

ПОКАТНАЯ МИГРАЦИЯ РАННИХ ЛИЧИНОК
ЕВРОПЕЙСКОЙ РЕЧНОЙ МИНОГИ *LAMPETRA FLUVIATILIS*

© 2014 г. Академик Д. С. Павлов, Д. Ю. Назаров, А. О. Звездин, А. В. Кучерявый

Поступило 01.08.2014 г.

DOI: 10.7868/S0869565214320231

Миграции на ранних этапах развития характерны для многих видов животных. Их адаптивное значение связано с расселением особей и освоением трофической части ареала. Расселение молоди водных животных происходит, как правило, в форме покатной миграции благодаря транспортной силе потока воды. Покатной миграции рыб посвящено множество работ, в которых подробно рассмотрены закономерности и механизмы этого процесса [1]. Подобные исследования, касающиеся миногообразных (отр. *Petromyzontiformes*), проведены только для тихоокеанской миноги (*Lethenteron camtschaticum*) из рек северо-западного побережья полуострова Камчатка [2, 3]. Для европейской речной миноги *Lampetra fluviatilis* такие исследования нам не известны. Целью данной работы было выявление наличия и особенностей покатной миграции личинок европейской речной миноги *Lampetra fluviatilis* в реках бассейна Балтийского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в мае–июле 2014 г. на реках бассейна Балтийского моря – р. Гладышевка и р. Рошинка (бассейн р. Чёрная), р. Каменка (бассейн р. Луга).

Река Гладышевка протекает по Выборгскому району Ленинградской области и Курортному району г. Санкт-Петербург. Она берет начало из оз. Гладышевское и сливается с р. Рошинка. Вместе они образуют реку Чёрная, впадающую в Финский залив Балтийского моря. Длины рек Гладышевка и Рошинка от истока до их слияния составляют 12 и 15 км соответственно. Координаты точки слияния 60°13'15.74" с.ш., 29°30'56.26" в.д. Протяженность р. Чёрная – 5 км. Общая площадь водосборного бассейна этих рек составляет 668 км². Глубины на перекатах в межень достигают 1 м,

на плесовых участках 2.5 м. Дно галечно-гравийное, вдоль берегов песчаное, со слоем иловых наносов до 10 см толщиной. Ширина р. Гладышевка и р. Рошинка в районе их слияния составляет 15–20 м. Установку орудий лова в р. Гладышевка и в р. Рошинка производили в 100 м и в 20 м выше их слияния соответственно; в р. Чёрная в 1 км от места впадения в Финский залив. Скорость течения в районе постановки орудий лова составляла в р. Гладышевка 0.76 м/с, в р. Рошинка 0.56 м/с, а в р. Чёрная около 1.5 м/с.

Река Каменка – небольшой водоток, протяженностью 10 км, в Лужском районе Ленинградской области, является притоком первого порядка в среднем течении р. Луга, впадающей в Финский залив Балтийского моря. Координаты устья р. Каменка – 58°52'46.28" с.ш., 29°49'12.32" в.д. На исследованном участке до 1 км от устья дно реки повсеместно галечно-гравийное, вдоль берегов встречаются песчано-илистые наносы. Ширина реки не превышает 4 м, глубина меняется от 0.2 до 0.5 м. В месте постановки орудия лова в 200 м выше устья скорость течения на стрежне составляла 0.45 м/с.

Отлов сеголеток миноги проводили по стандартной методике [4] с использованием пассивного орудия лова – ихтиопланктонной конусной сети (ИКС). Площадь входного отверстия сети (0.4 × 0.4 м) составляла 0.16 м². Сеть была выполнена из мельничного газа № 30. Продолжительность взятия проб составляла от 3 до 10 мин.

Концентрацию скатывающихся личинок миноги пересчитывали на 100 м³ воды по формуле

$$C = \frac{n}{tVS} \cdot 100,$$

где C – концентрация личинок, n – количество пойманных личинок (шт.) за время лова t (с), V – скорость течения, входящего в устье ИКС (м/с), S – площадь входного отверстия ИКС (м²).

