

УДК 597—151 : 597.587.1

**РЕАКЦИЯ СТАВРИДЫ НА СВЕТ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ СТЕПЕНИ ЕЕ НАКОРМЛЕННОСТИ****С. Г. Зуссер (ВНИРО)****ВВЕДЕНИЕ**

Влияние света на жизнедеятельность рыб разнообразно и зависит от экологических особенностей вида и функционального состояния организма.

Наблюдая в Черном море реакцию планктоноядных рыб на искусственный подводный источник света, мы высказали предположение, что появление в море ночью искусственного света имеет сигнальное значение для пищевого рефлекса рыб (Зуссер, 1953). Положительная реакция на искусственный свет голодных или кормящихся рыб подтвердилась наблюдениями в естественных условиях многих авторов (Сафьянова и Демидов, 1955; Чугунова, 1955; Шубников, 1959; Михеев, 1960; Шарапов, 1964 и др.). Это же было подтверждено Вудхед (Woodhead, 1956), Зуссер (1961) и Касимовым (1961), которые исследовали в экспериментальных условиях реакцию на свет сытых и голодных мелких непромысловых рыб: гольяна *Rhoxinus rhoxinus* L. и верховки *Leucaspius delineatus* Neck, а также молоди стерляди *Acipenser ruthenus* L.

Учитывая важное теоретическое и практическое значение изучения причин привлечения рыб искусственным светом, а также суточных вертикальных миграций, мы сочли интересным проверить в экспериментальных условиях реакцию на свет в зависимости от степени накормленности промысловой рыбы, совершающей в море суточные вертикальные миграции и реагирующей на искусственный источник света; таким образом мы выбрали мелкую форму черноморской ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev<sup>1</sup>.

Мелкая ставрида держится круглый год у южных берегов Крымского полуострова, у берегов Грузии и Болгарии. В северо-западной части Черного моря, в Азовском море, Керченском проливе и у берегов Румынии она бывает только в теплое время года — с мая по ноябрь.

Зимует в хорошо защищенных от штормов и сильных течений заливах и бухтах с глубинами до 60—80 м. Места зимовки: у южного берега Крыма (район Ласпи и Балаклавы), у берегов Аджарии и Абхазии

<sup>1</sup> Исследования были проведены под методическим руководством проф. Г. С. Карзинкина, которому автор приносит благодарность.

(бухты Пицундская, Батумская и Гагринская), у берегов Болгарии и Анатолии.

В суровые зимы ставрида образует плотные скопления у дна и лишь периодически совершает подъемы вечером в толщу воды, начиная с марта, а иногда и значительно раньше (с января), в зависимости от температурных условий года. Наоборот, в теплые зимы ставрида не залегает на дно и держится не только в бухтах и заливах, но и у открытых берегов вдоль всего побережья Южного Крыма (Алеев, 1952; Амброз, 1954).

Такое поведение ставриды, по-видимому, связано с пищевым рефлексом, который зимой полностью не исчезает. По сообщению Л. И. Вискребенцевой, в 1961 г. в районе Крыма в феврале и марте ставрида, хотя и мало, но питалась главным образом калянусом, совершающим суточные вертикальные миграции. Средний индекс наполнения желудка составил в феврале 15, в марте 5.

Весной ставрида уходит с мест зимовок в северо-западную часть моря, а также занимает более широкие, чем зимой, ареалы у побережья Крыма и Кавказа. В этих местах преимущественно в июле происходит ее нерест.

Пища взрослой ставриды состоит из мальков рыб и зоопланктона. К. Р. Фортунатова (1948) наблюдала в течение суток два периода наиболее интенсивного питания: мелкой формы ставриды утром, после восхода солнца, и вечером, перед его заходом; с наступлением темноты ставрида переставала захватывать пищу. Можно предположить, что при недостатке корма рыба будет питаться и в другое время суток, но при обилии корма выделяются эти два максимума питания, отмечаемые и для большинства других видов рыб. Этот факт издавна хорошо известен любителям-рыболовам, именно на этом и основан лов рыб на вечерней и утренней зорях.

Одним из основных видов промысла ставриды является облов ее зимних и особенно ранне-весенних скоплений с помощью электрического света.

