

ОЦЕНКА ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕР БАСЕЙНА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА (КАРЕЛИЯ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

© 2019 И.М. Дзюбук, Е.А. Клюкина

Петрозаводский государственный университет

Статья поступила в редакцию 04.11.03.2019

В статье приведены результаты исследования биологии массовых видов рыб (лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)), плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), ерш (*Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)) и щука (*Esox lucius* Linnaeus, 1758)) двух озер бассейна Онежского озера (Республика Карелия) – Пряжинское и Шаньгима. Географические координаты озера Пряжинского – 61°41'38" с. ш. 33°38'31" в. д., озера Шаньгима – 61°41'30" с. ш. 33°34'26" в. д. На берегу озера Пряжинское расположен поселок Пряжа с населением более 3,5 тыс. человек, антропогенное влияние на водоем невелико. Озеро Шаньгима, находящееся в 2 км западнее Пряжи, испытывает значительную антропогенную нагрузку, так как служит резервуаром для сброса очищенных вод с канализационно-очистной станции, куда поступают большие объемы стирального порошка, мыла и т. д. Цель исследования – оценка видовой структуры и современного состояния популяций массовых видов рыб озер Пряжинское и Шаньгима, которые расположены в южной части Республики Карелия. Отлов рыб проводился в летний период (июнь и июль) 2017 года. Всего исследовано 400 экземпляров рыб: по 200 экземпляров из каждого озера. Выявлено, что основу (71 %) в уловах на озере Пряжинское составляет окунь (*P. fluviatilis*), на втором месте (27 %) – плотва (*R. rutilus*), и в незначительных количествах (по 0,5 %) были щука (*E. lucius*) и ерш (*G. cernuus*). В уловах на озере Шаньгима отмечено иное соотношение видов рыб, по сравнению с видовой структурой рыб на озере Пряжинском, а именно: в основе уловов (52 %) – плотва (*R. rutilus*), а окунь (*P. fluviatilis*), лещ (*A. brama*) и щука (*E. lucius*) составляют 24,5 %, 21,5 % и 2 % от количества видов в уловах соответственно. Установлено, что соотношение полов у окуня (*P. fluviatilis*) и плотвы (*R. rutilus*) на обоих озерах, а также у леща (*A. brama*) озера Шаньгима, составило 3:1 в пользу самок. Скорость роста окуня (*P. fluviatilis*) в озере Шаньгима оказалась больше, чем в озере Пряжинское, а для плотвы (*R. rutilus*) наоборот. Таким образом, выявлены особенности видового состава и структуры рыбного населения, структура популяций массовых видов различных по трофности озер бассейна Онежского озера – Пряжинское и Шаньгима, подверженных разнотипному антропогенному влиянию. В целом, приведенные результаты исследования по массовым видам рыб озер Пряжинское и Шаньгима согласуются с ранее полученными авторами статьи результатами аналогичных исследований рыб озера Кончезеро (бассейн Онежского озера).

Ключевые слова: плотва, окунь, лещ, щука, ерш, озеро Пряжинское; озеро Шаньгима.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время не теряют актуальности работы по изучению рыбного населения различных по трофности пресноводных озер, подверженных разнотипному антропогенному влиянию [1–6]. Они представляют научный интерес, а также имеют практическое значение для развития рыбоводства на водоемах и рыбохозяйственной отрасли в регионе в целом. К тому же известно, что биологические показатели рыбной части сообщества часто использу-

ют для оценки антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы [8].

Озера Карелии, в том числе относящиеся к бассейну Онежского озера, продолжают испытывать антропогенное влияние, что вызывает изменения среды обитания и характеристик рыбного населения соответственно. Так, на берегу озера Пряжинское расположен поселок городского типа Пряжа с населением более 3,5 тыс. человек. Озеро Шаньгима находится в 2 км западнее Пряжи и испытывает значительную антропогенную нагрузку, так как служит резервуаром для сброса очищенных вод с канализационно-очистной станции (КОС), куда поступают большие объемы СПАВ (стиральные порошки, мыло и т. д.). Рыбное население обоих озер к тому же подвержено прямому антропогенному влиянию – на озерах развито любительское рыболовство, особенно интенсивное в летний и зимний периоды. Однако, рыбная часть сообщества озер Пряжинское и

Дзюбук Ирина Михайловна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры зоологии и экологии Института биологии, экологии и агротехнологий.

E-mail: ikrup@petrsu.ru

Клюкина Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теории вероятностей и анализа данных Института математики и информационных технологий. E-mail: elena_k_79@mail.ru

Шаньгима малоизучена. Так, если последние гидрохимические и гидробиологические исследования на этих озерах проводились Институтом водных проблем Севера в 2005 году, то сведения об ихтиофауне водоемов датируются серединой прошлого века [7]. Вследствие этого возникла необходимость получить современные данные о состоянии рыбного населения разных по трофности озер Пряжинское и Шаньгима, относящихся к бассейну Онежского озера, подверженных разнотипному антропогенному влиянию.

