

УДК 597.552.51:639.2.03(282.256.26)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ В РЕКЕ ХУДОСЕЙ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

© 2022 г. Я. А. Кижеватов^а, *, В. Д. Богданов^а, **

^аФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН, Россия 620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

*e-mail Yan@ipae.uran.ru

**e-mail: Bogdanov@ipae.uran.ru

Поступила в редакцию 30.06.2022 г.

После доработки 04.07.2022 г.

Принята к публикации 07.07.2022 г.

Река Худосей – единственный приток среднего течения р. Таз (Западная Сибирь), пригодный для размножения и зимовки сиговых рыб в условиях естественных заморозов, продолжающихся ежегодно с ноября по апрель. Воспроизводство сиговых рыб в р. Худосей изучено впервые. Исследования проведены в 2002, 2003, 2017–2022 гг. Описаны основные нерестилища сиговых рыб. Установлено, что скат личинок на нижней границе нерестилищ начинается с первым подъемом воды и заканчивается в период ледохода. Отмечен особый природный фактор – замор от промерзания перекатов на нерестилищах, вызывающий полную гибель инкубируемой икры. Оценен высокий потенциал р. Худосей в воспроизводстве сиговых рыб, сопоставимый с потенциалом уральских нерестовых притоков Нижней Оби. Выявлено, что увеличение уровня воспроизводства сиговых рыб р. Таз может происходить за счет миграции рыб из Оби.

Ключевые слова: сиговые рыбы, нерестилища, размножение, личинки, покатная миграция, численность, смертность икры, климатические и гидрологические факторы

DOI: 10.31857/S0367059722060063

Для всех проходных и полупроходных форм рыб характерна покатная миграция молоди, получившая название “скат”. Массовая покатная миграция ранних личинок характерна для сиговых рыб и налима, а мальков и сеголеток – для лососевых и осетровых рыб. Покатные миграции могут быть массовыми и у некоторых туводных рыб [1, 2]. У всех видов скат является приспособлением к распределению молоди по местам нагула. Покатная миграция молоди рыб десяти семейств, среди которых нет сиговых (Coregonidae), подробно рассмотрена Д.С. Павловым [3]. Автор на большом фактическом и литературном материале показана адаптивная природа миграций, способствующих расселению вида, увеличению площади нагула и в конечном счете сбалансированному функционированию популяций в колеблющихся условиях среды.

К механизмам, обеспечивающим покатную миграцию и распределение личинок по местам нагула, относятся: 1) врожденные реакции (способность сразу после вылупления выходить в поток) и морфологические особенности личинок, способствующие пелагическому распределению в потоке (большие жировые запасы, относительно высокая вагильность); 2) возможность пассивного ската при наличии течения; 3) видоспеци-

фичное поведение личинок во время ската [4]. Имеются обширные данные по покатной миграции личинок сиговых рыб уральских и восточно-сибирских рек. Зарубежная литература по данной теме отсутствует либо содержит информацию из публикаций советских и российских ученых [5].

Покатная миграция личинок обских видов сиговых подробно описана В.Д. Богдановым [4, 6–10]. Установлено, что у речных сиговых рыб покатная миграция личинок проходит на разных реках однотипно, что связано со сходством биологических аспектов размножения: осенним нерестом и весенним вылуплением личинок в период прохождения паводковой волны [9]. Существующие различия ската на разных реках определяются экологическими особенностями условий среды (динамикой освещенности, скорости течения и температуры воды, удаленностью нерестилищ от мест нагула).

Река Таз – одна из самых крупных рек Западной Сибири, имеющая большое значение в воспроизводстве ценных сиговых рыб: пеляди (*Coregonus peled* (Gmelin, 1789)), сига-пыжьяна (*Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788)), чира (*Coregonus nasus* (Pallas, 1776)), муксуна (*Coregonus muksun* (Pallas, 1814)) и нельмы (*Stenodus leucichthys nelma* (Guldenstadt, 1772)).

