

Применение системного подхода для определения численности леща в озере Лача

О.М. Лапшин – ВНИРО

Ю.В. Герасимов, И.А. Столбунов, М.И. Базаров – ИБВВ РАН

Такие озера, как Неро в Ярославской области, Галичское и Чухломское – в Костромской, Воже – в Вологодской и Лача – в Архангельской областях, имея значительные размеры и высокую рыбопродуктивность представляют определенную региональную рыбохозяйственную ценность. Для осуществления рационального рыболовства на подобных озерах необходимо провести оценку промысловых запасов, что, при отсутствии достоверной рыбопромысловой статистики, возможно только с использованием прямых методов учета численности рыб.

Сложность применения прямых методов учета численности рыб заключается в том, что в этих озерах существуют системы биотопов, равнозначных по роли в формировании рыбопродуктивности и занимающих значительные соразмерные площади, но которые невозможно обследовать, применяя одни и те же учетные орудия лова. Значительную часть акватории таких озер составляют сильно зарастающие мелководья, что ограничивает применение траловых или гидроакустических съемок, использование которых возможно на более глубоких открытых участках; с другой стороны, участки с максимальными глубинами недоступны для облова широко применяемыми на таких водоемах неводами. При использовании различных учетных орудий лова для обследования существующей в озере системы биотопов необходимо знание коэффициентов уловистости, позволяющих сравнивать их уловы.

Целью данных исследований была разработка системного методического подхода к оценке численности рыб на примере леща мелководного и сильно зарастающего оз. Лача, с использованием различных учетных орудий лова и гидроакустических средств. Комплексное ихтиологическое изучение оз. Лача проводилось в 2004 и 2005 гг.

Оз. Лача – обширный запрудно-речной водоем на р. Онега площадью 356 км², длиной 33 км и шириной 14 км. Река Онега служит его стоком в бассейн Белого моря. Форма озера – удлинённая с севера на юг, берега низменные, литораль болотистая, режа – каменистая. Озеро мелководное и сильно зарастает тростником. Максимальная глубина его – 5,3 м; средняя – 3 м (рис. 1).

Оз. Лача является самым большим и основным рыбопромысловым внутренним водоемом Архангельской области. В нем добывается от 30 до 50 % всей озерной рыбы этого региона. В настоящее время в озере известно 15 видов рыб: лещ, язь, плотва, густера, укля, елец, снеток, ряпушка, сиг, судак, ерш, окунь, налим, щука, девятииглая колюшка (*Гидробиология озер Воже и Лача (в связи с прогнозом качества вод, перебрасываемых на юг). Л.: Наука, 1978. 275 с.*). Наиболее ценные промысловые виды рыб – лещ, язь, плотва, окунь, ерш, щука, налим. Основу промысловых уловов в настоящее время (как и 30 лет назад) составляет лещ (*Козьмин А.К., Дворянкин Г.А. Биология и промысел леща оз. Лача// Тез. докл. междунар. конфер. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера», Сыктывкар, 2003. С. 38.*). В среднем на него приходится до 80 % уловов по численности.

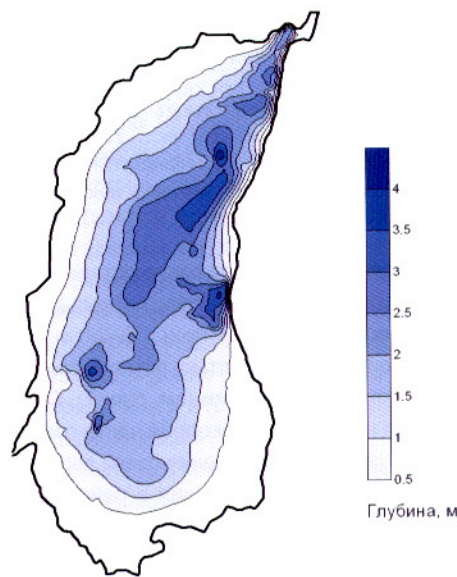


Рис. 1. Батиметрическая карта оз. Лача в районе наблюдений (по данным гидроакустических исследований)

Гидроакустическая съемка открытой (не заросшей) части озера (рис. 2) была проведена с помощью эхолотов *Hondex-301* (частота – 50 кГц, угол диаграммы направленности антенны – 26°) и *X-45 (Lowrance)*, частота – 152 кГц, угол диаграммы направленности антенны – 120°. Съемку проводили на моторной лодке со скоростью 6–8 км/ч зигзагообразными галсами. Галсы прокладывались с учетом зарастаемости акватории озера.

