



УДК 574.58

РОЛЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ КОРЮШКИ *OSMERUS EPERLANUS* (LINNAEUS) В СТРУКТУРЕ ИХТИОФАУНЫ БАСЕЙНА ОЗ. ИМАНДРА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

П.М. Терентьев*, Н.А. Кашулин и Е.М. Зубова

Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук,
Академгородок 14А, 184209 Апатиты, Россия; e-mail: p_terentjev@inep.ksc.ru

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются современные тенденции трансформирования сообщества рыб бассейна оз. Имандра (Мурманская область), связанные с изменениями климата, гидрологического режима, усилением процессов эвтрофирования и загрязнения вод. Сохраняющаяся антропогенная нагрузка на водоем в совокупности с неконтролируемым промыслом и отсутствием благоприятных условий для воспроизводства привела к снижению численности и доли длинноцикловых стенобионтных осенненерестующих лососевых и сиговых видов рыб в составе ихтиофауны озера. При этом отмечается увеличение численности эврибионтных весенненерестующих видов с малой промысловой ценностью, таких как европейская корюшка *Osmerus eperlanus* (Linnaeus). Установлено, что рост численности корюшки сопровождается увеличением ее размерно-весовых показателей. Предельные размеры рыб данного вида сопоставимы с показателями корюшки Онежского и Ладожского озер. Для изучаемого вида также отмечено достаточно интенсивное саморасселение в пределах бассейна оз. Имандра. Корюшка стремительно распространяется в придаточных озерно-речных системах плеса Большая Имандра. Одним из наиболее интересных явлений в настоящее время является процесс саморасселения вида в системе р. Большая Белая. Установлено, что корюшка, несмотря на интенсивное влияние апатит-нефелинового производства и выраженный процесс эвтрофирования вод, способна активными темпами расширять район своего обитания. Показано, что в оз. Большой Вудъявр – типичном горном водоеме, испытывающем интенсивно влияние горнодобывающей промышленности, европейская корюшка способна к натурализации и формированию изолированной от оз. Имандра самовоспроизводящейся популяции. Отмечаемая экспансивная стратегия малоценного с промысловой точки зрения вида аналогична процессам инвазии чуждых видов, снижающих устойчивость и ресурсный потенциал пресноводных экосистем Севера.

Ключевые слова: европейская корюшка, рыбная часть сообщества, саморасселение

THE ROLE OF EUROPEAN SMELT *OSMERUS EPERLANUS* IN FISH FAUNA STRUCTURE OF THE IMANDRA LAKE BASIN (MURMANSK PROVINCE)

P.M. Terentjev*, N.A. Kashulin and E.M. Zubova

Institute of the North industrial ecology problems of Kola science center of Russian academy of science, Akademgorodok 14A,
184209 Apatity, Russia; e-mail: p_terentjev@inep.ksc.ru

ABSTRACT

The current trends of the fish community transformation processes in the Imandra Lake Basin (Murmansk Province) under processes of climate and hydrological regime changes, intensification of water eutrophication and pollution were studied. The continuing anthropogenic pollution load on the lake together with the uncontrolled

* Автор-корреспондент / Corresponding author

fishery and the lack of favorable conditions for fish reproduction led to a decrease of quantity and share of long-cycle stenobiont fall-spawning salmonid and coregonid species in fish fauna structure. At the same time the amount of eurybiont spring-spawning low commercial value species, such as a European smelt *Osmerus eperlanus* (Linnaeus) was seriously increased. It was found that the smelt population growth is accompanied by an increase in its size and weight parameters. The highest size values of this species now are comparable to smelt of the Onega and Ladoga lakes. It was also mentioned that smelt demonstrates quite an intense self-dispersion within the Imandra Lake Basin. Smelt expands rapidly within the subordinate lake and river system of Bolshaya Imandra Lake. One of the most interesting phenomena now is a process of fish self-dispersion along the Bolshaya Belaya River. It was found that the smelt shows a very active expansion of habitat, despite of the intense impact of apatite-nepheline production and strong eutrophication of water. It is shown that European smelt have good opportunity to naturalize and form an isolated self-reproducing population in a typical mountain reservoir – Bolshoi Voodyavr Lake, influenced by intensive mining industry. The observed expansive strategy of low commercial value species could be considered as invasion of alien species, reducing resistance and resource potential of the freshwater ecosystems of the North.

Key words: european smelt, fish community, self-dispersion

ВВЕДЕНИЕ

Среди крупнейших озерных экосистем северо-западной части России оз. Имандра является наиболее интенсивно загрязняемым водоемом. Антропогенная нагрузка здесь носит многофакторный и долговременный характер, насчитывающий более 80 лет. Озеро и его водосборная территория подвержены влиянию крупнейших промышленных предприятий горнорудной, металлургической промышленности, бытовых стоков, транспорта и аэротехногенного загрязнения (Чижилов и др. [Chizhikov et al.] 1974; Крючков и др. [Kruchkov et al.] 1985; Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990; Даувальтер [Dauvalter] 1994; Моисеенко [Moiseenko] 1997; Даувальтер и др. [Dauvalter et al.] 2000; Моисеенко [Moiseenko] 2002). В последнее десятилетие также значительно усилились процессы эвтрофирования. Негативно на состоянии экосистемы водоема сказываются также изменения гидрологического режима, связанные с несовершенным функционированием гидроэнергетического сектора региона (Денисов [Denisov] 2010; Моисеенко et al. 2001; Кашулин и др. [Kashulin et al.] 2013).

Антропогенно обусловленное снижение качества вод в водоемах Арктики имеет негативные последствия как среди отдельных организмов и популяций (Кашулин и др. [Kashulin et al.] 1999; Power et al. 2002; Pyle et al. 2005), так и на уровне сообществ, выражаясь в стремительных перестройках их структуры (Решетников и др. [Reshetnikov et al.] 2011; Кашулин и др. [Kashulin

et al.] 2012; Терентьев и Кашулин [Terentjev and Kashulin] 2012; Forsius et al. 2013). Изменение видового состава рыб и/или его структуры происходит несколькими путями: а) вселение новых видов, б) резкая смена доминирующих аборигенных видов, в) совместное протекание первых двух процессов (Решетников и др. [Reshetnikov et al.] 1982; Кашулин и др. [Kashulin et al.] 2012). Наряду с примерами интродукции и распространения чуждых видов в пресноводных экосистемах Мурманской области (Лукин [Lukin] 1998; Неличик [Nelichik] 1998; Amundsen et al. 1999; Митенев и др. [Mitenev et al.] 2007; Карасев и др. [Karasev et al.] 2009), в настоящее время достаточно остро встает проблема экспансии аборигенных видов рыб. В частности, современные тенденции функционирования ихтиофауны оз. Имандра характеризуются отчетливой направленностью к смене доминирующих комплексов в составе рыбной части сообщества. На смену лососевым (*Salmonidae*) и сиговым (*Coregonidae*) рыбам, составляющим основу ихтиоценоза приходят представители корюшковых (*Osmeridae*) (Терентьев и Кашулин [Terentjev and Kashulin] 2012). При достаточно ограниченном распространении в водоемах Мурманской области, европейская корюшка *Osmerus eperlanus* (Linnaeus) является типичным представителем рыбной фауны рассматриваемого бассейна (Берг [Berg] 1948; Галкин и др. [Galkin et al.] 1966; Смирнов [Smirnov] 1977; Решетников [Reshetnikov] 2003). Однако на протяжении последнего десятилетия, наряду со значительным увеличением численности европейской корюшки

бассейна оз. Имандра, отмечен рост ее размерно-весовых показателей, а также активное освоение новых мест обитания в придаточных озерно-речных системах бассейна за счет процессов саморасселения.

Данные ранних исследований, касающихся ихтиологии рыб рассматриваемого бассейна, начиная с 1920-х гг. прошлого столетия и фактически до настоящего времени, содержат лишь отрывочные сведения о некоторых биологических показателях корюшки, что весьма затрудняет проведение полноценного долговременного сравнительного статистического анализа состояния ее популяции (Крогиус [Krogius] 1926; Петров [Petrov] 1935; Берг [Berg] 1948; Галкин и др. [Galkin et al.] 1966; Беляева и др. [Belaeva et al.] 1969; Чижиков и др. [Chizhikov et al.] 1974; Смирнов [Smirnov] 1977; Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990; Моисеенко

[Moiseenko] 2002). Вместе с тем в условиях отмечаемых перестроек в сообществе рыб бассейна оз. Имандра, связанных с усилением роли европейской корюшки, изучение биологии данного вида представляется весьма актуальной задачей. Целью настоящей работы являлось исследование современного состояния популяции корюшки, анализ особенностей ее размерно-весовой и возрастной структуры, определение ее роли в процессах формирования современного облика ихтиофауны рассматриваемой экосистемы, а также изучение особенностей саморасселения на примере р. Большая Белая.