Цель нашего исследования – оценить видовую структуру и современное состояние популяций массовых видов рыб озер Пряжинское и Шаньгима, которые относятся к бассейну Онежского озера (Карелия) с использованием методов математической статистики.

МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования – массовые виды рыб озер Пряжинское и Шаньгима – плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), окунь (*Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)), лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)), щука (*Esox lucius* (Linnaeus, 1758)) и ерш (*Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)). Отлов рыб проводился в летний период (июнь и июль) 2017 года. Орудия лова – сети с размером ячеи 20–60 мм. Всего исследовано 400 экземпляров рыб (поровну из каждого озера). В ходе работы определяли видовой состав рыб в уловах. Латинские названия видов рыб, приводятся по литературным источникам – «Атлас пресноводных рыб России» (2002) [9, 10], Стерлигова с соавт. (2016) [11]. Взвешивание, измерение, вскрытие рыб, определение их возраста проводили по стандартным методикам [12–14]. Сразу после отлова рыбу измеряли и взвешивали. Промеры рыб выполнены с помощью сантиметра, штангенциркуля, для взвешивания рыб использовали электронные и аптекарские весы, в зависимости от размера рыб. Для определения возраста проводили отбор чешуи (плотва (*R. rutilus*), лещ (*A. brama*), щука (*E. lucius*)), отолитов (ерш (*G. cernuus*)) и жаберных крышек (окунь (*P. fluviatilis*)). Чешуйные (и другие) препараты, по которым определялся возраст рыб, просматривали при помощи бинокля МБС–6. При вскрытии рыбы определяли ее пол.

Весь фактический материал обработан статистически с применением стандартных методов вариационной статистики [15, 16]. Для характеристики массо-размерных параметров рыб, обитающих в исследуемых озерах, вычислили средние значения массы и длины тела АС (без хвостового плавника), а также диапазоны варьирования этих параметров. Исследование роста массовых видов рыб провели с помощью регрессионного анализа, а именно, построили

линии регрессии, отображающие зависимость массы тела рыб от длины АС. Статистическая обработка данных и графическое отражение результатов провели с использованием стандартного программного пакета Excel 93–2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Озеро Пряжинское – мезогумозный, олиготрофный водоем, вытянутый с юга на север. В северной части озера находится пять островов, а основным притоком является река Дегенс в восточной части озера. Его площадь составляет 3,72 км²; средняя глубина – 4 м, прозрачность колеблется от 1 до 1,2 м. Рыбное население озера представлено следующими видами: плотва (*R. rutilus*), окунь (*P. fluviatilis*), щука (*E. lucius*), налим (*L. lota*) и ерш (*G. cernuus*) [7].

Озеро Шаньгима – это эвтрофный водоем овальной формы, который вытянут с северо-востока на юго-запад; оно имеет приток через ручей из озера Пряжинское и сток через ручей в реку Святрека. Площадь водоема – 2,0 км², средняя глубина – 3,2 м и прозрачность – около 0,5 м. Для озера Шаньгима отмечены следующие виды рыб: плотва (*R. rutilus*), окунь (*P. fluviatilis*), щука (*E. lucius*), лещ (*A. brama*) и ерш (*G. cernuus*) [7].

Состав рыб в наших уловах на озере Пряжинское представлен такими массовыми видами, как окунь (*P. fluviatilis*), плотва (*R. rutilus*), щука (*E. lucius*) и ерш (*G. cernuus*). Не присутствовал в уловах налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758), ранее встречавшийся в водоеме. Доминантным видом является окунь (*P. fluviatilis*), который составил 71 % от всего видового состава рыб. Второе место заняла плотва (*R. rutilus*) – 27 %, а такие виды как, щука (*E. lucius*) и ерш (*G. cernuus*) в совокупности составили 1%. На озере Шаньгима плотва (*R. rutilus*) составила основу уловов (52 %), примерно в равном количестве встречались в уловах окунь (*P. fluviatilis*) и лещ (*A. brama*) – 24,5 % и 21,5 % соответственно, а щука (*E. lucius*) – не более 2 %. Ерш (*G. cernuus*) в уловах не встречался. Соотношение самок и самцов окуня (*P. fluviatilis*) и плотвы (*R. rutilus*) из обоих водоемов, а также для леща (*A. brama*) из озера Шаньгима, составляло 3:1 в пользу самок. Это свидетельствует о благоприятных условиях обитания в озерах для этих видов и о высоком темпе воспроизводства популяций. Наряду с этим, репродуктивный потенциал популяций рыб зависит не только от внешних условий, но и от демографических признаков (возраст, размеры самок и др.) [17].