Для исключения распугивания рыбы шумом двигателя нами было применено устройство выноса антенн эхолотов на жесткой штанге на 3,5 м от борта лодки, что обеспечивало минимальное воздействие на рыб. Поплавок, удерживающий на плаву антенны эхолотов, позволял проводить съемку даже в разреженных зарослях погруженной водной растительности. Кроме того, на некоторых мелководных участках наличие рыбы регистрировали методом «дрейфа».

Плотность рыб и их распределение оценивали подсчетом эхочелей на галсе с дискретностью 50–80 м, следуя рекомендациям К.И. Юданова (*Юданов К.И. Расшифровка эхограмм гидроакустических рыбопоисковых приборов. М.: Пищевая промышленность, 1967, 110 с.*) и используя формулу:

$$P = NH^2L \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

где P – плотность рыб, экз/м²; H – глубина участка, м; L – длина участка, м; α – угол диаграммы направленности прибора. В расчет входили только особи с длиной тела более 50 мм. Последующая компьютерная обработка сводилась к построению карт распределения плотности рыб методом экстраполяции по площади озера.

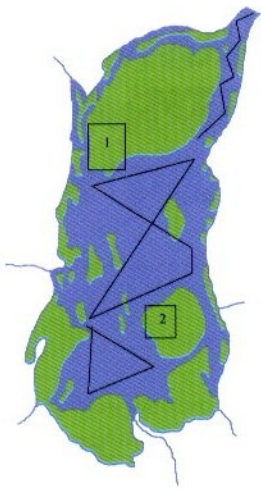


Рис. 2. Карта-схема зарастаемости оз. Лача высшей водной растительностью (по: Гидробиология..., 1978). Ломаными линиями обозначена схема галсов гидроакустической съемки; прямоугольниками – участки постановки обкидных сетей (1 – 20.08.2005 г.; 2 – 22.08.2005 г.)

Примерно половина площади озера осталась необследованной с помощью средств гидроакустики, поскольку она была представлена мелководьями с глубинами 1,5–2,0 м, заросшими погруженной водной растительностью, встречающейся как у побережья, так и в центральной части (см. рис. 2). Самые зарастаемые мелководья находятся в северной части озера.

Гидроакустическое обследование озера сводилось к определению плотности рыбного населения в районах, относительно свободных от погруженной водной растительности, составляющих 160 км² (44,4 % общей площади). Возможности гидроакустической аппаратуры на сильно зарастающих высшей водной растительностью участках водоема ограничены, так как она маскирует отметки от рыб.

По нашим данным, в вечернее и ночное время большая часть крупного леща выходит из этих мелководных зон в открытые, достаточно глубоководные зоны, где хорошо регистрируется эхолотом. Явно выражена приуроченность крупноразмерных особей леща к придонным горизонтам водной толщи. По форме скопления в приповерхностном горизонте можно говорить о плотвично-окуневом комплексе, присутствующем в глубоководной средней части водоема у восточного побережья. Построенная экстраполяция картина достаточно подробно и полно отражает общий характер распределения рыб, находящихся в не заросшей части озера, в вечернее время.

Распределение рыбного населения в озере достаточно мозаично. Участки с высокими плотностями рыб, как правило, перемежаются с местами углублений или протоков, соседствующих с зарастаемым мелководьем. Плотность рыб на отдельных участках (при макромасштабных съемках) достигает значительных величин (при макромасштабных съемках) достигает значительных величин – 0,06 экз/м² (средняя – 0,015±0,0004 экз/м²) (табл. 1), что говорит

Таблица 1
Результаты гидроакустических исследований на оз. Лача в 2005 г.

Плотность рыб на участке, экз/м ²	Площадь участка, км ²	Численность рыб на участке, тыс. экз.
0–0,04	99	1980
0,04–0,08	48	2880
0,08–0,12	13	1300
Всего	160	6160

о высокой рыбопродуктивности водоема. Тем не менее, участков с низкими значениями плотности гораздо больше, они составляют свыше 50 % исследованной нами акватории и, в основном, свободны от зарастания высшей водной растительностью.