Одновременно с работами по исследованию покатной миграции проводили поиск мест обитания пескороек. Их отлов вели с помощью двух сетей Киналева – для сеголеток использовали сеть

Таблица 1. Общая характеристика собранного материала

Места взятия проб	Дата	<i>n</i> проб день/ночь, шт.	Число пойманных покатников, шт.	Макс. концентрация, экз./100 м ³
р. Гладышевка (р-н истока)	19.06.14	0/2	0	0.0
р. Гладышевка (р-н слияния с р. Рошинка)	18–21.05.14	4/10	0	0.0
	16–17.06.14	2/10	232	52.1
	18.06.14	2/4	156	68.5
	19.06.14	2/1	21	28.7
	20.06.14	1/2	145	108.3
	21.06.14	1/1	76	104.2
	8–12.07.14	2/12	0	0.0
р. Рошинка	20–21.06.14	1/3	11	13.0
р. Чёрная	19–20.06.14	1/1	41	–
р. Каменка	14–15.06.14	2/7	161	478.0

размером 0.5 × 0.7 м, выполненную из мельничного газа № 14, для пескороек возраста 1+ и старше – 0.4 × 0.7 м из безузловой дели с ячейей 3 мм. Лов вели на разнообразных участках реки с глубинами до 1 м. Места лова различались скоростью течения и характером грунтов. За один лов облавливали до 1.5 м² площади дна. Плотность личинок оценивали по результатам нескольких ловов. Общее количество ловов составило 150.

Наблюдение за поведением сеголеток миноги проводили в прямоугольных контейнерах размером 39 × 30 × 20.5 см, с разными характеристиками покрытия дна: с илистым грунтом, с мелким гравием и без грунта. Толщина слоя грунта в контейнерах составляла 5.5 см. Наблюдения осуществляли как в проточных (скорость потока воды составляла 0.03–0.04 м/с), так и в непроточных контейнерах. Фотореакцию личинок изучали в канале длиной 1.5 м и сечением 10 × 10 см. На одном из его концов был расположен искусственный источник света. Освещенность между торцами установки менялась от 2500 до 0.03 люкс (лк). Фиксировали распределение личинок по длине канала в зависимости от освещенности.

Скорость течения измеряли при помощи акустического доплеровского портативного ручного измерителя ADV FlowTracker (SonTek, США), освещенность – люксметром Аргус-01 (ВНИИОФИ, Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основные исследования проведены на р. Гладышевка, где наблюдения были начаты 19 мая. Было обнаружено преднерестовое поведение производителей миноги при температуре воды 9.5°С на песчано-гравийных перекатах в разных частях речного бассейна. Здесь производители держались группами до 10 особей за крупными

валунами в зоне гидравлической тени. По сообщениям местных жителей, нерест миноги происходит обычно в мае–июне в течение двух-трех недель, а его начало фенологически совпадает со временем цветения черемухи. Глубина на нерестилищах меняется от 0.2 до 1.2 м. Скорость течения на обследованных перекатах достигает 0.7–1.5 м/с.

В период проведения наблюдений производители держались группами до 7–10 особей и активно расчищали участки грунта для постройки гнезда. На момент завершения наблюдений 22 мая одновременно с преднерестовым поведением уже зашедших в реку миног продолжался нерестовый ход производителей.

Общая характеристика материала по покатной миграции личинок миноги в исследованных водотоках представлена в табл. 1.

Пробы, взятые в р. Гладышевка в период с 18 по 21 мая, показали отсутствие покатной миграции личинок миноги. Скот сеголеток в р. Гладышевка был зафиксирован 16 июня, когда инкубационный период завершился и происходил выход личинок из грунта. Длина личинок изменялась от 6.2 до 7.8 мм (в среднем – 6.9 мм, *SD* = 0.45).

Суточная динамика покатной миграции была исследована в р. Гладышевка (рис. 1) и р. Каменка (рис. 2). В вечерние сумерки при понижении освещенности до 150 лк было отмечено первое попадание в ловушки личинок миноги. При уменьшении освещенности до значения единицы люкс наблюдали увеличение концентрации личинок в потоке. Пик ската приходился на самое темное время суток – с 1:30 до 3:00 часов ночи (десятые и сотые доли люкса). При утреннем увеличении освещенности до 1.5 лк интенсивность покатной миграции начала падать, а при достижении 30 лк скат практически прекратился. В период проведения работ (с 16 по 21 июня)