Возрастная структура окуня (*P. fluviatilis*), плотвы (*R. rutilus*) и леща (*A. brama*) в уловах на исследуемых озерах представлена на рисунке 1. Заметим, что возрастной ряд окуня (*P. fluviatilis*) из озера Пряжинское длиннее (от 3+ до 10+ лет),

чем окуня (*P. fluviatilis*) из озера Шаньгима (от 3+ до 7+ лет). При этом среди окуней (*P. fluviatilis*) озера Пряжинское максимальное количество оказалось особей возраста 4+ лет (59,9 %), а среди окуней (*P. fluviatilis*) Шаньгима – особей возраста 5+ (49 %). Отсутствие особей старше 7+ лет на озере Шаньгима, возможно, связано с тем, что рыболовы-любители широко используют там крупноячеистые сети с диаметром ячеи 60–80 мм, что отражается на возрастном составе популяции окуня (*P. fluviatilis*), а именно приводит к отсутствию более крупных рыб старших возрастов из-за их изъятия. Отсутствие в уловах на обоих озерах рыб младших возрастов (0+–2+ лет) закономерно, так как вылов производили в районах их нагула, вдали от нерестилищ, где, главным образом, и концентрируется молодь.

Массо-размерные параметры окуня (*P. fluviatilis*) (3+–10+ лет) из уловов на озере Пряжинское варьируют в пределах от 22,9 до 246 г и от 11,1 до 26,5 см соответственно. Наибольший прирост абсолютной массы наблюдался у особей в возрасте 6+–7+ лет и составил 214 г. Для сравнительной оценки отметим, что получены следующие размеры и масса окуня (*P. fluviatilis*) возраста 3+–7+ лет из озера Пряжинское: 11,1–19,6 см и 22,9–172,9 г соответственно. Массо-размерные характеристики окуня (*P. fluviatilis*) (3+–7+ лет) из уловов на озере Шаньгима варьировали в пределах 18,3–131,0 г и 10,7–20,0 см, при этом наибольший прирост абсолютной массы также наблюдался в возрасте 6+–7+ лет и составил 103 г., т. е. в 2 раза меньше, чем у окуня озера Пряжинское.

В ходе сравнительного анализа длины и массы тела окуня (*P. fluviatilis*) (3+–7+ лет) из уловов на исследуемых озерах, выявили, что диапазоны варьирования размерного параметра незначительно отличались, однако, правая граница диапазона варьирования массы окуня (*P. fluviatilis*) из озера Шаньгима меньше (на 41,9 г), чем у окуня (*P. fluviatilis*) из озера Пряжинское.

В ходе исследования роста окуня (*P. fluviatilis*) (3+–7+ лет), обитающего в озере Шаньгима (49 экземпляров), получено уравнение роста $W = 0,024 \cdot Lt^{2,82}$, где W – масса тела в г, Lt – длина АС в см (рис. 2), которое объясняет 96 % ($R^2 = 0,96$) изменчивости в массе его тела.

Для сравнительного анализа была построена линия регрессии для окуня (*P. fluviatilis*) (3+–7+ лет) (140 экземпляров), обитающего в озере Пряжинское (рис. 2). Линия регрессии (степенной тренд ($W = 0,064 \cdot Lt^{2,42}$)) объясняет только 49 % изменчивости в массе тела этого окуня (*P. fluviatilis*) при вариации длины тела АС. Однако, нужно отметить, что это результат наличия в выборке двух самцов (5+ лет) и двух самок (4+ лет) (выпады), длина тела которых велика (от 23 до 24 см), при незначительной массе (не более 34 г). Таким образом, линия регрессии для окуня (*P. fluviatilis*) из озера Шаньгима оказалась выше линии регрессии для окуня (*P. fluviatilis*), обитающего в озере Пряжинское (рис. 2).

У плотвы (*R. rutilus*) из озера Пряжинское возрастной ряд длиннее (3+–10+ лет), чем у плотвы (*R. rutilus*) из озера Шаньгима (4+–7+ лет). В ходе сравнительного анализа выявили, что большинство особей плотвы (*R. rutilus*) в