Общее распределение рыбного населения оз. Лача связано с распределением погруженной водной растительности и батиметрией ложа. Во время наших съемок был обнаружен звуко-рассеивающий слой (ЗРС), занимающий приповерхностный (2–3-метровый) горизонт. Образование ЗРС связано с вегетацией водорослевых и концентрацией зоопланктонных комплексов в этих слоях воды.

Общую оценку продуктивности, численности и биомассы мы проводили, исходя из средних показателей плотности рыб на исследованных участках водоема. Процентное соотношение разных видов рыб в наших уловах следующее: лещ – 80 %; плотва – 8; окунь – 6; густера – 4; щука и язь – 2 %. Так как самая большая доля в улове принадлежит разновозрастному лещу, в целом полученная биомасса характеризует именно этот вид.

При средних плотностях, приведенных в табл. 1, общая численность рыб в этих районах составляет 6160 тыс. экз. длиной более 50 мм. Основным объектом промысла на озере является лещ, его доля в улове – 80 %. Это 4928 тыс. экз. При средней массе леща 0,52 г получаем 2538 т. Сходным образом и по другим видам (табл. 2). Расхождения результатов гидроакустической съемки в 2004 и 2005 г. определяются различиями в погодных условиях. Если в 2004 г. работы проводились в условиях полного штиля, то в 2005 г. волнение продолжалось в течение всего срока проведения работ. Увеличение плотности рыб на глубоких участках объясняется тем, что туда скатилась рыба с мелководий, подверженных сильному ветровому перемешиванию (рис. 3).

Таблица 2
Ихтиомасса на не заросших участках оз. Лача (по данным гидроакустической съемки) в 2004 и 2005 г.

Вид рыб	Частота встречаемости, %	Средняя масса, кг	Численность, тыс. экз.		Ихтиомасса, т	
			2004 г.	2005 г.	2004 г.	2005 г.
Лещ	80	0,52	2381	4928	1227	2538
Плотва	8	0,08	212	493	16	37
Окунь	6	0,14	159	370	22	51
Густера	4	0,15	104	246	16	37
Щука	1	0,22	27	62	6	13
Язь	1	0,80	27	62	21	49
Всего			2910	6160	1308	2725

В 2004 г., когда исследования проходили в штилевую погоду, рыбы были распределены по не заросшей акватории более равномерно и не образовывали плотных скоплений. В 2005 г., когда в течение всего периода проведения работ дули сильные ветра, скопления высокой плотности отмечались на наиболее глубоких участках озера. Сходная роль волнения на распределение рыб отмечена и для других водоемов (Герасимов Ю.В., Поддубный С.А. Роль гидрологического режима в формировании скоплений рыб на мелководьях равнинных водохранилищ. Ярославль, 1999. 172 с.).

Участки озера, заросшие высшей водной растительностью, обследовались с использованием обкидных ставных рамных сетей (кольцевых сетей – Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.) и применяемых на оз. Лача промысловых закидных неводов (Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. М.: ВНИИПРХ, 1990. 50 с.).

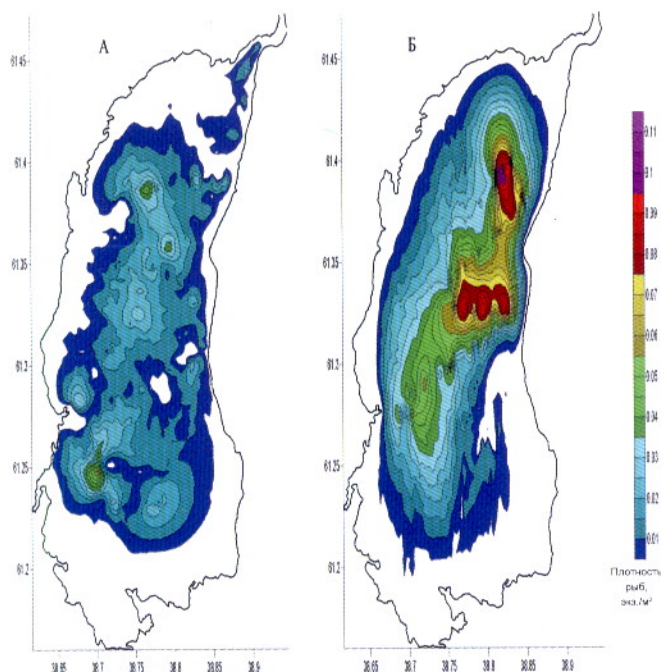


Рис. 3. Распределение рыб в оз. Лача (по данным гидроакустической съемки) в 2004 (А) и 2005 (Б) годах

Площадь замета 500-метрового закидного невода в среднем составляет 19165 м². За один замет вылавливается около 450–500 кг рыб разных видов, из них 80 % приходится на леща. При средней массе леща 515 г общий улов получается равным 777 экз. При использовании коэффициентов уловистости неводов, рассчитанных разными авторами, плотность леща на заросших участках оз. Лача варьирует от 0,01 до 0,03 экз/м² (табл. 3).

