

DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-17-27  
УДК 597.552.512:574.3(282.247.133.5)

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ НАТУРАЛИЗАЦИИ ФОРЕЛИ В ВОДОЕМАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ПРИТОКОВ РЕКИ ВЫЧЕГДА)<sup>1</sup>

*А. Б. Захаров, Э. И. Бознак*

*Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук,  
Сыктывкар, Республика Коми, Российская Федерация*

Проведены ихтиологические исследования в бассейне р. Сысола (приток 2-го порядка р. Северная Двина), где на акваториях небольших водохранилищ, образованных в результате зарегулирования притоков, осуществляется товарное выращивание радужной форели в садках. Прогноз возможности натурализации форели, разновозрастные экземпляры которой ежегодно попадают в речную систему в результате технологических аварий, скорее неблагоприятный. Показано, что, несмотря на многочисленные случаи попадания форели в естественные условия в течение 40 лет, в бассейне р. Сысола не сформировалась самовоспроизводящаяся популяция радужной форели, а случаи ее прилова единичны. Приведены данные о климатических и экологических условиях региона. Делается вывод, что основными факторами, не позволяющими натурализоваться форели в водоемах региона, являются неблагоприятные температурный и гидрологический режимы в период нереста и раннего онтогенеза рыб. Короткий период летнего нагула не позволяет форели подготовиться к успешной длительной зимовке, о чем свидетельствует резкое снижение темпа роста рыб, попавших в естественные условия, по сравнению с рыбами, которые содержатся в садках. Очевидно, что форели «садкового» происхождения не образуют устойчивых группировок, способных к воспроизводству вида, и не представляют угрозу для аборигенного рыбного населения, включая и атлантического лосося, нерест которого и значительная часть жизненного цикла проходят на многих реках европейского Северо-Востока России, в том числе в бассейнах рек Северная Двина и Печора.

**Ключевые слова:** радужная форель, садковое товарное рыбоводство, натурализация, водоемы европейского Северо-Востока России, самовоспроизводящаяся популяция.

**Для цитирования:** Захаров А. Б., Бознак Э. И. Оценка возможности натурализации форели в водоемах европейского Северо-Востока России (на примере притоков р. Вычегда) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 17–27. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-17-27.

### Введение

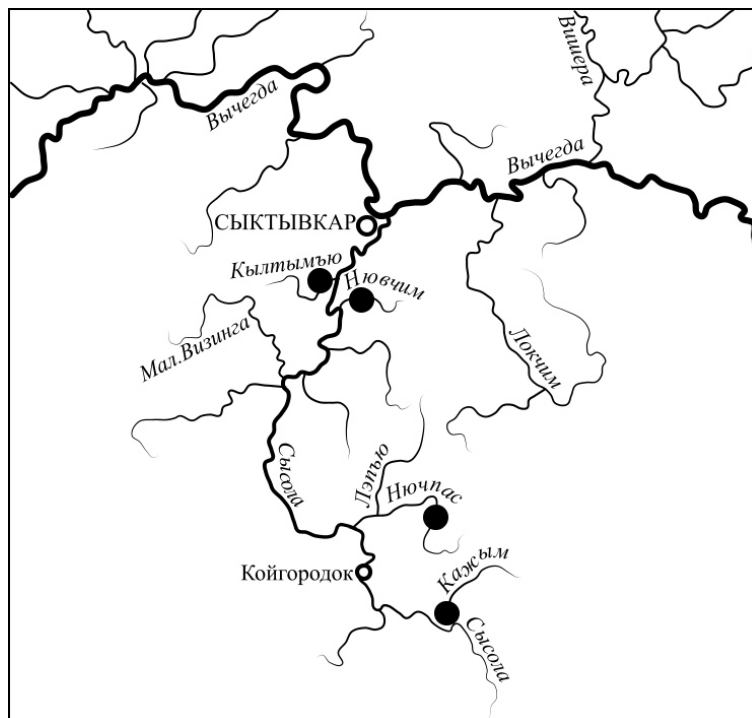
Обычным следствием рыбоводной практики, осуществляемой на акваториях водных объектов европейского Севера России, является случайная интродукция. Как правило, эти водоемы не имеют географической изоляции и связаны с речными или озерно-речными системами, входящими в общую гидрографическую сеть бассейнов крупных рек региона. Несанкционированное проникновение рыб, используемых для товарного выращивания, в естественные водоемы происходит практически регулярно при использовании технологий садкового или пастбищного рыбоводства. В ряде эпизодов попадание объектов рыборазведения (например, карп, толстолобик и др.) в природные водоемы приводит к их натурализации [1–7]. Образование таких неконтролируемых самовоспроизводящихся популяций вызывает у специалистов-экологов серьезные опасения, как, например, в случае расселения 4-х видов азиатских растительноядных рыб в бассейне р. Миссисипи [7]. Согласно обзору Л. А. Кудерского [8], ихтиофауна водоемов территории европейской части России в результате целенаправленных интродукций и саморасселения пополнилась 17 новыми видами рыб.

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Систематика, распространение и пространственная организация фауны и населения наземных и водных животных таежных и тундровых экосистем европейского Северо-Востока России», № ГР АААА-А17-117112850235-2.