Сокращения учреждений. АО «Апатит» (АО «Apatit») – Акционерное общество «Апатит», ИППЭС КНЦ РАН (INER KSC RAS) – Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук.

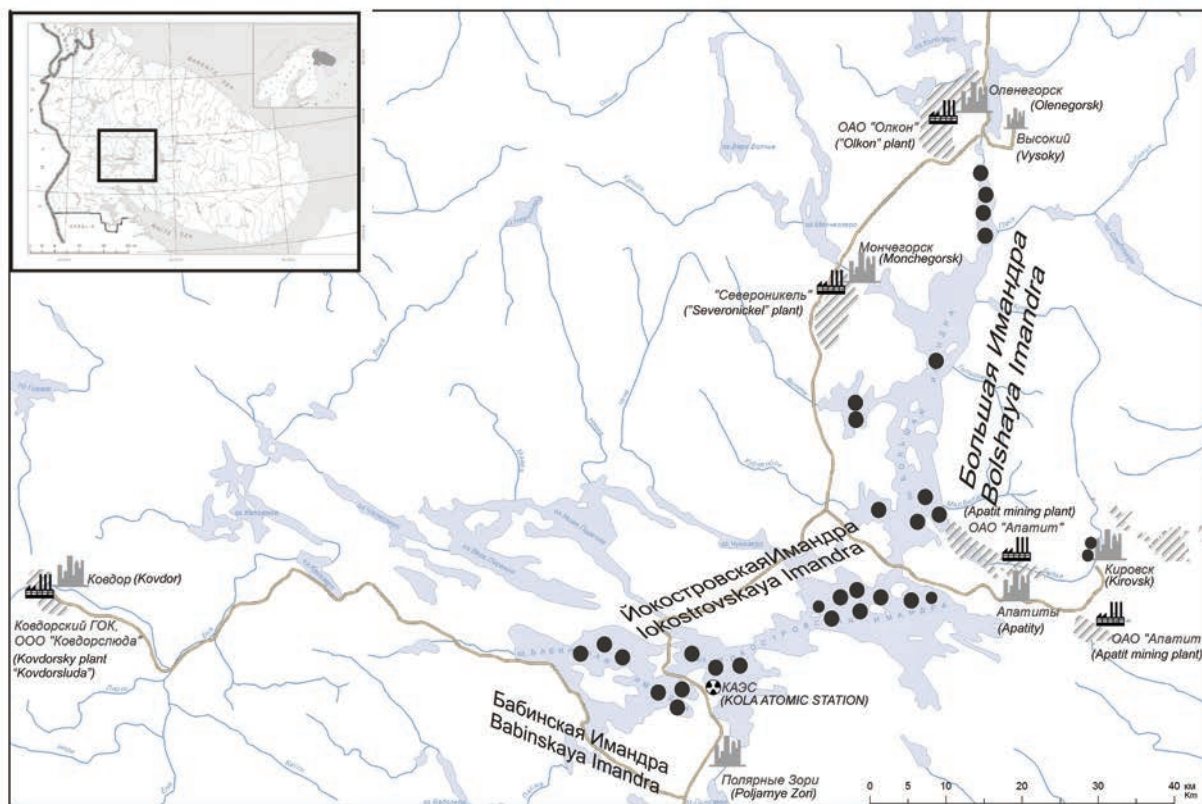


Рис. 1. Схема района исследований (точками отмечены места отбора материала).

Fig. 1. The scheme of the study area (the dots correspond to sampling points).

Таблица 1. Количество проанализированных экземпляров и основные характеристики корюшки исследованных плесов оз. Имандра.
Table 1. The number of analyzed individuals and main parameters of smelt in investigated parts of the Imandra Lake.

Точки отбора Sampling points	Год, сезон Year, season	Показатели Parameters			
		Размерно-весовые, экз. Size and weight, ind.	Возрастные, экз. Age, ind.	Зрелость, экз. Maturity, ind.	Пол, экз. Sex, ind.
Бабинская Имандра (Babinskaya Imandra)					
Район о. Хорт; губы: Молочная, Кунчаст Area of Chort isl.; gulfs: Molochnaya, Kunchast	2011, август–октябрь (Aug.–Octob.)	305	211	305	305
Йокостровская Имандра (Iokostrovskaya Imandra)					
Район Узкой и Широкой Салмы, губы Глубокая; островов: Нестеров, Облачный, Кумужий, Йокостров Area of Uzkaaya and Shirokaya Salma, Glubokaya gulf; islands: Nasterov, Oblachny, Kumuzhiy, Iokostrov	2011, сентябрь–октябрь (Sept.–Octob.); 2012, июнь–сентябрь (Jun.–Sept.); 2013, октябрь (Octob.); 2015, сентябрь–октябрь (Sept.–Octob.)	617	412	617	617
Большая Имандра (Bolshaya Imandra)					
Район губ: Белая, Кислая, Витте, Куреньга; островов: Виловатый, Круглый, Риж Area of gulfs: Belaya, Kislaya, Vitte, Kurenga; islands: Vilovatyi, Kruglyi, Rizh	2010, август–сентябрь (Aug.–Sept.); 2012, август–сентябрь (Aug.–Sept.); 2013, октябрь (Octob.)	346	246	346	346
Большой Вудъявр (Bolshoi Vudyavr)					
Район впадения р. Вудъяврйок; северо-западная часть акватории Area of Vudyavriok inlet; north-west part of the lake	2014, сентябрь–октябрь (Sept.–Octob.); 2015, сентябрь–октябрь (Sept.–Octob.)	84	75	84	84

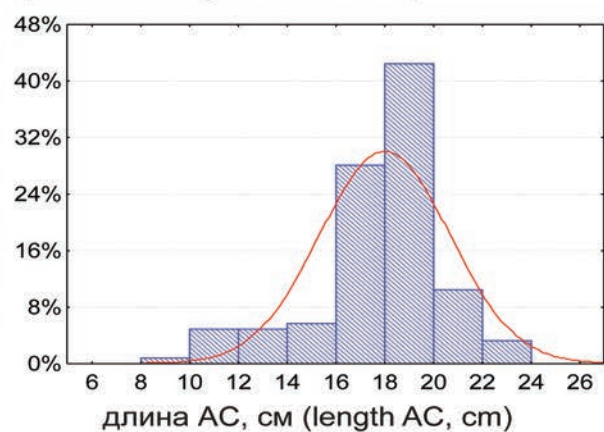
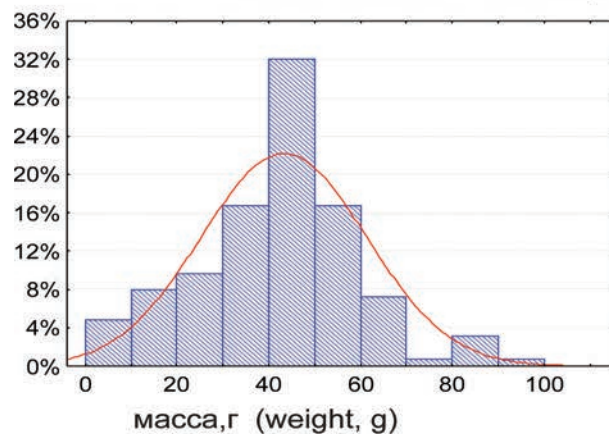
МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В материалах статьи представлены современные результаты исследований ИППЭС КНЦ РАН, проводимые на оз. Имандра и бассейне р. Большая Белая (оз. Б. Вудъявр) в летне-осенние периоды с 2010 по 2015 гг. Работы по оценке состояния рыбной части сообществ озера Имандра проводили в акватории трех плесов озера (Рис. 1, Табл. 1).