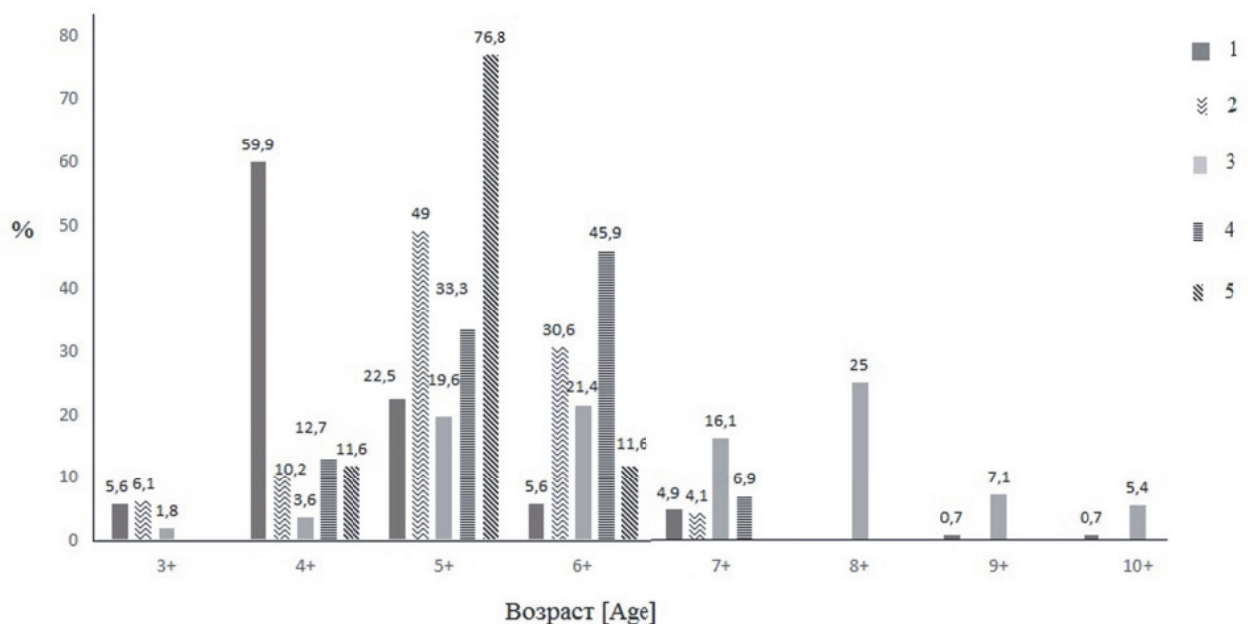


Рис. 1. Возрастной состав окуня (*Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)), плотвы (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)) и леща (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)) в уловах на озерах Пряжинское и Шаньгима (%), июнь–июль, 2017 г.:

1 – окунь из озера Пряжинское, 2 – окунь из озера Шаньгима, 3 – плотва из озера Пряжинское, 4 – плотва из озера Шаньгима, 5 – лещ из озера Шаньгима

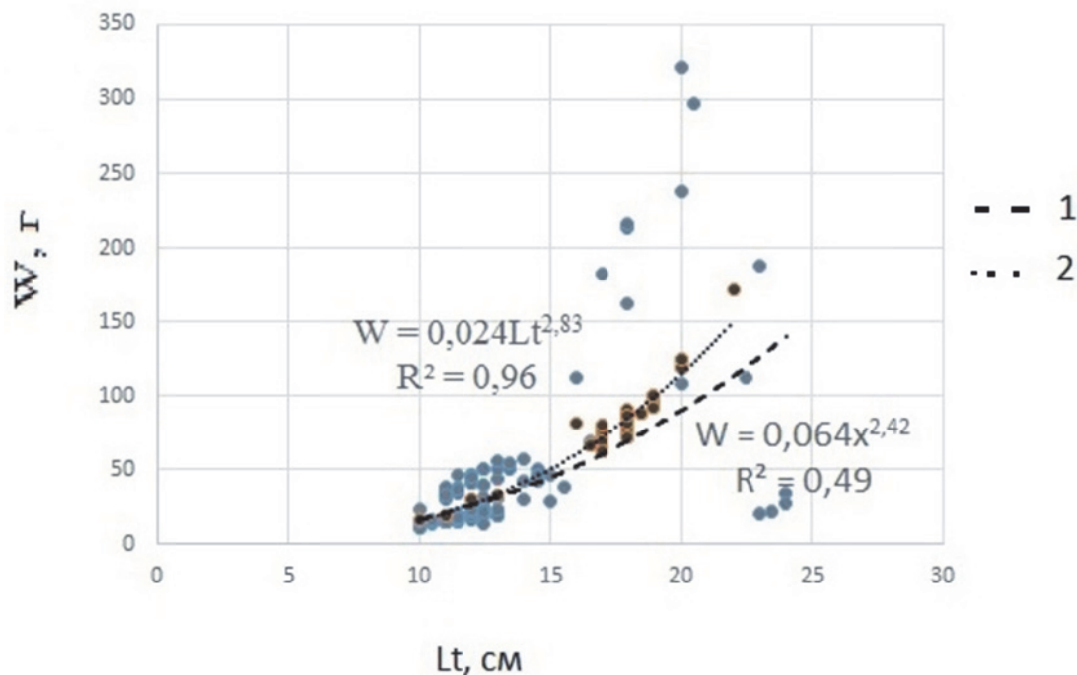


Рис. 2. Соотношение массы (W) и длины тела АС (Lt) окуня (*Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)) (3+–7+ лет):

1 – линия регрессии для окуня из озера Пряжинское, 2 – линия регрессии для окуня из озера Шаньгима

уловах на озере Пряжинское принадлежит к возрастным группам 5+–8+ лет (от 16,1 % до 25 %), а на озере Шаньгима – к возрастным группам 5+–6+ лет (33,3 % и 45,1 % соответственно). Длина и масса тела плотвы (*R. rutilus*) варьировали соответственно в следующих диапазонах: 12,5–23,0 см и 62,0–391 г (из озера Пряжинское); 14,0–20,0 см и от 32,0–130,0 г (из озера Шаньгима). Наибольшие абсолютные приросты массы плотвы (*R. rutilus*) отмечены в уловах на озере Пряжинское в возрастном периоде 7+–8+ лет (194 г), а в уловах на озере Шаньгима – в возрастном периоде 5+–6+ лет (95 г).