В специальной литературе накопились теперь уже многочисленные сведения об образовании самовоспроизводящихся популяций форели в водоемах, далеких от материнского ареала [9]. Однако случайная интродукция не гарантирует натурализацию чужеродного вида в водоемах. Чаще всего факторы внешней среды не позволяют реализоваться интродуценту в новых экологических условиях и первоначальная численность его за короткий период снижается до единичных случаев прилова в естественных водоемах [10, 11]. В последние десятилетия для товарного выращивания на территории Республики Коми используется радужная форель (*Parasalmo mykiss* W.). В разные годы форель выращивалась в садках, установленных на акваториях трех водохранилищ, которые были обустроены в результате зарегулирования притоков р. Сысола. При этом аварийные ситуации, когда форель покидала садки и проникала в речную систему Сысолы, обеспечивая тем самым потенциал распространения по всему бассейну Северной Двины, отмечаются ежегодно. В разных эпизодах количество разновозрастных рыб, попадавших в естественные водоемы, колебалось от нескольких десятков до нескольких тысяч экземпляров. В связи с этим перед нами стояла задача оценить возможность натурализации радужной форели в бассейнах рек европейского Северо-Востока России на примере р. Сысола (приток 2 порядка р. Северная Двина), которая к тому же включена в перечень семужье-нерестовых рек бассейна р. Северная Двина. Такая оценка необходима, поскольку Российская Федерация как член (НАСКО) приняла Резолюцию от 2006 г. о недопустимости вселения неаборигенных видов рыб в реки, где воспроизводится атлантический лосось (*Salmo salar* L.).

#### Материал и методы исследований

Ихтиологические и гидробиологические исследования проводили в 2007, 2008, 2011, 2018 и 2020 гг. в бассейне р. Сысола. Исследованиями были охвачены верхняя часть магистрального русла р. Сысола и ее притоки – реки Верхняя Лэпью, Кажым, Нючпас и Малая Визинга. Три ее притока – Кажым, Нюччим и Нючпас зарегулированы, и на акваториях образовавшихся водохранилищ были размещены садковые рыболовные хозяйства для товарного выращивания форели (рис.).



Карта-схема размещения рыболовных хозяйств по выращиванию форели в садках в бассейне р. Сысола

Река Сысола является миграционным путем северодвинской популяции атлантического лосося к нерестилищам, расположенным в верховьях этой реки, а также на ее притоке –

р. Верхней Лэпью (куда впадает р. Нючпас). Контрольный лов рыбы проводили в разные годы, преимущественно в периоды после «убегания» форелей из садков. При этом использовали ставные сети с ячейей 20, 30 и 40 мм, крючковые орудия лова и тягловый невод длиной 24 м с ячейей в приводе 6–8 мм. Пойманная рыба подвергалась биологическому анализу [12].

Для оценки кормовой базы рыб пробы бентоса и планктона из исследованных водоемов отбирались параллельно ихтиологическим работам в летний период в конце июня–июле. Сбор гидробиологических материалов проводили по показателям, которые регламентированы в нормативных документах. В водотоках пробы бентоса и планктона были взяты в центре и прибрежье русловой части водоемов по гидробиологическим срезам. Первичный материал в водохранилищах отбирали дночерпателем (1/40 м<sup>2</sup>), а в русле рек – скребком. Промывку грунта проводили через капроновое сито из газа № 43. Промытые пробы фиксировали 4 %-м раствором формальдегида и обрабатывали в камеральных условиях. Одновременно со сбором бентоса осуществляли замер глубин, температуры воды, отмечали характер грунта, отбирали пробы воды для гидрохимического анализа. В течение ряда лет проводили сбор и анализ опросных сведений о случаях поимки форели в бассейне р. Сысола и других водоемах региона.

### **Результаты и обсуждение**

История товарного выращивания форели в водоемах Республики Коми насчитывает почти 50 лет. В начале 70-х гг. прошлого века радужную форель (до 2 000 ц в год) выращивали в садках, установленных в технологическом водоеме при Печорской ГРЭС и, в качестве эксперимента, в русле р. Кылтымью (приток р. Сысола). По ряду экономических причин в 90-х гг. рыбоводство было свернуто, и лишь в 2003–2004 гг. товарное выращивание форели было возобновлено. Начиная с 2004 г. садковое выращивание форели осуществлялось в оз. Белое (бассейн р. Вычегда) и в водохранилищах Кажымское, Нючпасское и Нювчимское (бассейн р. Сысола). Инкубация икры и подращивание молоди для последующего товарного выращивания проводились на базе рыбоводного хозяйства при Сосногорской ТЭЦ, использующего воды р. Ижма (бассейн р. Печора). Практически ежегодно на всех рыбоводных объектах наблюдались аварийные или технологические ситуации, следствием которых был самопроизвольный выход различных возрастных групп форели в близлежащий водоем. Количество «сбегавшей» форели достигало 5 000 экз. одновременно, как в случае разрыва садков в 2007 г. на Кажымском водохранилище. В последующий период форели имели возможность распространяться по всему бассейну р. Сысола и далее. Самой крупной аварией следует признать разрушение плотины на водохранилище р. Нючпас в 2010 г. Содержавшиеся в садках рыбы (всего около 20 000 экз.) частично остались в пределах ложа водохранилища, где и были сразу выловлены местными жителями, а частично попали в р. Нючпас и далее в р. Верхняя Лэпью. Количество проникшей в р. Верхняя Лэпью форелей неизвестно, но, по свидетельству сотрудников фермы, в русло р. Верхняя Лэпью попало ориентировочно от 500 до 2 000 экз., имевших разные линейно-весовые параметры (навески от 70 до 500 г). Согласно опросу местных жителей, в первые месяцы после аварии разноразмерные форели ловились на удочку и в ставные сети преимущественно на участке р. Верхняя Лэпью протяженностью 10–15 км, в районе устья р. Нючпас, на которой и было обустроено водохранилище. По количеству пойманной рыбы уловы составляли от 2 до 10 экз. за рыбалку. К 2011 г. частота поимки форелей резко сократилась, и на период наших исследований численность вида в р. Верхняя Лэпью подпадала под категорию «единичный» (были пойманы лишь 2 экземпляра весом 150 г каждый). В последующие годы ихтиологические исследования, проведенные в бассейне р. Сысола (реки Кажым, Нювчим и Малая Визинга), не выявили присутствие форели в уловах. Более детальные исследования были осуществлены в 2019 г. и не подтвердили присутствие форели в составе ихтиофауны р. Сысола, по крайней мере в весенний период [12]. Согласно опросам местного населения, в 2015–2017 гг. отдельные экземпляры форели ежегодно упоминались в уловах рыбаков-любителей, а местами лова указывались участки магистрального русла р. Сысола, которые находятся на значительном расстоянии (около 100 км) от рыбоводных хозяйств. При этом в любительских уловах присутствовали взрослые рыбы от 400 до 900 г весом, а молодь форели не отмечалась за весь рассматриваемый период. В этой связи необходимо отметить, что контрольный лов рыбы на более чем 20 водотоках в бассейне р. Печора не выявил присутствие вида в составе аборигенного рыбного населения, за исключе-