Зимний лов обычно начинается в декабре и продолжается до апреля. До 1953 г. максимальные уловы приходились на март и апрель. Скопления обнаруживали ловом ставриды самоловной удочкой. Для концентрации ставриды применялись керосиновые факелы, с помощью которых рыбу вели (пользуясь ее положительной реакцией на свет) к местам, удобным для облова, кошельковыми неводами. Ставрида держалась на значительной глубине, в зоне рассеянного света (Сафьянова, 1954).

В настоящее время этот способ лова, по сообщению А. Н. Самарьянова, значительно упрощен и соответственно ускорен.

Обнаружив с помощью эхолота скопления рыбы у дна, рыбаки выключают все огни на палубе, опускают до дна конусную сеть, затем включают электрический свет большой мощности и вслед за этим быстро поднимают сеть на поверхность. Одновременно с включением лебедки для подъема сети выключают электрический свет. Таким образом, рыба попадает в сеть при первой же «подвижке», вероятно, от испуга. При этом способе лова решающее значение имеет скорость подъема сети. Передовые бригады доводят скорость подъема до 150 м/мин, получая при этом улов до 700 кг за подъем.

Отношение мелкой и крупной форм ставриды к искусственному свету различно. Подобно другим планктоноядным рыбам мелкая ставрида может образовывать значительные скопления в зоне сравнительно яркого света даже при отсутствии там кормовых организмов; иногда совершает круговые движения вокруг лампы и хорошо идет вслед за

движущимся источником света. Типичный хищник, крупная ставрида заходит в зону света лишь в том случае, когда в ней скапливаются личинки или мелкая рыба, которыми она питается.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в течение 1962—1963 гг. в различные сезоны года (см. таблицу).

#### Сроки опытов и биологический состав подопытных рыб

Сроки опытов	Число опытов	Число рыб	Длина, см (от — до)	Самцов, шт.	Самок, шт.	Стадии зрелости половых продуктов
24/VII—14/VIII	85	15	10,9—17,0	6	9	IV—V
13/XI—7/XII	64	4	12,0—18,5	1	3	II
27/II—22/III	53	5	12,6—17,5	2	3	II—III
9/V—4/VI	94	5	13,5—14,5	3	2	III

В связи с трудностями транспортировки рыбы в живом виде ставриду брали из ставных неводов в ближайших к экспериментальной базе районах.

Летом и осенью исследования проводили в аквариальной лаборатории Азово-Черноморского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (АзчерНИРО) со ставридой, выловленной в Керченском проливе; зимой и весной — в Институте биологии южных морей Академии наук СССР (ИНБЮМ) со ставридой, выловленной в районе Балаклавы<sup>1</sup>.

В АзчерНИРО мы использовали аквариум размером 190 × 100 × 97 см (рис. 1), разделенный непрозрачной пластмассовой перегородкой (высотой 95 см) на 2 отделения: освещенное и затемненное. В перегородке имелся проход, равный половине ширины аквариума, для свободного передвижения рыбы из одного отделения в другое. Степень освещенности регулировалась с помощью лабораторного автотрансформатора. Опыты проводились при освещенности 5—7 лк. Серией предварительных экспериментов эта освещенность была установлена как оптимальная.

Для предохранения от проникновения в аквариум постороннего света стенки его закрывали непрозрачным материалом, а для наблюдения за поведением рыбы оставляли окно.

Вода в аквариуме была проточная, морская, соленостью 12—15‰, насыщение ее кислородом колебалось от 80 до 100%. Летом в период

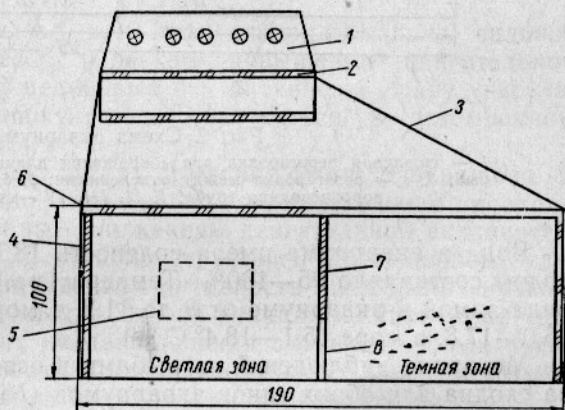


Рис. 1. Схема аквариума № 1:

- 1 — софит с лампами накаливания; 2 — матовое стекло  
3, 4 — непрозрачный материал; 5 — окно; 6 — экран  
7 — перегородка; 8 — проход для рыб.

