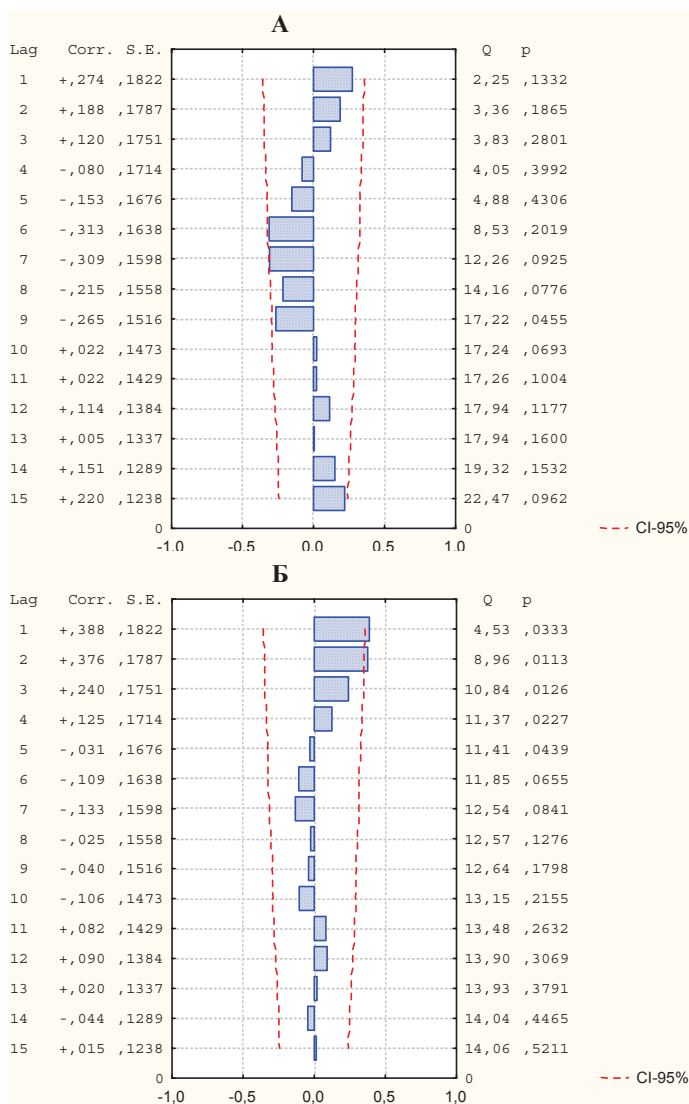


Рис. 4. Автокорреляция временных рядов изменчивости значений длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Дальнего (по данным 1976–2013 гг.). Здесь и на рис. 7, 11 *Lag* — лаг; *Corr.* — значения функции автокорреляции; *S.E.* — стандартная ошибка; *Q* — белый шум; *p* — уровень достоверности; *CI-95 %* — 95 %-ный доверительный интервал

Fig. 4. Autocorrelation function for time series of length (А) and weight (Б) for sockeye salmon in Lake Dalneye in 1976–2013. Hereinafter at Fig. 7, 11: *Lag* — lag; *Corr.* — autocorrelation coefficient; *S.E.* — standard error; *Q* — white noise; *p* — confidence level; *CI-95 %* — confidence interval 95 %

Представленные результаты автокорреляции временных рядов показывают синусоидальный характер функции переменных. Это также свидетельствует о нестационарности ряда и наличии устойчивых, хотя и относительно слабо выраженных субтрендов изменчивости длины и массы тела нерки оз. Дальнего в период 1976–2013 гг.

Озеро Ближнее. Формирование экологических рас нерки оз. Ближнего происходит по сценарию, сходному с осуществляющимся в географически близком оз. Дальнем. Для нерки оз. Ближнего также характерно преобладание поздней («летней») расы и наличие карликовых форм производителей в нерестовой структуре стада. Периодика анадромного хода и сроков нереста нерки обоих водоемов достаточно сходны. При этом стадо нерки оз. Ближнего также находится под постоянным промысловым и браконьерским воздействием. Не исключено, что это приводит к определенному сходству в биологической структуре этих стад.

Например, в оз. Ближнем, как и оз. Дальнем, также наблюдался определенный дисбаланс соотношения полов производителей анадромной нерки на нерестилищах. В 1940–1980-е гг. соотношение самцов и самок было достаточно близко к 50 : 50 %. В 1990-е гг. доля самцов снизилась в среднем до 40 %, а в 2000-е гг. она уже варьировала на уровне около 30 %. Подчеркнем, что подобная картина практически идентична для обоих озер.

В литературе (Крогиус и др., 1987) имеются данные о среднескользящем возрастном составе производителей нерки оз. Ближнего в 1939–1969 гг. К счастью, были сохранены и первичные материалы с определенным возрастом рыб за данный период. Это дало возможность авторам статьи использовать их для анализа межгодовой изменчивости возрастного состава производителей нерки оз. Ближнего за весь период наблюдений (табл. 5). Отметим, что в целом по нерке данного водоема имеется наиболее продолжительный ряд наблюдений возрастного и размерно-массового состава из

Таблица 5

Возрастной состав производителей нерки оз. Ближнего в 1939–2013 гг., %

Table 5

Age composition of sockeye salmon spawning stock in Lake Blizhneye in 1939–2013, %

Год	0.2	0.3	0.4	0.5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	N, экз.	
1939	–	–	–	–	1,21	41,67	49,09	0,45	–	–	6,97	0,61	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	660
1940	–	–	–	–	2,40	39,13	3,90	–	–	7,22	42,93	4,24	–	–	–	0,18	–	–	–	–	–	–	566
1941	–	–	–	–	0,62	29,48	14,02	0,41	–	2,89	47,42	4,95	–	–	–	0,21	–	–	–	–	–	–	485
1942	–	–	–	–	–	13,53	16,19	–	–	0,20	50,00	20,08	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	488
1943	–	–	–	–	–	23,32	4,67	–	–	5,27	53,55	12,78	–	–	0,41	–	–	–	–	–	–	–	493
1944	–	–	–	–	–	23,61	11,18	–	–	1,86	56,83	6,21	–	–	0,31	–	–	–	–	–	–	–	322
1945	–	–	–	–	1,88	44,61	23,42	–	–	2,05	27,01	1,03	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	585
1946	–	–	–	–	0,84	56,26	7,04	–	–	1,68	29,65	4,36	–	–	0,17	–	–	–	–	–	–	–	597
1947	–	–	–	–	–	51,01	15,86	–	–	–	25,10	8,03	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	498
1948	–	–	–	–	0,53	11,87	65,17	6,86	–	0,53	8,18	6,86	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	379
1949	–	–	–	–	1,66	41,38	1,66	0,66	–	4,64	39,74	8,61	–	–	0,99	0,66	–	–	–	–	–	–	302
1950	–	–	–	–	–	23,21	38,68	–	–	–	27,22	10,32	–	–	0,57	–	–	–	–	–	–	–	349
1951	–	–	–	–	–	20,0	34,00	4,80	–	–	20,00	19,60	1,60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	250
1952	–	–	–	–	0,63	19,94	12,03	0,32	–	–	46,20	20,25	0,63	–	–	–	–	–	–	–	–	–	316
1953	–	–	–	–	11,78	29,61	12,36	0,29	–	11,49	27,87	5,17	0,57	–	0,86	–	–	–	–	–	–	–	348
1954	–	–	–	–	–	46,00	3,00	–	–	6,00	42,33	0,67	–	–	2,00	–	–	–	–	–	–	–	300
1955	–	–	–	–	–	8,94	5,06	–	–	3,89	61,48	10,12	0,39	9,34	0,78	–	–	–	–	–	–	–	257
1956	–	–	–	–	–	27,69	16,22	0,68	–	–	45,61	9,12	–	–	0,68	–	–	–	–	–	–	–	296
1957	–	–	–	–	1,46	49,08	12,82	0,37	–	7,69	28,21	0,37	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	279
1958	–	–	–	–	2,14	6,07	27,15	2,14	–	2,50	26,79	30,36	0,71	–	1,43	0,71	–	–	–	–	–	–	280
1959	–	–	–	–	–	45,99	10,16	–	–	1,60	19,25	20,86	–	–	2,14	–	–	–	–	–	–	–	187
1960	–	–	–	–	–	5,71	45,71	–	–	–	44,29	2,86	1,43	–	–	–	–	–	–	–	–	–	70
1961	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1962	–	–	–	–	26,03	28,08	8,90	–	–	24,66	9,59	2,74	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	146
1963	–	–	–	–	1,23	21,01	1,23	–	–	30,86	44,44	1,23	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	81
1964	–	–	–	–	6,54	0,66	2,61	–	–	27,45	28,10	25,49	–	–	5,88	3,27	–	–	–	–	–	–	153
1965	–	–	–	–	–	49,17	46,67	0,83	–	–	3,33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	120
1966	–	–	–	–	24,18	24,16	4,40	–	–	13,19	30,77	2,20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	91
1967	–	–	–	–	14,42	24,64	1,40	–	–	23,26	33,95	–	–	–	1,86	–	–	–	–	–	–	–	215
1968	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1969	–	–	–	–	5,65	41,94	8,06	–	–	1,61	38,71	4,03	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	48
1975	–	–	–	–	3,81	6,68	0,95	–	–	29,52	57,14	–	–	–	0,95	0,95	–	–	–	–	–	–	105
1976	–	–	–	–	15,31	–	–	–	–	79,59	2,04	1,02	–	–	2,04	–	–	–	–	–	–	–	98

За 1970–1974 гг. данные отсутствуют

За 1977–1983 гг. данные отсутствуют

Окончание табл. 5
Table 5 finished

Год	0.2	0.3	0.4	0.5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	N, экз.	
1984	-	-	-	-	24,19	-	1,61	-	-	69,35	4,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62
1985	-	-	-	-	13,60	21,60	1,60	-	-	31,20	30,40	0,80	-	-	0,80	-	-	-	-	-	-	-	125
1986	-	-	-	-	16,89	50,39	2,64	-	-	2,37	25,86	1,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	379
1987	-	-	-	-	15,93	79,26	1,11	-	-	0,37	3,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270
1988	-	-	-	-	29,09	51,63	4,73	-	-	12,73	1,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275
1989	-	-	-	-	28,24	9,63	1,00	-	-	33,89	24,25	2,66	-	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	301
1990	-	-	-	-	12,54	8,91	1,32	-	-	9,57	62,71	2,64	-	1,65	0,66	-	-	-	-	-	-	-	303
1991	-	-	-	-	18,18	57,24	3,70	-	-	3,37	16,50	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297
1992	-	-	-	-	3,50	60,14	7,69	-	-	10,49	8,39	2,80	-	6,99	-	-	-	-	-	-	-	-	143
1993	-	-	-	-	26,00	9,00	3,50	-	-	21,00	40,00	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200
1994	-	-	-	-	6,52	39,13	-	-	-	28,26	26,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46
1995	-	-	-	-	7,14	12,71	4,76	-	-	17,46	57,14	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126
1996	-	-	-	-	10,00	17,00	-	-	-	30,00	42,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
1997	-	-	-	-	9,68	18,26	3,23	-	-	41,94	23,66	3,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93
1998	-	-	-	-	1,72	45,42	0,57	-	-	0,57	51,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	174
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	23,86	1,14	-	-	-	74,43	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176
2001	-	-	-	-	7,56	12,79	2,91	-	-	43,60	25,00	7,56	0,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	172
2002	-	-	-	-	26,42	18,66	-	-	-	26,94	27,46	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193
2003	-	-	-	-	13,08	19,22	4,62	-	-	30,00	29,23	3,08	-	-	0,77	-	-	-	-	-	-	-	130
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	3,96	19,80	-	-	-	11,88	62,38	1,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101
2006	-	-	-	-	33,93	7,14	-	-	-	23,21	23,21	1,79	-	1,79	8,93	-	-	-	-	-	-	-	56
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	3,36	45,38	0,84	-	-	4,20	46,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119
2009	-	-	-	-	-	29,21	-	-	-	2,81	67,42	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	178
2010	-	-	-	-	-	30,61	-	-	-	3,06	65,31	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98
2011	-	-	-	-	1,80	10,81	-	-	-	11,71	61,26	0,90	-	-	-	13,52	-	-	-	-	-	-	111
2012	-	-	-	-	0,63	53,75	-	-	-	1,87	39,37	0,63	-	-	3,75	-	-	-	-	-	-	-	160
2013	-	-	-	-	1,69	45,77	3,39	-	-	-	47,46	1,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59
1939-1969*	-	-	-	-	3,56	29,23	17,34	0,61	-	6,23	33,30	8,38	0,18	0,41	0,61	0,15	-	-	-	-	-	-	-
1975-2013	-	-	-	-	11,54	27,72	1,77	-	-	20,03	36,09	1,33	0,02	0,47	0,56	0,47	-	-	-	-	-	-	-

* Определение возраста Ф. В. Крогиус (первичные материалы).

