

УДК 597.553.2:574.34

А.М. Каев, Ю.И. Игнатъев\*

Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

### О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАТНОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ В ПОТОКЕ НЕБОЛЬШОЙ САХАЛИНСКОЙ РЕКИ

При изучении плотности миграционного потока молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в р. Вознесенка (юго-восточный Сахалин) выявлена большая изменчивость распределения покатников по поперечному створу реки. Одна из её причин — скорость воды, с увеличением которой вследствие турбулентных характеристик покатники в большей мере концентрируются в стрежневой части потока. Другой причиной может быть поведение самой молоди, связанное с инстинктом к созданию агрегаций, что реализуется через зрительный контакт. Возможности такого контакта увеличиваются в сравнительно светлые ночи или при увеличении концентрации покатников (уменьшение дистанции между ними).

**Ключевые слова:** молодь горбуши, покатная миграция, распределение покатников, численность, скорость потока, освещённость.

**Kaev A.M., Ignatyev Yu.I.** On distribution of migratory fry of pink salmon in the stream of a small Sakhalin river // *Izv. TINRO*. — 2015. — Vol. 180. — P. 93–98.

Distribution of migratory fry of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the stream of the Voznesenka River (south-eastern Sakhalin) is investigated and its high inhomogeneity is revealed. One of the reasons is the stream structure — the fry aggregate mainly in the main flow. Another reason could be the fry behavior — they instinctively try to form aggregations with visual contact, in particular in relatively light nights or in conditions of their high abundance (short distance between the individuals).

**Key words:** fry of pink salmon, downstream migration, fry distribution, fry abundance, river stream velocity, illumination.

#### Введение

Один из важнейших элементов прогноза с годичной заблаговременностью численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в Сахалино-Курильском регионе — урожай покатной молоди. Для его определения в ряде рек осуществляется количественный учёт методом выборочных обловов (Таранец, 1939), модифицированным к небольшим водотокам Сахалина и Курильских островов (Воловик, 1967; Каев, 2010). Основа его — периодические обловы мальковой ловушкой в течение ночи в контрольных позициях. Зачастую при многолетних стандартных учётах обходятся без специальных обловов по времени, так как в процессе обычных учётных ловов ловушка выставляется через определённые промежутки времени начиная с вечерних сумерек, когда скат только начинается, и заканчивая при утреннем рассвете, когда он обычно завершается. Од-

\* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, заведующий отделом, e-mail: a.kaev@sakhniro.ru; Игнатъев Юрий Иванович, заведующий сектором, e-mail: pices@sakhniro.ru.

Kaev Alexander M., D.Sc., head of department, e-mail: a.kaev@sakhniro.ru; Ignatyev Yury I., head of section, e-mail: pices@sakhniro.ru.

нако неперенный атрибут этого учёта — обловы по поперечному створу реки, чтобы выяснить, какая доля молоди попадает в ловушку в контрольной позиции от общего количества мальков, скатывающихся через створ реки в пункте учёта. На практике такие обловы осуществляются два-четыре раза в месяц. В процессе количественного учёта в 2014 г. в р. Вознесенка (юго-восточный Сахалин) они проводились чаще для решения дополнительной задачи: установить особенности распределения молоди горбуши по поперечному створу реки при разных условиях покатной миграции.

### Материалы и методы

Обловы в разных позициях поперечного створа реки выполнялись во время суточного пика покатной миграции. Мальковая ловушка имела обычно принятые размеры (квадратное входное отверстие 50 x 50 см), в результате чего число всех последовательных позиций её выставления было вдвое больше ширины створа, измеренного в метрах (1-я позиция — от берега до 0,5 м, 2-я — от 0,5 до 1,0 м и т.д.). Для удобства сопоставления данных номера позиций не изменялись при разной ширине водного потока. 19 мая проведена первая серия таких обловов, по результатам которой с 21 мая был несколько изменён порядок позиций выставления ловушки на все последующие серии. Экспозиция ловушки была постоянной в процессе выполнения суточной серии обловов, однако она изменялась от 1 до 3 мин в разные ночи в зависимости от интенсивности покатной миграции. С учётом быстро меняющейся интенсивности миграции (нарастание, спад и хаотичные короткоцикловые изменения) в одной из позиций в районе наибольших уловов обловы проводили трижды — в начале серии, по ходу её проведения (поочередно выставляя ловушку в намеченных позициях от одного берега к другому) и при завершении серии. В соответствии с темпом изменения уловов в этой контрольной позиции во всех других позициях осуществлялась коррекция уловов к единому времени — к моменту второй постановки ловушки в контрольной позиции (Каев, 2010).

