

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ РЫБ В МЕШИНСКОМ ЗАЛИВЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2020 г. В. А. Кузнецов, Ю. А. Северов\*, В. В. Кузнецов

Казанский (Приволжский) федеральный университет (К(П)ФУ), Казань, 420008

\*Татарский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии, (ТатарстанНИРО), Казань, 420111

E-mail: objekt\_ssveta@mail.ru

Поступила в редакцию 12.03.2018 г.

Рассмотрены колебания численности личинок рыб в прибрежье и пелагиали Мешинского залива Куйбышевского водохранилища в 2012–2017 гг. с разными гидрологическими условиями, а также изменения показателей их видового разнообразия в обоих биотопах. Установлено, что средние величины общей численности личинок рыб на 1 м<sup>3</sup> воды составляли в эти годы в прибрежье от 812,7 до 5659,0 экз., в пелагиали — от 0,36 до 2,21 экз. Колебания уровня и температуры воды весной в эти годы существенно не влияли на эффективность размножения рыб. Число видов личинок рыб в литорали и пелагиали в 2012–2017 гг. равнялось 13–17. В прибрежье доминировали личинки плотвы, а в пелагиали личинки окуневых рыб (берш и окунь). Индекс видового разнообразия Шеннона у личинок рыб в пелагиали был выше, чем в прибрежье. Значение же показателя обилия в пелагиали было ниже, и наблюдались меньшие различия в численности отдельных видов.

*Ключевые слова:* личинки рыб, численность, показатели видового разнообразия, факторы среды, залив, водохранилище.

### ВВЕДЕНИЕ

В нижней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в районе слияния вод рек Кама и Волга расположен Мешинский залив, являющийся наиболее благоприятным участком для размножения рыб. Изучение размножения рыб и численности их молоди ранее в этом районе проводилось лишь в 1985–1987 гг. на участке акватории Волжско-Камского заповедника (Кузнецов, 2005). В Мешинском заливе исследование видового состава и численности личинок рыб стало проводиться с 2012 г. (Кузнецов и др., 2014, 2017), когда экосистема Куйбышевского водохранилища уже находилась в фазе дестабилизации (Кузнецов, 1997).

Цель сообщения — анализ численности личинок рыб и показателей их видо-

вого разнообразия для оценки эффективности размножения рыб в Мешинском заливе в зависимости от уровня и температуры воды в 2012–2017 гг.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Учет численности личинок рыб в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища проводили весной и в начале лета 2012–2017 гг. Материал собирали в прибрежье залива на 12 постоянных станциях, а в пелагиали — на пяти. Станции в прибрежье расположены в литорали островов, а в пелагиали траление проводили вдоль бывшего русла р. Меша.

При сборе материала руководствовались ранее разработанной методикой (Кузнецов, 1985). В прибрежье отлов личинок

рыб осуществляли сачком диаметром 30 см до глубин 1,0–1,2 м. В пелагиали их ловили с помощью моторной лодки горизонтальным способом коническими сетями ИКС-80 или ИКС-50 в течение 3–5 мин, в зависимости от степени развития фито- или зоопланктона, влияющего на фильтрационные возможности сетей. Численность личинок рыб в прибрежье пересчитывали на один сачок (экз. на усилие) или на 1 м<sup>3</sup> объема воды, а в пелагиали — на 5 мин лова конической сетью (экз. на усилие) или на 1 м<sup>3</sup> воды. На каждой станции повторные ловы личинок проводили через 4–5 сут. с последней декады мая до конца июня, когда личинки большинства видов переходили на этап развития D<sub>2</sub>. Этапы развития личинок рыб приводятся по Васнецову (1953).

Сведения по уровенному и температурному режиму воды в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища приводятся по данным Казанского гисметеобюро. В Куйбышевском водохранилище нормальный подпорный горизонт (НПГ) составляет 53 м абсолютной отметки.

В качестве показателей видового разнообразия приведено число обилия (процент доминирующего вида в общем улове личинок) и разнообразия Шеннона (Жилюкас, Познанскене, 1985).