всех рассматриваемых в настоящей работе — с 1939 по 2013 г. Но в контексте с историей изучения нерки оз. Дальнего мы все рассматриваем на уровне двух временных этапов — 1939–1969 и 1975–2013 гг.

Сравнение материалов по нерке оз. Ближнего за 1939–1969 и 1975–2013 гг. показывает значительное сходство среднего возраста продолжительности пресноводного периода жизни по среднемноголетним данным. Тем не менее существуют некоторые изменения в соотношении доли рыб с одним пресноводным годом (1.1, 1.2, 1.3, 1.4) — понижение с 50,74 до 41,03 %, а также с двумя (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) и тремя (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) пресноводными годами — увеличение соответственно с 48,09 до 57,47 % и с 1,17 до 1,50 %. При этом наиболее важным нам представляется заметное увеличение доли рыб с одним морским годом нагула (возраст 1.1 и 2.1) в нерестовой структуре стада нерки оз. Ближнего. По данным 1939–1969 и 1975–2013 гг., доля рыб в возрасте 1.1 на среднемноголетнем уровне возросла с 3,56 до 11,54 %, а в возрасте 2.1 — с 6,23 до 20,03 %. Несомненно, это является важнейшим фактором, потенциально влияющим на общее снижение размерно-массовых показателей нерки на многолетнем уровне.

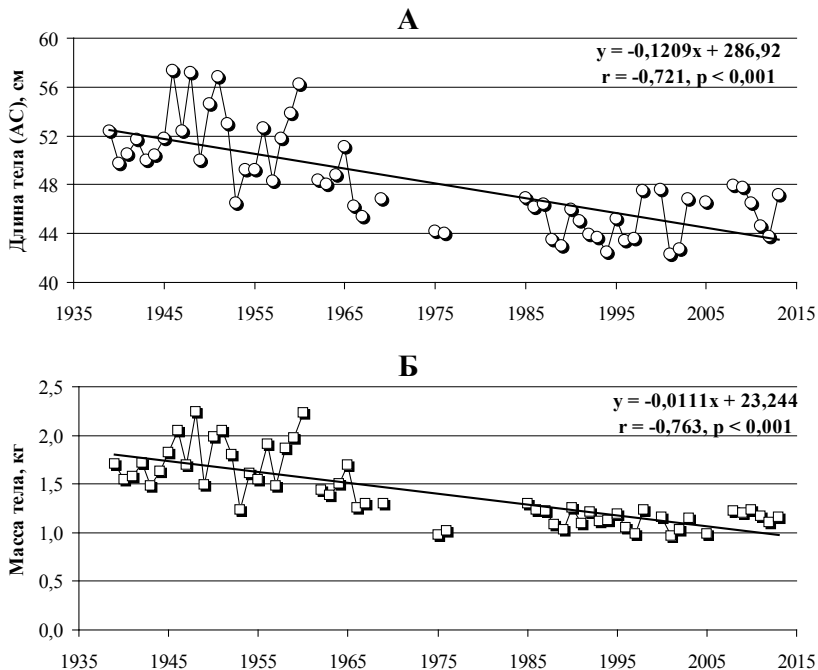
Подробные данные о длине и массе тела нерки оз. Ближнего за период 1939–2013 гг. с учетом половой принадлежности и возрастной структуры приведены в табл. 6 и 7. Полученные среднемноголетние показатели имели следующие значения в 1939–1969 гг.: длина тела самцов — 51,32 см (40,87–59,32 см), самок — 50,78 см (47,29–56,23 см), масса тела самцов — 1,76 кг (0,96–2,62 кг), самок — 1,58 кг (1,30–2,09 кг); в 1975–2013 гг.: длина тела самцов — 41,35 см (36,96–46,28 см), самок — 49,07 см (44,88–55,90 см), масса тела самцов — 0,88 кг (0,57–1,13 кг), самок — 1,36 кг (1,20–1,55 кг).

Корреляционный анализ взаимосвязи показателей размерно-массовой структуры от межгодовой динамики их изменчивости в период 1939–2013 гг. во многих случаях показал наличие достоверного снижения значений длины и массы тела на многолетнем уровне (табл. 8), причем это отмечается как по суммарным выборкам, так и по отдельным возрастным группам у обоих полов. Уровень значений достоверных коэффициентов корреляции варьирует в средних пределах $r = -0,5-0,8$.

На рис. 5 показана общая динамика (для обоих полов и всех возрастных групп) и темпоральные тренды изменчивости размерно-массовых показателей нерки оз. Ближнего в 1939–2013 гг.

Рис. 5. Динамика и темпоральные тренды длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Ближнего по данным 1939–2013 гг. (Данные 1984 г. не включены, поскольку вся выборка была представлена только самцами)

Fig. 5. Dynamics and trends of body length (A) and weight (B) for sockeye salmon spawners in Lake Blizhneye in 1939–2013 (data for 1984 are not included because of males only in the sample)



Длина тела (АС) производителей нерки оз. Ближнего (по основным возрастным группам) в 1939–2013 гг., см

Body length (AS, cm) of sockeye salmon spawners in Lake Blizhneye in 1939–2013, by age groups

Год	1.1		1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1939	38,50	—	50,36	48,91	57,19	53,59	—	—	50,20	48,86	56,50	51,50	—	—	53,72	51,07
1940	40,07	41,67	50,45	49,55	57,50	54,79	40,27	42,34	51,29	49,65	56,03	52,11	—	—	50,10	49,35
1941	39,50	—	50,85	49,16	55,83	52,33	40,82	—	51,49	48,90	56,21	53,13	—	—	49,73	51,29
1942	—	—	50,24	48,34	57,03	52,90	39,00	—	53,41	50,02	56,24	52,81	—	—	53,41	50,02
1943	—	—	51,66	48,47	56,57	53,11	38,92	—	51,15	48,34	55,62	53,21	53,00	52,00	50,94	49,14
1944	—	—	51,39	47,87	56,13	51,67	38,17	—	51,63	48,81	55,50	51,20	50,00	—	52,01	48,90
1945	39,00	40,00	52,79	49,99	55,78	53,84	44,13	41,50	52,63	50,18	55,50	55,50	—	—	52,97	50,60
1946	40,00	43,00	59,59	55,06	62,78	58,21	44,11	—	59,76	55,25	63,00	57,50	—	57,00	59,32	55,30
1947	—	—	53,02	50,14	55,96	51,97	—	—	53,42	50,44	57,59	53,92	—	—	54,15	50,67
1948	42,00	—	54,64	52,86	59,27	57,00	42,50	—	56,24	53,25	59,10	57,00	—	—	58,19	56,23
1949	37,40	—	51,79	48,95	54,00	48,50	41,93	—	52,08	48,86	55,57	53,00	48,50	—	51,01	48,99
1950	—	—	55,52	51,45	58,01	53,33	—	—	55,52	52,06	57,03	53,29	56,50	—	56,61	52,59
1951	—	—	55,81	52,97	60,30	55,77	—	—	56,57	53,44	59,75	56,76	—	—	58,96	54,78
1952	41,00	—	54,23	50,37	55,56	50,95	—	—	53,57	50,61	57,69	53,54	—	—	54,86	51,11
1953	36,78	—	50,58	48,03	53,50	50,26	37,03	—	50,68	48,18	56,33	48,89	—	48,33	44,48	48,45
1954	—	—	52,32	48,04	54,33	48,67	38,56	—	51,56	48,12	53,20	—	53,50	44,75	50,48	48,00
1955	—	—	48,87	49,13	54,75	51,00	40,70	—	51,18	49,63	56,92	51,00	54,00	50,00	48,76	49,77
1956	—	—	53,70	49,27	55,91	51,79	—	—	54,24	50,35	57,73	52,42	58,50	—	54,97	50,29
1957	38,33	38,00	50,06	47,16	56,07	51,83	39,15	—	49,06	47,10	—	52,00	—	—	49,30	47,29
1958	39,70	—	53,29	50,80	55,99	52,53	38,29	—	52,95	50,25	57,00	53,00	53,00	49,83	53,18	50,42
1959	—	—	54,16	50,75	59,92	51,79	41,23	—	51,75	50,25	52,00	52,50	52,00	52,50	56,73	50,93
1960	—	—	56,50	48,25	60,96	57,29	—	—	56,26	52,25	62,50	—	—	—	58,94	53,55
1961	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1962	40,41	—	54,87	51,44	58,87	50,80	42,07	—	53,00	51,00	63,50	51,75	—	—	45,47	51,28
1963	41,00	—	55,00	51,46	—	58,00	41,16	—	47,74	49,94	61,00	—	—	—	45,16	50,84
1964	38,60	—	52,00	52,00	60,67	51,00	40,48	—	52,00	50,90	56,88	51,59	53,50	51,59	46,40	51,16
1965	—	—	49,57	50,34	53,95	51,89	—	—	50,00	50,00	—	—	—	—	51,02	51,16
1966	39,55	—	45,25	49,28	56,67	49,00	40,17	—	49,40	50,52	52,00	49,00	—	—	42,60	49,93
1967	39,19	—	53,00	49,87	58,50	50,00	39,22	—	50,50	49,94	—	—	52,00	50,50	40,87	49,92
1968	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1969	38,86	—	50,17	49,09	56,00	50,11	36,50	—	52,33	49,87	53,50	50,33	—	—	44,07	49,54

За 1970–1974 гг. данные отсутствуют																		
	1975	1976	38,50	39,50	51,83	49,25	–	54,50	37,52	40,50	47,77	47,91	–	–	51,00	–	40,47	47,84
	1976	37,80	–	–	–	–	–	–	38,27	–	–	49,50	53,00	–	–	–	38,46	49,50
За 1977–1983 гг. данные отсутствуют																		
	1984	36,47	–	–	–	–	49,00	–	37,86	–	47,00	–	–	–	–	–	38,15	–
	1985	39,26	–	50,92	50,48	54,00	54,00	55,00	40,95	–	52,18	50,44	–	50,00	–	53,50	43,22	50,60
	1986	35,58	–	46,69	50,17	58,00	58,00	55,00	42,00	–	47,37	50,09	–	53,29	–	–	41,91	50,36
	1987	38,26	–	46,31	48,84	–	–	52,00	39,00	–	47,33	49,33	–	–	–	–	43,91	48,94
	1988	35,36	–	46,56	47,91	55,00	55,00	53,67	36,14	–	–	48,60	–	–	–	–	38,65	48,37
	1989	36,81	–	42,06	48,69	55,33	–	–	36,23	–	44,28	47,76	57,00	50,86	–	–	37,83	48,21
	1990	36,30	49,00	47,30	49,59	53,00	53,00	56,00	36,41	–	46,28	49,21	55,75	50,00	–	–	42,59	49,34
	1991	35,91	46,00	46,09	47,82	56,00	56,00	53,33	36,00	–	44,90	48,85	–	54,33	–	–	41,58	48,50
	1992	32,20	–	43,81	46,15	56,33	56,33	52,87	33,47	–	42,00	44,87	–	53,25	–	–	40,56	47,37
	1993	34,79	–	42,67	47,40	58,67	58,67	54,75	36,71	–	49,16	47,84	53,00	–	–	–	39,19	48,12
	1994	36,33	–	45,00	46,50	–	–	–	37,62	–	44,50	45,70	–	–	–	–	38,85	46,19
	1995	35,89	–	46,67	50,15	58,50	58,50	52,75	38,23	–	47,56	48,89	–	56,00	–	–	41,09	49,37
	1996	35,50	–	47,75	49,77	–	–	–	36,20	–	47,63	48,74	–	55,00	–	–	38,71	48,15
	1997	34,83	–	48,00	49,73	–	–	53,00	36,45	–	54,00	49,62	–	53,00	–	–	36,96	50,14
	1998	40,83	–	46,21	48,85	53,50	53,50	–	38,00	–	47,82	48,63	–	–	–	–	46,23	48,73
	1999	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2000	–	–	45,46	49,34	–	–	52,25	–	–	46,74	48,65	–	57,50	–	–	46,28	48,91
	2001	35,00	–	43,50	45,50	53,00	53,00	52,83	35,37	39,25	41,74	46,52	47,25	52,79	–	–	37,72	46,91
	2002	34,58	33,50	46,81	47,30	–	–	–	34,81	34,00	44,65	48,71	–	47,00	–	–	38,14	47,35
	2003	39,25	49,00	45,86	51,21	54,67	54,67	54,83	39,12	49,50	46,11	51,05	–	54,75	–	51,00	42,06	51,63
	2004	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2005	39,00	–	49,67	51,73	–	–	–	39,33	–	42,50	52,07	–	55,00	–	–	41,05	52,07
	2006	39,68	–	54,00	54,00	–	–	–	42,31	–	54,00	55,92	–	56,00	–	57,00	41,74	55,90
	2007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2008	40,25	–	47,20	50,72	–	–	50,00	38,60	–	52,00	50,37	–	–	–	–	45,36	50,52
	2009	–	–	46,95	49,50	–	–	–	34,60	–	46,30	50,19	–	48,00	–	–	45,61	49,99
	2010	–	–	43,50	49,00	–	–	–	37,00	–	45,80	48,88	59,00	–	–	–	44,00	48,92
	2011	38,50	–	44,00	48,21	–	–	–	37,92	–	43,11	48,63	–	48,00	44,00	48,29	40,73	48,52
	2012	31,00	–	43,52	44,91	–	–	–	37,33	–	42,72	44,81	–	47,00	–	45,00	42,65	44,88
	2013	36,00	–	45,20	49,16	50,00	50,00	49,50	–	–	49,00	48,15	–	54,00	–	–	45,56	48,74
	1939–1969	39,41	40,67	52,47	49,97	57,07	57,07	52,55	40,21	41,92	52,47	50,24	57,07	52,79	53,14	50,72	51,32	50,78
	1975–2013	36,69	43,40	46,43	48,96	54,64	54,64	53,27	37,54	40,81	46,83	48,93	54,17	52,41	47,50	50,96	41,35	49,07