Всего проведено 12 серий таких обловов (данные последней серии 16 июня не приводятся, так как был пойман всего один малёк). Перед каждой серией обловов проводили замер глубин реки по створу через 1 м, что позволило рассчитывать плотность миграционного потока, относя улов к площади перекрываемого фрагмента створа. Если глубина потока превышала высоту ловушки, то улов корректировался пропорционально превышению. Скорость потока измеряли гидрологической вертушкой фирмы Isuzu, погружая её на глубину 15 см или опуская на дно при меньших глубинах.

### Результаты и их обсуждение

Учётный створ находился примерно в 200 м от устья реки. 17–18 мая во время шторма устье было частично замыто, в результате подпора уровень в нижней части реки поднялся, а течение замедлилось. Размыв бара произошёл между 26 и 28 мая, как следствие в ночь на 28 мая уровень воды существенно понизился, а скорость потока увеличилась. В дальнейшем изменения этих параметров носили обычный характер, при увеличении водности потока (дождь) повышалась и его скорость. Наибольшее количество молоди горбуши, мигрирующей через учётный створ (в экземплярах на квадратный метр), отмечалось в центральной части потока (рис. 1), сначала в позициях 15 и 16 (7,0–7,5 и 7,5–8,0 м), а с 28 мая, с уменьшением ширины потока, в позиции 18 (8,5–9,0 м). Как правило, в этих позициях фиксировалась наибольшая скорость потока. Исключением выглядит наиболее глубокий участок створа у левого берега, где сравнительно слабые уловы сочетались с большим течением. Появление такого феномена было обусловлено следующим. Выше по течению в русле реки находился каменистый выступ, который «отбивал» часть стрежневого потока в направлении левого берега. В то же время эта струя распространялась только по поверхности. Так, по замерам 4 июня скорость потока в позиции ловушки 22 в слое воды 5–15 см от поверхности составляла 0,75 м/с, 15–25 см — 0,52 м/с, 25–35 см — 0,40 м/с, т.е. быстро уменьшалась с глубиной. С учётом такого «застоя» воды в нижних горизонтах становится понятным уменьшение интенсивности ската молоди горбуши в этой части створа речного потока.