нием одного экземпляра форели двухлетнего возраста, зафиксированного на нижнем участке притока р. Ижма, расположенного в 20 км от рыбоводного хозяйства г. Сосногорска [13]. Таким образом, имеющиеся сведения указывают на то, что форели, оказавшиеся вне садков и попавшие в новые экологические условия, реализовали возможность расселения по крайней мере в русле р. Сысола на значительные расстояния от места их выпуска. С другой стороны, несмотря на масштабы аварийных ситуаций (от 5 000 до 20 000 экз. разновозрастной форели) численность рыб в первые два года после попадания рыб в водотоки резко снижается, до единичного прилова. Не имеется также сведений, подтверждающих натурализацию форели в речной системе р. Сысола, т. е. наличие взрослых рыб и их молоди в уловах спустя 5 лет после аварии, даже на притоках, где ранее были расположены рыбоводные хозяйства. На тех же водоемах, где рыбоводные хозяйства функционируют постоянно (например, на водохранилище р. Нювчим в бассейне р. Сысола или на р. Ижма в бассейне р. Печора) разновозрастные форели в любительских уловах встречаются редко, но ежегодно.

Рассматривая ситуацию со спонтанной интродукцией форели в водоемы региона, следует констатировать, что уход рыб из садков происходит практически ежегодно, на всех рыбоводных хозяйствах, а отдельные форели вылавливаются рыбаками-любителями преимущественно в непосредственной близости от этих хозяйств. Сходная картина описывается другими исследователями, когда проникновение форели в естественные водоемы связано с рыбоводной деятельностью [2, 3, 14, 15]. При этом численность форели поддерживалась за счет садковых рыб, хотя в определенных условиях отмечалось и естественное воспроизводство [14]. Это единственный известный нам случай хотя и временного, но образования самовоспроизводящейся популяции радужной форели на европейском Севере России. В последующие годы, в связи с изменениями теплового режима водоканала на Кольской АЭС, популяция свободноживущей форели в оз. Имандра прекратила свое существование [14].

Более ста лет радужную форель вселяли в водоемы многих стран мира и, по мнению ряда исследователей, радужная форель довольно легко натурализуется, но, как правило, отрицательно воздействует на местную ихтиофауну [2]. Однако эти сведения, очевидно, характерны для регионов более южных широт, в водоемах которых радужная форель натурализовалась и, по сведениям ФАО, образовала самовоспроизводящиеся популяции, например в Новой Зеландии, Австралии, Великобритании и многих других странах [9]. В северных широтах натурализация форели менее успешна. Известен достоверный случай формирования устойчивой популяции в оз. Вигген (южная Швеция) и 5 таких популяций, образовавшихся в водоемах Норвегии [16], которые находятся в зоне влияния теплого течения Гольфстрим.

На обширной территории европейского Северо-Востока России иные экологические условия и холодный климат, очевидно, не позволяют успешно натурализоваться форели, несмотря на перманентные «утечки» рыб из садковых хозяйств.

Анализ немногочисленных источников из числа специальной литературы указывает на негативный опыт акклиматизации радужной форели в водоемах европейского Севера России [3, 10, 14, 15, 17]. Несмотря на высокую экологическую пластичность вида и его адаптивный потенциал, в большинстве случаев направленная интродукция форели не приводит к ее акклиматизации, а свободноживущая популяция радужной форели в оз. Имандра сохраняется благодаря постоянному притоку рыб из садков. Единичные случаи поимки форели в бассейне р. Сысола также объясняются ежегодной утечкой рыбы из садковых хозяйств.

Как известно, важнейшими факторами, определяющими успешность натурализации интродуцентов, в том числе и случайных, являются не только условия среды обитания (температурный режим, гидрохимический состав воды, развитие кормовой базы), но также длительность нагульного периода и зимовки и наличие участков воспроизводства. Немаловажное значение имеет и состав аборигенной ихтиофауны, что подразумевает наличие видов, могущих составить конкуренцию форели на разных этапах жизненного цикла. Этим вопросам при исследованиях в бассейне р. Сысола и р. Верхняя Лэпью, как в модельных водотоках, было уделено особое внимание.

### **Экологические условия в бассейне р. Сысола**

Река Верхняя Лэпью, являясь притоком р. Сысола, имеет протяженность 112 км и отнесена к водотокам высшей категории рыбохозяйственного использования. Гидрохимический состав вод р. Верхняя Лэпью (27 основных показателей) отражает высокие качества и соответ-

ствуует требованиям, предъявляемым к водоемам, где осуществляется товарное выращивание форели. Превышение рыбохозяйственных ПДК наблюдается лишь по железу (1,5 ПДК) и марганцу (2 ПДК), но эти показатели характерны для всех водных систем региона. Содержание растворенного в воде кислорода (8–10 мг/л) и рН 6,7–7,5 единиц также удовлетворяют самым высоким требованиям.