Масса тела производителей нерки оз. Ближнего (по основным возрастным группам) в 1939–2013 гг., кг

Table 7

Body weight of sockeye salmon spawners in Lake Blizhneye in 1939–2013, by age groups, kg

Год	1.1		1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1939	0,70	–	1,50	1,34	2,22	1,80	–	–	1,50	1,35	2,10	1,60	–	–	1,87	1,55
1940	0,90	0,87	1,61	1,47	2,39	1,96	0,88	0,93	1,68	1,50	2,17	1,72	–	–	1,61	1,47
1941	0,83	–	1,60	1,45	2,09	1,69	0,89	–	1,65	1,43	2,13	1,80	–	–	1,66	1,49
1942	–	–	1,61	1,39	2,26	1,77	0,80	–	1,73	1,40	2,18	1,77	–	–	1,91	1,52
1943	–	–	1,62	1,31	2,01	1,72	0,78	–	1,57	1,33	1,97	1,74	1,80	1,60	1,58	1,39
1944	–	–	1,76	1,44	2,21	1,71	0,78	–	1,72	1,45	2,10	1,70	1,70	–	1,79	1,48
1945	0,90	1,00	1,91	1,65	2,24	1,99	0,89	1,05	1,90	1,66	2,13	2,15	–	–	1,94	1,71
1946	0,80	1,00	2,31	1,79	2,65	2,06	0,87	–	2,27	1,82	2,57	1,97	–	1,70	2,28	1,81
1947	–	–	1,75	1,44	2,08	1,67	–	–	1,80	1,51	2,24	1,85	–	–	1,88	1,51
1948	0,90	–	2,01	1,79	2,51	2,14	0,90	–	2,19	1,70	2,50	2,25	–	–	2,40	2,09
1949	0,74	–	1,68	1,37	2,00	1,45	0,83	–	1,69	1,35	2,01	1,73	1,50	–	1,62	1,37
1950	–	–	2,16	1,66	2,35	1,76	–	–	2,16	1,71	2,23	1,79	2,35	–	2,24	1,73
1951	–	–	1,95	1,62	2,45	1,91	–	–	2,07	1,65	2,38	1,96	–	–	2,30	1,79
1952	0,90	–	1,93	1,56	2,11	1,64	–	–	1,90	1,52	2,25	1,82	–	–	2,01	1,60
1953	0,59	–	1,50	1,29	1,80	1,42	0,64	–	1,50	1,27	2,00	1,34	–	1,23	1,16	1,30
1954	–	–	1,85	1,51	2,02	1,57	0,73	–	1,79	1,52	1,90	–	1,90	1,20	1,70	1,51
1955	–	–	1,49	1,50	2,14	1,64	0,90	–	1,72	1,50	2,33	1,65	1,90	1,60	1,56	1,52
1956	–	–	2,00	1,53	2,30	1,84	–	–	2,09	1,65	2,53	1,83	2,00	–	2,17	1,64
1957	0,70	0,70	1,64	1,36	2,22	1,73	0,75	1,10	1,53	1,35	1,80	1,80	–	–	1,59	1,37
1958	0,92	–	2,08	1,63	2,39	1,86	0,83	–	1,99	1,58	2,11	1,58	2,10	1,53	2,09	1,64
1959	–	–	2,01	1,56	2,80	1,70	0,95	–	1,95	1,54	2,77	2,14	1,69	1,48	2,36	1,59
1960	–	–	2,25	1,33	2,90	2,26	–	–	2,30	1,68	2,90	–	–	–	2,62	1,84
1961	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1962	0,83	–	2,14	1,63	2,44	1,53	0,93	–	1,96	1,57	3,00	1,55	–	–	1,27	1,60
1963	0,85	–	2,05	1,55	–	2,20	0,87	–	1,50	1,46	2,73	–	–	–	1,24	1,52
1964	0,77	–	–	1,70	2,75	1,60	0,87	–	1,68	1,59	2,40	1,65	2,40	1,54	1,39	1,61
1965	–	–	1,77	1,61	1,68	1,54	–	–	1,70	1,53	–	–	–	–	1,77	1,61
1966	0,79	–	1,16	1,47	2,40	1,45	0,83	–	1,44	1,53	1,55	1,40	–	–	1,02	1,50
1967	0,76	–	1,80	1,56	2,45	1,50	0,82	–	1,65	1,68	–	–	2,10	1,53	0,96	1,63
1968	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1969	0,79	–	1,41	1,44	2,05	1,50	0,73	–	1,15	1,43	1,75	1,53	–	–	1,16	1,44

За 1970–1974 гг. данные отсутствуют

1975	0,63	–	1,70	1,33	–	1,90	0,60	0,80	1,14	1,19	–	–	–	1,50	–	–	0,76	1,20
1976	0,66	–	–	–	–	–	0,64	–	–	1,39	–	–	–	–	–	–	0,65	1,39

За 1977–1983 гг. данные отсутствуют

1984	0,57	–	–	–	1,05	–	0,64	–	1,22	–	–	–	–	–	–	–	0,66	–
1985	0,77	–	1,62	1,55	1,83	1,87	0,87	–	1,70	1,53	–	1,33	–	–	1,80	–	1,05	1,55
1986	0,57	–	1,22	1,50	2,42	1,99	0,95	–	1,19	1,47	–	1,71	–	–	–	–	0,95	1,51
1987	0,70	–	1,20	1,39	–	1,69	0,77	–	1,34	1,45	–	–	–	–	–	–	1,05	1,40
1988	0,58	–	1,30	1,33	2,12	1,91	0,61	–	–	1,34	–	–	–	–	–	–	0,79	1,38
1989	0,64	–	0,95	1,37	2,12	–	0,63	–	1,05	1,32	2,64	1,59	–	–	–	–	0,72	1,35
1990	0,66	0,75	1,48	1,54	2,32	2,36	0,67	–	1,26	1,44	2,31	1,45	–	–	–	–	1,07	1,45
1991	0,58	1,10	1,14	1,26	1,97	1,74	0,60	–	1,07	1,26	–	1,58	–	–	–	–	0,89	1,29
1992	0,47	–	1,19	1,30	2,32	1,95	0,56	–	1,03	1,24	–	1,90	–	–	–	–	1,00	1,42
1993	0,58	–	1,00	1,31	2,55	2,12	0,68	–	1,52	1,33	1,50	–	–	–	–	–	0,87	1,37
1994	0,88	–	1,37	1,33	–	–	0,82	–	1,29	1,32	–	–	–	–	–	–	0,93	1,32
1995	0,62	–	1,27	1,51	2,45	1,80	0,75	–	1,33	1,38	–	1,98	–	–	–	–	0,95	1,43
1996	0,53	–	1,21	1,44	–	–	0,58	–	1,23	1,36	–	1,90	–	–	–	–	0,72	1,39
1997	0,50	–	1,19	1,30	–	1,60	0,58	–	1,80	1,32	–	1,72	–	–	–	–	0,61	1,36
1998	0,73	–	1,13	1,35	2,00	–	0,80	–	1,19	1,34	–	–	–	–	–	–	1,13	1,34
1999	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2000	–	–	1,01	1,29	–	1,70	–	–	1,10	1,22	–	2,10	–	–	–	–	1,07	1,25
2001	0,58	–	1,01	1,15	1,75	1,77	0,57	0,74	0,92	1,16	1,45	1,62	–	–	–	–	0,72	1,22
2002	0,52	0,45	1,23	1,31	–	–	0,52	0,50	1,10	1,47	–	1,30	–	–	–	–	0,72	1,34
2003	0,67	1,20	1,06	1,39	1,53	1,92	0,63	1,10	1,07	1,44	–	1,71	–	–	1,40	–	0,82	1,47
2004	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2005	0,47	–	1,14	1,37	–	–	0,53	–	1,15	1,26	–	2,35	–	–	–	–	0,66	1,31
2006	0,47	–	1,20	1,33	–	–	0,58	–	1,50	1,47	–	1,20	–	–	1,43	–	0,57	1,43
2007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2008	0,65	–	1,21	1,40	–	1,40	0,62	–	1,45	1,36	–	–	–	–	–	–	1,06	1,38
2009	–	–	1,13	1,35	–	–	0,58	–	1,09	1,34	–	1,40	–	–	–	–	1,06	1,34
2010	–	–	1,01	1,43	–	–	0,61	–	1,11	1,43	2,02	–	–	–	–	–	1,03	1,43
2011	0,63	–	1,09	1,30	–	–	0,71	–	1,04	1,46	–	1,51	–	–	1,60	1,39	0,90	1,44
2012	–	–	1,04	1,20	–	–	0,67	–	1,04	1,19	–	1,25	–	–	1,23	–	1,02	1,20
2013	0,60	–	0,98	1,28	1,10	1,40	–	–	1,45	1,20	–	1,80	–	–	–	–	1,06	1,25
1939–1969	0,80	0,89	1,74	1,52	2,28	1,75	0,83	1,54	1,79	1,53	2,33	1,76	2,38	–	–	–	1,76	1,58
1975–2013	0,59	0,70	1,19	1,36	1,97	1,94	0,66	0,79	1,24	1,35	1,95	1,65	1,55	1,45	–	–	0,88	1,36

Значения коэффициентов корреляции Пирсона (r), характеризующих зависимость динамики размерно-массовых показателей производителей нерки оз. Ближнего от межгодовой изменчивости в период 1939–2013 гг.

Pearson correlation coefficients (r) describing the dependence of body length and weight dynamics on year-to-year variability in 1939–2013 for sockeye salmon in Lake Blizhneye

Показатель	1.1		2.1		1.2		2.2		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Длина тела (АС) 1939–2013 гг.	-0,548*** N = 41	-0,612*** N = 47	-0,769*** N = 54	-0,300* N = 55	-0,730*** N = 55	-0,381** N = 56	-0,741*** N = 57	-0,455*** N = 56	-0,741*** N = 57	-0,455*** N = 56
Масса тела 1939–2013 гг.	-0,689*** N = 41	-0,671*** N = 47	-0,791*** N = 54	-0,526*** N = 55	-0,742*** N = 55	-0,557*** N = 56	-0,768*** N = 57	-0,604*** N = 56	-0,768*** N = 57	-0,604*** N = 56
Длина тела (АС) 1939–1969 гг.	-0,242 N = 21	0,005 N = 17	-0,067 N = 28	0,077 N = 29	-0,248 N = 29	0,047 N = 29	-0,497** N = 29	-0,085 N = 29	-0,497** N = 29	-0,085 N = 29
Масса тела 1939–1969 гг.	-0,055 N = 21	-0,127 N = 17	0,045 N = 28	0,182 N = 29	-0,179 N = 29	0,186 N = 29	-0,386 N = 29	-0,014 N = 29	-0,386 N = 29	-0,014 N = 29
Длина тела (АС) 1975–2013 гг.	0,083 N = 24	-0,194 N = 26	-0,384 N = 26	-0,057 N = 26	-0,198 N = 26	-0,010 N = 27	0,408* N = 28	-0,022 N = 27	0,408* N = 28	-0,022 N = 27
Масса тела 1975–2013 гг.	-0,167 N = 24	-0,052 N = 26	-0,647*** N = 26	-0,339 N = 26	-0,175 N = 26	-0,146 N = 27	0,070 N = 28	-0,206 N = 27	0,070 N = 28	-0,206 N = 27

Примечание. N — число случаев. * $P < 0,05$. ** $P < 0,01$. *** $P < 0,001$.