Природно-климатические условия в бассейне р. Таз отличаются крайней суровостью, что связано с расположением вблизи Полярного круга в лесотундровой зоне, близостью Карского моря, множественной мерзлотой и высокой заболоченностью.

Информация о покатной миграции личинок сиговых рыб в притоках реки до начала наших исследований отсутствовала. Единственные краткие сведения о воспроизводстве сиговых рыб в бассейне реки, включающие оценку покатной миграции личинок в 2001–2003 гг., приведены Я.А. Кижеватовым [11, 12] лишь для р. Ратты, тогда как существует восемь нерестовых притоков (реки Печалька, Толька, Ватылька, Каралька, Бол. и Мал. Ширта, Покалька). Таким образом, воспроизводство сиговых рыб в р. Таз, несмотря на ее большую роль в формировании биоресурсов сиговых рыб Западной Сибири, практически не изучено.

В середине прошлого века в литературе сообщалось, что в р. Худосей на нерестилища, расположенные на 200–300 км вверх по ее течению, мигрируют пелядь, сиг-пыжьян и чир [13, 14]. Муксун, нельма и тугун в этой реке не размножаются. В ряде работ [12–15] приводятся сведения об особом значении водотока в воспроизводстве пеляди. Исследования покатной миграции личинок сиговых рыб в р. Худосей проведены впервые и позволяют оценить значение самой крупной нерестовой реки бассейна р. Таз в воспроизводстве сиговых рыб.

Цель настоящей работы – на основе многолетних данных определить границы нерестилищ, выявить особенности покатной миграции, динамику численности личинок и оценить потенциал воспроизводства сиговых рыб в р. Худосей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Река Худосей – единственный приток нижнего и среднего течения р. Таз, где могут размножаться и зимовать сиговые рыбы. Большая часть акватории р. Таз в зимнее время находится под действием экстремальных природно-климатических факторов. Основным лимитирующим фактором является зимний замор – резкое уменьшение содержания растворенного кислорода в воде начиная с ноября вследствие поступления вод с дефицитом кислорода [13–16], охватывающий всю русловую часть р. Таз от верховий до Тазовской губы и большинство притоков. Истоки р. Худосей расположены в болотах южной части Нижнеенисейской (Верхнетазовской) возвышенности. Длина водотока составляет 409 км, площадь водосборного бассейна 11.2 тыс. км² [17]. В бассейне реки нет населенных пунктов и не проводятся масштабные геологические изыскания, поэтому загрязнение воды и грунтов отсутствует. Влияние браконьерского промысла на сиговых рыб может быть значитель-

ным в период массового нерестового хода – с конца августа до середины октября.

Расходы воды в р. Худосей имеют сезонную цикличность, свойственную большинству сибирских рек [17]. Минимальные расходы наблюдаются в феврале–марте. Пик водности приходится на весенний паводок в конце мая–начале июня и продолжается 1–2 недели, затем происходит постепенное понижение уровня воды. Расходы воды повышаются в периоды осадков. Заморные явления в нижнем течении р. Худосей развиваются ежегодно в ноябре–декабре, после прекращения поверхностного стока и начала преобладания в стоке обескислороженных болотных вод.

В период ската личинок в районе учетных створов скорость течения может изменяться на стержне от 0.3 до 1.2 м/с, а вода прогревается от 0.4 до 4°C. Расход воды в период пика ската личинок в р. Худосей достигает 500–800 м³/с.

Учет покатных личинок. В р. Худосей исследования покатной миграции личинок сиговых рыб проведены в 2002–2003, 2017–2019, 2021, 2022 гг. на створах, расположенных ниже нерестилищ. Учетный створ в 2003, 2021 и 2022 гг. организован на расстоянии 50 км от устья р. Худосей выше места впадения р. Покалька. В 2003 г. учеты проведены на спрямленном участке русла ниже выхода Карсавинской протоки в 15 км от устья р. Худосей. С 2017 г. по 2019 г. исследования проведены на учетном створе, который находится в районе устья р. Кентыльки на нижней границе нерестилищ сиговых рыб.