В ходе анализа роста плотвы (*R. rutilus*) (4+–7+ лет), обитающей в озере Шаньгима, после исключения выпада (самка возраста 4+ лет с длиной и массой тела 17 см и 15 г соответственно) было получено уравнение роста ($W = 0,01 \cdot Lt^{3,1}$) (рис. 3), которое объясняет 84 % ($R^2 = 0,84$) изменчивости в массе тела плотвы (*R. rutilus*).

Также построена линия регрессии для плотвы (*R. rutilus*) (3+–10+ лет), обитающей в озере Пряжинское (рис. 3). Построенный степенной тренд ($W = 0,04 \cdot Lt^{2,8}$) объясняет лишь 46 % изменчивости в массе тела исследуемого вида при вариации длины (АС) тела. Это связано с тем, что абсолютный прирост по возрастным группам (от 3+–4+ лет до 9+–10+ лет) как по линейному, так и по весовому показателю варьировал неравномерно. Отметим, что линия регрессии для плотвы (*R. rutilus*) из озера Шаньгима оказалась ниже линии регрессии для плотвы (*R. rutilus*), обитающей в

озере Пряжинское (рис. 3). Это означает, что скорость роста плотвы (*R. rutilus*) в озере Пряжинское меньше, чем в озере Шаньгима.

Возраст леща (*A. brama*), который присутствовал в уловах только на озере Шаньгима, находился в пределах от 4+ до 6+ лет. В ходе анализа исходных данных по лещу (*A. brama*) выявили: диапазоны варьирования длины и массы его тела составили 13–23 см и 38–212 г соответственно; абсолютный прирост длины и массы тела леща (*A. brama*) за 3 года составил 10 см и 137 г соответственно. Полученное уравнение роста леща (*A. brama*) ($W = 0,03 \cdot Lt^{2,8}$) (рис. 4), объясняет 95 % ($R^2 = 0,95$) изменчивости в его массе тела.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных ихтиологических исследований (лето 2017 года) на водоемах, относящихся к бассейну Онежского озера и подверженных в разной степени антропогенному влиянию, были выявлены видовой состав и структура рыбной части сообщества. На озере Пряжинское уловы состояли из таких видов рыб, как окунь (*P. fluviatilis*) (71 %), плотва (*R. rutilus*) (27 %), щука (*E. lucius*) и ерш (*G. cernuus*) (по 0,5 % соответственно), а на озере Шаньгима – плотва (*R. rutilus*) (52 %), окунь (*P. fluviatilis*) (24,5 %), лещ (*A. brama*) (21,5 %) и щука (*E. lucius*) (2 %). Преобладание плотвы (*R. rutilus*) в озере Шаньгима, связано с эвтрофированием вод в результате

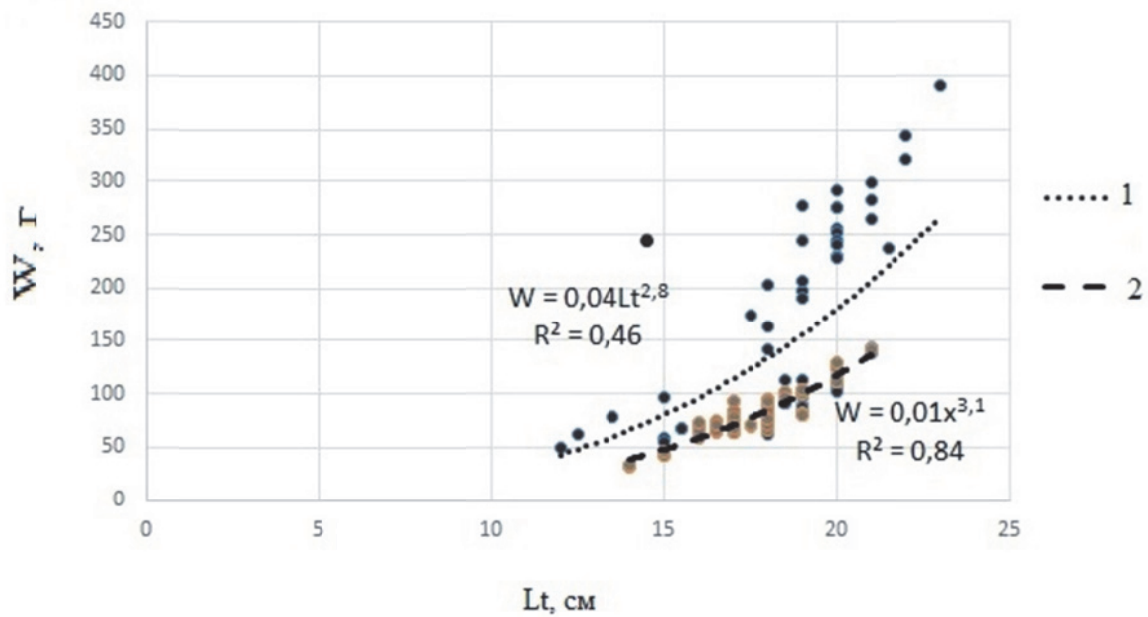


Рис. 3. Соотношение массы (W) и длины тела АС (Lt) плотвы (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)): 1 – линия регрессии для плотвы (3+–10+ лет) из озера Пряжинское, 2 – линия регрессии для плотвы (4+–7+ лет) из озера Шаньгима