На графиках хорошо видно, что в обоих случаях имеются четко выраженные многолетние тренды на уменьшение общей длины и массы тела рыб в течение имеющегося периода наблюдений. При этом межгодовая вариабельность значений больше выражена для размерных показателей нерки.

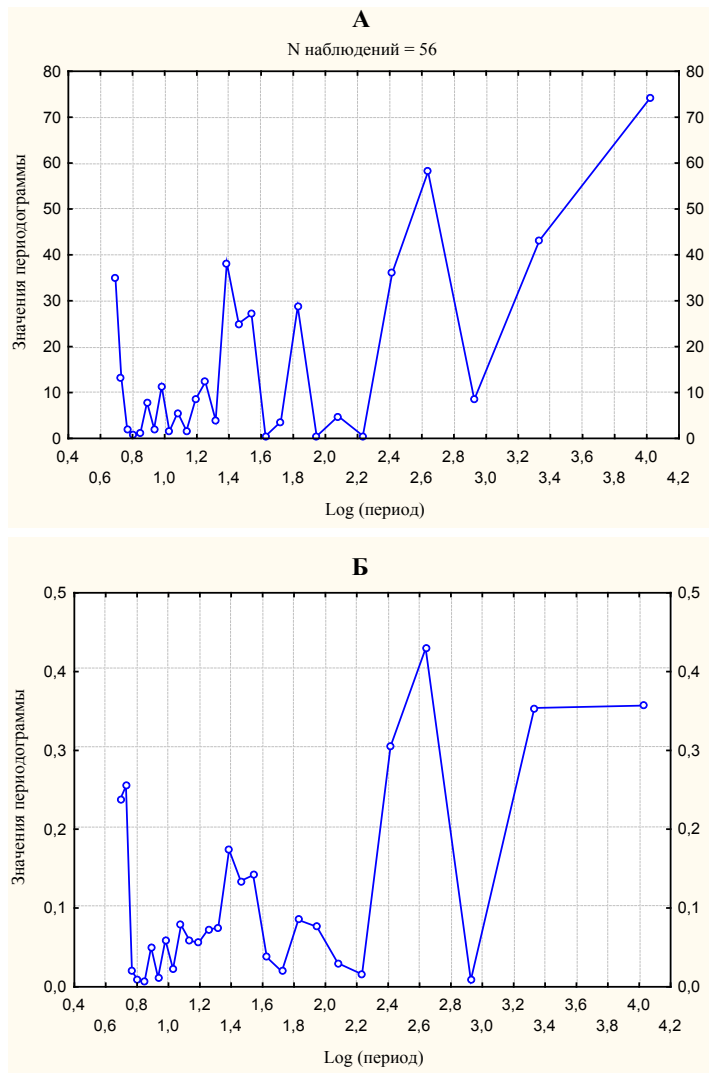
Как и в предыдущем случае, мы используем технику одномерного спектрального анализа Фурье и функцию автокорреляции временных рядов, чтобы проверить ряд наблюдений на наличие субтрендов (рис. 6, 7). В первом случае наблюдается характерная периодограмма, свидетельствующая о наличии регулярных циклов. Во втором случае отметим присутствие четких разнонаправленных трендов, которые говорят о нестационарности анализируемого ряда. При этом признаки неустойчивости имеют синусоидальный характер.

Учитывая, что ряд наблюдений по нерке оз. Ближнего наиболее продолжителен, можно с уверенностью констатировать, что в данном случае наличие субтрендов изменчивости ее размерно-массовых показателей выражено достаточно четко. Тем не менее ширина максимальных пиков на периодограммах все-таки указывает на определенную неустойчивость отмеченных субтрендов. Возможно, свою роль в этом сыграло отсутствие данных в некоторые периоды наблюдений.

Озеро Лиственничное. В системе нагульно-нерестовых озер тихоокеанских лососей юго-востока Камчатки данный водоем наименее изучен. Регулярный промысел лососей, как непосредственно в озере, так и в устьевой зоне соединяющей его с морем протоки не ведется уже более 15 лет, поэтому все процессы формирования в озере биологической структуры стада нерки подчинены только естественным условиям. По сути, оз. Лиственничное является

Рис. 6. Результаты одномерного спектрального анализа Фурье для логарифмов значений временных рядов изменчивости длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Ближнего (по данным 1939–2013 гг.)

Fig. 6. Results of single series Fourier (spectral) analysis for logarithmic time series of length (A) and weight (B) for sockeye salmon in Lake Blizhneye in 1939–2013



эталонным научно-исследовательским полигоном, где воспроизводятся популяции тихоокеанских лососей, минимально подверженные антропогенному воздействию.

Нерест нерки этого стада происходит в июле-августе. Рунный анадромный ход наблюдается в середине июля. Отметим, что в период наблюдений 1999–2013 гг. доля самцов на нерестилищах варьировала в пределах 30–40 %.

При этом лососевая кормовая база оз. Лиственничного остается относительно бедной, о чем свидетельствуют исследования фито- и зоопланктонных сообществ этого водоема (Куренков, 2005; Лепская, 2006). В качестве одного из индикаторов состояния экосистемы озера выступает нерка, поскольку ее возрастная структура динамично реагирует на изменение условий нагула молоди в озере (Куренков, Куренков, 1988; Бугаев, 1995; Вецлер, Погодаев, 2011). Так, в годы после улучшения кормовых условий для молоди нерки (после искусственной фертилизации водоема в 1980 г.) рыбы в массе начали созревать в возрасте 2.3, но если условия ухудшались, то значительно возрастала доля рыб старших возрастных групп 3.3, 3.4, 4.3 (увеличение общего возраста происходит за счет увеличения продолжительности пресноводного периода жизни).

Возрастной состав производителей нерки оз. Лиственничного в 1999–2013 гг. представлен в табл. 9. Из полученных данных видно, что в многолетнем аспекте здесь преобладают особи в возрасте 2.3 — 45,96 %. На втором и третьем местах по встречаемости идут рыбы в возрасте 2.2 и 3.3, составляющие по среднесовокупным данным соответственно 17,70 и 12,99 %.

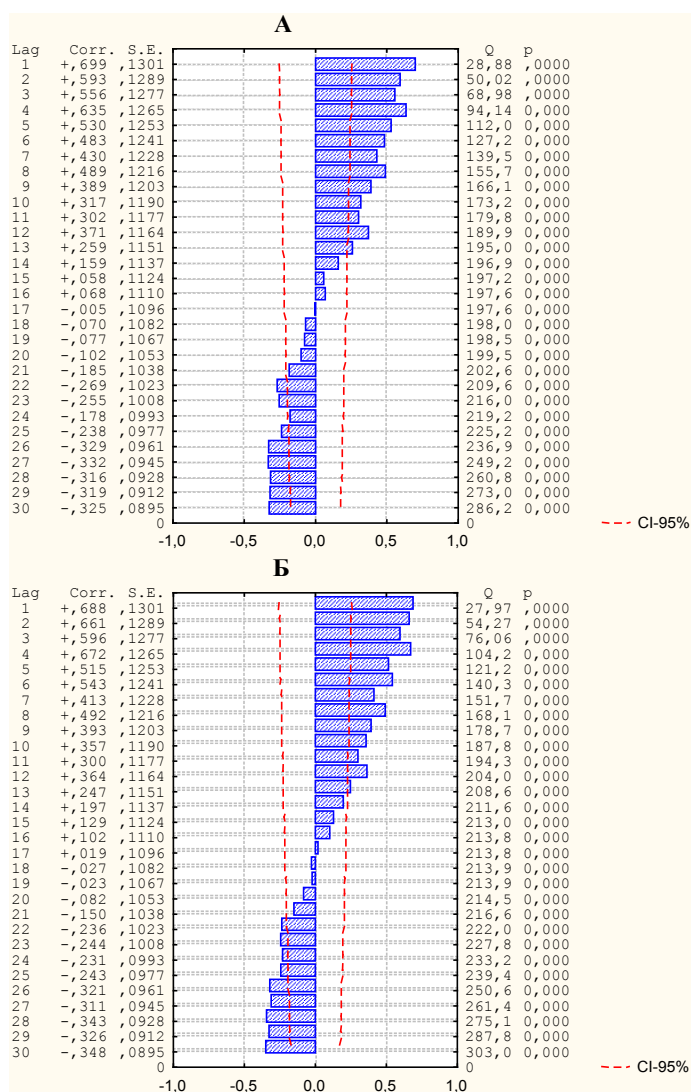


Рис. 7. Автокорреляция временных рядов изменчивости значений длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Ближнего (по данным 1939–2013 гг.)

Fig. 7. Autocorrelation function for time series of length (A) and weight (B) for sockeye salmon in Lake Blizhneye in 1939–2013)

В целом возрастная структура нерки оз. Лиственничного в период исследований была достаточно стабильна во времени. Тем не менее отметим, что в 2012 и 2013 гг. наблюдалось резкое увеличение доли рыб с тремя пресноводными годами нагула (3.2 и 3.3 — 2013 г.) на фоне практически полного исчезновения годовиков (1.2 и 1.3 — 2012 и 2013 гг.) и уменьшения долей двухгодовиков (2.2 и 2.3 — 2013 г.). При этом доля нерки в возрасте 2.4 (2012 и 2013 гг.) также заметно возросла.

На наш взгляд, общее увеличение периода пресноводного нагула является реакцией на проведенный в 2006–2012 гг. эксперимент по зарыблению оз. Лиственничного. Причем повышение доли рыб с продолжительным периодом морского нагула (возраст 2.4) также может иметь к этому отношение.

Эксперимент заключался в следующем. Из оз. Лиственничного в 2006–2012 гг. неоднократно брали производителей нерки для инкубации икры и дальнейшего подращивания мальков на лососевом рыбноводном заводе (ЛРЗ) «Озерки» (юго-западная Камчатка, бассейн р. Большой) (табл. 10). По логике эксперимента, подрощенная молодь нерки была более жизнеспособной, что предполагало увеличение количества возвратов производителей.

Но, вероятно, произошел обратный эффект. Увеличение плотности нагуливающейся молодежи нерки в водоеме привело к почти полному отсутствию в возвратах 2012 и 2013 гг. (поколения от максимальных выпусков 2007–2009 гг.) рыб, проживших в озере один год. При этом возросли и доли рыб с пресноводным возрастом три года. Все это свидетельствует о том, что увеличилась общая продолжительность как пресноводного, так и морского нагула. Учитывая, что в данном водоеме ухудшение кормовых условий для молодежи нерки ведет к увеличению продолжительности ее пресноводного периода (Куренков, Куренков, 1988; Бугаев, 1995; Вецлер, Погодаев, 2011), можно предположить, что это в значительной степени является следствием эксперимента. Тем не менее мы не исключаем и возможности влияния естественных причин на возрастную структуру нерки оз. Лиственничного. Но в любом случае экосистемы олиготрофных озер нуждаются во взвешенном подходе при планировании рыбохозяйственной деятельности, связанной с искусственным повышением их продуктивности, поскольку очень чувствительны к малейшей перестройке биоты.

Данные по размерно-массовому составу нерки оз. Лиственничного в 1999–2013 гг. с учетом полов и возрастной структуры представлены в табл. 11 и 12. Полученные среднемноголетние размерно-массовые показатели имели следующие значения: длина тела самцов — 54,43 см (46,62–64,13 см), самок — 58,67 см (56,04–61,01 см); масса тела самцов — 2,30 кг (1,26–4,07 кг), самок — 2,64 кг (2,26–3,64 кг).