При сборе материала по дрейфу икры и скату личинок применяли метод учета стока [4, 18]. Всего за период исследований собрано 204 пробы.

Для оценки распределения покатной молоди, независимо от скорости течения потока, использовали формулу, предложенную Д.С. Павловым [1–3]:

$$M_{100} = \frac{m \times 100}{Q_{\text{лов}}}, \quad (1)$$

где M_{100} – количество рыб в 100 м³; m – среднее число рыб в пробах за расчетный период времени; $Q_{\text{лов}}$ – расход воды через сетку = SVt (м³/с); S – площадь входного отверстия (м²); V – скорость течения в сетке (м/с); t – время лова (с).

Абсолютную численность личинок, прошедших через учетный створ, определяли по формуле

$$N = \frac{Q_p m T}{Q_{\text{лов}}}, \quad (2)$$

где N – общее число личинок; Q_p – средний расход воды в реке за расчетный период времени (м³/с); T – расчетный период времени (с), составляющий обычно 6, 12 или 24 ч.



Рис. 1. Карта-схема р. Худосей: 1 – выявленные нерестилища; 2 – расположение учетных створов.

Общая погрешность применяемого метода не превышала 40%, чаще была близка к 30% [4, 18]. Эффективность фильтрации ловушки рассчитывается эмпирически, по авторской методике [4, 18]. Видовую принадлежность личинок устанавливали по разработанному В.Д. Богдановым определителю [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Описание нерестилищ сиговых рыб. Потенциальные нерестилища сиговых рыб в бассейне р. Худосей находятся в среднем и верхнем течении реки на участке от 220 до 380 км (рис. 1) между устьями притоков Поштадькы и Лимпыпитылькы, расположенных на Верхнетазовской возвышенности. Типичные нерестилища – участки русла с горным характером течения, каменными перекатами с субстратом из валунов, гальки и крупнозернистого песка. Обычные места инкубации икры – плесы с каменно-песчаным субстратом. Нерестилища находятся на участках реки, расположенных на высоте более 50 м над ур. м. Ниже притока Лимпыпитылькы нерестилищ нет, так как русло реки приобретает черты мелкого равнинного водотока с заиленным дном, с постоянным поступлением обескислороженных болотных вод, критически уменьшающих содержание растворенного кислорода в реке при минимальных расходах воды в зимнюю межень и, особенно, в начале весны.

В нижнем и частично среднем течении р. Худосей принимает притоки, чья водосборная площадь включает сток с обширных заболоченных пространств лесотундры. Наиболее крупные из них – реки Кашкы, Покалькы, Кентылькы, в которых нерестилища сиговых рыб отсутствуют. Вода этих притоков насыщена гуминовыми кислотами.

Интенсивность осенних дождевых паводков влияет на распределение сиговых рыб по нерестилищам. В многоводные сезоны с продолжительными осенними осадками сиговые рыбы размножаются на верхних участках нерестилищ.

Покатная миграция личинок сиговых рыб. В 2002 г. скат личинок начался 17 мая (рис. 2). Первыми были отмечены личинки пеляди и сига-пыжьяна. Интенсивность ската возрастала с началом подъема уровня воды и достигла своего пика (более 8000 экз/100 м³) с началом ледохода, затем постепенно снижалась, оставаясь, однако, высокой (более 300 экз/100 м³) до окончания ледохода. Пик ската пеляди пришелся на 25 мая, пыжьяна – на 24–26 мая, чира – на 24 мая. Общая численность личинок различных видов, скатившихся с нерестилищ в р. Худосей в 2002 г., была значительной, сопоставимой с современной численностью генераций обских сиговых рыб [7]. Среди покатной молодежи отмечены представители 3 видов сиговых рыб: пелядь, сиг-пыжьян, чир. Особенно высока численность личинок пеляди (табл. 1). Всего в 2002 г. скатилось 1.94 млрд личинок сиговых рыб.