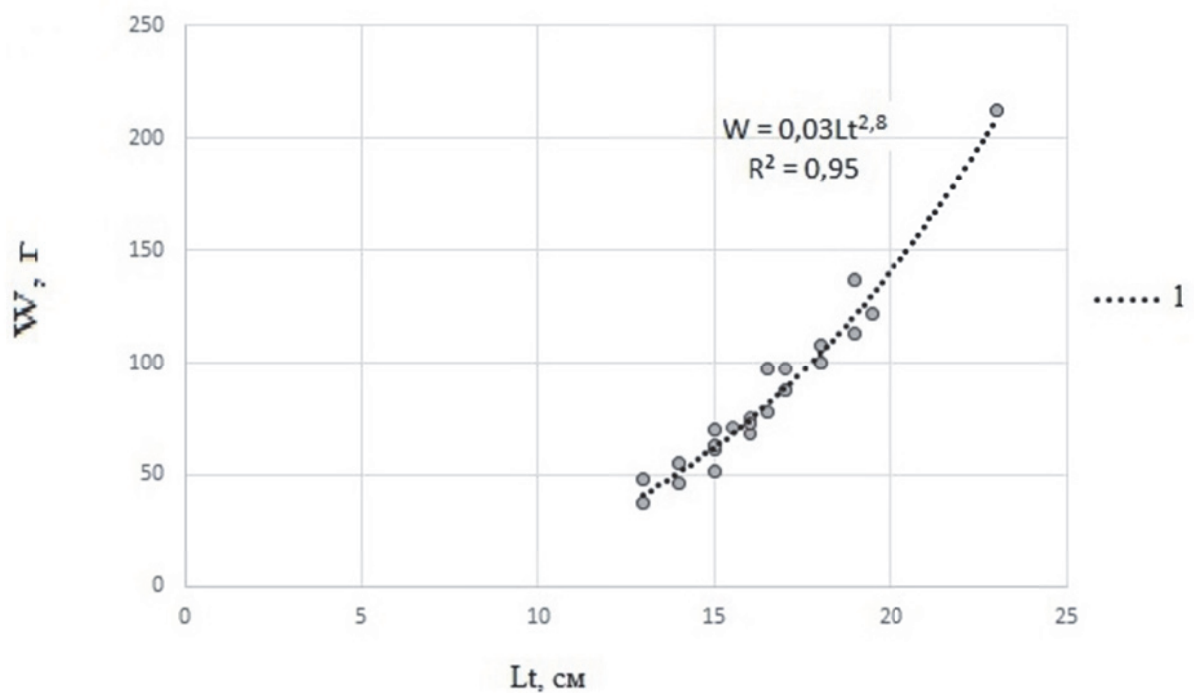


Рис. 4. Соотношение массы (W) и длины тела АС (Lt) леща (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)) (4+–6+ лет) из озера Шаньгима: 1 – линия регрессии

поступления биогенов с КОС и соответственно улучшением условий обитания (нагула и нереста) для плотвы (*R. rutilus*). Отсутствие в озере Шаньгима ерша (*G. cernuus*), индикаторного вида, обычно предпочитающего чистые, прозрачные воды, также может свидетельствовать о процессе эвтрофирования вод [18]. Наши результаты о низкой численности щуки (*E. lucius*) в озерах согласуются с утверждениями о том,

что пресноводные хищные рыбы, как правило, имеют небольшой размер популяции, а некоторые популяции считаются находящимися под угрозой исчезновения [19]. Также необходимо учитывать, что на озере Шаньгима нередко наблюдаются заморные явления.

Как результат усиленного антропогенного (прямого и опосредованного) влияния на рыбное население озера Шаньгима, необходимо рассма-

тривать уменьшение длины возрастного ряда у плотвы (*R. rutilus*) и окуня (*P. fluviatilis*) этого водоема, по сравнению с возрастным диапазоном этих видов рыб из озера Пряжинское. Однако, о благоприятных условиях в озерах, о высоком темпе воспроизводства в популяциях окуня (*P. fluviatilis*) и плотвы (*R. rutilus*) свидетельствует половой состав. Так, соотношение полов у окуня (*P. fluviatilis*) и плотвы (*R. rutilus*) из исследуемых озер, а также у леща (*A. brama*) из озера Шаньгима составляло 3:1 с преобладанием самок.