Ширина реки от 8–20 м в среднем течении до 20–50 м в нижнем, скорость течения до 0,2–0,5 м/с. Русло реки извилистое, дно на плесах песчаное, на мелких местах – песчано-галечниковое. Ледостав наступает в первой половине ноября. Толщина льда к концу зимы достигает 0,5–0,6 м. Река вскрывается в последней декаде апреля–первой декаде мая. Во время весеннего половодья, которое продолжается до середины июня, уровень воды относительно меженного поднимается до 3 м. При этом температура воды сохраняется на уровне 4–8 °С. В меженный период, в июле-августе, река мелеет, но во время летних дождей возможны паводки с подъемом воды до 0,5–1 м. Температура воды в летний период с июля по середину сентября колеблется в пределах 12–22 °С. Температурный режим определяет среднегодовую суммарную величину градусо-дней – 900–1 100, что значительно ниже (1 500–1 700 градусо-дней) уровня, необходимого для успешной жизнедеятельности форели, например в Ленинградской области (табл.).

Средние месячные температуры воздуха на территории бассейна р. Сысола

Местоположение	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Район среднего и нижнего течения р. Сысола	-16	-14	-8	1	7	14	16	13,5	7,5	0	-7	-13
Район верхнего течения р. Сысола	-15	-13	-7	2	8,5	14,5	16	14	8	0,5	-6,5	-13,5

В целом, за исключением температуры, абиотические параметры среды удовлетворяют требованиям для выживания форели. Однако короткий летний период (около 90–110 дней) с относительно низкими температурами воды не способствует быстрому росту рыб и накоплению энергетического потенциала для длительной зимовки. Вполне вероятно, что температурный режим является фактором, лимитирующим натурализацию форели в водоемах европейского Северо-Востока России. При этом особенно важна температура в период нереста и раннего постнатального развития. Определяющая роль температурного режима для форели и ее успешного воспроизводства была показана в ранее опубликованных работах [14, 18, 19].

#### Аборигенное рыбное население

Согласно данным контрольных уловов, в реке Верхняя Лэпью обитает 13 видов рыб: европейский хариус, сиг, атлантический лосось, щука, язь, карась, плотва, елец, пескарь, голянь речной, окунь, ерш и налим. Сиг представлен жилой экологической формой и не совершает протяженных миграций, обитает преимущественно в среднем и нижнем течении реки. Европейский хариус предпочитает среднее и верхнее течение и для нагула использует также небольшие притоки. Воспроизводство атлантического лосося сохраняется в реке до настоящего времени, на крайне низком уровне. В географическом отношении локальные нерестилища атлантического лосося и нагульные участки его молоди расположены в верхнем течении р. Верхняя Лэпью. По данным контрольных уловов, численность рыб невысокая и объясняется иррациональным любительским ловом. Доминантами по численности являются речной голянь, окунь и плотва в нижнем течении, хотя крупных стайных скоплений этих видов (ни молоди, ни взрослых рыб) обнаружено не было. О взаимоотношениях аборигенного рыбного населения и форели как вселенца прямых данных не имеется. Предрасположенность вида к хищному образу жизни на большей части жизненного цикла, состав и невысокая численность местных рыб и их молоди, с точки зрения обеспеченности пищей, очевидно, не благоприятствует формированию самовоспроизводящейся популяции форели на новом местообитании. В то же время в некоторых публикациях отмечается пищевая конкуренция между интродуцированными форелями и местными видами, такими как корюшка и ерш [15].

#### Кормовая база рыб и условия нагула

Выживание вида в новых экологических условиях и его последующая натурализация во многом зависит от развития кормовой базы и обеспеченности пищевыми объектами, которые

предпочитает этот вид в водоеме. Известно, что на ранних стадиях онтогенеза молодь форели, как и большинства видов рыб, питается зоопланктоном и мелкими формами зообентоса. Подросшие форели ведут хищный образ жизни. Так, в оз. Имандра вне садков разновозрастные форели активно питались ряпушкой. Немаловажную роль в питании играла молодь других видов рыб, таких как голян речной, корюшка и сиг [14]. В наших исследованиях у двух экземпляров форелей (возраст 1+), отловленных в р. Верхняя Лэпью на следующий год после аварийного ухода рыб из садков, желудки были слабо наполнены, а пищевые комки состояли из остатков растительности и небольшого количества личинок хирономид и ручейников. Анализ гидробиологических проб показал, что состав зообентоса р. Верхняя Лэпью гораздо разнообразнее, чем в исследованных водохранилищах в бассейне р. Сысола. Количественные показатели развития донных беспозвоночных – численность и биомасса – типичны для многих малых притоков р. Сысолы на этой территории и составляют 3–4 тыс. экз./м<sup>2</sup> и менее 1 г/м<sup>2</sup> соответственно [20].

Высокой частотой встречаемости – от 67 до 100 % проб – характеризовались в водотоке личинки амфибиотических насекомых: хирономид (Chironomidae), поденок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera), ручейников (Trichoptera). Эти же группы доминируют по численности, составляя более 95 % общей, при наибольшей доле личинок хирономид (84,8 % всех амфибионтов). В составе общей биомассы бентоса более 87 % также приходится на долю гетеротопных насекомых при преобладании среди них личинок ручейников (43,7 %) и хирономид (19,5 %).

Распределение организмов на разных типах грунта было неравномерно. На галечном грунте отмечено меньшее количество групп – 10. Однако на этом типе грунта установлены наибольшие показатели численности и биомассы – 3,8 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 1,1 г/м<sup>2</sup>. Высокая численность на галечном грунте формировалась за счет личинок амфибиотических насекомых, преимущественно хирономид (78,9 %) и веснянок (15,7 % от общей численности). Биомасса бентоса на этом биотопе формировалась за счет личинок хирономид, веснянок и ручейников практически в равных долях.

На песчаном грунте в зарослях высших водных растений показатели численности и биомассы были несколько ниже: 3,3 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 0,9 г/м<sup>2</sup>. Здесь отмечено 19 систематических групп донных беспозвоночных. Из них только личинки хирономид более чем на 90 % составляли общую численность зообентоса. В формировании биомассы заметна была роль личинок ручейников, поденок и хирономид [20].