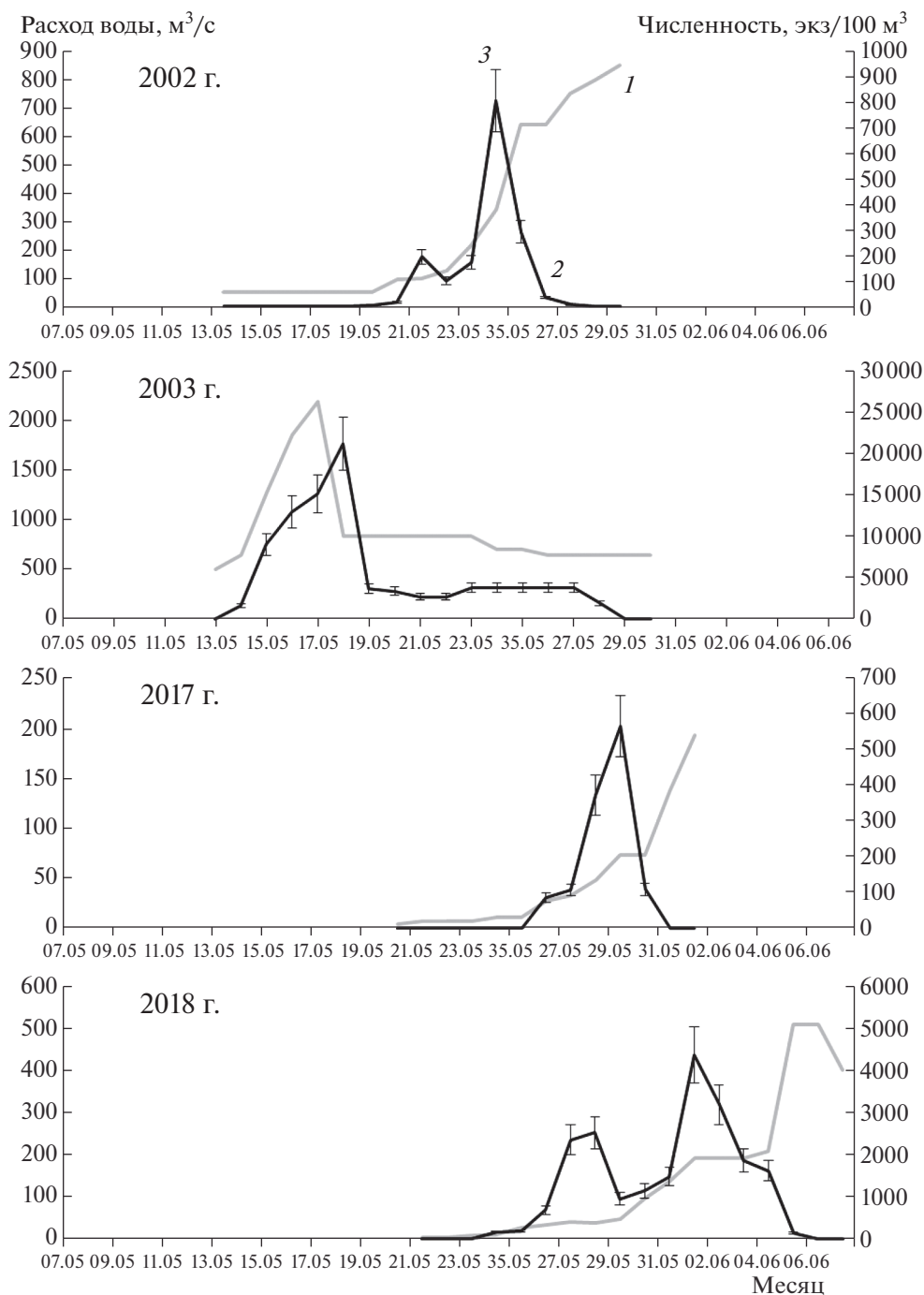


Рис. 2. Зависимость интенсивности ската личинок сиговых рыб от расходов воды в разные годы, р. Худосей: 1 – расходы воды на учетном створе, м³/с; 2 – численность личинок в 100 м³, экз./100 м³; 3 – пределы погрешности.