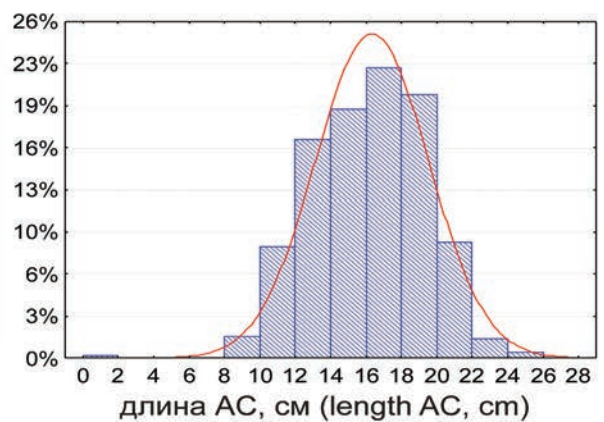
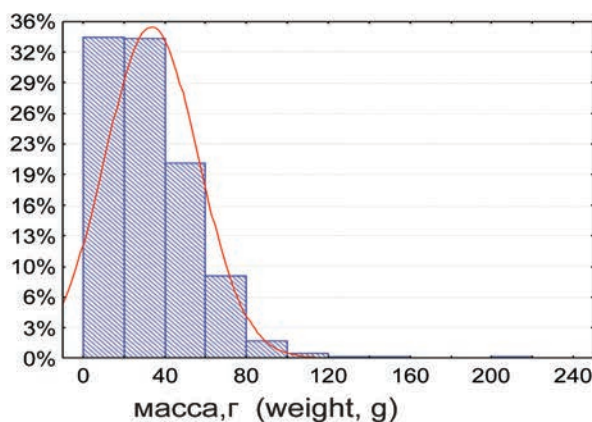
Отбор ихтиологического материала проводили при помощи ставных жаберных сетей (производство Lundgren Fiskeredskapsfabrik AB, Швеция) в

литеральной (береговой) и профундальной (придонной) зонах. Длина сети – 25 м, высота – 1.5 м с размерами ячеи: 5, 10, 12, 16, 18, 20, 30, 35, 40, 45, 50 мм из нейлонового монофиламента. Это позволяло вылавливать рыб всех возрастных групп. Сети устанавливали в литеральной зоне по одной перпендикулярно берегу, в профундальной зоне – в один порядок до 10 и более сетей. В толще воды (пелагиали) отбор проводили плавными сетями длиной 25 м и высотой 3 м с указанными выше размерами ячеи. Единый подход при отборе материала и использование стандартного набора сетей позволяли получать сравнимые результаты

Бабинская Имандра (Babinskaya Imandra)



Йокостровская Имандра (Iokostrovskaya Imandra)



Большая Имандра (Bolshaya Imandra)

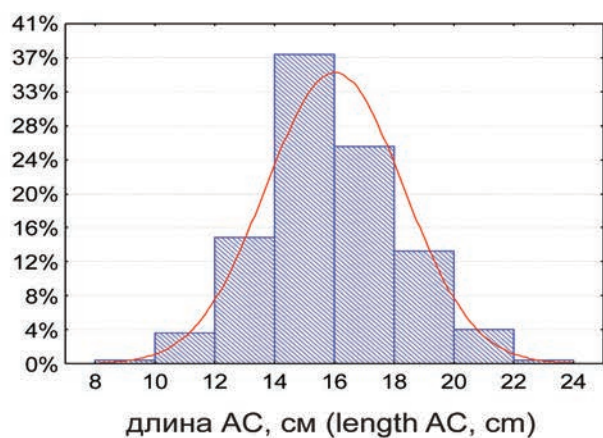
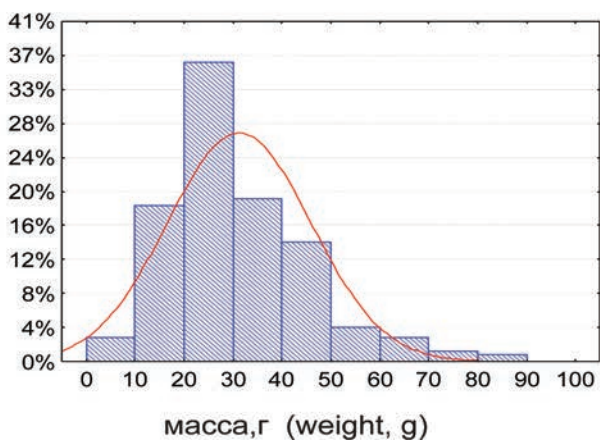


Рис. 2. Современные размерно-весовое распределение корюшки оз. Имандра.

Fig. 2. The modern size and weight distribution of smelt in Imandra Lake.

Таблица 2. Некоторые показатели корюшки оз. Имандра за различные периоды исследований.**Table 2.** Some parameters of smelt from the Imandra Lake for the different periods of investigation.

Район Area	Масса, г Weight, g	Длина, см Length, cm	♂:♀	Возраст Age	Кол-во экз. Total amount
1961 (Галкин и др. [Galkin et al.] 1966)					
Весь водоем All the lake	<u>5–53</u> 26	<u>9.5–19.0</u> 14.6	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
1982 (Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990)					
Йокостровская Имандра Iokostrovskaya Imandra	<u>25–110</u> 47	<u>13.5–24.5</u> 16.5	1:1.5	0+–4+	85
1996–1997 (Моисеенко [Moiseenko] 2002)					
Йокостровская Имандра Iokostrovskaya Imandra	<u>6.8–95</u> 33.8	<u>10.8–22.5</u> 15.8	1:1.7	0+–4+	71
2010–2015					
Йокостровская Имандра Iokostrovskaya Imandra	<u>5–205</u> 34±22	<u>9.2–25.5</u> 16.4±3.2	1:4.5	1+–10+	617
Бабинская Имандра Babinskaya Imandra	<u>4–97</u> 43±18	<u>9.1–24.0</u> 17.9±2.7	1:9	2+–8+	305
Большая Имандра Bolshaya Imandra	<u>6–84</u> 31±15	<u>9.5–22.5</u> 15.9±2.3	1:5.2	2+–9+	346
Оз. Большой Вудъявр Bolshoi Vudyavr Lake	<u>7–41</u> 16±6	<u>9–16.6</u> 11.8±1.3	1:1.4	1+–4+	84

Примечание: числитель – предельные значения, знаменатель – средняя величина ± стандартное отклонение.

Note: numerator – the limit values, the denominator – the average value ± standard deviation.

на всех рассматриваемых плесах оз. Имандра и придаточных озерных системах (Appelberg et al., 1995).

Выловленную рыбу в течение короткого времени подвергали ихтиологической обработке, заключающейся в описании состояния основных показателей организмов рыб (масса, длина по Смитту (АС), возраст, пол, стадия зрелости гонад) согласно общепринятой методике (Правдин [Pravdin] 1966). Взвешивание производили с точностью до 1 г. Измерение длины проводили с помощью ихтиологической линейки. Для определения возраста у рыб отбирали образцы чешуи, которые анализировали с учетом рекомендаций, описанных ранее (Галкин [Galkin] 1956; Мина [Mina] 1981; Правдин [Pravdin] 1966; Сметанин и др. [Smetanin et al.] 2002).

Используемые в ходе анализа отдельные сведения, касающиеся в основном средних и

максимальных размерно-весовых показателей корюшки, особенностей ее воспроизводства и объемов вылова в 1950–1970-х гг. прошлого века, были взяты нами из материалов предыдущих исследований (Петров [Petrov] 1935; Галкин и др. [Galkin et al.] 1966; Беляева и др. [Belaeva et al.] 1969; Смирнов [Smirnov] 1977), а также собственных исследований ИППЭС КНЦ РАН (Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990; Моисеенко [Moiseenko] 2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Корюшка современной популяции оз. Имандра характеризуется следующими показателями: D II–III 8-9; A II 11-13; P I 10-11; V I 7. Количество жаберных тычинок варьирует от 25 до 35, количество позвонков – 57–63 (среднее – 60). Основу выборки по материалам уловов составляют рыбы

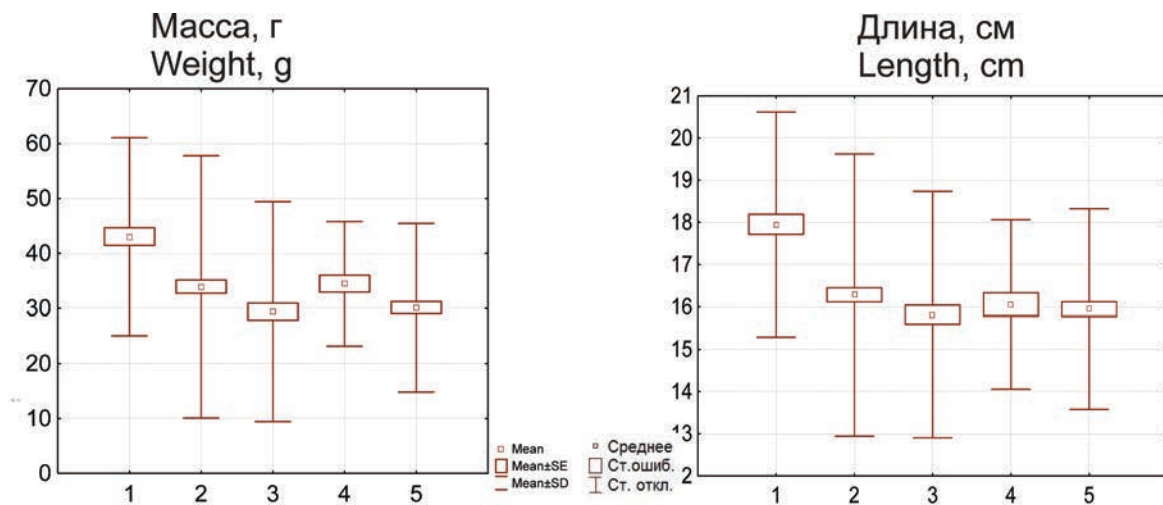
массой 30–60 г, при длине 16–20 см (Бабинская Имандра), 10–40 г и 12–18 см (Йокостровская и Большая Имандра) (Рис. 2). Для современной популяции европейской корюшки нередки особи длиной более 25 см и массой свыше 200 г (Табл. 2), что сопоставимо с аналогичными показателями рыб более крупных водоемов (Ладожское и Онежское озера, оз. Пяозеро). Размерно-весовые показатели корюшки в настоящее время выше по сравнению описываемыми ранее для данного вида величинами.