<sup>1</sup> Пользуюсь случаем выразить благодарность дирекции указанных научных учреждений за любезно предоставленную возможность провести эти исследования.



опытов температура воды в аквариуме была от 21,8 до 22,7° С, в море в это же время от 22,1 до 24,6° С; осенью в подопытном аквариуме от 14,2 до 16,8° С, в море от 8,3 до 12,9° С.

В аквариальной лаборатории физиологии ИНБЮМа был использован аквариум размером 315 × 50 × 60 см (рис. 2), укороченный для наших работ перегородкой до 230 см. Двумя непрозрачными пластмассовыми перегородками 30 × 60 см, поставленными наискось, рабочая часть аквариума была перегороджена на три отделения: одно — затемненное, другое — освещенное естественным светом и третье — промежуточное между первыми двумя отделениями, для большего поглощения света перед затемненным отделением. Морская вода подавалась в каждое из отделений резиновыми шлангами. Сток воды был в нерабочей части аквариума. Перегородка неплотно пригонялась к боковым стенкам и дну аквариума, так что вода легко стекала. Скорости течений были весьма незначительными, до 1 см/сек.

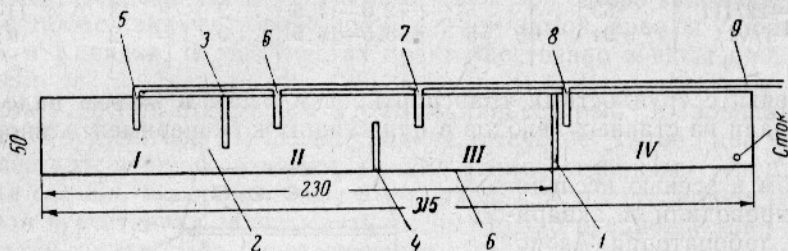


Рис. 2. Схема аквариума № 2:

1 — сплошная перегородка для сокращения длины аквариума; 2 — проход для рыб; 3, 4 — перегородка между отделениями; 5, 6, 7, 8 — резиновые шланги; 9 — водопроводная труба; I, II, III, IV — отделения аквариума.

Вода в аквариуме имела соленость 18,1—18,2‰, насыщение кислородом составляло 95—100%. Температура воды в период работ составила зимой в аквариуме от 9 до 11,2, в море 7—8, весной в аквариуме 15,0—17,8, в море 15,1—18,4° С.

Методика наблюдений за рыбами в освещенной зоне аквариума была сходна для обоих типов аквариумов (№ 1 и 2) с той лишь разницей, что исследования в аквариуме № 2 проводились при дневном освещении. Как показали предварительные опыты наших и других исследователей (Сушкина, 1940; Карзинкин, 1951; Charman, Sharman, Pristly, 1964), реакции рыбы на электрический и естественный свет адекватны.

Каждый опыт длился 30 мин.

В течение 30 мин мы подсчитывали количество рыб, находящихся в светлой половине аквариума. Затем это количество делили на число выходов и входов рыб в светлое отделение аквариума в течение этого же времени и вычисляли процент к общему количеству подопытных рыб.

В продолжение каждого опыта мы судили о двигательной активности рыб по количеству особей, перемещающихся в течение одной минуты через ворота из одного отделения аквариума в другое. До начала опыта рыбы давали возможность в течение 10 мин освоиться с окружающими условиями.

Реакция ориентировки рыб в различно освещенных отделениях аквариума проверялась дополнительно при равном освещении обоих отделений аквариума, а также путем смены освещения в отделениях.

Кормом для ставрид служил рыбный фарш, а также икра рыб.

При опытах с голодными рыбами из аквариума удаляли остатки корма и затем выдерживали рыб без корма в течение 3—6 суток. Для

предохранения доступа планктона вместе с водой на краны, через которые поступала вода в аквариум, надевали чехлы из планктонного газа № 38.

Перед опытом ставриду кормили до полного насыщения, т. е. до прекращения хватательного рефлекса.

Ставрида является трудным объектом для исследований в аквариальных условиях, так как выживают лишь немногие из доставленных рыб<sup>1</sup>. Оставшиеся после большого отсева наши подопытные ставриды нормально питались и хорошо себя чувствовали; после длительного голодания они стремительно хватали пищу и в отличие от сытых были мало пугливы.