В 2003 г. скат личинок начался 13 мая. Нарастание их численности проходило одновременно с подъемом воды, пик произошел 18 мая. Отмечены представители 3 видов: пелядь, сиг-пыжьян, чир. Как и в 2002 г., по численности преобладала пелядь – 90.5%. Покатная миграция личинок чира и сига-пыжьяна прекратилась на 7–8 дней раньше, чем у пеляди. Интенсивность ската ли-

чинок в потоке в пик достигала 2710 экз./100 м³. Снижение плотности личинок произошло резко, одновременно с началом ледохода. Общая численность покатной молоди сиговых рыб уменьшилась почти в 2 раза в сравнении с прошлым годом. В дрефте встречались погибшие и живые икринки.

В 2017 г. скат живых личинок сиговых рыб отсутствовал. В уловах с 20 мая по 1 июня была от-

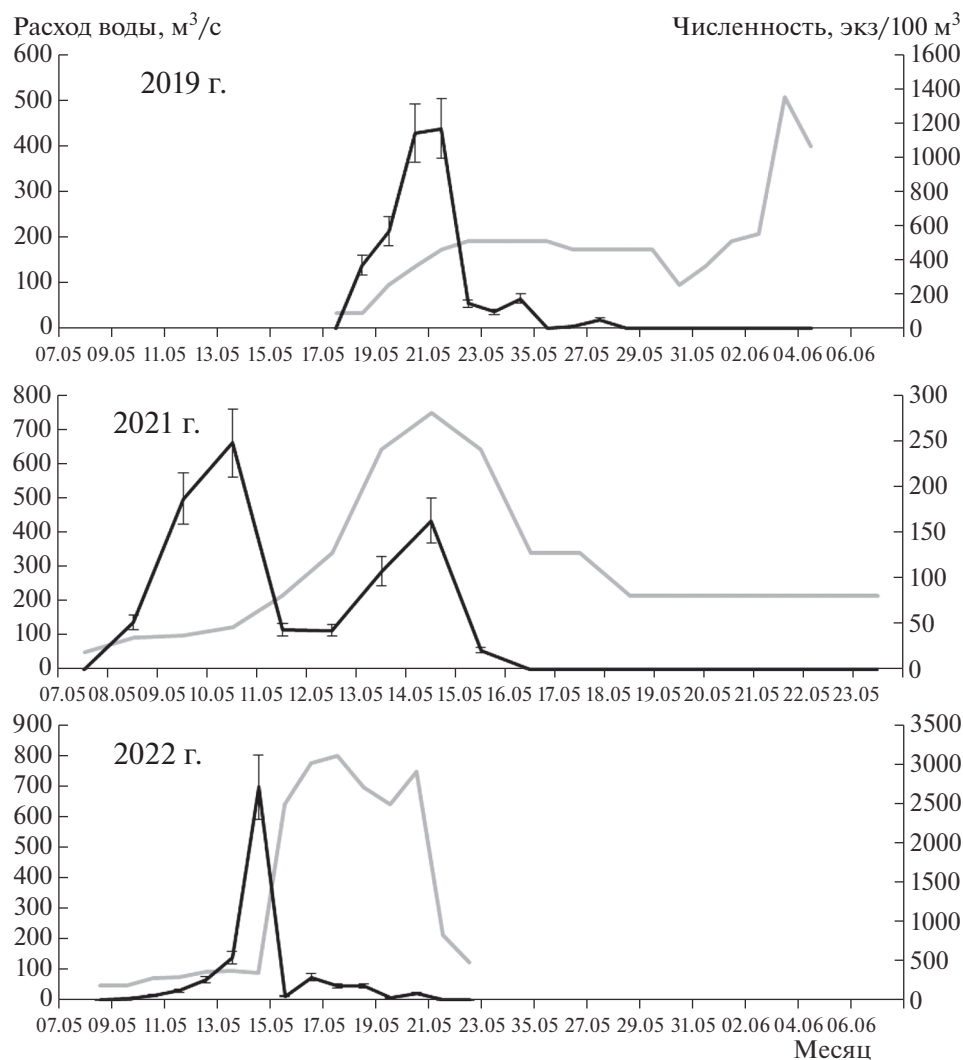


Рис. 2. Окончание.