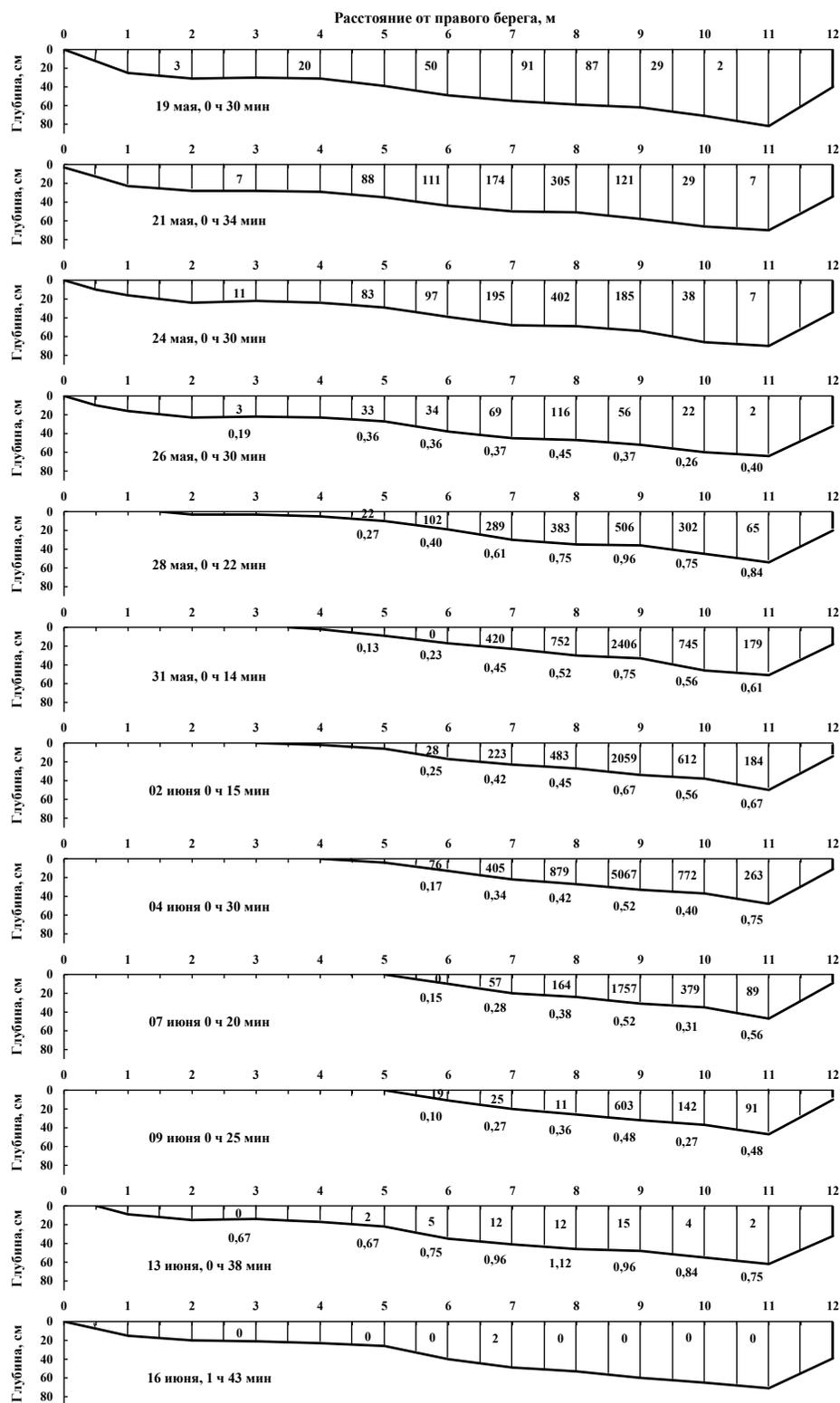


Рис. 1. Ширина и глубины поперечного учётного створа в р. Вознесенка, скорость течения воды (м/с, обозначения под сегментами створа) и количество мигрирующей молоди горбуши (экз./м<sup>2</sup>, значения в сегментах створа) в разных позициях установки мальковой ловушки в мае-июне 2014 г.

Fig. 1. Width and depths of the count cross-section in the Voznesenka River, stream velocity (m/s, indicated under each segment of the cross-section), and number of pink salmon fry migrated across the section (ind./m<sup>2</sup>, indicated in the segments of cross-section) counted in May-June, 2014

Количество мигрирующей молоди сильно изменялось в разные ночи, причём степень таких изменений была неодинаковой в разных позициях постановки ловушки (рис. 1). Так, в позиции 18 (стречневая часть потока) значения плотности варьировали в пределах от 15 до 5067 экз./м<sup>2</sup>, а в позиции 14 (ближе к берегу, медленнее течение) — от 12 до 420 экз./м<sup>2</sup>, т.е. соответственно в 338 и 35 раз. Уловы в разные ночи значительно различались по абсолютной величине, поэтому для сравнения изменений плотности ската в разных позициях его значения представим в процентах. Так как обловы с 21 мая проводились в одних и тех же позициях, можно специально не рассчитывать средне-взвешенную плотность ската по всему створу. Задача вполне решается определением значений плотности в каждой из позиций, в которых выставлялась ловушка, в процентах от общей суммы таких значений. Небольшими уловами в правобережной мелководной зоне можно пренебречь, тем более что в некоторые ночи обловы в этих позициях не проводились из-за осушения дна. Уловы в позиции 22 (10,5–11,0 м) также исключаем из анализа из-за показанных выше особенностей данного участка створа. Таким образом, сравниваем относительные значения плотности ската в позициях с 12-й (5,5–6,0 м) по 20-ю (9,5–10,0 м) за период с 26 мая, т.е. с даты, когда начали измерять скорость потока.