Наиболее крупных особей в настоящее время отмечают в северной части Йокостровской Имандры и Бабинской Имандре (вблизи о. Хорт, губа Кунчаст). В последней средние размерные показатели рыб достигают 46 г и 18,5 см, однако отсутствие данных предыдущих исследований для указанного плеса не позволяет провести анализ произошедших изменений (Рис. 3). Было показано, что средние размерно-весовые показатели рыб современной популяции в пределах рассматриваемых плесов статистически достоверно различаются ($t=2-6.8, p<0.05$), что, очевидно, косвенно может свидетельствовать о некоторой плесовой обособленности группировок популяции корюшки оз. Имандра (Рис. 3). Свидетельством увеличения размерных показателей рыб может также служить и то, что численность рыб в выбор-

ке длиной более 15 см, потенциально способной переходить на хищничество, в настоящее время значительно возросла. Если доля таких особей в конце 1990-х гг. составляла около 40–50% (Моисеенко [Moiseenko] 2002), то в настоящее время эта величина достигает от 74 до 85% по различным районам озера (Рис. 2).

Возраст корюшки также имеет тенденцию к росту. Если в предыдущие годы максимальный возраст рыб не превышал 5 лет, то среди представителей современной популяции нередки особи девяти- и десятилетнего возраста. К сожалению, отсутствие данных, касающихся детального описания возрастной структуры корюшки не позволяет провести сравнительный анализ темпов роста рыб. Имеющиеся собственные результаты наших исследований показывают, что корюшка Бабинской Имандры имеет более высокие темпы роста по сравнению с другими плесами озера (Рис. 4). Это может быть связано с тем, что плес Бабинская Имандра не подвержен прямому влиянию промышленного загрязнения. В Йокостровской Имандре темпы роста корюшки среди младших возрастных групп наиболее низкие, однако здесь нами были отмечены наиболее возрастные и крупные особи (Рис. 4).

Одной из серьезнейших проблем, касающихся перспектив развития рыбной части сообщества



1 - Бабинская; 2- Йокостровская, север; 3- Йокостровская, юг; 4- Большая, север; 5 - Большая, юг
1 - Babinskaya; 2- Iokostrovskaya, North; 3- Iokostrovskaya, South; 4- Bolshaya, North; 5 -Bolshaya, South

Рис. 3. Современные размерно-весовые показатели корюшки оз. Имандра.

Fig. 3. The modern size and weight parameters of smelt in Imandra Lake.

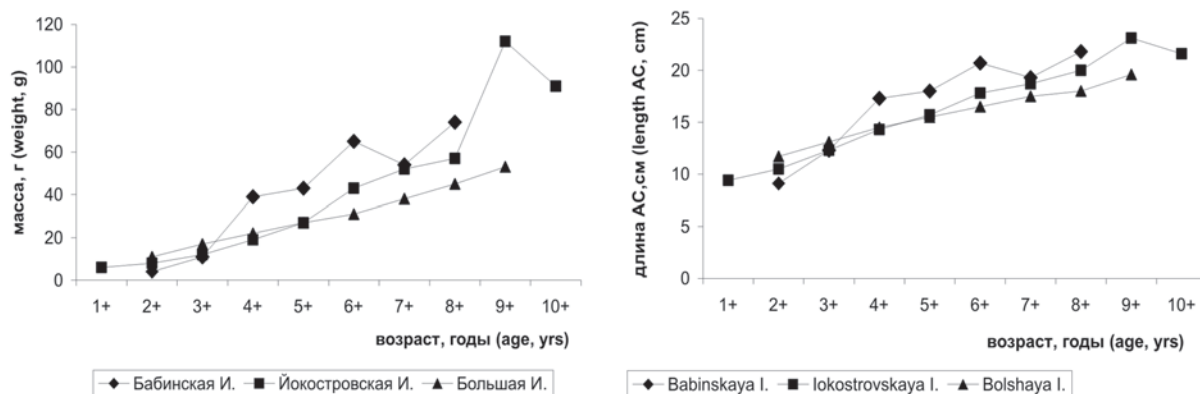


Рис. 4. Темпы весового и линейного роста корюшки оз. Имандра.

Fig. 4. The weight and length growth rates of smelt in Imandra Lake.

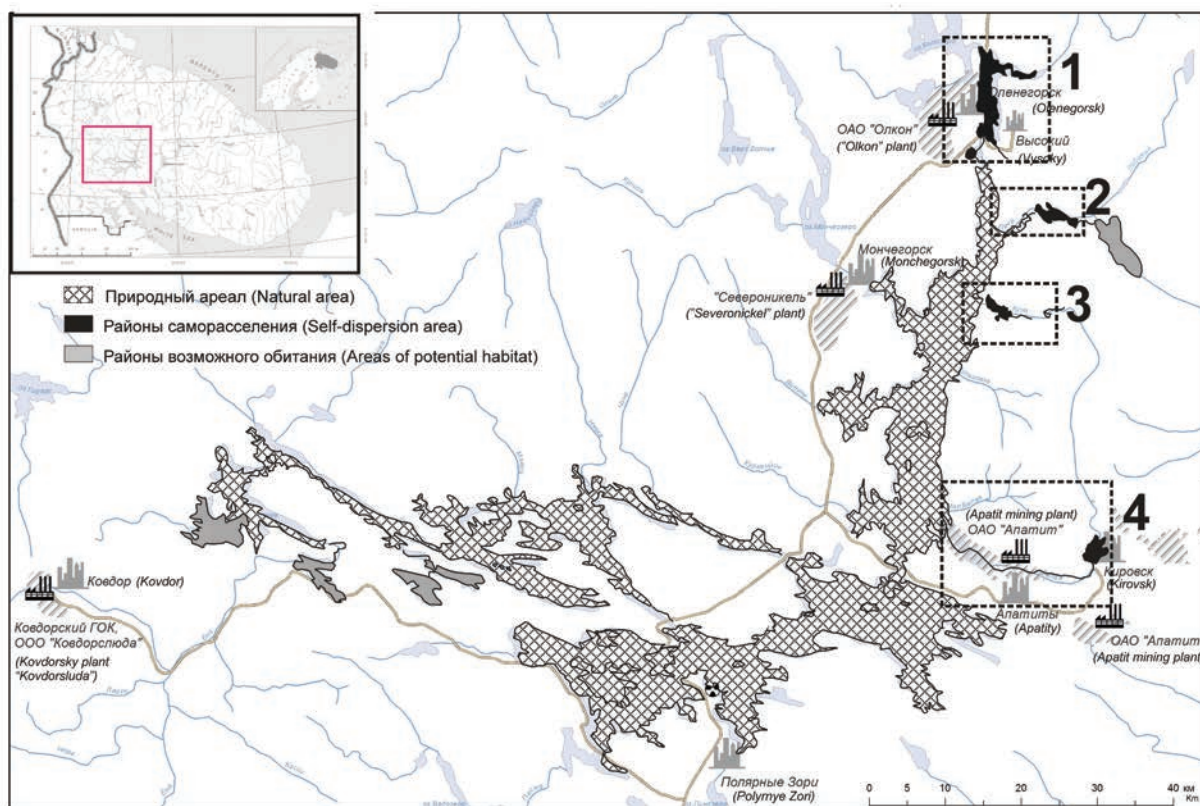


Рис. 5. Распространение европейской корюшки в бассейне р. Нива (рамкой отмечены бассейны рек: 1) Куреньга; 2) Печа; 3) Куна; 4) Большая Белая).

Fig. 5. The distribution of European smelt within Niva river basin (the frame marks the river basins: 1) Kurenga River; 2) Pecha River; 3) Kuna River; 4) Bolshaya Belaya River).