мечена только погибшая икра чира, пеляди и сига-пыжьяна. Преобладала икра чира, что может быть связано с лучшей ее сохранностью из-за особенностей размножения вида в период ледостава (размножение в заторах шуги), тогда как среди нерестящихся производителей преобладала пелядь. Интенсивность ската была невелика, плотность погибшей икры в потоке не превышала 570 экз/100 м³.

В 2018 г. скат начался 24 мая и закончился 5 июня. Учтено около 300 млн личинок сиговых рыб трех видов. Среди покатной молоди преобладала пелядь. Отмечена мертвая икра чира. Из-за холодной и затяжной весны ледовый покров на нижних и верхних нерестилищах вскрывался неравномерно, поэтому были отмечены два пика интенсивности покатной миграции. Основная масса личинок скатилась до начала ледохода. Интенсивность ската возрастала по мере подъема уровня воды и достигла своего пика (до 4400 экз/100 м³) с началом ледохода.

В 2019 г. скат личинок продолжался с 18 по 28 мая. Численность личинок пеляди впервые за все время наблюдений оказалась меньше, чем сига-пыжьяна. Плотность личинок в потоке достигала 1140 экз/100 м³. Учтено 153 млн покатных личинок сиговых рыб двух видов. Наступление тепла было резким, и основная масса ранней молоди скатилась до начала ледохода. Впервые за период исследований среди покатных личинок отсутствовал чир.

В 2021 г. первые подвижки льда начались одновременно с подъемом воды 9 мая, ледоход начался 11 мая при низких расходах воды и не сопровождался ледовыми заторами. После прохождения ледохода начались заморозки, и расходы воды упали. Покатная миграция личинок сиговых рыб началась 8 мая и завершилась 18 мая, т.е. большинство личинок скатилось после ледохода. Отмечены два пика интенсивности ската. Численность покатных личинок пеляди и сига-пыжьяна была

Таблица 1. Численность и видовой состав покатных личинок и икры сиговых рыб, млн экз.

Река	Год	Пелядь	Сиг-пыжьян	Чир	Численность мертвой икры
Худосей	2002	1885.7	55.3	0.37	0
Покалькы		0	0	0	0
Худосей	2003	935.0	30.8	67.5	19.2
Худосей*	2017	4.6	1.6	12.3	18.5
Кентылькы	2018	0	0	0	0
Худосей		212.0	78.3	9.7	0
Худосей	2019	74.3	78.5	0	0
Худосей	2021	18.5	7.6	0	0
Худосей	2022	543.4	70.8	9.9	0.3
Покалькы		0	0	0	0

* В учетах отмечена только погибшая икра.

минимальной за период исследований, а личинки чира отсутствовали. Максимальная плотность личинок в потоке не превышала 250 экз/100 м³.