Заметное увеличение плотности миграционного потока молоди наблюдается на участках с более высокой скоростью водного потока (рис. 2), что вполне соответствует проявлению механизмов покатной миграции (Павлов и др., 2007). Понятно, что эта плотность условна в том смысле, что её величина связана со скоростью потока воды. Однако эта тенденция не исчезает, а лишь только ослабевает после приведения фактических значений плотности ската к одинаковой для всех позиций скорости течения (делением плотности ската на скорость потока в данной позиции). Следовательно, помимо непосредственной скорости водного потока существуют ещё какие-то причины, способствующие концентрации молоди в стречне потока. Если все 8 сравниваемых серий обловов ранжировать по средней плотности ската, рассчитанной при условной скорости водного потока 1 м/с, и разделить на две равные группы (по 4 серии), то в первой средняя плотность миграционного потока будет равной 136 экз./м<sup>2</sup>, во второй — 864 экз./м<sup>2</sup>. При сопоставлении этих групп по относительной плотности ската в разных позициях налицо заметное увеличение плотности миграционного потока молоди при её большой численности на участках с высокой скоростью воды (рис. 3), т.е. такой причиной может выступать численность самой молоди.

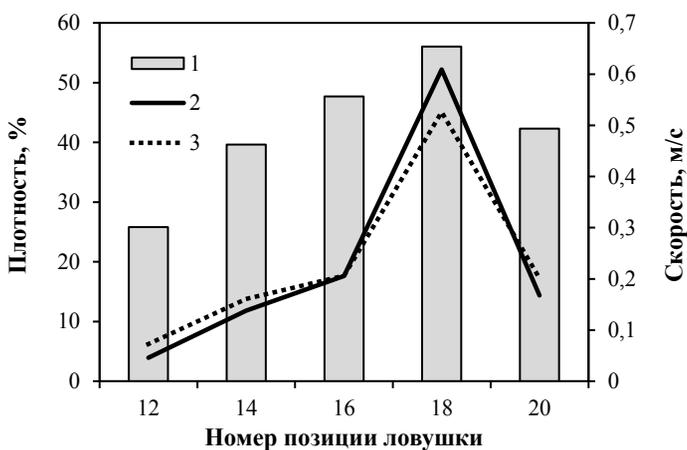


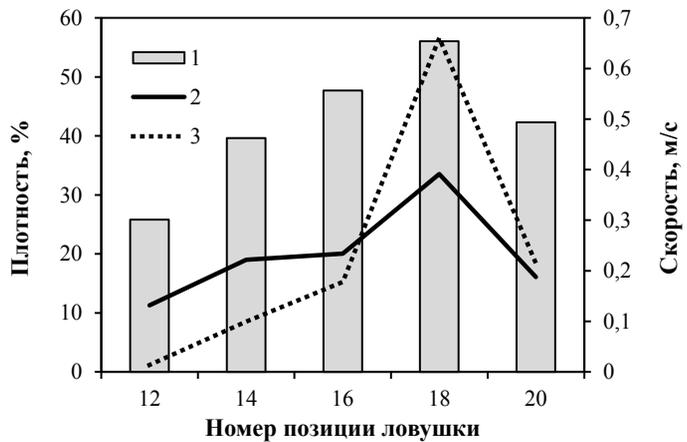
Рис. 2. Скорость течения воды (1) и относительная плотность миграционного потока молоди горбуши — фактическая (2) и расчётная для скорости 1 м/с (3) в разных позициях учётного створа в среднем за период наблюдений

Fig. 2. Mean stream velocity (1), mean observed relative density of migratory fry of pink salmon (2), and the relative density of migratory fry calculated for the stream velocity 1 m/s (3)

Покатные миграции молоди рыб представляют собой сложное экологическое явление. Известно, что механизмы первого порядка создают предпосылки миграции, второго — реализуют их, а третьего — корректируют распределение уже скатывающихся рыб. Основное значение в формировании горизонтального распределения молоди, пассивно скатывающейся в тёмное время суток, принадлежит турбулентным характеристикам потока. Это одна из основных причин того, что в узких водотоках большинство покатников скатывается в центре руслового потока (Павлов и др., 2007).