В составе зоопланктона р. Верхняя Лэпью было выявлено 9 видов и форм. В прибрежных биотопах, заросших водными макрофитами, планктон был более разнообразным, чем на участках с открытым побережьем и на перекате, где были обнаружены только эвпланктонные формы. Численность и биомасса планктонных организмов в реке были невелики, максимальные значения численности – 0,4 тыс. экз., биомассы – 0,02 г/м<sup>3</sup>. Практически во всех исследованных пунктах р. Верхняя Лэпью количественно преобладали коловратки, которые образовывали до 100 % численности и до 50 % биомассы зоопланктона [21]. По показателям численности и биомассы зоопланктон р. Верхняя Лэпью соответствует олиготрофным водоемам с низким уровнем кормности.

В целом кормовая база рыб р. Верхняя Лэпью, как и р. Сысола, характеризуется низкими показателями и не может быть причислена к числу факторов, которые благоприятствуют натурализации форели. Косвенным подтверждением этому являются данные, показывающие, что у форелей, «убежавших» из садков и обитающих в естественных условиях, используя только кормовые ресурсы природных водоемов, темп роста оказался в 3–4 раза ниже, чем у рыб, содержащихся в садках [13]. Небольшие по размеру рыбы, такие как речной голян, уклейка или елец, а также молодь разных видов рыб в желудках форелей не были обнаружены.

### **Условия воспроизводства**

Качество воды в водоемах, наличие нерестовых субстратов и температура, являясь важнейшими факторами окружающей среды, во многом определяют возможность натурализации видов и формирования самовоспроизводящихся популяций в новых экологических условиях. Учитывая высокое качество воды в р. Сысола и ее притоках, где обитают сиг и европейский хариус, а в состав ихтиофауны включены атлантический лосось и нельма, успешность воспроизводства форели, вероятно, зависит от геоморфологических и гидрологических параметров участков водоемов, где могла бы нереститься форель. Для нереста форель предпочитает песча-

но-галечные грунты и невысокую (до 0,5 м/с) скорость течения водотока [22]. Участки с такими характеристиками имеются на многих исследованных притоках р. Сысола, в том числе и р. Верхняя Лэпью, где до настоящего времени воспроизводятся европейский хариус и атлантический лосось. Однако нам не удалось подтвердить, что такие участки рек востребованы форелями садкового происхождения. В большинстве известных нам публикаций указывается, что температура воды в период нереста и инкубации икры является главным фактором, определяющим возможности эффективного естественного воспроизводства форели [14, 15, 18, 19]. Негативные, применительно к воспроизводству форели, изменения температурного режима на нерестовых участках приводят к затуханию воспроизводства и прекращению нереста форели и, соответственно, угасанию самовоспроизводящейся популяции [14]. Возможность натурализации форели в водоемах региона, возможно, жестко лимитируется именно температурным режимом. Температура воды в период нереста и инкубации, которая длится около месяца, составляет 6–11 °С [14, 22]. По-видимому, период возможного выклева мальков форели в бассейне р. Сысола приходится на период половодья. Известно, что радужная форель не образует самовоспроизводящихся популяций, если выклев мальков приходится на период половодья и низких летних температур [19]. В северных регионах нестабильный режим температуры в весенний и начале летнего периодов, видимо, является тем интегральным фактором, который ограничивает естественное воспроизводство и формирование самовоспроизводящейся популяции форели на всей территории европейского Северо-Востока России, в том числе и бассейне р. Сысола. Например, в 2019 г., в первой декаде мая температура воздуха в бассейне р. Сысола в течение трех дней доходила до 30 °С, в последующий период произошло падение температуры до 3–4 °С. В июне среднесуточная температура воздуха составляла 6–9 °С. Нестабильность температурного режима определяет и динамику таяния снегов, что влечет за собой изменения гидрологического режима, сопровождающиеся скачками уровня воды, особенно в малых и средних реках. В этой связи уместно отметить, что акклиматизация разных популяций горбуши в реках европейского Северо-Востока России ограничивается именно в период воспроизводства в связи с низкой температурой воды и нестабильным температурным режимом [10].

Для прогнозных заключений о возможности образования самовоспроизводящейся популяции форели в результате случайной интродукции или долголетней утечки рыб из садков важное значение имеет четкая видовая или внутривидовая (породная) идентификация. В Российской Федерации в настоящее время существуют маточные стада семи разных пород форели, различающихся по генетическим и экологическим характеристикам [23]. На сегодняшний день в форелеводстве сложилась ситуация, когда товарное рыбоводство базируется на материале, имеющем сомнительную породную идентичность и чистоту. Так, форели, попавшие в оз. Имандра в начальный период, быстро разделились на три разнокачественные группы по физиологическому состоянию или экологической форме [14]. Наши наблюдения показывают, что взрослые рыбы, попавшие в естественные условия (оз. Белое, бассейн р. Вычегда) в начале лета, к концу нагульного периода уже находились на различных стадиях зрелости (от 2-й до 4-й) половых продуктов, что указывает на их физиологическую разнокачественность. Выращиваемая в водоемах Республики Коми форель имеет общее название «радужная форель». При всей дискусионности систематики в отношении форелей общеизвестна их экологическая пластичность, которая обеспечивает образование различных экологических форм и даже переход из одной формы в другую. Тем не менее в товарном рыбоводстве в республике потеряны ориентиры, позволяющие четко идентифицировать выращиваемую продукцию. Необходимо учитывать и селекционные работы, когда в процесс товарного выращивания вовлекаются новые формы и гибриды лососевых рыб. Все это биологическое разнообразие форелей, разнокачественность их развития не способствует образованию устойчивой популяции в новых для вида экологических условиях.