Таблица 3
Диапазон варьирования оценки плотности леща в заросшей части оз. Лача (по неводным уловам с использованием коэффициентов уловистости из литературных источников)

Плотность рыб, экз/м ²	Коэффициент уловистости	Автор
0,03	0,6	А.И. Гоцевский (1970)*
0,02	0,4	Ю.Т. Сечин (1990)
0,02	0,5	А.И. Трещев (1983)*
0,02–0,03	0,5–0,73	Л.И. Денисов (1978)*
0,01	0,27	В.А. Федоров (1963)*

* Гоцевский А.И. Устройство для дистанционного запуска меченых рыб в водоем: АС СССР № 131580. «БИ», 1960, № 17; Денисов Л.И. Рыболовство на водохранилищах. М.: Пищевая промышленность, 1978. 286 с.; Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 236 с.; Федоров В.А. Определение оптимальной интенсивности рыболовства на примере озера Езерце// «Рыбное хозяйство», 1963, № 11. С. 17–22

Для уточнения коэффициента уловистости были использованы обкидные ставные рамные сети с соответствующим размером ячеи. Для выбора оптимальных размеров ячеи обкидных сетей на заросших участках лов проводился порядком из 6 сетей по 30 м каждая (общая длина – 180 м) с шагом ячеи от 22 до 70 мм (22; 28; 30; 40; 45 и 70 мм). Сети ставили поздно вечером и снимали рано утром, время экспозиции – 6 ч.

Результаты облова в заросшей части озера показали, что сети с шагом ячеи 70 мм всегда оставались пустыми. В уловах сетей с ячеей 22–28 мм доминировали по численности плотва, окунь и густера; в сетях с ячеей 30–40–45 мм – лещ. Средняя масса уловов в сетях не превышала 3–4 кг (табл. 4).

Для проведения учетной съемки обкидными сетями на основании предварительных работ были выбраны сети с ячеей 28 и 45 мм.

Таблица 4
Средняя масса общих уловов и уловов леща за одну постановку (6 ч) жаберных сетей с различным шагом ячеи

Улов, кг	Шаг ячеи жаберных сетей, мм				
	22	28	30	40	45
Общий	1,8 ± 1,1	1,2 ± 0,7	2,8 ± 1,3	3,8 ± 0,8	4,0 ± 0,7
Улов леща	0,5 ± 0,3	0,3 ± 0,2	1,2 ± 0,9	2,9 ± 1,1	3,4 ± 1,2

Для определения численности леща в заросшей части озера были проведены по три постановки обкидных рамных сетей с ячеей 28 и 45 мм на наиболее типичных заросших высшей водной растительностью биотопах (см. рис. 2). Сети с высотой, равной или больше глубины на данном участке озера, выметывались по кругу и замыкались. Репрезентативность пробы возрастает с увеличением длины сети и, соответственно, площади обметываемого пространства, однако одновременно увеличиваются затраты труда и времени на одну сетную постановку. При малой длине сети резко возрастает эффект отпугивания рыбы в процессе выполнения замета. При этом до замыкания сети значительная часть рыбы может покинуть облавливаемое пространство. Для оз. Лача общая длина обкидных сетей с шагом ячеи 28 и 45 мм была определена в 210 м; следовательно, обметываемая ими площадь равнялась 5138 м².

Внутри сетного кольца в каждом биотопе выпускались лещи разных размеров, предварительно отловленные неводом и меченные подрезанием анального плавника. По соотношению выпущенных и вторично пойманных меченых рыб определяется коэффициент уловистости сети. Вся рыба, объячеившаяся с внешней стороны кольца, регистрировалась отдельно.