В 2022 г. из-за непрочного и тонкого льда на стрежне, сформировавшегося к началу мая, и аномально теплой погоды первые подвижки льда на р. Худосей начались 8 мая сразу при появлении заберегов. На учетном створе ледоход проходил при небольших расходах воды и слабых ледовых заторах. Интенсивный подъем воды продолжался в течение 6 сут. Скат личинок продолжался до 22 мая. Отмечен один пик интенсивности ската: плотность личинок в потоке достигала 2710 экз/100 м³. Численность покатных личинок пеляди и сига-пыжьяна существенно повысилась по сравнению с последними тремя годами, впервые с 2018 г. отмечены личинки чира.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установлено, что р. Худосей является местом массового размножения сиговых рыб бассейна р. Таз. Нерестилища в р. Худосей находятся на удаленных от мест нагула участках с высокими скоростями течения и песчано-галечным или галечным грунтом. Качество нерестилищ обеспечивает благоприятные условия для развития отложенной икры. Потенциальные нерестилища расположены в русле р. Худосей на участке от устья р. Лимпыттылькы до перекатов выше устья р. Пошталькы. Места размножения отсутствуют в нижнем течении и притоках р. Худосей. Вероятно, небольшие по площади нерестилища могут находиться лишь в северном притоке – р. Чатылькы, что требует проверки.

Производители сиговых рыб могут использовать все потенциальные нерестилища. Распределение производителей по нерестилищам и гидрологические особенности реки в весенний период определяют характер покатной миграции личинок сиговых рыб.

Скат личинок с нерестилищ происходит в период паводковой волны. Характер покатной миграции личинок традиционный для сиговых рыб: одновременно с подъемом воды начинается постепенное нарастание численности личинок, пик ската наблюдается при резком увеличении расхода воды непосредственно перед ледоходом, снижение интенсивности миграции происходит быстрее, чем нарастание. При одновременном ледоходе на всем протяжении реки личинки скатываются за короткий период времени и формируют один пик ската. Если сроки ледохода в верхней части нерестилищ отстают от нижней части или происходит неодновременное вскрытие северных и южных притоков, проявляются два пика ската. Покатная миграция личинок сиговых рыб заканчивается спустя несколько дней после ледохода.

Самое раннее начало покатной миграции на р. Худосей отмечено 8 мая, самое позднее – 24 мая. Большая часть личинок скатывается за 2–3 сут, скат может продолжаться 10 – 13 сут. В пик ската за три дня скатывается около 80% личинок.

Среди покатной молодежи в р. Худосей обычно доминируют личинки пеляди, следующие по численности виды – сиг-пыжьян и чир, что соответствует соотношению видов среди производителей во время нерестового хода [12]. В последние годы общая численность ранней молодежи пеляди и сига-пыжьяна снизилась. Выявлены значительные изменения абсолютной численности покатных личинок сиговых рыб. В сравнении с началом 2000-х гг. численность покатных личинок пеляди к 2021 г. снизилась в 100 раз, сига-пыжьяна – в 10 раз, а скат личинок чира прекратился. Наиболее вероятная причина резкого снижения численности сиговых рыб – чрезмерный промысел на путях миграций по руслу р. Таз.

Численность покатной молодежи сиговых рыб весной 2022 г., вопреки тенденции последних лет, резко возросла. Это связано с заходом обских производителей сиговых рыб в р. Таз в 2021 г., причем основу стада пеляди и сига-пыжьяна со-

ставляли особи 2017 г. рождения (генерации, которые должны были отсутствовать в бассейне р. Таз из-за полной гибели икры, послужили маркером).

Вероятно, гибель инкубируемой икры в р. Худосей происходит с определенной регулярностью, так как среди сиговых рыб отсутствует короткоцикловый тугун. Заморные явления от промерзания нерестилищ также отмечены в притоке Ратта [11].

Общая численность личинок различных видов, скатившихся с нерестилищ в р. Худосей, может быть значительной и сопоставимой с численностью личинок в самом крупном нерестовом притоке нижней Оби – Северной Сосьве [9].

ВЫВОДЫ

1. Покатная миграция личинок сиговых рыб на нижней границе нерестилищ в р. Худосей проходит с закономерностью, выявленной ранее на других нерестовых реках: скат начинается с первым подъемом воды и заканчивается непосредственно перед ледоходом или сразу после него.

2. Скат личинок сиговых рыб в притоках р. Худосей не обнаружен.

3. Потенциал р. Худосей в воспроизводстве сиговых рыб очень большой. Численность скатившейся молоди может достигать величин, сопоставимых с генерациями сиговых рыб нерестовых притоков Нижней Оби.