Рис. 3. Скорость течения воды (1) и относительная плотность миграционного потока молоди горбуши в разных позициях учётного створа (расчитана для скорости 1 м/с) при малой (2) и высокой (3) численности покатников

Fig. 3. Stream velocity (1) and relative density of migratory fry of pink salmon calculated for the stream velocity 1 m/s in the cases of low (2) and high (3) abundance of fry

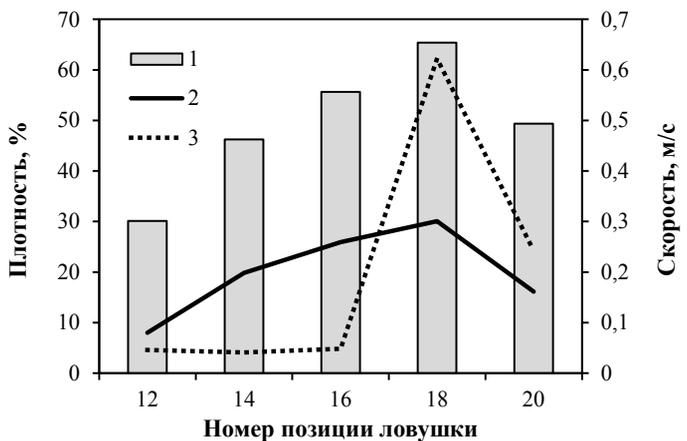


У горбуши такая концентрация в стрежне потока выражена сильнее, чем у кеты, которая интенсивнее питается и растёт в пресных водах. Как следствие, у кеты в большей мере проявляются поведенческие реакции (Каев, Ромасенко, 2002), которые типичны для поздних этапов развития молоди, обуславливая переход от пассивной к активной миграции (Павлов и др., 1999). В то же время увеличение концентрации скатывающейся молоди горбуши в стрежневой части потока при её большей численности указывает на наличие активной составляющей в создании агрегации, которая свойственна многим животным на ранних стадиях жизни как дающая определённые преимущества для выживания (Панов, 1983).

Интенсификация этого процесса с увеличением численности покатников может быть связана с реализацией зрительного контакта в ночные часы. Действительно, если сгруппировать (естественно, также с поправкой на скорость потока) данные по распределению молоди в створе в среднем с примерно равной её численностью в тёмные безлунные ночи (26, 28 и 31 мая — 59, 317 и 865 экз./м<sup>2</sup>, в среднем 414 экз./м<sup>2</sup>) и в сравнительно светлые ночи (7 и 9 июня — 160 и 472 экз./м<sup>2</sup>, в среднем 316 экз./м<sup>2</sup>), то получаем два совершенно разных распределения (рис. 4). В тёмные безлунные ночи покатная молодь была сравнительно равномерно распределена по поперечному сечению реки, в то время как в светлые ночи, когда увеличивается возможность зрительного контакта, отмечалась ярко выраженная её концентрация в стрежне потока, даже несмотря на несколько меньшую в среднем её численность.

Рис. 4. Скорость течения воды (1) и относительная плотность миграционного потока молоди горбуши в разных позициях учётного створа (расчитана для скорости 1 м/с) в тёмные (2) и светлые (3) ночи

Fig. 4. Stream velocity (1) and relative density of migratory fry of pink salmon calculated for the stream velocity 1 m/s in conditions of dark (2) and light (3) nights



### Закключение

Результаты наблюдений показали большую изменчивость распределения покатной молоди горбуши по поперечному створу реки. С одной стороны, это связано со скоростью воды, с увеличением которой вследствие турбулентных характеристик покатники

в большей мере концентрируются в стрежневой части потока. С другой стороны, такой характер распределения усиливается за счёт поведенческих реакций молоди, т.е. присутствующего ей инстинкта к созданию агрегаций, реализуемого через зрительный контакт. Возможности такого контакта увеличиваются в сравнительно светлые ночи или же при увеличении концентрации покатников (благодаря уменьшению дистанции между ними).

### Список литературы

**Воловик С.П.** Методы учёта и некоторые особенности поведения покатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 104–117.

**Каев А.М.** Методические аспекты количественного учёта покатной молоди лососей в реках Сахалино-Курильского региона // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 162. — С. 194–206.

**Каев А.М., Ромасенко Л.В.** Покатная миграция и формирование изменчивости по длине тела у молоди горбуши и кеты // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 819–828.

**Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В.** Механизмы покатной миграции молоди речных рыб : монография. — М. : Наука, 2007. — 213 с.

**Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В.** Покатная миграция рыб через плотины ГЭС : монография. — М. : Наука, 1999. — 255 с.

**Панов Е.Н.** Поведение животных и этологическая структура популяций : монография. — М. : Наука, 1983. — 423 с.

**Таранец А.Я.** Исследования нерестилищ кеты и горбуши в р. Иске // Рыб. хоз-во. — 1939. — № 12. — С. 1–4.

*Поступила в редакцию 19.11.14 г.*