Зимой ставриды не брали пищу (рыбный фарш, мидии) в течение десяти дней. На основе общепринятых представлений предполагалось, что зимой ставриды питаться не будут и погибнут. Однако при кормлении рыб икрой пикши они активно начали ее заглатывать и затем постоянно питались этой икрой до полного насыщения.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИИ

Реакция ставриды на свет в зависимости от степени ее накормленности с 28 мая по 4 июня включительно (аквариум № 2) представлена на рис. 3.

Первое кормление (28 мая в 6 ч 10 мин) ставрид вызвало сильное их возбуждение, выражающееся в резком повышении двигательной активности. Однако при насыщении рыб эта активность сразу угасала, после чего рыбы стали предпочтительнее держаться в затемненном отделении.

В течение пяти последующих суток кормление было прекращено и по мере голодания постепенно повышалась положительная реакция ставрид на свет с одновременным снижением двигательной активности. На шестые сутки уже все 100% ставрид держались в освещенном отделении аквариума, причем двигательная активность их была низкой. Однако после первого же кормления 3 июня реакция на свет резко упала, хотя возбуждение ставрид, их двигательная активность были очень сильными, т. е. такие же, как это наблюдалось утром 28 мая (см. выше).

При последующем кормлении положительная реакция на свет продолжала снижаться и достигла нулевой с соответствующим торможением двигательной активности. 3 июня в 15 ч остатки пищи были извлечены из аквариума и на следующие сутки было отмечено, что голодные ставриды снова активно пошли на свет, в соответствии с чем повысилась их реакция на свет и возросла двигательная активность.

Обращает внимание повышение положительной реакции на свет голодных ставрид не сразу же в следующие сутки после прекращения подачи корма, а постепенно, по мере голодания, максимум на 5—6-е сутки.

Уход от света, пугливость и резкое падение двигательной активности по мере накормленности явились характерными факторами в поведении сытой ставриды.

Поскольку в весенних опытах учитывалась реакция на естественное дневное освещение, представилась возможность проследить реакцию голодной ставриды на суточное изменение освещенности.

На рис. 4 представлены данные, характеризующие реакцию на свет

<sup>1</sup> Высокий процент смертности при доставке ставриды в живом виде в аквариум отмечает и К. Р. Фортунатова (1948), приводя подробное описание характера их заболевания.

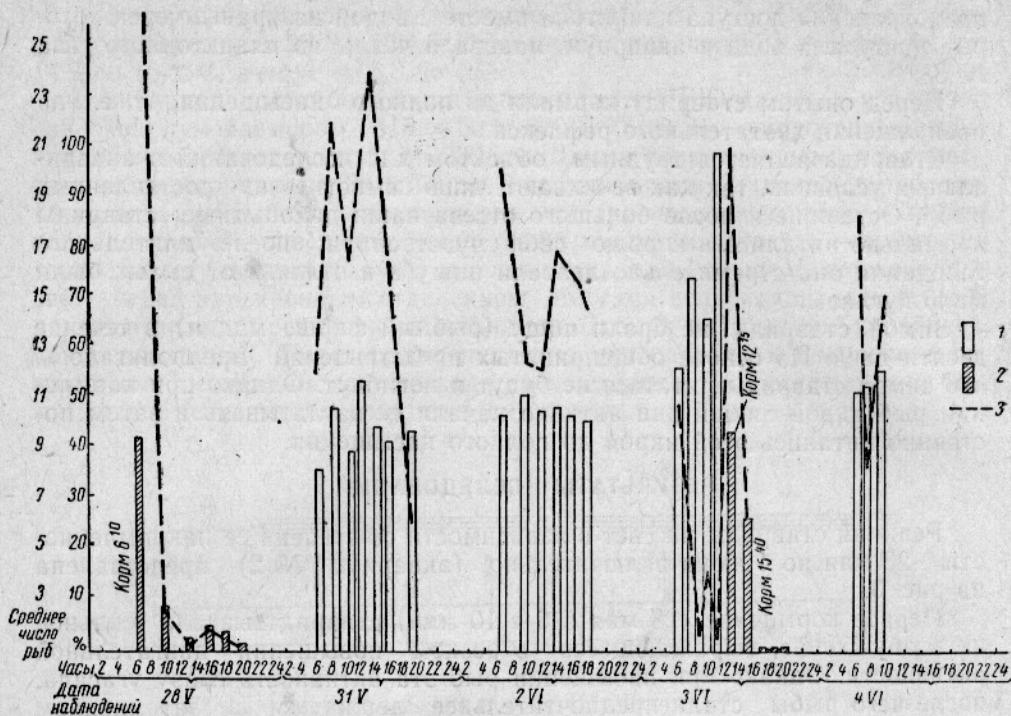


Рис. 3. Реакция ставрид на свет в зависимости от степени накормленности. Столбики — количество рыб (в %) в освещенной зоне. Кривая 3 над столбиками — двигательная активность рыб. Заштрихованные столбики (2) — сытые рыбы, незаштрихованные (1) — голодные.