Статическую обработку материала проводили по руководству Лакина (1990). В работе приводятся следующие статистические показатели:  $M \pm m$  — средняя арифметическая величина и ее ошибка,  $CV, \%$  — ко-

эффициент вариации;  $r \pm m_r$  — коэффициент корреляции и его ошибка.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Численность личинок

Средние значения показателей численности личинок рыб в прибрежье и пелагиали Мешинского залива в 2012–2017 гг., а также величин уровня и температуры воды в эти годы приведены в таблице 1.

Численность личинок рыб в прибрежье залива в пересчете на одно усилие и на 1 м<sup>3</sup> воды была выше, чем в пелагиали. В среднем на одно усилие сачком в литорали или за 5 мин лова конической сетью в пелагиали численность личинок в прибрежье была выше в 7,6 раза, а в пересчете на объем воды в 1 м<sup>3</sup> это различие между биотопами возрастает в сотни раз. Однако следует иметь в виду, что объем воды в пелагиали значительно превосходит таковой в прибрежье. Кроме этого, важно учесть, как это будет показано ниже, что видовой состав личинок в этих биотопах существенно отличается. Вариация колебаний численности личинок в эти годы в прибрежье и пелагиали носила сходный характер ( $CV = 60–80\%$ ). В 2012–2017 гг. средние значения абсолютных отметок уровня воды отличались на 1,8 м и большинство из них были близки к НПГ (53 м). Значения средних температур воды в эти годы были похожи, за исключением 2017 г., когда были отмечены наиболее низкие значения прогрева воды (в среднем 10,0°С).

**Таблица 1.** Средние значения численности личинок рыб в прибрежье и пелагиали (экз./усилие (1), экз./1 м<sup>3</sup> (2)), уровня и температуры воды в Мешинском заливе в 2012–2017 гг.

Показатель	Численность личинок				Уровень воды, м	Температура воды, С
	Прибрежье		Пелагиаль			
	1	2	1	2		
Min – max	53,7–401,8	812,7–5659,0	9,0–53,2	0,36–2,21	51,8–53,6	10,0–14,6
$r \pm m_r$	174,8±54,1	2471,8±720,0	23,0±7,6	1,07±0,27	52,7±0,3	13,5±0,7
$CV, \%$	72,6	71,4	80,4	61,7	1,6	13,0

Если сравнить средние величины численности личинок рыб в прибрежье и пелагиали с внешними абиотическими факторами среды, то можно отметить, что уровень воды, судя по значениям коэффициента корреляции, слабо влияет на количество личинок, а в пелагиали это влияние вообще не прослеживается:  $r \pm m_r$  в прибрежье составили  $0,34 \pm 0,47$ , в пелагиали —  $0,06 \pm 0,5$ . То же самое можно отметить и в отношении температуры воды:  $r \pm m_r$  в прибрежье —  $0,10 \pm 0,49$ , в пелагиали —  $0,21 \pm 0,49$ .

Таким образом, в низовьях Волжского плеса в районе Мешинского зал. Куйбышевского водохранилища колебания уровня и температуры воды в весенний период 2012–2017 гг. существенно не влияли на эффективность размножения многих видов рыб. Вместе с тем в верхней части Волжского плеса в Свяжском заливе в 1991–2003 гг. (период дестабилизации экосистемы водохранилища) коэффициент корреляции между численностью личинок рыб в прибрежье и уровнем воды составлял  $0,56 \pm 0,21$  и был достоверен для уровня значимости 0,05, хотя это значение было ниже, чем за 1970–1990 гг., когда наблюдали еще период относительной стабилизации экосистемы водохранилища (Кузнецов, 2004).

Значительную часть в общей численности личинок рыб играют массовые промысловые рыбы. Среди крупного частика — это лещ *Abramis brama* — основной промысловый объект водохранилища, а среди мелко-

го частика — плотва *Rutilus rutilus* и густера *Blicca bjoerkna*. В прибрежье по численности в 2012–2017 гг. преобладали личинки плотвы, леща и густеры (табл. 2), а в пелагиали среди карповых рыб больше всего ловилось личинок леща.