оз. Имандра в целом, можно считать экспансию европейской корюшки в пределах его системы. В настоящее время она отмечается в самых северных частях бассейна оз. Имандра. Примерами уже произошедшего и потенциально возможного ее распространения могут служить системы рек: 1) Куреньга (оз. Пермус, Круглое); 2) Печа (оз. Печозеро); 3) Куна (оз. Куна); 4) Большая Белая (оз. Большой Вудъявр) (Рис. 5).

Отмеченное нами распространение корюшки в системе р. Большая Белая происходит достаточно стремительными темпами. В 2014 г. в уловах оз. Большой Вудъявр присутствовали лишь двухлетние особи (в среднем 9.7 г и 10.7 см), тогда как в 2015 г., на фоне значительного увеличения численности в уловах (в 9 раз), были отмечены и более крупные экземпляры (в среднем 15.6 г и 12 см). Основу уловов составляли рыбы массой 10–20 г и длиной 10–13 см. При этом возраст наиболее крупных представителей (масса – 41 г, длина – 16.6 см) достигал 5 лет. Стоит отметить, что в осенний период 2014–2015 гг. в озере были зарегистрированы двухлетние особи массой 7.6–8 г и длиной 9.9–10.2 см с достаточно хорошо сформированными половыми продуктами. Это позволяет предположить, что корюшка в ближайшие годы способна к воспроизводству и формированию изолированной популяции в оз. Большой Вудъявр.

ОБСУЖДЕНИЕ

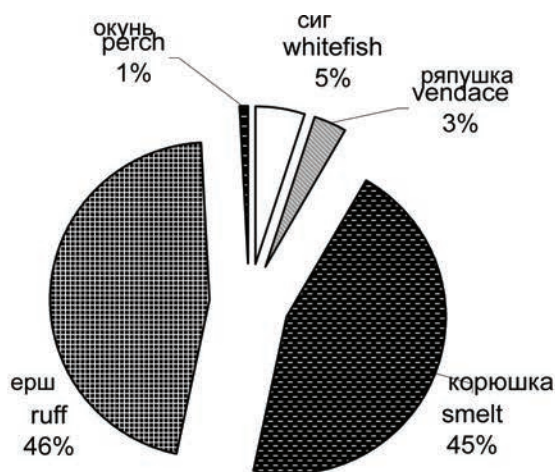
Известно, что европейская корюшка широко распространена в Северной Европе от Франции до Балтийского, Белого и Баренцева морей, включая юго-восточную часть Скандинавского полуострова и юго-запад Ирландии. В пределах своего ареала она представлена рыбами относительно некрупных размеров. В водоеме, как правило, может встречаться крупная (корюшка) и мелкая (снеток) формы (Решетников и др. [Reshetnikov et al.] 1997; Решетников [Reshetnikov] 2003).

На территории Мурманской области европейская корюшка встречается главным образом в оз. Имандра и крупных озерных системах его бассейна (Чунозеро, Пиренгские озера), а также в оз. Колвицкое и Ковдозерском водохранилище (Решетников [Reshetnikov] 2003). По мнению описавшей ее впервые Ф.В. Крогиус (Крогиус [Krogus] 1926), корюшка оз. Имандра отно-

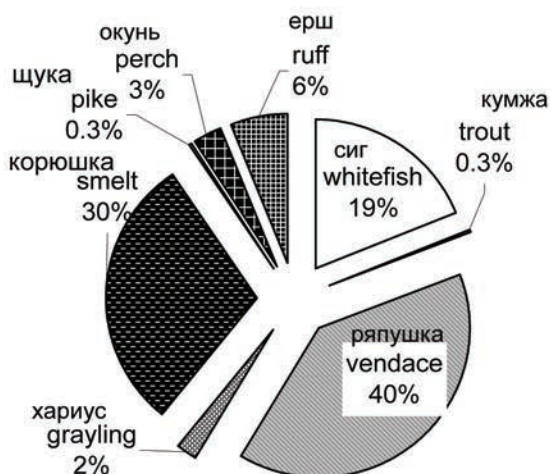
силась к мелкой форме, называемой *снетком*. Аналогичные предположения высказывались и в более поздних исследованиях (Берг [Berg] 1948). Другие исследователи, напротив, считали, что в водоемах Кольского полуострова снеток не водится (Галкин и др. [Galkin et al.] 1966). Кроме того, в Верхнетуломском водохранилище (р. Тулома) была натурализована онежская корюшка, интродуцированная в период 1979–1985 гг. (Неличик [Nelichik] 1998). Впоследствии онежская корюшка распространилась и в бассейне р. Кола, где встречается в ряде озер (Колозеро, Пулозеро) (Терентьев и Кашулин [Terentjev and Kashulin] 2012).

Изучению состояния популяции европейской корюшки оз. Имандра за весь период исследований, к сожалению, не уделялось должного внимания. В материалах отчетов и монографий, касающихся описания ихтиофауны водоема, чаще приводили лишь данные о массе уловов корюшки, добываемой промысловыми бригадами (Берг [Berg] 1948). О размерно-весовых показателях корюшки оз. Имандра впервые упоминается в работах 1960-х гг. (Галкин и др. [Galkin et al.] 1966). В указанный период длина и масса корюшки варьировали от 9.5 до 19 см (среднее – 14.6 см) и от 5 до 53 г (среднее – 26 г). В дальнейшем лишь в материалах отчета комплексного исследования оз. Имандра упоминается о средней массе рыб в 35 г (Беляева и др. [Belaeva et al.] 1969). В 1980-х гг. средние показатели веса и линейных размеров несколько возросли, достигая 47 г и 16.5 см соответственно (Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990). К середине 1990-х гг. эти величины достигали 33.8 г и 15.8 см (Моисеенко [Moiseenko] 2002). Относительно незначительные отличия средних размерно-весовых показателей корюшки Йокостровской Имандры за различные периоды исследований связаны с селективностью орудий отбора материала, не позволяющего, вероятно, оценивать численность мелкоразмерных особей в исследованиях 1960–80-х гг. (Табл. 2).

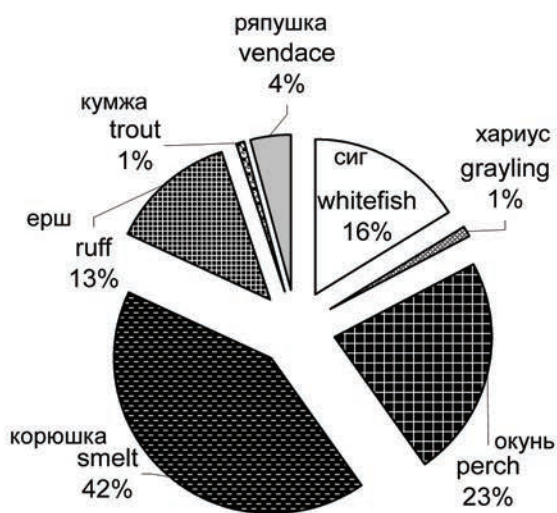
В 1950-е г. и до начала 1960-х гг. корюшка была одной из основных промысловых рыб озера, ее уловы колебались от 52 до 499 ц (Смирнов [Smirnov] 1977). В дальнейшем, с интенсивным развитием предприятия горно-перерабатывающей отрасли АО «Апатит», были уничтожены основные нерестилища корюшки в плесе Большая Имандра, и ее численность значительно снизилась (Моисеенко



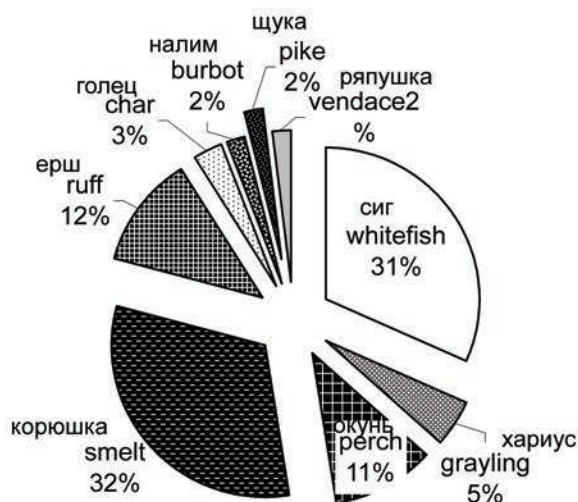
**Северная часть озера
(Большая Имандра)
North part of the lake
(Bolshaja Imandra)**



**Центральная часть озера
(Йокостровская и Большая Имандра)
Central part of the lake
(Iokostrovskaja and Bolshaja Imandra)**



**Южная часть озера
(Йокостровская Имандра)
South part of the lake
(Iokostrovskaja Imandra)**



**Южная часть озера
(Бабинская Имандра)
South part of the lake
(Babinskaja Imandra)**

Рис. 6. Современная структура рыбной части сообщества на различных участках оз. Имандра.
Fig. 6. The modern fish species structure in different parts of Imandra Lake.