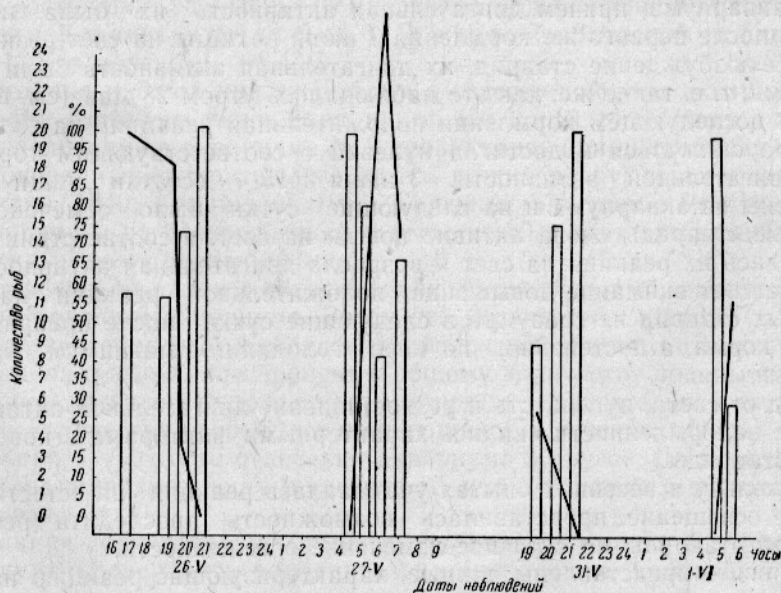


Рис. 4. Реакция голодных ставрид на свет в течение суток. Столбики — количество рыб (в %) в освещенной зоне. Кривая над столбиками — двигательная активность рыб.



голодной ставриды в сумеречное и темное время суток в течение половины суток 26—27 мая и 31—1 июня (аквариум № 2).

Как видно из рисунка, днем 26 мая (с 16 до 19 ч) при освещении III отделения аквариума около 60% общего количества голодных ставрид находилось на свету. С наступлением сумерек это количество увеличилось до 72%, а еще позднее до 100% при одновременном резком торможении двигательной активности рыб. Это было очень показательно: еще в 19 ч 55 мин рыбы активно ходили стайкой из одного отделения в другое. Солнце зашло в 20 ч и с уменьшением освещенности в аквариуме движение рыб сразу же приостановилось, стайка распалась и рыбки стали держаться раздельно в толще воды только в III отделении аквариума, где был слабый сумеречный свет. Так, среднее число рыб, перемещающихся в течение 1 мин через ворота из одного отделения в другое, т. е. двигательная активность рыб, с 19 ч 55 мин до 20 ч составляла 2,5; с 20 ч до 20 ч 5 мин — 0,9; в следующие 5 мин — 0,06; затем движение через ворота прекратилось и все рыбы остались в III отделении.

