

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бадаева Олега Зинуровича  
на тему: «Биология и промысловое использование ликода Солдатова *Lycodes soldatovi* (Perciformes: Zoarcidae)», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.06 – «Ихтиология»

Ликод Солдатова не является целевым объектом промысла. Официальный вылов Россией всех ликодов по данным ФАО с 1993 г. не превышал 0,59 тыс.т во всей северо-западной части Тихого океана, а в Охотском море улов ликодов достигал пика в тот же 2004 год в 0,58 тыс.т согласно судовым суточным донесениям. Вероятно, поэтому «ничего не известно о линейном и массовом росте ликода Солдатова...», как это дважды утверждает автор, обосновывая актуальность работы в автореферате. Однако параметры зависимости массы от длины ликода Солдатова уже были опубликованы и доступны в Интернет базе данных FishBase вместе с корректной ссылкой на нашу публикацию (Kulik & Gerasimov, 2016). Тем не менее в диссертации О.З.Бадаева показаны новые оценки параметров, полученных по более обширному набору данных (3993 против 2963 измерений, использованных ранее). Эти новые оценки находятся за пределами доверительных интервалов параметров, опубликованных нами, при этом новый коэффициент детерминации оказывается выше предыдущего (0,98 против 0,96). Таким образом, О.З.Бадаев получил действительно новые, значимо отличные от предыдущих, и более точные оценки параметры зависимости массы от длины ликода Солдатова. Автор нашёл параметры  $a$  и  $b$  стандартного уравнения 1, определяющего зависимость массы от длины, для неразделённых по полу особей:

$$W = aL^b\xi \quad (1),$$

где  $W$  – масса в г, а  $L$  – длина в см, но последний член:  $\xi$  – ошибки, автор не указал. В стандартном уравнении 1 ошибки полагаются мультипликативными (или аддитивными в лог масштабе). Это не критичное замечание касается распределения ошибок, которое автор, к сожалению, не исследовал. Он также не привёл доверительные интервалы полученных параметров  $a$  и  $b$ , но без определения и диагностики распределения ошибок эти интервалы были бы сомнительны.

Автор статистически доказал, что выборочные средние размеры и массы половозрелых самцов больше, чем у самок. Он также предложил две новые регрессионные зависимости массы от длины, определяемых независимо для самцов и самок по уравнению 2:

$$W = ae^{bL} \quad (2),$$

которое в отличие от уравнения 1 не равно 0 г при нулевой длине рыб. Зависимость по уравнению 2 с оценёнными параметрами показана в диссертации на рисунке 4.1.2 (стр. 54), но доказательств преимущества уравнения 2 перед уравнением 1 не представлено ни в автореферате, ни в диссертации. Если бы они были, то можно было бы дополнить раздел научной новизны. Стандартной практикой определения статистически значимых по фактору (в данном случае – полу) различий в зависимости массы от длины является сравнение остаточных дисперсий по статистическим критериям, а окончательный выбор производится по информационным критериям при сравнении простой связи, линеаризуемой в лог масштабе согласно уравнению 3, и смешанной по уравнению 4:

$$\log_{10} W = \log_{10} a + \beta \log_{10} L + \varepsilon \quad (3),$$

$$\log_{10} W = \log_{10} a + \beta \log_{10} L + \gamma f(Sex) + \delta f(Sex) * \log_{10} L + \varepsilon \quad (4),$$

где  $\varepsilon$  – нормально распределённая ошибка с нулевым ожиданием,  $\gamma$  и  $\delta$  – дополнительные параметры, определяющие смещение и наклон линейной (в лог масштабе) связи массы с длиной при ненулевом значении бинарной функции  $f(Sex)$ , которая принимает

значение 1 по заданному исследователем условию, например, когда  $Sex = \text{♀}$ . К сожалению, автор не воспользовался стандартными уравнениями 3 и 4 для доказательства своей гипотезы.

Существует множество общепринятых зависимостей, характеризующих линейный рост (Gompertz, 1825; von Bertalanffy, 1938; Richards, 1959; Ricker, 1975; Schnute, 1981; Schnute and Richards, 1990) из которых можно выделить типичную: Людвига фон Берталанфи, выраженную по Бивертону и Холту (1957) в уравнении 5 (для гомоскедастичной дисперсии):

$$E[L|t] = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)}) + \varepsilon \quad (5),$$

где  $E[L|t]$  – ожидание длины  $L$  в возрасте  $t$ ,  $L_{\infty}$  – максимальная средняя длина,  $K$  – условная скорость роста  $\frac{1}{\text{год}}$ ,  $t_0$  – смещение по возрасту при нулевой длине.