Таблица 9
Table 9

Возрастной состав производителей нерки оз. Лиственничного в 1999–2013 гг., %

Год	0.2	0.3	0.4	0.5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	N, экз.	
1999	–	–	–	–	–	0,69	2,74	–	–	1,37	3,43	69,86	–	1,37	3,42	17,12	–	–	–	–	–	–	146
2000	–	–	–	–	–	–	4,76	–	–	9,52	9,52	42,86	–	4,76	14,29	14,29	–	–	–	–	–	–	21
2001	–	–	–	–	–	–	5,56	11,11	–	16,66	5,56	44,44	–	–	5,56	11,11	–	–	–	–	–	–	18
2002	–	–	–	–	3,23	9,67	–	–	–	–	29,03	35,48	6,45	3,23	–	9,68	3,23	–	–	–	–	–	31
2003	–	–	–	–	–	1,49	4,47	–	–	–	1,49	56,72	22,39	–	–	10,45	2,99	–	–	–	–	–	67
2004	–	–	–	–	–	2,27	4,55	0,38	–	4,17	51,52	12,12	10,98	7,20	4,92	0,38	1,52	–	–	–	–	–	264
2005	–	–	–	–	–	1,85	0,62	1,23	–	–	15,43	52,47	5,56	–	12,96	8,64	0,62	–	0,62	–	–	–	162
2006	–	–	–	–	–	6,67	–	–	–	–	26,67	36,66	–	–	10,00	20,00	–	–	–	–	–	–	30
2007	–	–	–	–	–	–	1,61	–	–	–	2,69	70,43	4,84	–	3,23	13,44	3,76	–	–	–	–	–	186
2008	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2009	–	–	–	–	1,00	1,00	–	–	–	9,00	24,50	24,00	1,00	5,00	14,00	16,00	4,50	–	–	–	–	–	200
2010	–	–	–	–	–	2,33	0,77	–	–	0,77	41,09	31,01	1,55	–	11,63	10,08	0,77	–	–	–	–	–	129
2011	–	–	–	–	–	2,41	7,23	–	–	–	18,07	54,22	1,20	–	7,23	9,64	–	–	–	–	–	–	83
2012	–	–	–	–	–	–	0,54	–	–	–	11,83	67,21	3,22	–	3,22	13,98	–	–	–	–	–	–	186
2013	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,73	6,90	45,98	14,94	0,57	1,14	27,01	1,73	–	–	–	–	–	174
Среднее	–	–	–	–	0,30	2,03	2,35	0,91	–	3,09	17,70	45,96	5,15	1,58	6,54	12,99	1,36	–	–	–	–	–	–

Выпуск сеголеток нерки в оз. Лиственничном в 2006–2012 гг. после инкубации икры и подращивания мальков на ЛРЗ «Озерки»

Table 10

Release of sockeye salmon underyearlings to Lake Listvenichnoye in 2006–2012, after the eggs incubation and juveniles rearing at Ozerki hatchery

Год выпуска	Количество выпущенной молоди, тыс. экз.	Средняя масса тела молоди, г
2006	270,00	Нет данных
2007	389,00	0,41
2008	433,18	0,74
2009	436,00	Нет данных
2012	67,34	0,77

Проведенный корреляционный анализ полученных материалов с учетом полов и возрастной структуры показал, что в ряде случаев имеются достоверные связи, характеризующие динамику длины и массы тела в зависимости от межгодовой изменчивости (табл. 13), при этом наиболее значимые из них имели отрицательные значения на уровне $r = -0,4-0,7$. Однако следует подчеркнуть, что в данном случае большая часть данных коэффициентов корреляций были недостоверными из-за относительно короткого периода наблюдений.

На рис. 8 показаны динамика и темпоральные тренды межгодовой изменчивости размерно-массовых показателей нерки оз. Лиственничного для обоих полов и всех возрастных групп в 1999–2013 гг.

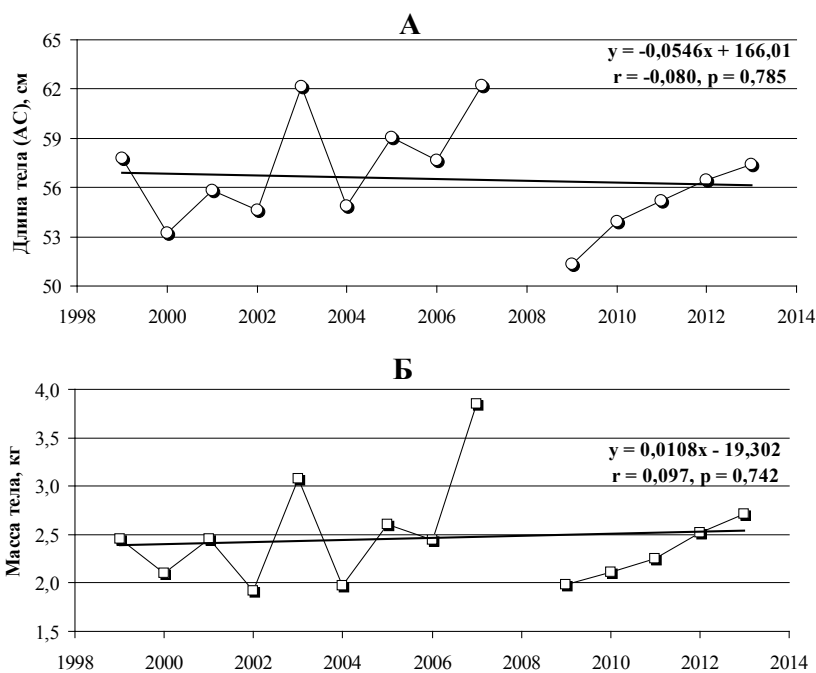


Рис. 8. Динамика и темпоральные тренды длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Лиственничного по данным 1999–2013 гг.

Fig. 8. Dynamics and trends of body length (А) and weight (Б) for sockeye salmon spawners in Lake Listvenichnoye in 1999–2013

На представленных графиках видно, что динамика рассматриваемых критериев формируется за счет двух субтрендов с тенденциями к повышению с 1999 по 2007 г. и с 2009 по 2013 г. Причем оба субтренда находятся на разных уровнях, что практически полностью аннулирует значимость общего многолетнего тренда. К сожалению, у нас отсутствуют данные переломного 2008 г., что заметно снижает возможности для визуального анализа потенциальной закономерности.

Тем не менее понятно, что у нерки оз. Лиственничного, как и в предыдущих случаях, также просматривается наличие субтрендов. Но, учитывая непродолжительность и дискретность ряда наблюдений, представляется нецелесообразным проводить более углубленный анализ их характера. В последующих исследованиях можно будет вернуться к рассмотрению этого вопроса.

Озеро Саранное. Стадо нерки оз. Саранного относится к так называемым «островным» популяциям. Данное стадо имеет промысловую значимость. Уловы нерки р. Саранной довольно стабильны и многие годы колеблются в пределах 70–100 т (Куренков, 1970; Бугаев, 1995, 2011).

Анадромный ход нерки оз. Саранного начинается в начале мая. Максимальная величина ее уловов отмечается в конце мая — начале июня, затем уловы падают и до середины июля держатся на среднем уровне. Во второй половине июля уловы на несколько дней возрастают, после чего начинается их падение. В конце первой декады августа ход заканчивается. Наличие двух пиков хода позволяет предполагать наличие двух сезонных рас нерки: ранней и поздней (Куренков, 1970).

Нерест нерки оз. Саранного начинается в 20-х числах июля, разгар нереста приходится на сентябрь, а окончание — на декабрь. Соотношение полов на нерестилищах достаточно близко к 50 : 50 %.

Характерная черта нерки стада оз. Саранного — длительный пресноводный период нагула. Большинство рыб живет в озере два-три года,

Таблица 11

Длина тела (АС) производителей нерки оз. Лиственничного (по основным возрастным группам) в 1999–2013 гг., см

Table 11

Body length (АС, cm) of sockeye salmon spawners in Lake Listvennichnoye in 1999–2013, by age groups

Год	1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1999	—	59,50	67,50	60,17	37,00	—	54,25	49,67	66,33	59,75	56,25	48,00	64,50	59,25	55,97	59,56
2000	—	—	—	62,50	34,25	—	50,00	56,00	61,50	57,57	52,67	—	—	58,33	48,39	58,04
2001	—	—	—	62,00	36,00	—	49,00	—	63,00	60,90	—	51,00	65,00	60,00	51,37	60,25
2002	49,17	—	—	—	—	—	48,00	56,00	61,00	58,78	—	—	—	61,83	48,87	60,41
2003	47,00	—	60,00	61,75	—	—	46,00	—	63,73	59,69	—	—	69,00	61,00	64,13	60,21
2004	50,75	50,50	63,00	64,00	39,82	—	51,63	54,17	65,36	60,00	49,86	53,17	55,00	—	51,51	58,22
2005	—	55,50	—	59,00	—	—	54,64	53,45	63,17	61,27	51,57	55,79	58,75	60,80	58,35	59,79
2006	48,50	54,00	—	—	—	—	52,07	55,50	62,70	60,00	52,75	55,00	61,50	61,00	56,18	59,11
2007	—	—	70,00	60,50	—	—	50,40	—	66,01	60,97	50,67	—	65,50	60,28	63,41	61,01
2008	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2009	43,50	53,00	—	—	37,25	—	47,17	51,43	59,42	58,30	48,39	51,97	62,50	57,82	46,62	56,04
2010	51,50	52,00	56,00	—	42,00	—	49,76	52,91	65,00	59,03	51,07	53,50	61,00	59,21	50,93	56,91
2011	48,25	—	—	59,25	—	—	52,50	48,39	57,18	63,36	52,10	51,50	—	57,37	53,12	57,25
2012	—	—	—	54,50	—	—	48,97	49,92	61,45	57,19	47,17	52,83	62,50	57,17	56,06	56,82
2013	—	—	—	—	38,17	—	47,75	—	60,59	56,81	47,75	—	60,43	58,17	57,10	57,75
Среднее	48,38	54,08	63,30	60,41	37,78	—	50,15	52,74	62,60	59,54	50,93	52,53	62,33	59,40	54,43	58,67

Таблица 12

Масса тела производителей нерки оз. Лиственничного (по доминирующим возрастным группам) в 1999–2013 гг., кг

Table 12

Body weight of sockeye salmon spawners in Lake Listvennichnoye in 1999–2013, by age groups, kg

Год	1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1999	–	2,63	3,67	2,59	0,60	–	1,48	1,91	3,53	2,57	1,30	2,29	3,33	2,52	2,37	2,55
2000	–	–	–	2,84	0,57	–	1,54	2,10	3,45	2,51	1,79	–	–	2,41	1,72	2,48
2001	–	–	–	3,20	0,60	–	1,40	–	3,13	3,00	–	1,40	3,25	2,80	1,98	2,92
2002	1,17	–	–	–	–	–	1,21	2,00	2,30	2,32	–	–	–	2,73	1,26	2,58
2003	1,54	–	2,83	2,67	–	–	1,58	–	3,39	2,68	–	–	3,87	2,77	3,41	2,74
2004	1,53	1,60	3,10	3,10	0,79	–	1,57	1,83	3,13	2,51	1,41	1,55	2,00	–	1,68	2,26
2005	–	2,05	–	2,60	–	–	1,97	1,98	3,18	2,79	1,91	2,21	2,50	2,77	2,57	2,64
2006	1,40	2,30	–	–	–	–	1,75	2,00	3,14	2,70	1,85	2,10	3,00	2,75	2,30	2,58
2007	–	–	5,01	3,69	–	–	2,19	–	4,41	3,68	2,67	–	4,25	3,42	4,07	3,64
2008	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2009	1,13	2,06	–	–	0,73	–	1,44	1,87	2,97	2,71	1,55	1,92	3,23	2,63	1,55	2,42
2010	1,70	1,70	3,20	–	0,90	–	1,63	1,98	3,37	2,75	1,77	2,00	2,30	2,62	1,77	2,45
2011	1,51	–	–	2,88	–	–	1,55	1,86	3,47	2,54	1,92	1,87	–	2,62	2,14	2,56
2012	–	–	–	2,19	–	–	1,63	1,86	3,25	2,53	1,45	1,95	3,40	2,46	2,56	2,48
2013	–	–	–	–	0,63	–	1,45	–	3,21	2,53	1,41	–	3,17	2,68	2,77	2,65
Среднее	1,43	2,06	3,56	2,86	0,69	–	1,60	1,94	3,28	2,70	1,73	1,92	3,12	2,71	2,30	2,64

Таблица 13

Значения коэффициентов корреляции Пирсона (r), характеризующих зависимость динамики размерно-массовых показателей производителей нерки оз. Лиственничного от межгодовой изменчивости в период 1999–2013 гг.