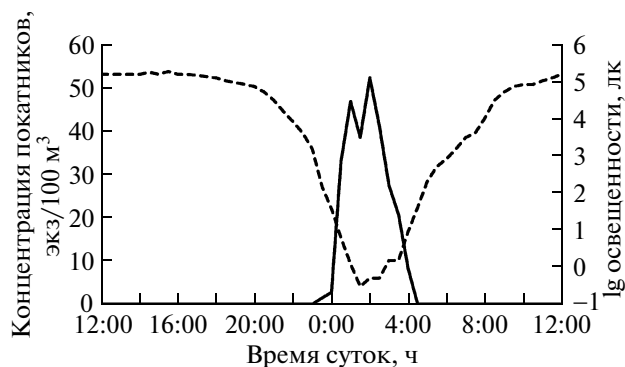


Рис. 1. Суточная динамика покатной миграции ранних личинок миноги в р. Гладышевка (16–17.06.2014). Сплошной линией показана концентрация скатывающихся личинок, экз./100 м³; прерывистой линией показан lg освещенности, лк.

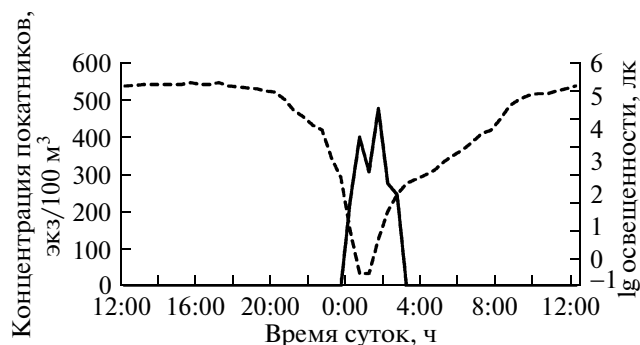


Рис. 2. Суточная динамика покатной миграции ранних личинок миноги в р. Каменка (14–15.06.2014). Сплошной линией показана концентрация скатывающихся личинок, экз./100 м³; прерывистой линией показан lg освещенности, лк.

концентрация покатников увеличивалась с 52.1 до 108.3 экз./100 м³.

Одновременно с покатной миграцией в р. Гладышевка происходила покатная миграция личинок миноги в р. Рошинка. Здесь контрольные отловы были выполнены 21 июня. Они показали, что интенсивность ската в р. Рошинка значительно ниже, чем в р. Гладышевка. В р. Рошинка в период с 00:00 до 2:00 она достигала 13 экз./100 м³, а в р. Гладышевка в это же время 104.2 экз./100 м³. Кроме того, в р. Чёрная на приустьевом участке также происходил скат сеголеток.

Покатная миграция ранних личинок миноги завершилась в первой декаде июля: в пробах, взятых в р. Гладышевка, с 8 по 12 июля личинки уже отсутствовали.

В р. Каменка суточная динамика ската личинок миноги была исследована 14 июня (рис. 2). Она носила сходный характер с динамикой ската в р. Гладышевка. Начало ската было приурочено к падению освещенности до единиц люксов, пик покатной миграции приходился на самое темное время суток с освещенностью, равной сотым долям люкса (с 0:30 до 2:00), когда концентрация покатников достигала 478 экз./100 м³. Прекращение покатной миграции происходило при повышении освещенности до десятков люксов. Длина покатников менялась от 6.6 до 8.2 мм (в среднем 7.3 мм, $SD = 0.41$).

Распределение ранних личинок миноги было изучено в период после завершения покатной миграции (с 8 по 15 июля). В р. Гладышевка их находили повсеместно от верховьев до приустьевого участка. Длина личинок менялась от 8.2 до 13.0 мм (в среднем 10.0, $SD = 1.07$). Следует заметить, что сеголетки и пескоройки более старших возрастных классов обитают совместно. Вместе с тем места, где они достигают наибольших концентраций, различаются. Пескоройки всех воз-

растных классов придерживаются участков с медленным течением, как правило, вдоль берегов, где происходит накопление иловых наносов и органического мусора — за песчаными косами, стволами упавших деревьев, крупными валунами в русле реки и др. Однако плотность сеголеток по сравнению со старшими возрастными группами пескороек здесь невелика (10 экз./м² против 60 экз./м²). Наибольших концентраций (до 100 экз./м²) сеголетки достигают в иных, как правило, соседних биотопах, где пескороек старших возрастных групп почти не встречается — на песчаных грунтах с небольшим слоем иловых наносов. Такие участки расположены чуть дальше от берега на глубине до 1.2 м.