Параметры  $L_{\infty}$  и  $K$  играют важнейшую роль в симуляциях для оценки рисков эксплуатации запасов с дефицитом информации, например, в применяемой за рубежом и в России DLMtool (<https://www.datalimitedtoolkit.org>), которая рекомендована к использованию для определения объёмов допустимых уловов (ОДУ) на последних отраслевых методологических семинарах, а также заседаниях Межинститутской рабочей группы по методологии оценки сырьевой базы рыболовства (РГМ) под руководством ФГБНУ «ВНИРО». С помощью  $L_{\infty}$  и  $K$  также можно определить среднюю естественную смертность, например, по Pauly (1980) в зависимости от условий среды (температуры). Однако О.З.Бадаев показал на рис. 4.1.7 стр. 60 в диссертации зависимости не длины от возраста, а обратные: возраста от длины, выраженные полиномом второй степени (параболой). В диапазоне наблюдений найдены все 3 коэффициента для каждого пола в отдельности с высокими коэффициентами детерминации ( $R^2 > 0,9$ ). Эти зависимости ожидают увеличение возраста рыб как при увеличении размеров, так и при их снижении, что нелогично. Так при длине самцов в 2 см ожидается возраст 3,096 года, при длине 1 см уже 3,113 года, а при нулевой длине 3,149 года. В зависимости по фон Берталанфи при нулевой длине возраст ( $t_0$ ) бывает отрицательным, т.к. мальки никогда не рождаются нулевой длины, а всегда имеют какую-нибудь стартовую длину, но длина по возрасту только увеличивается, что логично. Более того, кривые возраста по длине в диссертации не соответствуют показанным на них уравнениям. К сожалению, автор нигде не приводит описания биологического смысла параметров параболы и её преимущества перед стандартными подходами к описанию линейного роста. К счастью, в диссертации в таблице 4.1.1 на стр. 59 показан дифференцированный по полу размерно-возрастной ключ для ликода Солдатова. Этот ключ позволит специалистам использовать как традиционные (частотные) методы получения возрастных рядов из размерных, так и современные методы машинного обучения, поэтому цель настройки параболы не ясна.

В автореферате О.З.Бадаева научная новизна показана в представлении особенностей распределения, выявлении границ ареала и основных миграций вида, оценке характеристик возрастного состава, выявлении основных особенностей репродуктивной биологии, создании и использовании шкалы стадий зрелости гонад специально для ликода Солдатова. Уточнены особенности питания. Приведены сведения о паразитофауне вида. Определены биомасса, численность и промысловый запас вида.

Последнее предложение вместе с научной новизной имеет высокую практическую значимость и выносится на защиту. Оно же заключается в выводе №7, где среди прочего утверждается, что «Общая промысловая смертность в год составляет 4,4 тыс. т.». Здесь диссертант использует слово «общая» вместе с термином «промысловая смертность». Это вызывает путаницу терминов, т.к. промысловая смертность ( $F$ ) в сумме с естественной

смертностью (M) образуют общую смертность (Z), т.е.  $Z=F+M$ . В таблице 3 автореферата 4418 т получено в колонке «Промысловая убыль». Хочется пожелать О.З.Бадаеву в дальнейшем чётко придерживаться единой терминологии в своих работах и приводить определения терминов с соответствующими единицами измерений. В оправдание автора необходимо отметить, что отсутствие единой общепринятой терминологии в практике промыслового прогнозирования отмечалось на последних отраслевых методологических семинарах, а также во время заседаний РГМ.

Последний вывод данной работы, где автор, опираясь на собственные расчёты, показывает оценку промысловой смертности в 4,4 тыс.т и рекомендацию к изъятию 6,34 тыс.т в год, является крайне актуальным в свете появления интереса у рыбопромышленников к освоению биоресурсов глубоководного пояса России. В связи с этим заключение автора о том, что легализация прилова ликодев экономически выгодна, может иметь высокую практическую ценность. Стоит отметить, что в последние годы рекомендованный вылов (РВ) ликодеа Солдатова устанавливается инерционно около 2,5 тыс.т, что более чем на порядок выше официальных уловов. Следовательно, величина РВ не является причиной, по которой рыбодобытчики не перерабатывают ликодев в продукцию, а выбрасывают их за борт, не сообщая о вылове. Если расчёты автора по экономической эффективности легализации прилова ликодев смогут убедить предпринимателей вести более ответственное рыболовство, то вырастут не только официальные уловы, но и качество промысловой статистики. Последнее важно для расчёта РВ, который можно производить согласно рекомендациям РГМ, обязательными для расчёта ОДУ методами, перечисленными в приказе Росрыболовства №104 от 6 февраля 2015 г.