Table 13

Pearson correlation coefficients (r) describing the dependence of body length and weight dynamics on year-to-year variability in 1999–2013 for sockeye salmon in Lake Listvennichnoe

Показатель	2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Длина тела (АС)	-0,198 N = 14	-0,491 N = 10	-0,441 N = 14	-0,140 N = 14	-0,760** N = 11	0,404 N = 9	-0,266 N = 11	-0,548 N = 13	0,092 N = 14	-0,627* N = 14
Масса тела	0,179 N = 14	-0,487 N = 10	0,106 N = 14	0,032 N = 14	0,050 N = 11	0,067 N = 9	-0,045 N = 11	-0,022 N = 13	0,172 N = 14	-0,092 N = 14

Примечание. N — число случаев. * P < 0,05. ** P < 0,01.

но встречаются рыбы и с четырьмя пресноводными годами. Причем в отдельные годы наблюдается явное доминирование рыб с тремя пресноводными годами роста. Сведения о возрастном составе нерки оз. Саранного публиковали неоднократно (Куренков, 1970; Бугаев, 1995, 2011; Бугаев и др., 2007; и др.), но все они носили достаточно фрагментарный характер. В настоящей работе впервые приведены все имеющиеся материалы мониторинга возрастного состава нерки стада оз. Саранного за период 1990–2013 гг. (табл. 14).

Из полученных данных следует, что в целом возрастная структура нерки данного водоема в многолетнем плане не претерпела каких-либо значительных изменений. Во все годы наблюдений преобладают особи возраста 2.3 и 3.3, при заметной встречаемости особей возраста 2.2 и 3.2. По среднемноголетним данным рассматриваемого периода наблюдений встречаемость основных возрастных групп была следующей: возраст 2.2 — 14,63 %, возраст 2.3 — 33,18, возраст 3.2 — 12,49, возраст 3.3 — 25,84 %. Привлекает внимание отсутствие в 2013 г. особей, вернувшихся от ската в море годовиками и двухгодовиками. Всего за весь период наблюдений у производителей нерки оз. Саранного отмечено 16 возрастных групп.

Подробные данные о длине и массе тела нерки оз. Саранного в 1990–2013 гг. с учетом полов и возрастной структуры представлены в табл. 15 и 16. Полученные среднемноголетние размерно-массовые показатели имели следующие значения: длина тела самцов — 54,81 см (50,63–58,21 см), самок — 53,95 см (49,60–58,26 см); масса тела самцов — 2,22 кг (1,80–2,73 кг), самок — 1,97 кг (1,62–2,31 кг).

Анализ их межгодовой изменчивости на наличие корреляционных связей показал недостаточно выраженный характер последних при рассмотрении полного ряда имеющихся наблюдений (табл. 17). В разных вариациях сочетания полов и различных возрастных групп были получены максимальные коэффициенты корреляций на уровне $r = -0,4-0,6$. Подавляющая часть остальных значений корреляций была недостоверна.

В значительной степени это демонстрирует график зависимости динамики размерно-массовых показателей нерки оз. Саранного для обоих полов и всех возрастных групп от ежегодной вариабельности этих параметров в 1990–2013 гг. (рис. 9). Из представленных данных видно, что общие тренды межгодовой изменчивости длины и массы тела рыб выражены крайне слабо.

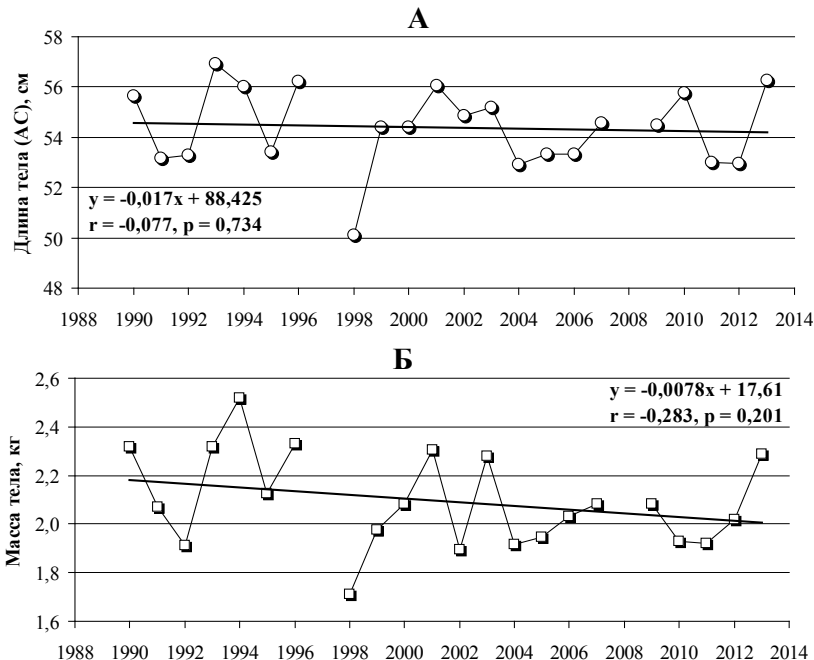


Рис. 9. Динамика и темпоральные тренды длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Саранного по данным 1990–2013 гг.

Fig. 9. Dynamics and trends of body length (А) and weight (Б) for sockeye salmon spawners in Lake Saranoye in 1990–2013

Таблица 14

Возрастной состав производителей нерки оз. Саранного в 1990–2013 гг., %

Table 14

Age composition of sockeye salmon spawning stock in Lake Sarannoje in 1990–2013, %

Год	0.2	0.3	0.4	0.5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	N, экз.	
1990	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,09	12,89	54,12	1,55	3,09	1,55	23,71	–	–	–	–	–	–	194
1991	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,00	19,00	33,00	–	9,00	14,00	17,50	–	1,50	0,50	0,5	–	–	200
1992	–	–	–	–	1,17	1,45	–	–	–	6,31	19,90	33,98	–	2,43	13,59	9,71	–	–	1,46	–	–	–	206
1993	–	–	–	–	3,00	10,00	–	–	–	4,00	23,00	22,00	–	–	13,00	24,00	1,00	–	–	–	–	–	100
1994	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,94	13,16	50,00	–	–	1,32	31,58	–	–	–	–	–	–	76
1995	–	–	–	–	2,40	8,38	–	–	–	1,20	25,75	54,49	–	2,39	1,80	3,59	–	–	–	–	–	–	167
1996	–	–	–	–	0,50	1,01	–	–	–	0,51	9,09	68,18	–	0,51	10,10	9,09	–	–	1,01	–	–	–	198
1997	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1998	0,67	–	–	–	8,67	0,67	–	–	–	–	36,66	26,00	–	–	10,66	15,33	–	–	0,67	0,67	–	–	150
1999	–	–	–	–	0,93	18,06	0,46	–	–	1,85	6,48	42,13	–	0,46	8,33	18,52	0,46	–	–	1,85	0,46	–	216
2000	–	–	–	–	–	1,59	–	–	–	–	4,76	52,38	1,59	–	6,88	26,98	0,53	–	2,12	3,17	–	–	189
2001	–	–	–	–	–	0,50	–	–	–	–	5,02	20,10	0,50	–	–	47,24	1,01	–	–	–	24,62	1,01	199
2002	–	–	–	–	1,09	7,07	–	–	–	–	4,89	52,17	1,09	–	3,26	20,65	2,72	–	3,80	2,72	0,54	–	184
2003	–	–	–	–	–	–	2,63	–	–	–	3,95	26,31	3,95	1,32	6,57	48,68	–	1,32	1,32	3,95	–	–	76
2004	–	–	–	–	0,51	1,01	0,51	–	–	–	22,33	8,63	0,51	0,51	39,08	13,71	3,05	–	7,61	2,54	–	–	197
2005	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,51	16,24	13,20	–	2,03	26,90	29,95	–	–	3,05	8,12	–	–	197
2006	–	–	–	–	–	1,01	–	–	–	–	22,22	27,27	–	0,51	25,76	21,21	0,51	–	0,51	1,01	–	–	198
2007	–	–	–	–	–	0,49	–	–	–	–	16,75	38,41	0,49	–	16,75	24,63	–	–	0,49	1,97	–	–	203
2008	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2009	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,68	2,70	25,67	1,35	–	27,03	29,05	2,70	–	0,68	9,46	0,68	–	148
2010	–	–	–	–	2,82	–	–	–	–	3,52	16,20	16,20	1,41	5,63	11,27	39,43	1,41	–	–	2,11	–	–	142
2011	–	–	–	–	–	5,37	–	–	–	1,01	22,15	29,19	–	0,34	21,81	17,11	0,67	–	0,67	1,68	–	–	298
2012	–	–	–	–	–	1,28	–	–	–	–	18,60	36,54	0,64	–	9,61	32,05	1,28	–	–	–	–	–	156
2013	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,70	5,56	64,81	25,93	–	–	–	–	–	54
Среднее	0,03	–	–	–	1,41	2,63	0,16	–	–	1,44	14,63	33,18	0,60	1,45	12,49	25,84	1,88	0,13	1,09	2,92	0,12	–	–

Таблица 15

Длина тела (АС) производителей нерки оз. Саранного (по основным возрастным группам) в 1990–2013 гг., см

Table 15

Body length (AS, cm) of sockeye salmon spawners in Lake Sarannoye in 1990–2013

Год	1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1990	–	–	–	–	35,83	–	49,13	51,67	56,34	60,67	60,67	54,50	54,00	60,65	55,31	55,71
1991	–	–	–	–	34,90	–	50,05	49,28	60,91	57,00	57,00	52,33	51,37	62,53	57,69	52,00
1992	48,50	49,12	61,00	59,00	36,88	–	54,03	51,04	60,23	57,11	54,68	51,50	59,75	55,96	52,79	53,79
1993	52,33	–	62,50	57,33	36,25	–	54,12	51,87	63,00	58,21	57,50	53,00	63,73	59,44	58,21	55,67
1994	–	–	–	–	34,33	–	53,00	50,67	59,81	55,59	59,00	–	58,92	56,00	56,73	55,28
1995	–	50,00	54,50	55,60	36,50	–	50,31	50,18	57,43	55,24	52,00	50,00	57,50	55,50	52,71	54,12
1996	–	54,00	60,00	57,00	34,00	–	53,43	51,00	59,64	55,73	52,67	50,64	59,86	55,18	57,68	54,73
1997	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1998	47,25	41,00	–	52,00	–	–	49,28	48,80	54,44	50,38	49,67	49,42	50,27	52,83	50,63	49,60
1999	–	55,00	57,72	54,72	41,25	–	47,67	48,80	57,97	54,53	49,63	49,00	56,14	54,83	54,74	54,04
2000	–	–	57,50	56,00	–	–	47,50	52,33	57,47	53,46	48,25	47,20	57,57	53,40	55,84	52,95
2001	–	–	–	52,00	–	–	45,86	49,00	58,13	55,26	–	–	58,84	54,75	57,27	54,81
2002	48,00	52,50	56,50	53,64	–	–	56,00	53,87	56,64	53,78	51,50	51,25	55,94	53,27	56,31	53,37
2003	–	–	–	–	–	–	54,00	47,50	60,00	54,73	54,00	51,00	59,31	55,37	55,57	54,81
2004	45,00	–	–	55,50	–	–	51,94	50,11	59,83	55,91	51,61	49,95	59,50	55,67	54,04	51,83
2005	–	–	–	–	34,00	–	50,70	50,17	58,77	55,85	51,46	50,40	58,60	54,59	53,81	52,88
2006	–	–	–	56,00	–	–	52,15	50,67	57,90	54,94	51,00	50,28	56,37	53,00	53,94	52,69
2007	–	–	56,00	–	–	–	51,44	50,32	57,96	54,82	51,29	50,40	58,24	55,50	55,37	53,75
2008	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2009	–	–	–	–	36,00	–	51,00	50,50	58,87	53,91	52,71	50,86	57,73	53,89	55,68	53,27
2010	49,00	48,00	–	–	37,20	–	53,09	49,42	57,11	63,79	59,93	56,00	60,33	60,18	53,30	58,26
2011	–	–	55,42	53,90	36,50	–	51,17	51,26	57,12	54,57	50,76	49,26	56,03	54,23	53,13	52,83
2012	–	–	50,00	53,50	–	–	46,58	48,95	56,59	53,34	51,10	48,75	56,86	53,24	53,55	52,37
2013	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	58,00	51,00	58,65	56,25	56,74	55,82
Среднее	48,35	49,95	57,11	55,09	36,14	–	51,07	50,35	58,39	55,66	53,03	50,76	58,33	55,28	54,81	53,95