Определенный по соотношению выпущенных и вторично пойманных меченых рыб коэффициент уловистости обкидной сети с ячеей 28 мм для леща разных размерных групп изменялся от 0,20 до 0,04. Для обкидных сетей с ячеей 45 мм – от 0,24 до 0. Средний коэффициент уловистости для лещей размерной группы 8–22 см (обкидная сеть с ячеей 28 мм) – 0,12; для размерной группы 22–37 см (обкидная сеть с ячеей 45 мм) – 0,14 (табл. 5, 6).

Средние уловы леща в обкидных сетях составили 5,6 экз. для сетей с шагом ячеи 28 мм и 7,3 экз. – для сетей с шагом ячеи 45 мм, т.е. на обметанном этими сетями пространстве обитают 48 особей размерной группы 8–22 см и 31 особь размерной группы 22–37 см, что в сумме составляет 79 экз. Следовательно, плотность леща на обметанном обкидными сетями пространстве составляет 0,02 экз/м². Учитывая, что исследованные с помощью обкидных сетей заросшие участки являются наиболее типичными для оз. Лача и занимают 160 км², общая численность леща этой размерной группы на данном биотопе составит 3200 тыс. экз. По данным съемки 2004 г., указанная размерная группа леща составляет в среднем 75 % от общей численности леща в заросшей части озера. Следовательно, общая численность леща на заросших участках составит 4267 тыс. экз., а суммарная численность леща в заросшей и не заросшей частях озера – 10427 тыс. экз. При средней массе леща 0,52 г (с учетом всех размерных групп, встречающихся в неводных уловах) получаем 5422 т.

Исходя из известной величины улова в обкидных сетях (79 экз.), среднего коэффициента их уловистости (0,17) и обметываемой ими площади (5138 м²), а также зная величину среднего улова промыслового невода (777 экз.), можно определить ко-

Таблица 5

Коэффициенты уловистости леца разных размерных групп обкидной сети с шагом ячеи 28 мм

Размерная группа L, см	Количество меченых лещей, %				Количество повторно отловленных лещей, %				Средний коэффициент уловистости по размерным группам
	№ постановки сети				№ постановки сети				
	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	
8,0–10	10	10	10	30	1	3	2	6	0,20
10,1–12	10	10	10	30	2	2	3	7	0,24
12,1–14	10	10	10	30	2	2	4	7	0,24
14,1–16	10	10	10	30	1	2	1	4	0,14
16,1–18	10	10	10	30	1	1	1	3	0,10
18,1–20	10	10	10	30	0	1	1	2	0,07
20,1–22	10	10	10	30	0	0	1	1	0,04
Средний									0,15

Таблица 6

Коэффициенты уловистости леца разных размерных групп обкидной сети с шагом ячеи 45 мм

Размерная группа L, см	Количество меченых лещей, %				Количество повторно отловленных лещей, %				Средний коэффициент уловистости по размерным группам
	№ постановки сети				№ постановки сети				
	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	
22,0–24	10	10	10	30	2	2	1	5	0,17
24,1–26	10	10	10	30	2	3	4	9	0,30
26,1–28	10	10	10	30	3	2	3	8	0,27
28,1–30	8	9	10	27	3	2	3	8	0,30
30,1–32	7	5	9	21	1	3	2	6	0,29
32,1–34	5	5	9	19	2	2	0	4	0,21
34,1–36	5	5	6	16	1	0	1	2	0,13
36,1–38	5	3	4	13	0	1	0	1	0,08
35,1–36	5	3	3	11	0	0	0	0	0
36,1–37	3	3	3	9	0	0	0	0	0
Средний									0,18

эффицент уловистости промыслового 500-метрового невода в условиях заросших участков оз. Лача. Этот коэффициент равен 0,45, что близко к значениям коэффициента уловистости озерных неводов, определенных Ю.Т. Сечиным (0,4) и А.И. Трещевым (0,5).

Таким образом, системный методический подход для определения запасов рыб в мелководных, сильно зарастаемых озерах состоит из следующих этапов: 1) гидроакустическая съемка доступна для этого метода акватории озера с использованием эхолота с широким углом диаграммы направленности антенны; 2) проведение учетно-промысловой съемки ставными рамными сетями на открытых участках с набором ячеи, обеспечивающих максимальный диапазон селективности вылавливаемых рыб; 3) проведение учетно-промысловой съемки закидными неводами на участках с частичным зарастанием; 4) использование обкидных сетей для определения коэффициентов уловистости учетных орудий лова: закидного невода и ставных рамных сетей.