Сравнительный анализ роста рыб в исследуемых озерах показал, что в озере Шаньгима скорость роста окуня (*P. fluviatilis*) больше, что свидетельствует о достаточной кормовой базе для вида, чем в условиях олиготрофного озера Пряжинское.

Построенная линия регрессии для выборочных данных по плотве (*R. rutilus*), обитающей в озере Шаньгима, показала низкую скорость роста у нее, чем в озере Пряжинское. Вероятно, благоприятные условия нагула и нереста для плотвы (*R. rutilus*) в озере Шаньгима способствуют увеличению ее численности, при этом обостряется конкуренция за кормовые ресурсы, которая и приводит к снижению скорости роста рыб. К тому же в озере обитает лещ (*A. brama*), пищевой конкурент плотвы (*R. rutilus*), длина и масса которого в возрасте 6+ лет составили 23 см и 212 г.

Таким образом, биологический анализ массовых видов рыб (окунь (*P. fluviatilis*), плотва (*R. rutilus*), лещ (*A. brama*), щука (*E. lucius*) и ерш (*G. cernuus*) озер Пряжинское и Шаньгима (бассейн Онежского озера) показал, что в озерах разного трофического статуса, подверженных разнотипному антропогенному влиянию, формируются различные видовой состав и видовая структура рыбного населения, имеются определенные различия в половой структуре, в возрастном и массо-размерном составе популяций одного вида, также по скорости роста особей в популяциях. В целом, приведенные результаты по массовым видам рыб озер Пряжинское и Шаньгима согласуются с результатами аналогичных исследований рыб озера Кончезеро (бассейн реки Шуя, Карелия) [1, 20] и существенно дополняют новой информацией ранее полученные сведения о рыбах малых озер Карелии [4, 21, 22].

БЛАГОДАРНОСТЬ

Приносим благодарность за помощь в сборе материала Самойлову Никите Александровичу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзюбук И.М., Клюкина Е. А. Оценка многолетней динамики видового состава рыбного населения малых озер Карелии с помощью методов математической статистики // Ученые записки Петро-

2. заводского государственного университета. №2 (155). март, 2016. Биологические науки. Петрозаводск: ПетрГУ, 2016. С. 63–69.
2. Дзюбук И.М., Клюкина Е.А. К оценке динамики состояния рыбного населения малых озер Карелии методами математической статистики [Электронный ресурс] // Материалы I международной конференции «Озера Евразии: проблемы и пути их решения» (11-15 сентября 2017 г.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. С. 466-472. Режим доступа: <http://nwpi-karelia.ru/ru/events/4961/> (12.05.2018).
3. Moore J.W., Olden Ju.D. Response diversity, nonnative species, and disassembly rules buffer freshwater ecosystem processes from anthropogenic change // *Global Change Biology*, 2017. Vol. 23, is. 5, PP. 1871-1880. <https://doi.org/10.1111/gcb.13536>
4. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Милянчук Н.П. Рыбное население малых водоемов бассейна Онежского озера и перспективы их использования // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Сер. Экологические исследования. 2018. № 10. С. 96-104.
5. Fish community response to environmental variations in an impacted Neotropical basin / *Estevan Luiz da Silveira, Eduardo Luis Cupertino Ballester, Karine Andréa da Costa, Elizabeth Weinhardt de Oliveira Scheffer, André Martins Vaz-dos-Santos* // *Ecology of freshwater fish*. 2018. Vol. 27, is. 4. PP. 1126–1139. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/eff.12420> (дата обращения 12.05.2018).
6. Spatial and temporal variation in fish community structure and diversity in the largest tropical flood-pulse system of South-East Asia / *Peng Bun Ngor, Gaël Grenouillet, Sea Phem, Nam So, Sovan Lek* // *Ecology of freshwater fish*. 2018. Vol. 27 is.4. PP. 1087–1100. doi: 10.1111/eff.12417
7. Озера Карелии / *Александров Б.М., Зыцарь Н.А., Навиков П. И., Покровский В. В., Правдин И. Ф.* Петрозаводск : Госиздат Карельской АССР, 1959. 618 с.
8. *Alban Sagouis, Franck Jabot, Christine Argillier.* Taxonomic versus functional diversity metrics: how do fish communities respond to anthropogenic stressors in reservoirs? // *Global Change Biology*. 2017. V. 26. Is.4. PP. 621-635. <https://doi.org/10.1111/eff.12306>
9. Атлас пресноводных рыб России / Ред. Ю.С. Решетников. М.: Наука, 2002. Т. I. 378 с.
10. Атлас пресноводных рыб России / Ред. Ю.С. Решетников. М.: Наука, 2002. Т. II. 252 с.
11. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Савосин Д.С. Окунь *Perca fluviatilis* (Percidae) разнотипных водоемов Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. №2 (155). март, 2016. Биологические науки. Петрозаводск: ПетрГУ, 2016. С. 57–62.
12. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
13. *Кафанова В.В.* Методы определения возраста и роста рыб: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского университета, 1984. 55 с.
14. *Рыжков Л.П., Дзюбук И.М., Кучко Т.Ю.* Ихтиологические исследования на водоемах: учеб. Пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 72с.
15. *Campana S.E.* Accuracy, precision and quality control