4. За последние 20 лет уровень воспроизводства сиговых рыб в р. Худосей снизился. К 2019 – 2021 гг. прекратилось размножение чира, численность покатной молоди пеляди уменьшилась в 100 раз, сига-пыжьяна – в 10 раз.

5. При возникновении условий для образования заморы и промерзания перекаатов в районе нерестилищ в р. Худосей происходит полная гибель икры сиговых рыб.

6. Увеличение уровня воспроизводства сиговых рыб р. Таз может происходить за счет рыб Оби, как это произошло в 2022 г.

Работа выполнена по госзаданию ФГБУН ИЭРиЖ УрО РАН (№ АААА-А19-119031890085-3), а также при поддержке администрации ЯНАО и Красноселькупского района, ГКУ “Ямалспас” Красноселькупского ПСО, Государственного природного заповедника “Верхне-Тазовский”, за что авторы выражают им благодарность.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторы подтверждают, что в работе при использовании живых организмов в качестве объектов исследования соблюдались правовые и этические нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов Д.С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. М.: Наука, 1979. 319 с.
2. Павлов Д.С. Миграции рыб во внутренних водоемах и их связь с течением // Журн. общей биологии. 1986. Т. 47. С. 173–182.
3. Павлов Д.С., Нездолый В.К., Ходоревская Р.П. и др. Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и Или. М.: Наука, 1981. 320 с.
4. Богданов В.Д. Выклев и скат личинок сиговых рыб уральских притоков Нижней Оби // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. Свердловск, 1983. С. 55–79.
5. Jokikokko E., Huhmarniem A., Leskelä A., Vähä V. Migration to the sea of river spawning whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) fry in the northern Baltic Sea // Advances in Limnology V. 63. (2012). P. 117–125. <https://doi.org/10.1127/advlim/63/2012/117>
6. Богданов В.Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб реки Северной Сосьвы. Препринт. Свердловск, 1987. 60 с.
7. Богданов В.Д. Современное состояние воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2008. № 9. С. 33–37.
8. Богданов В.Д., Богданова Е.Н. Особенности ската личинок сиговых рыб в низовьях р. Северной Сосьвы // Морфологическая характеристика некоторых видов рыб Обь-Иртышского бассейна. Свердловск, 1984. С. 11–28.
9. Богданов В.Д., Богданова Е.Н. Экологические аспекты ската личинок сиговых рыб при длительном миграционном пути // Экология, 2012. № 4. С. 290–297.
10. Богданов В.Д., Мельниченко С.М., Мельниченко И.П. Скат личинок сиговых рыб в районе нерестилищ на р. Манья (бассейн Нижней Оби) // Вопр. ихтиологии. Т. 31. 1991. С. 776–782.
11. Кижеватов Я.А., Дедков Е.Б. К вопросу воспроизводства сиговых рыб и налима в р. Ратте (бассейн р. Таз) // Научный вестник. Вып. 1. Экологические исследования на Ямале: итоги и перспективы. Салехард, 2005. С. 56–60.
12. Кижеватов Я.А. К вопросу о воспроизводстве рыбных ресурсов в бассейне р. Таз // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2011. № 2. С. 18–26.
13. Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна. Тюмень: Тюменское кн. изд-во, 1958. 251 с.
14. Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. М.: Пищепромиздат, 1971. 182 с.
15. Тунев В.Е. Экологические особенности, динамика численности и промысел пеляди *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) Тазовского бассейна: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2015. 18 с.
16. Головкин Г.А. Заморные условия в Тазовском бассейне и их влияние на рыб и промысел // Изв. ВНИОРХ. Л., 1948. Т. 25. Вып. 2. С. 105–124.
17. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. Омск: ФГУП “Омская картографическая фабрика”, 2004. 304 с.
18. Богданов В.Д. Морфологические особенности развития и определитель личинок сиговых рыб р. Оби. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 54 с.