При существующем 2-м уровне информационного обеспечения запаса ликодев в Охотском море в РГМ рекомендуется использовать модели прибавочной продукции, для которых во ВНИРО разработан пакет прикладных программ (ППП) «Combi 4». Эти модели не удастся использовать в ППП «Combi 4», если отсутствует отрицательная связь уловов на усилия с усилиями, т.е. при отсутствии наблюдений негативного эффекта промысла на состояние запаса. Однако, предварительная проверка показывает, что искомая связь отрицательна (-0,4) и все этапы оценки запаса, требуемые приказом №104, удаётся реализовать в ППП «Combi 4». В связи с этим утверждение О.З.Бадаева о том, что «промысел не является лимитирующим численность фактором» (раздел 6.2 автореферата) кажется недостаточно обоснованным. В таких условиях, когда не показано, что запас восстановлен относительно биологических, целевых ориентиров, использование метода Малкина (1999) некорректно, что многократно повторял на заседаниях РГМ её председатель – В.К.Бабаян. Автор также ссылается на него. В монографии (Бабаян, 2000) указано, что допустимая доля промыслового изъятия у Малкина выражается в долях численности запаса, а не массы как это допустил О.З.Бадаев. Эта доля относится к промысловому запасу в начале прогнозного года, а донные съёмки, оценки биомассы из рейсовых отчётов которых автор использовал для оценки запаса, проводились ближе к концу года, чем к началу. В диссертации автор пишет, что «Для популяций рыб, у которых возраст массового созревания самок, как у ликодеа Солдатова, 5 лет, допустимая годовая доля изъятия из запаса составляет 26,6%», а в монографии (Бабаян, 2000) для 5 лет указана иная доля – 23,4%. Доля в 26,6% соответствует 4-х летнему возрасту массового созревания самок. Выявленная неточность не является существенным недостатком в работе, т.к. диссертант выяснил, что «массовое созревание ликодеа Солдатова в восточной и западной частях Охотского моря происходит приблизительно при длине у самок 53–54 см (4-5 лет)». Это же повторено в автореферате в выводе №4.

В целом, О.З.Бадаеву удалось обобщить большое количество своих работ, девять из которых опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК. Однако

невнимательность автора к деталям проявляется не только в опечатках: неверной ссылке на другие источники, например, в диссертации – <http://postgis.net> вместо <http://postgis.net/>, но и в преувеличении значимости выполненных расчётов. В автореферате диссертант пишет, что «угрозы перелова пока не наблюдается...» (стр. 18), но кривая оценки рисков перелова ни по росту, ни по пополнению не приводится даже в диссертации. Таким образом, угроза не оценивалась, а факт того, что «перелова пока не наблюдается» базируется лишь на утверждении автора о том, что рекомендуемая им величина изъятия ликода Солдатова (6,34 тыс.т) больше, чем оценённый им же вылов (4,4 тыс.т). Между прочим 4,4 тыс.т больше, чем ожидание  $MSY = 1,6$  тыс.т в модифицированной модели прибавочной продукции Шефера для ППП «Combi 4» (Babayan & Kizner, 1988) согласно всем требованиям приказа №104 Росрыболовства. Следовательно, автору стоит с большой осторожностью делать такие громкие заявления.

Последнее замечание относится к выводу №5, где резюмируется, что «по мере роста трофический уровень ликода Солдатова увеличивается с 4,0 до 4,4». Ранее опубликовано (Горбатенко и др., 2015), что, используя более современный метод: по соотношению стабильных изотопов азота, в Охотском море определён трофический уровень ликода Солдатова равный 5,0 ( $\delta^{15}N = 16,98 \pm 0,14SE$  ‰) для особей длиной от 40 до 60 см и 5,1 ( $\delta^{15}N = 17,46 \pm 0,11SE$  ‰) для более крупных рыб. Последний метод является более предпочтительным, т.к. позволяет получить более точную оценку трофического уровня, но наблюдаемые соотношения компонентов питания также являются полезной информацией для восстановления вероятных потоков энергии или органического углерода по пищевым сетям в современных экосистемных моделях, которые используют дополнительную информацию, полученную при оценке соотношений стабильных изотопов азота. Автор мог бы добавить это в перечисление практической значимости своей работы.

В целом, работа на тему: «Биология и промысловое использование ликода Солдатова *Lycodes soldatovi* (Perciformes: Zoarcidae)» является самостоятельным и оригинальным исследованием, содержащим элементы научной новизны и отвечающим требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор – Олег Зинурович Бадаев – заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.06 – Ихтиология.

Кулик Владимир Владимирович  
Заведующий лабораторией промысловой статистики и баз данных  
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», кандидат биологических наук  
(специальность 03.02.06 – Ихтиология)  
Адрес: 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, д. 4  
Интернет-сайт организации: <http://www.tinro-center.ru/>  
Email: [Vladimir.Kulik@tinro-center.ru](mailto:Vladimir.Kulik@tinro-center.ru)

Я, Кулик Владимир Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«05» июня 2018 г.  Подпись

Подпись Кулика В.В. заверяю  
Учёный секретарь ФГБНУ «ТИНРО-Центр»

  
Константинова Н.Ю.