В р. Каменка распределение мест обитания сеголеток и пескороек других возрастных классов оказалось более мозаичным по сравнению с р. Гладышевка и р. Рошинка. Они встречаются совместно в схожих с р. Гладышевка биотопах: вдоль песчаных берегов и подводных кос, где присутствует слой иловых наносов. Их глубина до 0.1 м, а площадь редко превышает 0.7 м². Концентрация пескороек в возрасте 1+ и старше здесь достигала 50 экз./м², а сеголеток — до 100 экз./м². Часть личинок в период покатной миграции, по всей видимости, выносятся в р. Луга — единично они были отловлены в грунте в 15 м ниже устья р. Каменка. Выше устья р. Каменка личинок обнаружено не было. Длина личинок менялась от 8.3 до 11.1 мм (в среднем составила 10 мм, $SD = 0.98$).

Данные о покатной миграции, полученные при помощи ИКС, были дополнены наблюдениями за поведением сеголеток миноги в экспериментальных условиях. Круглосуточные наблюдения в контейнерах с чистым дном показали, что покатники почти все время находятся в движении. Характер их перемещений был беспорядоч-

ным: личинки плавали, наклонившись головой вниз, пытаясь зарыться в отсутствующий грунт. Все движения происходили у дна, подъемов личинок в толщу или к поверхности воды (свечек) отмечено не было. Личинки миноги, завершившие скат, в контейнерах с чистым дном большую часть времени лежали на дне, периодически совершая короткие перемещения. Все сеголетки, посаженные в контейнеры с илом или мелким гравием, сразу зарывались в предложенный грунт.

В условиях равномерного освещения и покатники, и немигрирующие личинки были более активны при высокой освещенности — днем или в луче искусственного источника света. В условиях градиента освещенности покатники и личинки, завершившие скат, различались по фотореакции. Покатники активно перемещались по фотоградиентной установке, переходя из ярко освещенных участков в затемненные и обратно. При высоких значениях освещенности (2500–150 лк) находилось 14% от общего количества особей, участвовавших в эксперименте ($n = 43$), при 150–1 лк — 41% особей и при освещенности менее 1 лк — 45% особей. Личинки, окончившие покатную миграцию, предпочитали лежать на дне в затемненном конце установки: при освещенности ниже 1 лк находилось 92% особей ($n = 42$), при освещенностях 2500–150 лк и 150–1 лк отмечено 5 и 3% особей соответственно.

Можно предположить, что отмеченные особенности поведения покатников, а именно повышенная двигательная активность и отсутствие четкой отрицательной фотореакции способствуют осуществлению их покатной миграции. И напротив, малая двигательная активность и резко отрицательная фотореакция личинок, завершивших скат, способствуют прекращению покатной миграции и их обитанию в грунте.

Таким образом, впервые установлена массовая покатная миграция сеголеток европейской речной

миноги *Lampetra fluviatilis*. Она сходна с таковой у тихоокеанской миноги — *Lethenteron camtschaticum* [2, 3]. Миграция происходила во второй–третьей декаде июня и носила кратковременный характер. Пик миграционной активности сеголеток приходился на самое темное время суток. После завершения первичного расселения у личинок снижается двигательная активность и меняется отношение к освещенности — фотореакция становится отрицательной.

Авторы благодарят всех коллег, принимавших участие в процессе подготовки экспедиции и работе полевой группы. Особую благодарность мы выражаем директору “ГосНИОРХ”, д. б. н. А.А. Лукину, заведующему лабораторией этого института, к. б. н. С.Ф. Титову и их коллегам за помощь по выбору места для проведения настоящего исследования. Мы также благодарны ведущему специалисту Дирекции особо охраняемой природной территории г. Санкт-Петербурга А.Е. Марунчаку за организацию нашего пребывания на территории Государственного природного заказника “Гладышевский”.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 14–14–01171).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов Д.С., Лунандин А.И., Костин В.В. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 2007. 213 с.
2. Павлов Д.С., Кириллов П.И., Кириллова Е.А. и др. В сб.: История изучения и современное биоразнообразие Камчатки. Петропавловск-Камчатский, 2013. С. 83–86.
3. Kirillova E.A., Kirillov P.I., Kucheryavyy A.V., Pavlov D.S. // J. Ichthyol. 2011. V. 51. № 11. P. 1117–1125.
4. 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.