[Moiseenko] 2002). Популяция корюшки сократилась также и за счет нарушения воспроизводства в условиях зимне-весенней сработки уровня вод каскадом нивских ГЭС. Вид практически полностью исчез к середине 1960-х гг., и к 1970–1980-м гг. корюшка встречалась в уловах единично (Смирнов [Smirnov], 1977; Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990). Лишь с начала 1990-х г. ее численность начала увеличиваться, и к середине 1990-х гг. ее отмечали по всей акватории озера. В этот период произошло изменение размерно-возрастной структуры популяции, свойственной сетковому типу, когда созревание особей наступает в двухлетнем возрасте (1+) при длине около 10 см (Моисеенко [Moiseenko] 2002). При этом для большинства видов рыб было отмечено снижение общей численности и продолжительности жизни. К примеру, возрастная структура сига, начиная с 50-х годов прошлого столетия, характеризовалась тенденцией к сокращению числа старших возрастных групп. Средние весовые и размерные показатели сига к концу 1980-х гг. были ниже в 3 и 1.8 раза соответственно по сравнению с аналогичными значениями рыб в 1926 г. (Галкин и др. [Galkin et al.] 1966; Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990).

Ихтиофауна оз. Имандра в доиндустриальный период была типична для субарктических водоемов и характеризовалась доминированием в составе сообщества представителей лососевых и сиговых видов (Крогиус [Krogius] 1926; Петров [Petrov] 1935; Берг [Berg] 1948). К середине прошлого столетия и началу интенсификации промышленного освоения европейского Севера статус озера оценивался как ряпушково-сиговое с встречающимся озерным гольцом *Salvelinus alpinus* (Галкин и др. [Galkin et al.] 1966; Беляева и др. [Belyaeva et al.] 1969). Так, численность сига *Coregonus lavaretus* в контрольных уловах Большой Имандры в 1960-х гг. была наиболее высокой. Его процентное отношение ко всему улову составляло: 1965 г. – 67%, 1966 г. – 73%, 1967 г. – 60%, 1968 г. – 40%. Вторым по численности в уловах тех лет являлся арктический голец (1965 г. – 31%, 1966 г. – 20%, 1967 г. – 28%, 1968 г. – 19%). На долю корюшки в этот период в уловах приходилось около 0.5% (Беляева и др. [Belyaeva et al.] 1969). Результаты исследований, проводимых позднее в акватории Бабинской и

Йокостровской Имандры, также свидетельствуют о доминировании в составе уловов сига и гольца. Доля сига в 1972 и 1973 гг. в Бабинской Имандре достигала 56.5 и 37.8%, а гольца – 33.7 и 44.6% соответственно (Чижилов и др. [Chizhikov et al.] 1974). Для Йокостровской Имандры отмечалась сходная тенденция. В 1972–1973 гг. встречаемость сига в уловах соответствовала 44.7% (Чижилов и др. [Chizhikov et al.] 1974). В последующие десятилетия ухудшение качества вод, условий воспроизводства, неконтролируемый промысел и изменения гидрологического режима привели к серьезным изменениям: доля лососевых видов рыб сократилась до критического уровня, практически полностью исчезла популяция арктического гольца, значительно снизилась численность и продолжительность жизни сига (Моисеенко и Яковлев [Moiseenko and Yakovlev] 1990; Моисеенко [Moiseenko] 2002). Отсутствие промысловой статистики в последние десятилетия, к сожалению, не позволяет провести сравнительный анализ абсолютных величин снижения численности лососевых и сиговых видов рыб. Тем не менее одной из основных современных тенденций функционирования фауны рыб рассматриваемого бассейна является значительное увлечение численности европейской корюшки в структуре сообщества, начиная со второй половины 1990-х годов (Моисеенко [Moiseenko] 2002). В настоящее время ее доля в составе уловов оз. Имандра может достигать 45% (Рис. 6). Доля сига в составе уловов лишь в пределах относительно незагрязненной акватории Бабинской Имандры составляет около 30%. При этом даже в этой части оз. Имандра, некогда считавшейся основным районом воспроизводства арктического гольца (Крючков и др. [Kruchkov et al.] 1985), его численность критически низка (Рис. 6).

Значительное снижение численности лососевых видов рыб (кумжа *Salmo trutta*, арктический голец), а также отсутствие благоприятных условий для воспроизводства хищных видов (щука *Esox lucius*, окунь *Perca fluviatilis*) в водоемах бассейна на современном этапе позволяет корюшке за счет достаточных кормовых ресурсов и высоких темпов роста доминировать в структуре сообщества по всей акватории оз. Имандра (Рис. 7). В настоящее время корюшка представлена крупной полупроходной формой, для нереста заходящей в реки и ручьи, что исключает влияние колебаний

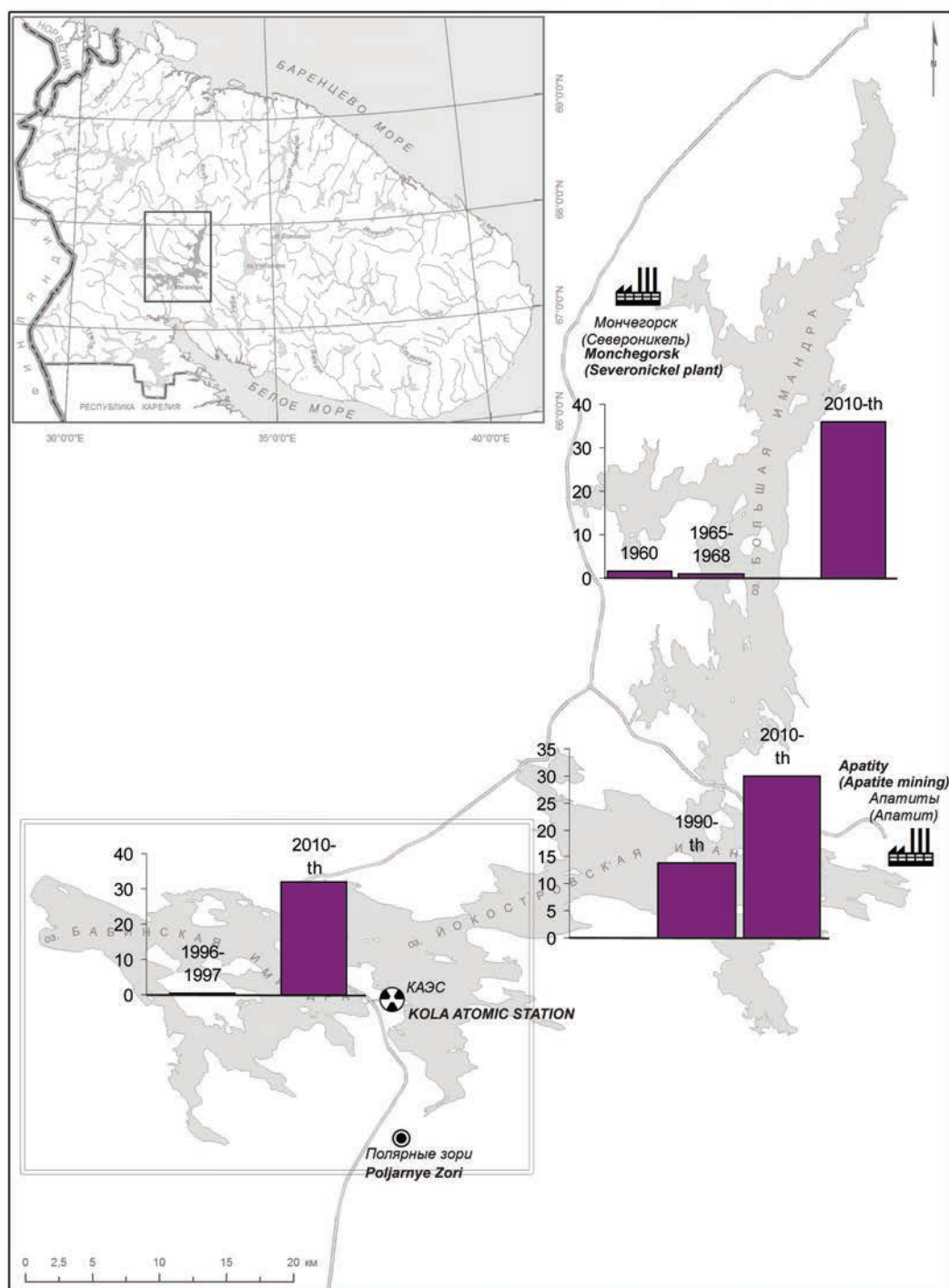


Рис. 7. Долговременные изменения численности корюшки в составе сообщества (%).