Таблица 16

Масса тела производителей нерки оз. Саранного (по основным возрастным группам) в 1990–2013 гг., кг

Table 16

Body weight of sockeye salmon spawners in Lake Sarannoye in 1990–2013, by age groups, kg

Год	1.2		1.3		2.1		2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
1990	–	–	–	–	0,67	–	1,49	1,74	2,93	2,37	2,00	2,96	2,09	2,41	2,23	
1991	–	–	–	–	0,77	–	1,56	1,55	2,89	2,36	1,87	1,82	3,13	2,48	2,10	
1992	1,36	1,47	2,90	2,80	0,63	–	1,88	1,55	2,76	2,23	1,96	1,57	2,59	2,09	1,87	
1993	1,97	–	2,84	2,32	0,65	–	1,80	1,72	3,04	2,45	2,31	1,91	3,06	2,50	2,15	
1994	–	–	–	–	0,47	–	2,13	1,67	3,12	2,32	2,90	–	2,93	2,47	2,31	
1995	–	1,70	2,27	2,27	0,65	–	1,77	1,63	2,58	2,32	1,80	1,50	2,60	2,80	2,16	
1996	–	2,10	3,00	2,30	0,70	–	2,13	1,59	2,84	2,14	1,89	1,61	2,80	2,21	2,05	
1997	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
1998	1,51	0,96	–	2,12	–	–	1,50	1,60	2,15	1,82	1,80	1,61	1,95	1,79	1,80	1,62
1999	–	1,95	2,31	1,94	1,04	–	1,35	1,32	2,39	1,92	1,50	1,41	2,20	1,97	2,07	1,88
2000	–	–	2,65	2,00	–	–	1,37	1,77	2,51	1,93	1,39	1,20	2,51	1,90	2,31	1,86
2001	–	–	–	1,90	–	–	1,39	1,47	2,66	2,17	–	–	2,66	2,08	2,50	2,11
2002	1,00	1,80	1,84	1,56	–	–	1,84	1,49	2,16	1,79	1,57	1,27	2,10	1,72	2,08	1,71
2003	–	–	–	–	–	–	2,00	1,20	2,77	1,98	2,00	1,40	2,74	2,12	2,54	2,02
2004	1,20	–	–	1,90	–	–	1,80	1,52	3,02	2,19	1,74	1,51	2,85	2,19	2,10	1,73
2005	–	–	–	–	0,30	–	1,69	1,53	2,61	2,11	1,76	1,62	2,59	2,00	2,06	1,83
2006	–	–	–	2,28	–	–	1,89	1,69	2,62	2,21	1,76	1,64	2,43	1,99	2,12	1,94
2007	–	–	2,13	–	–	–	1,85	1,54	2,53	2,08	1,62	1,58	2,57	2,16	2,21	1,96
2008	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2009	–	–	–	–	0,68	–	1,65	1,65	2,65	1,98	1,84	1,62	2,54	1,97	2,27	1,90
2010	1,55	1,38	–	–	0,64	–	1,51	1,60	2,52	2,06	2,06	1,77	2,61	2,03	1,92	1,94
2011	–	–	2,35	1,95	0,63	–	1,73	1,71	2,39	2,05	1,67	1,50	2,26	2,01	1,97	1,87
2012	–	–	1,61	1,86	–	–	1,37	1,53	2,66	1,98	1,84	1,54	2,52	1,94	2,16	1,88
2013	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,37	1,49	2,61	2,13	2,44	2,14
Среднее	1,43	1,62	2,39	2,09	0,65	–	1,70	1,57	2,66	2,12	1,90	1,58	2,60	2,12	2,22	1,97

Тем не менее значительная флюктуация размерно-массовых показателей свидетельствует о возможности присутствия сложной структуры субтрендов на фоне многолетних тенденций. Для их выделения мы используем технику одномерного спектрального анализа Фурье и функцию автокорреляции временных рядов (рис. 10, 11).

Результаты проведенного анализа подтверждают наши предположения. В первом случае мы видим высокочастотные пики периодограмм, что указывает на наличие регулярных циклов субтрендов, а во втором — характерную синусоидальную автокорреляцию с шагом по лагу 3–4. При этом выбросы достаточно симметричны, что говорит о слабовыраженной регулярности. В принципе, можно говорить о наличии определенных субтрендов размерно-массовых показателей нерки оз. Саранного в пределах ряда наблюдений 1990–2013 гг.

Подводя некоторый итог проведенным исследованиям возрастной и размерно-массовой структуры нерки 4 нагульно-нерестовых водоемов Камчатского края, необходимо четко осознавать, что на столь непродолжительных и дискретных рядах данных нельзя однозначно строить предположения об уровне значимости общих трендов и периодических субтрендов. Безусловно, определенная периодичность изменчивости размерно-массовых критериев нерки в многолетнем плане присутствует у производителей всех исследованных стад. Это лишний раз подтверждает сложность процесса формирования их биологической структуры.

Если говорить об уровне периодизации, то для всех стад характерны субтренды в пределах порядка 5–10 лет. Чем обусловлена подобная динамика изменчивости размерно-массовых показателей нерки — на данном этапе исследований однозначно ответить достаточно затруднительно. Из всех известных и доступных в качестве предикторов факторов среды подобной синусоидальной периодичностью в пределах 5–10-летнего цикла обладает только межгодовая изменчивость солнечной активности.

На рис. 12 показана сравнительная динамика изменчивости размерных показателей нерки некоторых нагульно-нерестовых озер Камчатки и солнечной активности по данным 1939–2013 гг.

Разумеется, подобное сравнение достаточно условно и не может быть статистически оценено с помощью, например, корреляционного анализа. Основной причиной этого является продолжительность пресноводного и морского нагула

Таблица 17
Значения коэффициентов корреляции Пирсона (r), характеризующих зависимость динамики размерно-массовых показателей производителей нерки оз. Саранного от межгодовой изменчивости в период 1990–2013 гг.

Table 17
Pearson correlation coefficients (r) describing the dependence of body length and weight dynamics on year-to-year variability in 1990–2013 for sockeye salmon in Lake Sarannoye

Показатель	2.2		2.3		3.2		3.3		Все возрастные группы	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Длина тела (AC)	-0,096 N = 21	-0,185 N = 21	-0,349 N = 21	-0,177 N = 21	-0,058 N = 21	-0,523* N = 18	-0,318 N = 22	-0,213 N = 22	-0,042 N = 22	-0,092 N = 22
Масса тела	-0,157 N = 21	-0,132 N = 21	-0,420 N = 21	-0,557** N = 21	-0,220 N = 21	0,342 N = 20	-0,410 N = 22	-0,463* N = 22	-0,191 N = 22	-0,363 N = 22

Примечание. N — число случаев. * P < 0,05. ** P < 0,01.

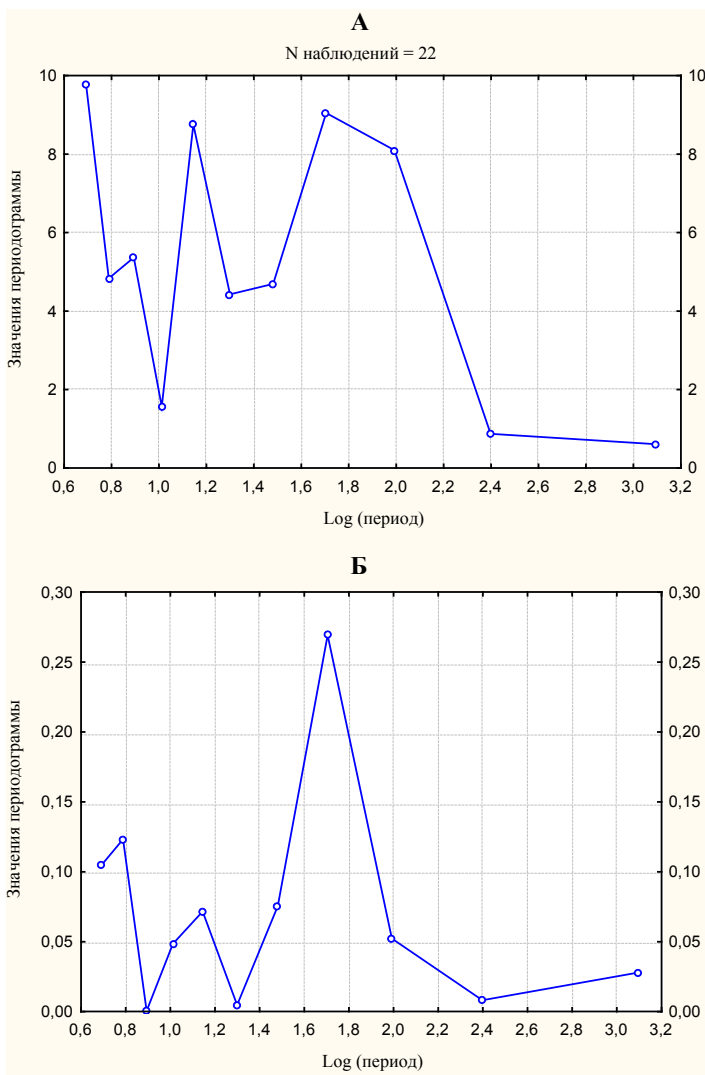


Рис. 10. Результаты одномерного спектрального анализа Фурье для логарифмов значений временных рядов изменчивости длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Саранного (по данным 1990–2013 гг.)

Fig. 10. Results of single series Fourier (spectral) analysis for logarithmic time series of length (А) and weight (Б) of sockeye salmon in Lake Saranoe in 1990–2013

нерки, который суммарно длится в среднем 3–6 лет. Следовательно, воздействие солнечной активности может быть только опосредованным в течение всего периода жизни рыб. При этом применение статистических методов фильтрации и сглаживания рядов данных не даст полноценного результата, поскольку накопленные нами ряды наблюдений далеко не во всех случаях отвечают требуемому уровню многолетней репрезентативности.

Отметим, что из представленных данных в некоторых случаях проглядывается определенная синхронизация периодов максимальной и минимальной изменчивости размеров тела нерки с межгодовой флюктуацией солнечной активности (рис. 12). Особенно это просматривается на примере наиболее продолжительного ряда наблюдений (оз. Ближнее). Но говорить о каких-либо закономерностях нам представляется преждевременным.

В заключение следует отметить, что в целом, как свидетельствуют результаты предыдущих многолетних исследований размерно-массовой структуры нерки рек Озерная, Камчатка, Большая, Хайлюля и озерно-речной системы Мейньпильгын (Бугаев, 2011), у рыб из представленных выше 4 нагульно-нерестовых водоемов также визуально и статистически прослеживаются темпоральные субтренды межгодовой изменчивости рассматриваемых показателей. Все изложенное свидетельствует в пользу предположения о неслучайном характере возникновения отмеченных закономерностей. Данный факт требует своего изучения и сопоставления с факторами среды и численностью

Рис. 11. Автокорреляция временных рядов изменчивости значений длины (А) и массы (Б) тела производителей нерки оз. Саранного (по данным 1990–2013 гг.)