В открытой части водоема в пелагиали преобладали личинки окуневых, а среди карповых, кроме леща, в отдельные годы встречались личинки язя *Leuciscus idus*, жереха *Aspius aspius*, плотвы, уклейки *Alburnus alburnus* и серебряного карася *Carassius auratus*. Следует отметить, что между количеством личинок в прибрежье и в пелагиали в эти годы наблюдалась высокая корреляционная связь ( $r = 0,72 \pm 0,35$ ,  $\rho = 0,05$ ), что свидетельствует об успешном икротетании в эти годы как в прибрежье, так и в открытой части водоема.

Численность личинок рассмотренных рыб и уровень воды в весенний период в эти годы носили положительный характер, но наибольшего значения коэффициент корреляции между этими показателями достигал у личинок густеры. Этот вид нерестится с середины мая по начало июня, когда в водохранилище наблюдается повторный подъем уровня воды. Зависимость количества личинок густеры от температуры воды в эти годы в Мешинском заливе фактически отсутствовала. В Свяжском же заливе в 1986–2014 гг. численность личинок густеры не зависела ни от температуры, ни от уровня воды (Кузнецов, Кузнецов, 2015).

**Таблица 2.** Численность (экз. на усилие) личинок плотвы, леща и густеры в прибрежье и пелагиали Мешинского залива в 2012–2017 гг., а также коэффициенты корреляции численности личинок с уровнем (1) и температурой (2) воды

Показатель	Прибрежье			Пелагиаль
	Плотва	Лещ	Густера	Лещ
Min – max	28,7–324,0	19,0–70,7	0,2–25,2	0,2–1,9
$M \pm m$	$107,6 \pm 44,9$	$45,1 \pm 7,1$	$8,2 \pm 3,8$	$1,3 \pm 0,3$
CV, %	102,0	38,5	113,4	49,2
$r \pm m_r$ (1)	$0,31 \pm 0,47$	$0,19 \pm 0,49$	$0,50 \pm 0,43$	$0,43 \pm 0,45$
$r \pm m_r$ (2)	$0,11 \pm 0,19$	$0,010 \pm 0,50$	0,001	$0,29 \pm 0,48$

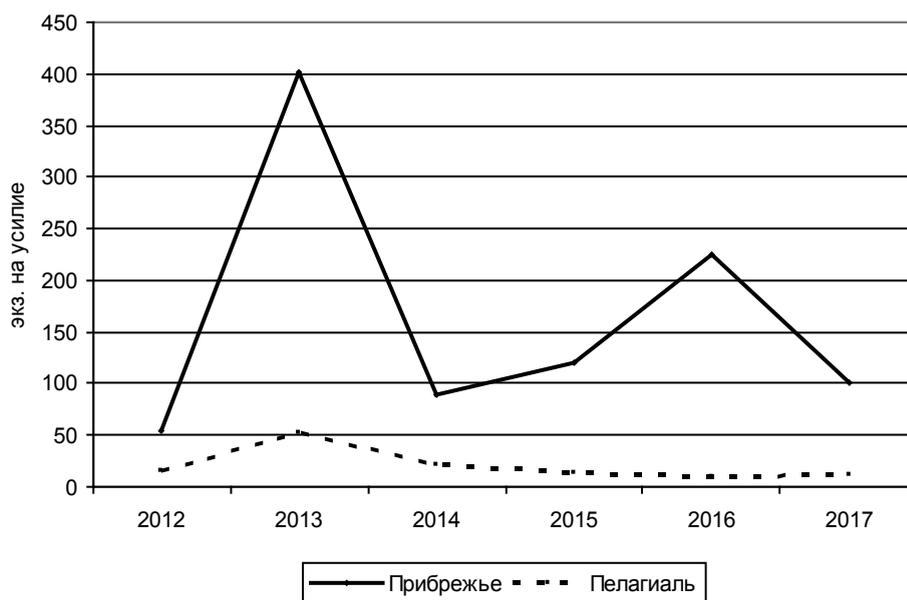
Средние величины численности личинок рыб в прибрежье и пелагиали значительно колебались (см. рисунок). Максимальное количество личинок на одно усилие в прибрежье и пелагиали было отмечено в 2013 г. при средней абсолютной отметке уровня воды 53,2 м и температуре воды 13,8°C. Минимальное значение численности личинок отмечено для весны 2012 г. при сходных средних значениях уровня и температурного режимов воды. Однако в мае 2012 г. наблюдалось падение уровня воды с отметки 54 м до 53 м, а весной 2013 г., наоборот, наблюдалась ее прибыль с отметки 52,5 м до 53,5 м к концу мая. В этот год условия для размножения рыб были более благоприятные, чем в 2012 г. В целом же внешние факторы в 2012–2017 гг. оказывали несущественное влияние на эффективность размножения, на что указывают низкие значения коэффициентов корреляции (см. выше).