### **Заключение**

Для оценки возможности натурализации радужной форели в водоемах крайнего европейского Северо-Востока России были проведены исследования р. Верхняя Лэпью как модельного водотока, входящего в речную систему р. Сысола (приток р. Вычегда), куда в 2010 г. в результате аварии из садков проникли несколько тысяч разновозрастной форели, большая часть кото-

рых была представлена взрослыми рыбами. Экологические условия в бассейне р. Сысола обеспечивают успешное существование и воспроизводство, по крайней мере, 20 видам рыб, в числе которых 4 вида относятся к лососеобразным (атлантический лосось, нельма, европейский хариус и сиг), предъявляющим высокие требования к качеству среды обитания. Основные абиотические параметры, характерные для р. Верхняя Лэпью (как и других исследованных притоков), вполне удовлетворительны и не могут жестко ограничивать жизнедеятельность форели.

Несмотря на сохранившуюся природную среду многолетняя утечка разновозрастной радужной форели из садков, расположенных на акваториях четырех малых притоков (Кажым, Лэпью, Ньючим и Кылымью), не привела к натурализации форели и образованию самовоспроизводящейся популяции. Форель отмечают в уловах в бассейне р. Сысола, но численность ее попадает в категорию «редкий» или «единичный», а случаев нереста или присутствия в уловах сега-летков (0+) не отмечено. Короткий нагульный период, охватывающий период с конца мая по сентябрь, не способствует накоплению энергетического потенциала, необходимого для длительной зимовки форели. Кормовая база рыб р. Верхняя Лэпью (как и всей речной системы р. Сысола), развитие ее компонентов зообентоса и зоопланктона соответствуют уровню олиготрофных водоемов с низкой продуктивностью (1–2 г/м<sup>2</sup>). В составе систематических групп зообентоса преобладают мелкие формы организмов, которые мало употребляются в пищу взрослыми форелями. В р. Верхняя Лэпью осуществляется воспроизводство ряда аборигенных видов рыб. Однако водоток не является «питомником», где наблюдается массовый нерест рыб и последующий рост мальков, количество которых в пищевом отношении обеспечит благополучие популяции форели, предпочитающей на взрослом этапе вести хищный образ жизни. С этой точки зрения кормовая база рыб как фактор окружающей среды не будет благоприятствовать процветанию чужеродного вида, однако для оценки эффективности натурализации форели считать этот фактор решающим будет неправомерным. Конкуренция форели с представителями аборигенной ихтиофауны, как и негативное воздействие на местное рыбное население, не были отмечены.

Река Верхняя Лэпью, как и другие притоки р. Сысола, на всем своем протяжении протекает преимущественно по песчаным грунтам. Общая площадь галечников, которые обеспечивают оптимум обитания и где возможен нерест форели, по экспертной оценке, не превышает 1 %, или нескольких гектаров. Локальные гравелистые участки находятся в верхнем течении реки и расположены на расстоянии нескольких километров друг от друга. Их пространственная удаленность не благоприятствует воспроизводству форели.

Малая численность свободноживущей форели поддерживается за счет случайной интродукции, являющейся следствием нарушения технологического режима при садковом рыбоводстве. Основным фактором, ограничивающим формирование популяции радужной форели в бассейне р. Сысола, видимо, следует признать низкую температуру воды и нестабильность температурного и гидрологического режимов в период нереста и ранних этапов жизненного цикла. Эти выводы косвенно подтверждаются сведениями, что случаи подтвержденной успешной натурализации радужной форели вне материнского ареала наблюдаются лишь в странах (водоемах), расположенных в более теплом климате [9]. Учитывая результаты исследований и опубликованные сведения, видимо, следует признать негативный прогноз на возможность образования самовоспроизводящейся популяции радужной форели в бассейне р. Сысола. Свободноживущая радужная форель садкового происхождения не представляет угрозы для аборигенного рыбного населения, в том числе для атлантического лосося. Данные выводы, видимо, будут правомочны и для бассейна р. Печора, где также наблюдаются случаи утечки форелей из рыбных хозяйств в речные системы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудерский Л. А. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам: акклиматизация рыб в водоемах России: сб. науч. тр. СПб.; М.: Т-во науч. изданий КМК, 2015. Вып. 343. 290 с.
2. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2004. 436 с.
3. Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В. Виды-вселенцы в водных экосистемах Карелии // Вопр. ихтиологии. 2000. Т. 49. № 3. С. 372–379.
4. Britton J. R., Davies G. D. First UK recording in the wild of the bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* // Journal of Fish Biology. 2007. N. 70 (4). P. 1280–1282.