Fig. 11. Autocorrelation function for time series of length (А) and weight (Б) for sockeye salmon in Lake Sarannoe in 1990–2013

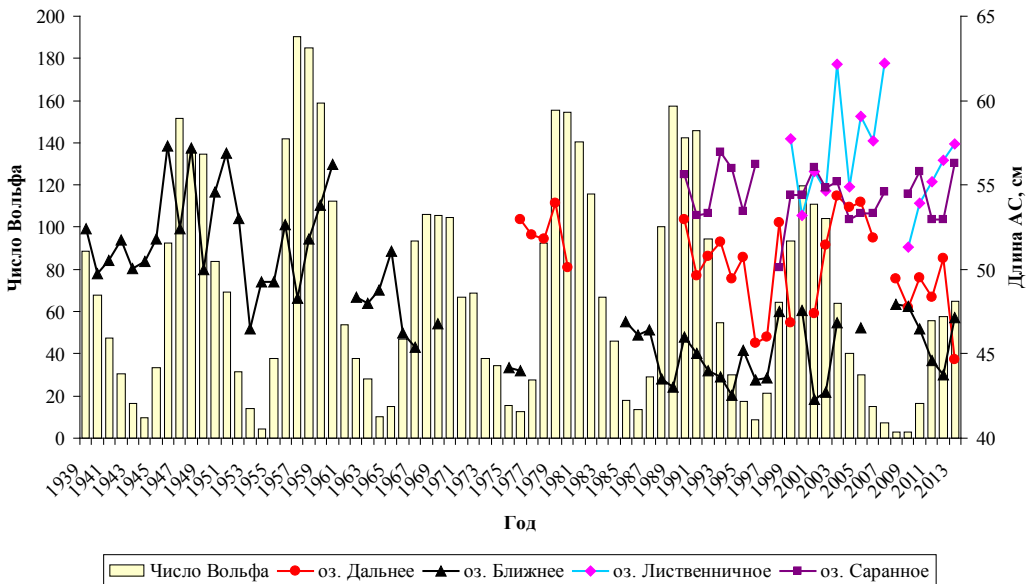
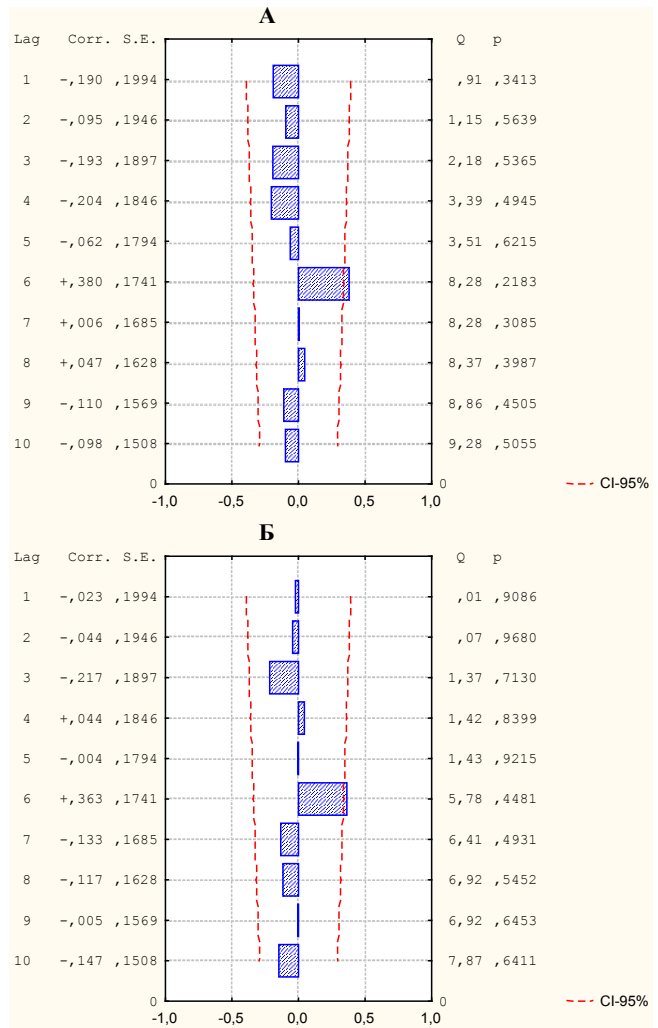


Рис. 12. Сравнительная динамика межгодовой изменчивости размерных показателей нерки некоторых нагульно-нерестовых озер Камчатки и солнечной активности по данным 1939–2013 гг.
 Fig. 12. Comparative interannual dynamics of sockeye salmon length and weight in certain feeding-spawning lakes of Kamchatka and solar activity in 1939–2013

рыб. Особенно это актуально в морской период жизни, когда рост нерки наиболее интенсивен. Не исключено, что темпоральные субтренды по размерно-массовым показателям характерны и для других видов тихоокеанских лососей.

Выводы

Возрастной состав производителей нерки исследуемых нагульно-нерестовых водоемов по имеющимся среднесезонным данным был следующим: оз. Дальнее — 1.2, 2.2 и 3.2 (1976–2013 гг.); оз. Ближнее — 1.2, 1.3 и 2.2 (1939–1969 гг.) и 1.2, 2.1 и 2.2 (1975–2013 гг.); оз. Лиственничное — 2.2, 2.3 и 3.3 (1999–2013 гг.); оз. Саранное — 2.2, 2.3, 3.2 и 3.3 (1990–2013 гг.).

Многолетняя динамика размерно-массовых показателей нерки рассматриваемых стад характеризовалась разнонаправленными трендами. Отрицательные тренды отмечены в случаях с наиболее продолжительными рядами наблюдений (озера Дальнее и Ближнее). При наличии относительно коротких рядов наблюдений (озера Лиственничное и Саранное) тренды были нейтральными.

Для всех 4 стад нерки отмечен ряд корреляционных зависимостей, характеризующих присутствие достоверных темпоральных трендов изменчивости размерно-массовых показателей в зависимости от пола и возрастной структуры. При этом практически все статистически значимые коэффициенты корреляции имели отрицательные значения.

Характер общей динамики размерно-массовых показателей нерки на более коротком и сопоставимом ряду наблюдений на уровне второй половины 1970-х и начала 2000-х гг. показал определенную схожесть данных критериев рыб всех исследуемых нагульно-выростных водоемов (озера Дальнее, Ближнее, Лиственничное, Саранное).

При анализе временных рядов изменчивости размерно-массовых показателей нерки рассмотренных озер практически во всех случаях были выделены разнонаправленные темпоральные субтренды, формирующие структуру общего многолетнего тренда. Это выражается в том, что в определенные периоды лет наблюдается последовательное уменьшение размеров и массы тела рыб, чередующееся с резким увеличением данных параметров. Общий уровень периодичности субтрендов варьирует в пределах 5–10 лет.

Обнаружение негативных и позитивных трендов и субтрендов изменчивости размерно-массовых характеристик нерки озер Ближнее, Дальнее, Саранное и Лиственничное, а также их взаимосвязь с полом и возрастом свидетельствуют о сложности процессов формирования биологической структуры указанных стад. При этом общий многолетний тренд динамики длины и массы тела нерки может не отражать в полной мере ситуацию на уровне отдельных временных этапов.

Список литературы

Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows : монография. — М. : Филин, 1998. — 608 с.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности) : монография. — М. : Колос, 1995. — 464 с.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка-2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX — начале XXI вв.) : монография. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. — 380 с.

Бугаев В.Ф., Бугаев А.В., Дубынин В.А. Биологические показатели стад нерки *Oncorhynchus nerka* Восточной Камчатки, Корякского нагорья и некоторых других территорий // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : докл. 7-й науч. конф. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2007. — С. 15–40.

Бугаев В.Ф., Кириченко В.Е. Нагульно-нерестовые озера азиатской нерки (включая некоторые другие водоемы ареала) : монография. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2008. — 280 с.

Вецлер Н.М. Некоторые аспекты состояния экосистемы озера Дальнее // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2008. — Вып. 11. — С. 24–31.

Вецлер Н.М., Погодаев Е.Г. Влияние трофических условий в озере Дальнем на массу тела и возрастную структуру смолтов нерки // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 165. — С. 44–50.

Вецлер Н.М., Погодаев Е.Г. Состояние экосистемы озера Дальнего (прошлое, настоящее, будущее). Многолетняя динамика пелагических ракообразных // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2004. — Вып. 7. — С. 44–50.

Запорожец О.М., Шевляков Е.А., Запорожец Г.В. Динамика численности камчатских лососей с учетом легального и нелегального изъятия // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 153. — С. 109–133.

Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В. Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах : монография. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2013. — 304 с.

Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Меншуткин В.В. Сообщество пелагических рыб оз. Дальнего : монография. — Л. : Наука, 1969. — 88 с.

Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Меншуткин В.В. Тихоокеанский лосось (нерка) в экосистеме оз. Дальнего (Камчатка) : монография. — Л. : Наука, 1987. — 200 с.

Куренков И.И. Зоопланктон озер Камчатки : монография. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2005. — 178 с.

Куренков И.И. Структура популяций и продукция планктонных ракообразных в двух мезотрофных озерах Камчатки // Элементы водных экосистем. — Новосибирск : Наука, 1978. — С. 208–215.

Куренков И.И., Куренков С.И. Экспериментальная фертилизация озера Лиственничного // Проблемы фертилизации лососевых озер. — Владивосток : ТИНРО, 1988. — С. 8–20.

Куренков С.И. Красная оз. Саранное (Командорские острова) // Изв. ТИНРО. — 1970. — Т. 78. — С. 49–60.

Лепская Е.В. Фитопланктонное сообщество оз. Лиственничное в связи с проблемой фертилизации последнего // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : мат-лы 7-й междунар. науч. конф. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2006. — С. 94–98.

Николаев А.С., Николаева Е.Т. Некоторые аспекты лимнологической классификации нерковых озер Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. — Петропавловск-Камчатский : КоТИНРО, 1991. — Вып. 1, ч. 1. — С. 3–17.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

Рыбы реки Камчатка : монография / В.Ф. Бугаев, Б.Б. Вронский, Л.О. Заварина и др. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2007. — 459 с.

Справочные материалы по росту рыб: лососевые рыбы / сост. А.А. Яржомбек. — М. : ВНИРО, 2000. — 110 с.

Темных О.С. Азиатская горбуша в морской период жизни: биология, пространственная дифференциация, место и роль в пелагических сообществах : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2004. — 47 с.

Темных О.С., Заволокин А.В., Шевляков Е.А. и др. Особенности межгодовой изменчивости средних размеров и возрастного состава кеты российских стад // Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — С. 226–239.

Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : монография. — М. : Бином-Пресс, 2008. — 512 с.

Beamish R.J., Bouillion D.R. Pacific salmon production trends in relation to climate // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1993. — Vol. 50. — P. 1002–1016.

Bigler B.S., Welch D.W., Helle J.H. A review of size trends among North Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1996. — Vol. 53. — P. 455–465.

Burgner R.L. Life history of Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Pacific Salmon Life Histories. — Vancouver, Canada : UBC Press, 1991. — P. 3–117.

Foerster R.E. The sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* : Bull. Fish. Res. Bd Canada. — 1968. — № 162. — 422 p.

Fukuwaka M., Azumaya T., Nagasawa T. et al. Trends in abundance and biological characteristics of chum salmon // NPAFC Bull. — 2007. — № 4. — P. 35–43 (<http://www.npafc.org>).

Fukuwaka M., Davis N.D., Azumaya T., Nagasawa T. Bias-corrected size trends in chum salmon in the central Bering sea and North Pacific ocean // NPAFC Bull. — 2009. — № 5. — P. 173–176 (<http://www.npafc.org>).

Hare S.R., Francis R.C. Climate change and salmon production in the northeast Pacific ocean // Can. Sp. Pub. Fish. Aquat. Sci. — 1995. — Vol. 121. — P. 357–372.

Helle J.H., Hoffman M.S. Size decline and older age at maturity of two chum salmon (*Oncorhynchus keta*) stocks in western North America, 1972–1992 // Can. Sp. Pub. Fish. Aquat. Sci. — 1995. — № 121. — P. 245–260.

Helle J.H., Martinson E.C., Eggers D.M., Gritsenko O.F. Influence of salmon abundance and ocean conditions on body size of pacific salmon // NPAFC Bull. — 2007. — № 4. — P. 289–298 (<http://www.npafc.org>).

Ishida Y., Ito S., Kaeriyama M. et al. Resent changes in age and size of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in the North Pacific Ocean and possible causes // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1993. — Vol. 50. — P. 290–295.

McLain D.R. Coastal ocean warming in the northeast Pacific, 1976–83 // The influence of ocean conditions on the production of salmonids in the North Pacific. — Corvalis : ORESU-W-83-001. Oregon State University Sea Program, 1984. — P. 61–86.

Miller A.J., Cayan D. R., Burnett T.P. et al. The 1976–77 climate shift of the Pacific ocean // Oceanography. — 1994. — № 7. — P. 21–26.

Ricker W.E. Computation and uses of central trend lines // Can. J. Zool. — 1984. — № 62. — P. 1897–1905.

Ruggerone G.T., Nielsen J.L., Agler B.A. Climate, growth and population dynamics of Yukon river chinook salmon // NPAFC Bull. — 2009. — № 5. — P. 279–285 (<http://www.npafc.org>).

Ruggerone G.T., Nielsen J.L., Bumgarner J. Linkages between Alaskan sockeye salmon abundance, growth at sea, and climate, 1955–2002 // Deep-Sea Res. II. — 2007. — № 54. — P. 2776–2793.

Поступила в редакцию 11.06.14 г.