#### Показатели видового разнообразия

Число видов личинок рыб в прибрежье за годы исследований составило от 7 (весной 2013 г.) до 12 (весной 2012 и 2015 гг.),

а в пелагиали соответственно от 4 (в 2012 г.) до 11 (в 2015 г.) (табл. 3). Следует отметить, что в прибрежье это были в основном личинки рыб семейства карповых (Cyprinidae), а в пелагиали — окуневых (Percidae). Общее же число разных видов личинок рыб в обоих биотопах в эти годы колебалось от 12 до 17. В прибрежье во все исследованные годы в уловах доминировали личинки плотвы. Показатель их обилия в 2017 г. составлял 44,2%, а максимальное значение этого показателя было в 2013 г. (80,7%). Среднее значение показателя обилия личинок плотвы в прибрежье — 54,8% (табл. 3); в пелагиали эти величины были ниже (от 28,0 до 44,4%), чем в прибрежье. Основными доминирующими видами в пелагиали были личинки берша *Sander volgensis* и окуня *Perca fluviatilis*. Из карповых рыб здесь чаще всего встречались личинки леща, а из сельдевых — тюлька *Clupeonella cultriventris*.

Индекс видового разнообразия Шеннона в пелагиали оказался выше, чем в прибрежье (табл. 3). На его величину оказывает влияние, как число видов, так и величина показателя обилия. В свою очередь между



**Рис. 1.** Численность личинок рыб (экз. на усилие) в прибрежье и пелагиали Мешинского залива в 2012–2017 гг.

**Таблица 3.** Число видов, показатель обилия и индекс видового разнообразия Шеннона личинок рыб в прибрежье и пелагиали Мешинского залива в 2012–2017 гг.

Год	Число видов			Показатель обилия, %		Индекс Шеннона, бит	
	Прибрежье	Пелагиаль	Всего*	Прибрежье	Пелагиаль	Прибрежье	Пелагиаль
2012	11	4	14	49,7 (плотва)	44,4 (берш)	1,90	1,71
2013	7	6	12	80,7 (плотва)	32,8 (берш)	0,96	2,16
2014	12	7	15	42,7 (плотва)	42,7 (окунь)	1,93	2,31
2015	10	11	15	66,8 (плотва)	33,6 (берш)	1,27	2,59
2016	12	8	17	44,9 (плотва)	35,2 (окунь)	2,09	2,46
2017	10	5	13	44,2 (плотва)	28,0 (берш)	1,97	2,17
M±m	10,3±0,8	6,8±1,0	14,3±0,7	54,8±6,3	36,1±2,5	1,69±0,19	2,23±0,13

**Примечание:** \* – число разных видов в обоих биотопах.

этим показателями имеется достоверная отрицательная корреляционная связь ( $r = -0,88 \pm 0,24$ ,  $\rho = 0,05$ ). Корреляционный анализ числа видов личинок рыб в прибрежье, показателя обилия и индекса видового разнообразия Шеннона выявил отрицательную связь (табл. 4). Между числом видов и индексом Шеннона имеется положительная связь ( $r = 0,66$ ), т.е. при снижении числа видов может возрасти показатель обилия.

В свою очередь увеличение показателя обилия приводит к снижению значений индекса Шеннона.