Fig. 7. The long-term changes of smelt's percentage in fish composition (%).

уровня в озере. Подобная стратегия воспроизводства оказалась весьма эффективной, и в условиях отсутствия значимого пресса хищных рыб корюшка стала весьма многочисленна в структуре сообщества рыб, занимая доминирующее место в пелагиали. Европейская корюшка способна успешно конкурировать с другими видами рыб на всех трофических уровнях (планктонофаг, бентофаг, хищник) и достигать в субарктическом водоеме предельных для данного вида размерно-весовых и возрастных показателей, сравнимых с аналогичными показателями рыб крупных озер европейской части России (Решетников [Reshetnikov] 2003); Стерлигова и Ильмаст [Sterligova and Ilmast] 2012; Терентьев и Кашулин [Terentjev and Kashulin] 2012).

Помимо того, что корюшка является объектом массового любительского лова, на протяжении нескольких лет ничем не ограничено ее неконтролируемое изъятие в период массовых нерестовых скоплений в устьях рек Куреньга, Куна, Курка, Вите (*собственные наблюдения*). Очевидно, что численность вида в настоящее время настолько велика, что позволяет ему успешно развиваться, несмотря на достаточно интенсивный пресс даже в наиболее критические периоды, когда вероятность подрыва популяции наиболее высока.

На фоне регистрируемых особенностей отмечается и усиление процессов саморасселения корюшки в пределах придаточных озерно-речных систем бассейна р. Нива и оз. Имандра. Для р. Большая Белая и оз. Б. Вудъявр можно говорить об активной стадии распространения корюшки в новых для нее условиях. Однако в указанном водоеме у нее есть благоприятные предпосылки для самостоятельного воспроизводства изолировано от озерной имандровской популяции, благодаря впадению в озеро р. Вудъяврйок, сохраняющей природные характеристики качества вод (Кашулин и др. [Kashulin et al.] 2008). Кроме того, процесс распространения вида в пределах указанной озерно-речной системы может захватывать оз. Малый Вудъявр. Распространение европейской корюшки по р. Большая Белая в оз. Большой Вудъявр может свидетельствовать и о его невысокой требовательности к качеству вод. Проводимые нами ранее исследования показали, что данная озерно-речная система испытывает серьезное влияние промышленного производства, бытовых сточных вод и связанных с ним процес-

сов эвтрофирования (Табл. 3). В водоем ежегодно поступает до 378 т хлоридов, 1.1 тыс. т сульфатов, 20 т фосфатов, 280 т взвешенного вещества и свыше 45 млн. м³ карьерных вод предприятия АО «Апатит» (Кашулин и др. [Kashulin et al.] 2008; Доклад...[Report...] 2009). Вероятно, распространение корюшки в указанной придаточной системе может быть связано с обилием кормовых ресурсов, обусловленных высоким уровнем трофности оз. Большой Вудъявр. Вселение корюшки создает новые предпосылки к трансформированию фауны рыб, представленной в озерах Большой и Малый Вудъявр, главным образом арктическим гольцом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рыбная часть сообщества оз. Имандра в изменяющихся условиях окружающей среды (изменение климата и гидрологического режима, эвтрофирования, загрязнение) испытывает существенное влияние, сопровождающееся перестройками доминирующих комплексов. Указанные процессы проявляются в снижении роли длинноцикловых стенобионтных осенненерестующих лососевых и сиговых видов рыб за счет сохраняющейся антропогенной нагрузки, неконтролируемого промысла и отсутствия благоприятных условий для воспроизводства ввиду значительных флуктуаций уровня режима. При этом отмечается увеличение численности эврибионтных весненнерестующих видов с малой промысловой ценностью, таких как европейская корюшка. Она снижает эффективность воспроизводства более ценных видов рыб, создает повышенную пищевую конкуренцию. Относительная неприхотливость к условиям среды, эврифагия, успешное воспроизводство, а также короткий жизненный цикл обеспечивают корюшке предпочтительные условия к доминированию в составе сообщества рыб крупнейшего бассейна Мурманской области. Наряду с увеличением численности, отмечен рост размерно-весовых и возрастных показателей корюшки, не свойственных сетковому типу.

Кроме отмечаемых ранее перестроек в видовой структуре сообщества оз. Имандра, происходит постоянное и активное расширение мест обитания европейской корюшки в пределах бассейна. Корюшка достаточно стремительно распространяется в придаточных озерно-речных системах плеса Большая Имандра. Наибольший интерес в

Таблица 3. Основные морфометрические, гидрологические и гидрохимические характеристики губы Белая оз. Имандра и оз. Большой Вудъявр (Кашулин и др. [Kashulin et al.] 2008).**Table 3.** The main morphometric, hydrologic and hydrochemical parameters of the Belaja Gulf of the Imandra Lake and Bolshoi Vudjavr Lake (Кашулин и др. [Kashulin et al.] 2008).

Показатель Character	Губа Белая оз. Имандра Belaja Gulf of the Imandra Lake	оз. Большой Вудъявр Bolshoi Vudjavr Lake
Высота над ур. м., м Altitude, m	127.5	312.7
Площадь зеркала, км ² Surface area, km ²	–	3.24
Средняя глубина, м Average depth, m	6	19.7
Максимальная глубина, м Maximal depth, m	11.5	38.6
pH	7.55	8.30 (9.00–7.60)
Щелочность, мкэкв×л ⁻¹ Alkalinity mkequiv×L ⁻¹	458 (457–460)	655 (659–636)
Окисляемость перманганатная, мгО×л ⁻¹ Permanganate oxidability, mgO×L ⁻¹	3.00 (2.58–3.14)	1.88 (1.72–2.08)
P _{общ} , мкг×л ⁻¹ P _{tot} , µg L ⁻¹	98 (92–103)	249 (236–279)
N _{общ} , мкг×л ⁻¹ N _{tot} , µg L ⁻¹	458 (400–515)	2153 (1960–2300)
Sr, мкг×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	121 (117–125)	187 (182–190)
SO ₄ ²⁻ , мг×л ⁻¹ , mg L ⁻¹	25.00 (24.33–25.02)	17.1 (15.92–19.93)
NO ₃ ⁻ , мкгN×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	245 (210–280)	1633 (1440–2020)
PO ₄ ³⁻ , мкгP×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	13 (3–23)	217 (194–246)
NH ₄ ⁺ , мкгN×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	2	306 (198–370)
Fe, мкг×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	63.4 (51.0–75.8)	29.7 (24.0–37.6)
Al, мкг×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	46.0 (30.0–61.6)	91.0 (86.0–94.0)
Cu, мкг×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	4.0 (3.7–4.3)	1.5 (1.4–1.6)
Ni, мкг×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	6.0 (5.3–6.1)	<0.1
Zn, мкг ×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	9.35 (1.90–16.80)	2.0 (1.5–2.6)
Mn, мкг ×л ⁻¹ , µg L ⁻¹	16.0 (9.4–22.1)	1.0 (0.8–1.8)

настоящее время представляет явление саморасселения данного вида в системе р. Большая Белая (оз. Большой Вудъявр). Установлено, что корюшка способна активными темпами расширять район своего обитания, несмотря на интенсивное влияние апатит-нефелинового производства, сопровождающееся выраженными процессами эвтрофирования вод. При этом высока вероятность натурализации и формирования воспроизводящейся, изолированной от озерной имандровской популяции, группировке в типичном горном водоеме. Отмечаемая экспансивная стратегия малоценного с промысловой точки зрения вида аналогична процессам инвазии чуждых видов, снижающих устойчивость и ресурсный потенциал пресноводных экосистем Севера.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 12-05-98803-р_север «Особенности формирования качества поверхностных вод Мурманской области в условиях глобального и локального изменения окружающей среды», проекта «Воздействие природных и антропогенных факторов на динамику биоразнообразия водных экосистем субарктических регионов и их устойчивость в условиях меняющегося климата», программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