- in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods // *Ecology of freshwater fish*. 2005. Vol. 5, is. 2. PP. 197–242. doi: 10.1111/j.1095-8649.2001.tb00127.x
16. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013. 110 с.
 17. Sex-dependent responses of perch to changes in water clarity and temperature / Satu Estlander, Leena Nurminen, Tomáš Mrkvička, Mikko Olin, Martti Rask, Hannu Lehtonen // *Global Change Biology*, 2015. V. 24, Is. 4. PP. 544–552. <https://doi.org/10.1111/eff.12167>
 18. Дзюбук И.М. Ерш озер Карелии [Электронный ресурс]: научное электронное издание. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2017; URL: <http://elibrary.petrus.ru/book.shtml?id=29477> (дата обращения 12.05.2018).
 19. Pike *Esox lucius* as an emerging model organism for studies in ecology and evolutionary biology: a review / A. Forsman, P. Tibblin, H. Berggren, O. Nordahl, P. Koch-Schmidt, P. Larsson // *Journal of Fish Biology*, 2015. 87, 2, PP. 472–479. <https://doi.org/10.1111/eff.12149>
 20. Дзюбук И.М., Ключкина Е.А. Современное биологическое состояние массовых видов рыб озера Кончезеро (Карелия) // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, Т. 18, № 2, 2016. С. 123–126.
 21. Кучко Т.Ю., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. Биологические особенности обыкновенной щуки (*Esox lucius*) озера Гимольское (западная Карелия) // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, Т. 20, № 5, 2018. С. 104–109.
 22. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Савосин Д.С. Крулоротые и рыбы пресных вод Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 224 с.

ASSESSMENT OF SPECIES COMPOSITION AND POPULATION STATUS OF FISH POPULATIONS IN LAKES BASIN OF LAKE ONEGA (KARELIA) USING MATHEMATICAL STATISTICS METHODS

© 2019 I.M. Dzyubuk, E.A. Klyukina

Petrozavodsk State University

The results of the research of biology of mass species of fish such as, a bream (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)), small fry (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), a perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), a ruff (*Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)) and a pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) two lakes – Pryazhinskoye and Shangima. Geographical coordinates of the lake Pryazhinskoye – 61°41'38"N 33°38'31"E, the lake Shangima – 61°41'30"N 33°34'26"E. On the bank of the lake Pryazhinskoye the settlement Pryazha with the population more than 3.5 thousand people is located, anthropogenic influence on a reservoir is small. The lake Shangima which is in 2 km to the west of Pryazha experiences the considerable anthropogenic strain as serves as the tank for dumping of treated waters from the sewer treatment plant where large volumes of soap powder enter, washed etc. The research objective – assessment of species structure and current state of populations of mass species of fish of the lakes Pryazhinskoye and Shangima, which are located in the southern part of the Republic of Karelia. Catching of fishes was carried out to the summer period (June and July) of 2017. In total 400 copies of fishes are investigated: on 200 copies from each lake. It is revealed that the basis in catches was made by a perch (*P. fluviatilis*) (71 %), the second place was taken by small fry (*R. rutilus*) (27 %) and in insignificant quantity met a pike (*E. lucius*) and ruff (*G. cernuus*). On the lake Shangima the basis of catches was made by small fry (*R. rutilus*) (52 %), a perch (*P. fluviatilis*) and a bream (*A. brama*) made according to 24.5 % and 21.5 %, also in insignificant quantities the pike met (*E. lucius*). It is established that a ratio of gender of a perch (*P. fluviatilis*) and small fry (*R. rutilus*) on both lakes and also at a bream (*A. brama*) of the lake Shangima, made 3:1 in favor of females. The growth rate of perch (*P. fluviatilis*) in lake Shangima was larger than in the lake Pryazhinoye, and for roach (*R. rutilus*) Vice versa. Thus, the features of the species composition and structure of the fish population, the structure of populations of mass species of different trophic lakes in the basin of lake Onega – Pryazhinskoye and Shangima, exposed to different types of anthropogenic influence. Overall, the given results on mass species of fish of lakes Pryazhinskoye and Shangima are consistent with the earlier received results of similar researches of fishes of the lake Konchезero (the basin of Lake Onega).

Keywords: roach, perch, bream, pike, ruff, lake Pryazhinskoye, lake Shangima.

Irina Dzyubuk, Candidate of Biology, Associate Professor, Associate Professor at the Zoology and Ecology Department of Institute of Biology, Ecology and Agrotechnologies. E-mail: ikrup@petrusu.ru

Elena Klyukina, Candidate of Technics, Associate Professor, Associate Professor at the Probability Theory and Analysis of Data Department of Institute of Mathematics and Informational Technologies. E-mail: elena_k_79@mail.ru