5. *Chick J. H., Pegg M. A.* Invasive Carp in the Mississippi River Basin // *Science*. 2001. V. 292. Iss. 5525. P. 2250–2251.
6. *Milardi M., Lanzoni M., Kiljunen M., Torniaainen J., Castaldelli G.* Natural recruitment contributes to high densities of grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) in Western Europe // *Aquatic Invasions*. 2015. V. 10. Iss. 4. P. 439–448.
7. *Sass G. G., Cook T. R., Irons K. S., McClelland M. A., Michaels N. N., O'Hara T. M., Stroub M. R.* A mark-recapture population estimate for invasive silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in the La Grange Reach, Illinois River // *Biological Invasions*. 2010. N. 12. P. 433–436.
8. *Кудерский Л. А.* Изменения рыбного населения водоемов европейской части России в XX столетии // *Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2): материалы конф. II Междунар. симп. по изучению инвазийных видов (Рыбинск, Борок Ярославская обл., 27 сентября – 1 октября 2005 г.)*. Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2005. С. 156–157.
9. *Welcomme R. L.* Internationale introduction of inland aquatic Species. Rome, 1988. 318 p.
10. *Кудерский Л. А.* Акклиматизация рыб в водоемах России: состояние и пути развития // *Вопр. ихтиологии*. 2001. Т. 2. № 1 (5). С. 6–85.
11. *Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных): учеб. пособие. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
12. *Пономарев В. И., Соколова Н. П.* Структура рыбного населения поймы среднего течения реки Сысолы в период весеннего половодья // *Вестн. Ин-та биологии КНЦ УрО РАН*. 2020. № 1 (212). С. 13–19.
13. *Захаров А. Б., Бознак Э. И.* Объекты аквакультуры как источник инвазий в бассейнах крупных рек Европейского Северо-Востока России // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2020. № 3 (170). С. 11–17.
14. *Лукин А. А.* Интродукция радужной форели *Parasalmo mykiss* в озеро Имандра (Кольский полуостров) // *Вопр. ихтиологии*. 1998. Т. 38. № 4. С. 485–491.
15. *Терентьев П. М., Кашулин Н. А.* Трансформация рыбной части сообщества водоемов Мурманской области // *Тр. КНЦ РАН*. 2012. Вып. 2. С. 61–100.
16. *Stanković D., Crivelli A. J., Snoj A.* Rainbow Trout in Europe: Introduction, Naturalization, and Impacts // *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 2015. N. 23 (1). P. 39–71.
17. *Китаев С. П., Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В.* Охрана окружающей среды при выращивании форели в Карелии // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2007. № 2. С. 9–16.
18. *Рыжков Л. П.* Морфофизиологические закономерности и трансформация вещества и энергии в раннем онтогенезе пресноводных лососевых рыб. Петрозаводск: Карелия, 1976. 288 с.
19. *Kottelat M., Freyhof J.* Handbook of European freshwater fishes. Berlin: Cornol and Freyhof, 2007. 646 p.
20. *Батурина М. А., Кононова О. Н., Елсаков В. В.* Гидробиологические характеристики рек Вычегодского бассейна в различных единицах ландшафтного деления // *Принципы экологии*. 2020. № 1. С. 4–26.
21. *Кононова О. Н.* Зоопланктон реки Вычегда (Республика Коми) // *Биология внутренних вод*. 2009. № 2. С. 47–55.
22. *Атлас пресноводных рыб России: в 2 т.* М.: Наука, 2002. Т. 1. 380 с.
23. *Артамонова В. С., Янковская В. А., Голод В. М., Махров А. А.* Генетическая дифференциация популяций радужной форели (*Parasalmo mykiss*), разводимых в Российской Федерации // *Тр. ИБВВ РАН*. 2016. Вып. 73 (76). С. 25–45.

Статья поступила в редакцию 10.03.2021

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Александр Борисович Захаров** – канд. биол. наук; старший научный сотрудник отдела экологии животных, руководитель группы ихтиологии и гидробиологии; Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Россия, 167982, Сыктывкар; cherezova@ib.komisc.ru.

**Эдуард Иванович Бознак** – канд. биол. наук, доцент; научный сотрудник отдела экологии животных, группы ихтиологии и гидробиологии; Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Россия, 167982, Сыктывкар; boznak@ib.komisc.ru.



## ASSESSMENT OF TROUT NATURALIZATION IN WATER BODIES IN NORTH-EASTERN EUROPEAN RUSSIA (CASE OF VYCHEGDA RIVER TRIBUTARIES)

A. B. Zakharov, E. I. Boznak

*Institute of Biology of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation*

**Abstract.** The article highlights the ichthyological studies carried out in the Sysola river basin (a second order tributary of the Severnaya Dvina river), where rainbow trout is reared in cages for commercial purposes in the waters of regulated tributaries. The forecast for trout naturalization seems to be poor due to the fact that trout of different ages enter the river system every year as a result of technological accidents. It has been found that, despite the numerous cases of trout occurring in the natural conditions during 40 years, in the basin of the Sysola river has not formed a self-reproducing population of rainbow trout, and cases of its by-catch are rare. The data on the climatic and ecological conditions of the region are given. It has been inferred that the main factors preventing the naturalization of trout in the water bodies of the region are unfavorable temperature and hydrological regimes during the spawning and early ontogenesis of fish. The short summer feeding period does not allow trout to prepare for successful long wintering, as evidenced by a sharp decrease in the growth rate of fish that have fallen into natural conditions, compared to fish grown in cages. Trout of cage origin obviously do not form stable groups capable of reproducing the species and do not pose a threat to the aboriginal fish population, including Atlantic salmon, whose spawning and a significant part of the life cycle take place on many rivers of the north-eastern European Russia, including the basins of the Severnaya Dvina and Pechora rivers.

**Key words:** rainbow trout, cage commercial fish farming, naturalization, water bodies of the north-eastern European Russia, self-reproducing population.

**For citation:** Zakharov A. B., Boznak E. I. Assessment of trout naturalization in water bodies of North-Eastern European Russia (case of the Vychegda River tributaries). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2021;3:17-27. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-17-27.