В отношении личинок рыб, обитающих в пелагиали, корреляционные связи между рассмотренными выше признаками видового разнообразия в прибрежье имеют сходную направленность, но значения коэффициентов корреляции отличаются. Так, между числом видов личинок и показателем

**Таблица 4.** Коэффициенты корреляции показателей видового разнообразия личинок рыб в прибрежье и пелагиали Мешинского залива в 2012–2017 гг.

Показатель	Число видов	Показатель обилия, %		Индекс Шеннона, бит
		Прибрежье		
Число видов	–	-0,88±0,24		0,66±0,37
Показатель обилия, %	-0,88±0,24	–		-0,65±0,38
Индекс Шеннона, бит	0,66±0,37	-0,65±0,38		–
Показатель	Число видов	Показатель обилия, %		Индекс Шеннона, бит
		Пелагиаль		
Число видов	–	-0,21±0,49		0,90±0,22
Показатель обилия, %	-0,21±0,49	–		-0,44±0,42
Индекс Шеннона, бит	0,90±0,22	-0,44±0,45		–

имеется отрицательная связь, но величина коэффициента корреляции ниже, чем аналогичное значение в прибрежье, и оно недостоверно для уровня значимости 0,05 (табл. 4). Это объясняется тем, что величины показателя обилия в пелагиали колебались с меньшим размахом, чем в прибрежье, и средняя величина этого показателя здесь выше —  $54,8 \pm 6,3$  (табл. 3), чем в пелагиали —  $36,1 \pm 2,5$ . В то же время в связи с относительно низкими величинами показателя обилия личинок в пелагиали возрастает значение коэффициента корреляции между числом видов и индексом Шеннона (табл. 4).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Мешинском зал. Куйбышевского водохранилища в 2012–2017 гг. размножение рыб большинства видов как в прибрежье, так и в пелагиали у окуневых и некоторых карповых протекало сходным образом. Средние значения численности личинок рыб в эти годы колебались в прибрежье от 53,7 до 401,8 экз. на усилии (в пересчете на  $1 \text{ м}^3$  — от 812,7 до 5669,0 экз.). В пелагиали в расчете на  $1 \text{ м}^3$  их было меньше — от 0,36 до 2,21 экз. за 5 мин лова конической сетью. Однако следует учесть, что площадь и объем воды в пелагиали в сотни раз больше, чем в прибрежье. В прибрежье по численности преобладают в основном личинки карповых видов рыб, а в пелагиали — окуневых. Среди карповых рыб в пелагиали больше всего было личинок леща, а среди пелагофилов в отдельные годы — тюльки. Средние величины численности личинок в эти годы в литорали и пелагиали находились в тесной корреляционной связи ( $r \pm m_r = 0,72 \pm 0,35$ ).

Уровень воды и температура весной 2012–2017 гг. не оказывали существенного влияния на эффективность размножения рыб в прибрежье и пелагиали Мешинского залива. Однако в целом в водохранилище уровень воды для многих видов рыб продолжает быть ведущим фактором, определяющим их численность (Кузнецов, 1978; Кузнецов и др., 2017).

Число видов личинок рыб в годы исследований в прибрежье колебалось от 7 до 15, а в пелагиали — от 4 до 11 видов. В целом же с учетом обоих биотопов в Мешинском заливе фиксировали от 13 до 17 видов личинок, доминирующим в прибрежье в 2012–2017 гг. была плотва, а в пелагиали — берш (4 года) и окунь (2 года). Индекс видового разнообразия Шеннона для личинок в пелагиали оказался выше, чем в прибрежье. Это было связано как с более низкими величинами показателя обилия, так и с относительно равномерным распределением личинок по численности между видами. Индекс Шеннона связан зависимостью с показателем обилия личинок отрицательной корреляционной.

На современном этапе развития экосистемы Куйбышевского водохранилища в Мешинском заливе, как и во многих других районах водохранилища, произошло снижение влияния колебаний уровня воды весной на эффективность размножения многих видов рыб, что связано как с их приспособительными возможностями, так и с изменением биотопов мест размножения. Отмечено, что, за исключением леща, в уловах стали преобладать личинки рыб мелкого частика (плотвы, густеры и др.). Аналогичная тенденция отмечается и в промысловых уловах, в том числе и в других волжских водохранилищах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васнецов В. В. Этапы развития костистых рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 207–217.