ЛИТЕРАТУРА

- Amundsen. P.-A., Staldvik. F.J., Reshetnikov. Y.S., Kashulin. N. Lukin. A., Bøhn. T., Sandlund. O.T. and Popova O.A. 1999. Invasion of vendace *Coregonus albula* in a subarctic watercourse. *Biological Conservation*, **88**: 405–413.
- Appelberg M., Berger H.M., Hesthagen T., Kleiven M., Kurkilahti M., Raitaniemi J. and Rask M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water, Air and Soil Pollution*, **85**: 401–406.
- Belyaeva G.V., Chizhikov V.V. and Dolnik T.V. 1969. Comprehensive study and protection of Bolshaja Imandra Lake. Izdatelstvo KF AN SSSR, Apatity, 133 p. [In Russian].
- Berg L.S. 1948. Fishes of freshwaters of USSR and neighboring countries. Part I. II. III. Izdatelstvo AN SSSR, Moscow, 1381 p. [In Russian].
- Chizhikov V.V., Vorobieva D.G., Den'ngina R.S. and Moiseenko T.I. 1974. Comprehensive study of Iokostrovskaya and Babinskaya Imandra and development of recommendations on the rational use of the water body. Izdatelstvo KF AN SSSR, Apatity, 121 p. [In Russian].
- Dauvalter V.A. 1994. Heavy metals in lake sediments of the Kola Peninsula, Russia. *Science of Total Environment*, **158**: 51–61.
- Dauvalter V.A., Moiseenko T.I., Kudryavtseva L.P. and Sandimirov S.S. 2000. Heavy metals accumulation in Imandra Lake under its industrial pollution. *Water Resources*, **27**(3): 313–321. [In Russian].
- Denisov D.B. 2010. Ecological particularities of algae communities of polytypic Subarctic waterbodies. *Herald of the Kola Science Centre RAS*, **1**: 48–55. [In Russian].
- Report on current state and environmental conservation in Murmansk region in 2008. 2009. Knizhnoye izdatelstvo, Murmansk, 152 p. [In Russian].
- Forsius M., Anttila S., Arvola L., Bergstrom I., Hakola H., Heikkinen H.I., Helenius J., Hyvarinen M., Jylha K., Karjalainen J., Keskinen T., Laine K., Nikinmaa E., Peltonen-Sainio P., Rankinen K., Reinikainen M., Setälä H. and Vuorenmaa J. 2013. Impacts and adaptation options of climate change on ecosystem services in Finland: a model based study. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **5**: 26–40.
- Galkin G.G. 1956. Atlas of freshwater bony fish scales. In: G.G. Galkin (Ed.). *Izvestiya vsesouznoogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaistva*. Vol. XLVI. GOSNIORH, Leningrad, 65 p. [In Russian].
- Galkin G.G., Kolyushev A.A. and Pokrovsky V.V. 1966. Fish fauna of waterbodies and lakes of Murmansk region. In: A.P. Alekseev, M.M. Arlov, S.S. Surkov, I.G. Yudanov, P.A. Dryagin, L.A. Kudersky, P.L. Pirozhnikov (Eds). *Fishes of Murmansk region. Habitat conditions, life and fishery*. PINRO, Murmansk: 177–193. [In Russian].
- Karasev A.B., Ponomarev S.V. and Eremenko O.S. 2009. Fauna of parasites of European smelt *Osmerus eperlanus* some isolated populations of the lake north of European Russia. Materials of the international conference: Biological Resources of the White Sea and the inland waters of European North (5–8 October 2009, Syktyvkar). Russian Academy of Sciences, Syktyvkar: 266–269. [In Russian].
- Kashulin N.A., Lukin A.A. and Amundsen P.-A. 1999. Fish of subarctic freshwater systems as bio-indicators of industrial pollution. Izdatelstvo KNC RAN, Apatity, 142 p. [In Russian].
- Kashulin N.A., Dauvalter V.A., Denisov D.B., Kashulina T.G., Malinovskiy D.N., Sandimirov S.S., Vandysh O.I., Ilyashuk B.P. and Kudryavtseva L.P. 2008. Anthropogenic changes of water ecosystems of Chibiny massif (Murmansk region). Vol.1. Izdatelstvo KNC RAN, Apatity, 250 p. [In Russian].

- Kashulin N.A., Denisov D.B., Valkova S.A., Vandysh O.I. and Terentjev P.M. 2012. The current trends in the freshwater ecosystems of the Euro-Arctic region. *Proceedings of the Kola Science Centre RAS*, 1: 6–53. [In Russian].
- Kashulin N.A., Dauvalter V.A., Denisov D.B., Valkova S.A., Vandysh O.I., Terentjev P.M. and Kashulin A.N. 2013. Some aspects of the current freshwater resources status of Murmansk Region. *Vestnik of MSTU*, 16(1): 98–107. [In Russian].
- Krogus F.V. 1926. Ichthyologic surveys on Imandra Lake. *Raboty Murmanskoi biologicheskoi stancii*. 2: 150–152. [In Russian].
- Kruchkov V.V., Moiseenko T.A. and Yakovlev V.A. 1985. Ecology of cooling ponds in the Polar region. *Izdatel'stvo KF AN SSSR, Apatity*, 129 p. [In Russian].
- Lukin A.A. 1998. Introduction of rainbow trout *Parasalmo mykiss* in Imandra Lake. *Journal of Ichthyology*, 38(4): 485–491 [In Russian].
- Mina M.V. 1981. Objectives and methods of the growth investigations in natural conditions. In: N.V. Butorin (Ed.). *Modern Problems of Ichthyology*. Nauka, Moscow: 177–195. [In Russian].
- Mitenev V.K., Karasev A.B. and Ponomarev S.V. 2007. Ecological features of fauna of parasites of Onega invader – smelt *Osmerus eperlanus* – in Verhnetulomskiy Reservoir (Kola region). *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo*, 1: 22–24. [In Russian].
- Moiseenko T.I. 1997. The theoretical base of anthropogenic loads regulation on Subarctic waterbodies. *Izdatel'stvo KNC RAN, Apatity*, 261 p. [In Russian].
- Moiseenko T.I. (ed). 2002. *Anthropogenic modification of the ecosystem of Lake Imandra*. 2002. Nauka, Moscow, 403 p. [In Russian].
- Moiseenko T.I., Sandimirov S.S. and Kudryavtseva L.P. 2001. Eutrophication of surface water in the Arctic region. *Water Resources*, 28(3): 307–316.
- Moiseenko T.I. and Yakovlev V.A. 1990. Anthropogenic transformation of aquatic ecosystems of the Kola North. Nauka, Leningrad, 220 p. [In Russian].
- Nelichik V.A. 1998. Biological characteristics of smelt (*Osmerus eperlanus eperlanus natio petrovi* n. Smirnova) introduced into the reservoir Verhnetulomskiy. Parasites and diseases of marine and freshwater fishes of the North Basin. PINRO, Murmansk: 127–132. [In Russian].
- Petrov V.V. 1935. Commercial fishes of Kola Peninsula. *Karelo-Murmanskii krai*, 8–9: 12–18. [In Russian].
- Power M., Klein G.M., Guiguer K.R.R.A. and Kwan M.K.H. 2002. Mercury accumulation in the fish community of a Sub-Arctic lake in relation to trophic position and carbon sources. *Journal of Applied Ecology*, 39: 819–830.
- Pravdin I.F. 1966. The guide to the study of fish. *Pishevaya promyshlennost'*, Moscow, 456 p. [In Russian].
- Pyle G.G., Rajotte J.W. and Couture P. 2005. Effects of industrial metals on wild fish populations along a metal contamination gradient. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 61: 287–312.
- Reshetnikov Y.S. (Ed.). 2003. Atlas of freshwater fishes of Russia. Vol.1. Nauka, Moscow, 379 p. [In Russian].
- Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., and Srerligova O.P. 1982. The changes of fish population structure in eutrophicated waterbody. Nauka, Moscow, 248 p. [In Russian].
- Reshetnikov, Y.S., Bogutskaya N.G., Vasilyev E.D., Dorofeev E.A., Naseka A.M., Popova O.A., Savvaitova K.A., Sideleva V.G. and Sokolov L.I. 1997. The list of fish-like and fish species of Russian freshwaters. *Journal of Ichthyology*, 37(6): 723–771. [In Russian].
- Reshetnikov Y.S., Tereshchenko V.G. and Lukin A.A. 2011. Dynamics of the fish community in a changing environment (on example of Lake Imandra). *Rybnoye khozyaystvo*, 6: 41–51. [In Russian].
- Smetanina M.M., Smetanina T.L. and Shikhova N.M. 2002. About the methods of determining the age of fish (review). *Biologiya Vnutrennih Vod*, 2: 15–19. [In Russian].
- Smirnov A.F. 1977. Fishes of Imandra Lake. In: E.A. Veselov (Ed.). *Fishes of Kola peninsula lakes*. PGU, Petrozavodsk: 56–76 p. [In Russian].
- Sterligova O.P. and Ilmast N.V. 2012. The status of smelt *Osterus eperlanus* population in lakes Vygozero and Syamozero, formed as a result of self-dispersion. *Journal of Ichthyology*, 52(3): 358–364 [In Russian].
- Terentjev P.M. and Kashulin N.A. 2012. Transformation of the fishing communities of reservoirs of Murmansk region. *Proceedings of the Kola Science Centre RAS*, 2: 61–100. [In Russian].

Представлена 20 января 2016; принята 10 апреля 2017.