### REFERENCES

1. Kuderskii L. A. *Issledovaniia po ikhtiologii, rybnomu khoziaistvu i smezhnym distsiplinam: akklimatizatsiia ryb v vodoemakh Rossii: sbornik nauchnykh trudov* [Research on ichthyology, fisheries and related disciplines: acclimatization of fish in water bodies of Russia: collection of scientific papers]. Saint-Petersburg, Moscow, T-vo nauch. izdaniia KMK, 2015. Iss. 343. 290 p.
2. *Biologicheskie invazii v vodnykh i nazemnykh ekosistemakh* [Biological invasions in aquatic and terrestrial ecosystems]. Moscow, T-vo nauch. izdaniia KMK, 2004. 436 p.
3. Sterligova O. P., Il'mast N. V. Vidy-vselentsy v vodnykh ekosistemakh Karelii [Invasive species in aquatic ecosystems of Karelia]. *Voprosy ikhtiologii*, 2000, vol. 49, no. 3, pp. 372-379.
4. Britton J. R., Davies G. D. First UK recording in the wild of the bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis*. *Journal of Fish Biology*, 2007, no. 70 (4), pp. 1280-1282.
5. Chick J. H., Pegg M. A. Invasive Carp in the Mississippi River Basin. *Science*, 2001, vol. 292, iss. 5525, pp. 2250-2251.
6. Milardi M., Lanzoni M., Kiljunen M., Torniaainen J., Castaldelli G. Natural recruitment contributes to high densities of grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) in Western Europe. *Aquatic Invasions*, 2015, vol. 10, iss. 4, pp. 439-448.
7. Sass G. G., Cook T. R., Irons K. S., McClelland M. A., Michaels N. N., O'Hara T. M., Stroub M. R. A mark-recapture population estimate for invasive silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in the La Grange Reach, Illinois River. *Biological Invasions*, 2010, no. 12, pp. 433-436.
8. Kuderskii L. A. Izmeneniia rybnogo naseleniia vodoemov evropeiskoi chasti Rossii v XX stoletii [Changes in fish population of water bodies of European part of Russia in XX century]. *Chuzherodnye vidy v Golarctike (Borok-2): materialy konferentsii II Mezhdunarodnogo simpoziuma po izucheniiu invaziinykh vidov (Rybinsk, Borok Iaroslavskaia obl., 27 sentiabria – 1 oktiabria 2005 g.)*. Rybinsk, Rybinskii Dom pechati, 2005. Pp. 156-157.
9. Welcomme R. L. *Internationale introduction of inland aquatic Species*. Rome, 1988. 318 p.
10. Kuderskii L. A. Akklimatizatsiia ryb v vodoemakh Rossii: sostoianie i puti razvitiia [Acclimatization of fish in water bodies of Russia: state and development paths]. *Voprosy ikhtiologii*, 2001, vol. 2, no. 1 (5), pp. 6-85.
11. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh): uchebnoe posobie* [Guide to studying fish (mainly freshwater): tutorial]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.

12. Ponomarev V. I., Sokolova N. P. Struktura rybnogo naseleniia poimy srednego techeniia reki Sysoly v period vesennego polovod'ia [Structure of fish population in floodplain of middle reaches of Sysola River during spring flood]. *Vestnik Instituta biologii KNTs UrO RAN*, 2020, no. 1 (212), pp. 13-19.
13. Zakharov A. B., Boznak E. I. Ob"ekty akvakul'tury kak istochnik invazii v basseinakh krupnykh rek Evropeiskogo severo-vostoka Rossii [Objects of aquaculture as source of invasions in basins of large rivers of north-eastern European Russia]. *Rybovodstvo i rybnoe khoziaistvo*, 2020, no. 3 (170), pp. 11-17.
14. Lukin A. A. Introduktsiia raduzhnoi foreli Parasalmo mykiss v ozero Imandra (Kol'skii poluostrov) [Introduction of Parasalmo mykiss rainbow trout into Lake Imandra (Kola Peninsula)]. *Voprosy ikhtiologii*, 1998, vol. 38, no. 4, pp. 485-491.
15. Terent'ev P. M., Kashulin N. A. Transformatsiia rybnoi chasti soobshchestva vodoemov Murmanskoi oblasti [Transformation of fish part of community of reservoirs of Murmansk region]. *Trudy KNTs RAN*, 2012, iss. 2, pp. 61-100.
16. Stanković D., Crivelli A. J., Snoj A. Rainbow Trout in Europe: Introduction, Naturalization, and Impacts. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 2015, no. 23 (1), pp. 39-71.
17. Kitaev S. P., Sterligova O. P., Il'mast N. V. Okhrana okruzhaiushchei sredy pri vyrashchivanii foreli v Karelii [Environmental protection when growing trout in Karelia]. *Rybovodstvo i rybnoe khoziaistvo*, 2007, no. 2, pp. 9-16.
18. Ryzhkov L. P. *Morfofiziologicheskie zakonomernosti i transformatsiia veshchestva i energii v rannem ontogeneze presnovodnykh lososevykh ryb* [Morphophysiological patterns and transformation of matter and energy in early ontogenesis of freshwater salmonids]. Petrozavodsk, Kareliia Publ., 1976. 288 p.
19. Kottelat M., Freyhof J. *Handbook of European freshwater fishes*. Berlin, Cornol and Freyhof, 2007. 646 p.
20. Baturina M. A., Kononova O. N., Elsakov V. V. Gidrobiologicheskie kharakteristiki rek Vyhegodskogo basseina v razlichnykh edinit'sakh landshaftnogo deleniia [Hydrobiological characteristics of rivers of Vyhegda basin in various units of landscape division]. *Printsipy ekologii*, 2020, no. 1, pp. 4-26.
21. Kononova O. N. Zooplankton reki Vyhegda (Respublika Komi) [Zooplankton of Vyhegda River (Komi Republic)]. *Biologiya vnutrennikh vod*, 2009, no. 2, pp. 47-55.
22. *Atlas presnovodnykh ryb Rossii: v 2 t.* [Atlas of freshwater fish of Russia: in 2 volumes]. Moscow, Nauka Publ., 2002. Vol. 1. 380 p.
23. Artamonova V. S., Iankovskaia V. A., Golod V. M., Makhrov A. A. Geneticheskaia differentsiatsiia porod raduzhnoi foreli (Parasalmo mykiss), razvodimykh v Rossiiskoi Federatsii [Genetic differentiation of rainbow trout (Parasalmo mykiss) breeds grown in the Russian Federation]. *Trudy IBVV RAN*, 2016, iss. 73 (76), pp. 25-45.

The article submitted to the editors 10.03.2021

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Alexander B. Zakharov** – Candidate of Biology; Senior Researcher of the Department of Animal Ecology, Head of the Ichthyology and Hydrobiology Group; Institute of Biology of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Russia, 167982, Syktyvkar; [cherezova@ib.komisc.ru](mailto:cherezova@ib.komisc.ru).

**Eduard I. Boznak** – Candidate of Biology, Assistant Professor; Researcher of the Department of Animal Ecology, Ichthyology and Hydrobiology Group; Institute of Biology of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Russia, 167982, Syktyvkar; [boznak@ib.komisc.ru](mailto:boznak@ib.komisc.ru).