Жилюкас В. Ю., Познанскене Д. А. Таблица для подсчета индекса видового разнообразия по Шеннону-Уиверу // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 5. Вильнюс: Ин-т зоологии и паразитологии АН ЛитССР, 1985. С. 130–136.

Кузнецов В. А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного

- стока реки. Казань: Изд-во Казан, ун-та, 1978. 160 с.
- Кузнецов В. А. Количественный учет молоди рыб в водохранилищах и озерах (методические подходы и возможности) // Типовые методики исследования продуктивности рыб в пределах их ареалов. Ч. 5. Вильнюс: Ин-т зоологии и паразитологии АН ЛитССР, 1985. С. 26–35.
- Кузнецов В. А. Изменение экосистемы Куйбышевского водохранилища в процессе его формирования // Вод. ресурсы. 1997. Т. 24. № 2. С. 228–233.
- Кузнецов В. А. Видовое разнообразие и связи численности молоди рыб с абиотическими факторами среды в прибрежной зоне Куйбышевского водохранилища в 1995–2003 гг. // Казань, Матер, конф. «Экологические проблемы литорали равнинных водохранилищ: Отечество, 2004. С. 54–56.
- Кузнецов В. А. Эффективность размножения рыб в акватории Саралинского участка Волжско-Камского заповедника и прилегающего участка Волги // Тр. Волж. — Кам. гос. природ. заповедника. 2005. Вып. 6. С. 97–104.
- Кузнецов В. А., Кузнецов В. В. Колебание численности личинок густеры в верхней части Волжского плеса в разные периоды существования Куйбышевского водохранилища // Ростов-на-Дону. Матер. Междунар. научн. конф. «Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: АзНИРХ, 2015. С. 83–85.
- Кузнецов В. А., Северов Ю. А., Кузнецов В. В. Видовое разнообразие и численность личинок рыб в прибрежной зоне Свяжского и Мешинского заливов Куйбышевского водохранилища // Вопр. рыболовства. 2017. Т. 18. № 1. С. 107–113.
- Кузнецов В. А., Северов Ю. А., Шакирова Ф. М., Кузнецов В. В. Видовой состав и численность личинок рыб в верхней и нижней частях Волжского плеса Куйбышевского водохранилища весной 2012–2013 гг. // Рыбохозяйственные водоемы России. СПб.: ГосНИОРХ. 2014. С. 475–481.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

## THE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF REPRODUCTION OF FISHES IN THE MESHINSKY GULF OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR

© 2020 y. V. A. Kuznetsov, Yu. A. Severov\*, V. V. Kuznetsov

Kazan (Volga) federal university, Kazan (K(P)FU), 420008  
Tatar Branch Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TatarstanNIRO),  
Kazan, 420111

Fluctuation of number of larvae of fishes in coastal zone is considered and pelagial the Meshinsky gulf of the Kuibyshev reservoir in 2012–2017 with different hydrological conditions, and also change of indicators of their specific variety in both biotopes. It is established that average sizes of total number of larvae of fishes fluctuated these years in a in coastal zone in terms of one effort from 53,7 to 401,8 copies (respectively on m<sup>3</sup> water 1 volume from 812,7 to 5659,0 copies) and in pelagial – on 1 m<sup>3</sup> from 0,36 do 2,21 piece. Fluctuation of level and water temperature in the spring these years significantly did not influence efficiency of reproduction of fishes. The number of species of larvae of fishes to littorals and pelagial in 2012–2017 equaled 13–17. In coastal zone only small fry larvae, and in pelagial of a larva the perches of fishes dominated (Volga zander and a perch). The index of a specific variety of Shannon at larvae of fishes in pelagial was higher, than in coastal zone. It is connected with that in pelagial value of an indicator of abundant is lower and smaller distinctions in the number of separate types were observed.

Keywords: larvae of fishes, number, indicators of a specific variety, environment factors, gulf, reservoir.