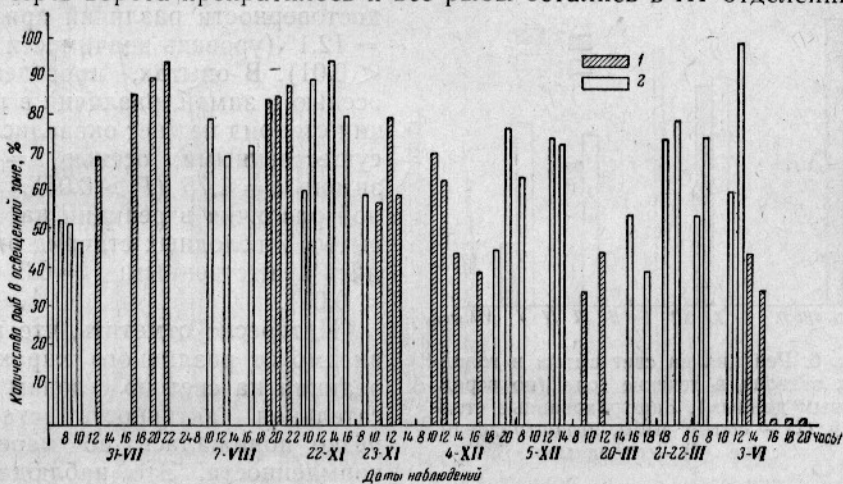


Рис. 5. Реакция на свет сытых и голодных ставрид в отдельные сезоны года. Столбики — количество рыб (в %) в освещенной зоне. Заштрихованные столбики (1) — сытые рыбы, незаштрихованные (2) — голодные.

При смене освещения в отделениях аквариума, т. е. затемнении III отделения и снятии верхней крышки в I отделении, рыбы по-прежнему оставались в III отделении. По-видимому, в данном случае преобладала реакция на место. При повторении опыта (в 20 ч 30 мин) рыбы в III отделении аквариума также оставались неподвижными. На следующий день (27 мая в 4 ч 30 мин) рассвет застал рыб в том же отделении и в таком же состоянии неподвижности. Лишь при дневном освещении в 5 ч 45 мин восстановилась их обычная двигательная активность. То же повторилось 31 мая — 1 июня: в сумерки движение ставриды приостановилось, а при дневном освещении аквариума она начала активно передвигаться из одного отделения в другое.

Таким образом, у голодных ставрид наблюдалось резкое падение двигательной активности и привязанность к определенному месту в сумеречное и темное время суток, что связано с ночным покоем рыб в темное время суток.

Мы провели серию опытов по исследованию реакции ставриды на свет в различные сезоны года. Наши наблюдения показали, что в отдельные сезоны характер реакции на свет сытых и голодных ставрид не является стабильным. На рис. 5 представлена положительная реакция

на свет ставриды в разное время года в те дни, когда проводились круглосуточные наблюдения за поведением сытых и голодных рыб.

На рис. 6 приведены осредненные данные опытов, проведенных в течение года. Как видно из этих рисунков, летом в отличие от других сезонов года в нерестовый период положительная реакция на свет у сытых ставрид выражена сильнее, чем у голодных. Осенью после нереста реакция меняется и голодные ставриды активнее идут на свет, чем сытые. Однако осенью и зимой эта реакция еще не так отчетливо выражена, как весной, при усилении у них пищевого рефлекса. Весной голодные ставриды активно шли на свет и держались преимущественно в освещенной зоне.

Данные, обработанные статистическим методом (Ракитский, 1961), также подтвердили полученные результаты. Летом реакции на свет

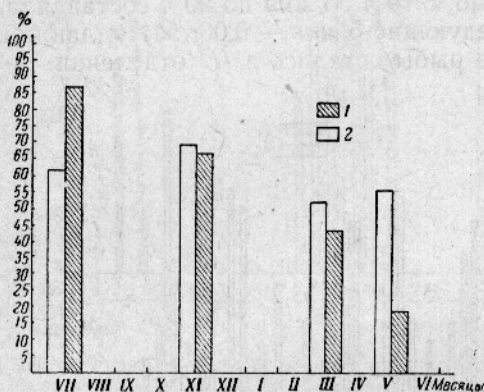


Рис. 6. Реакция на свет сытых и голодных ставрид в течение года (по осредненным данным). Заштрихованные столбики (1) — сытые рыбы, незаштрихованные (2) — голодные.

у сытых и голодных ставрид существенно различаются: сытые активно идут на свет. Степень достоверности различий при  $t = 12,1$  (уровень значимости  $P < 0,01$ ). В опытах, проведенных осенью и зимой, различия в реакции ставрид на свет оказались незначительными: осенью  $t = 1,77$ , зимой  $t = 1,75$  ( $P > 0,05$ ). Весной различия в реакции на свет сытых и голодных ставрид оказались существенными:  $t = 6,3$  ( $P < 0,01$ ).

Интересно отметить, что независимо от различного характера реакции на свет по сезонам двигательная активность ставрид резко понижалась по мере накормленности. Это наблюдалось не только весной, когда сытые

ставриды предпочитали держаться в темной зоне, но и летом при преобладании их на свету и осенью при равной реакции на свет сытых и голодных рыб.

На рис. 7 показаны типичные случаи из этих наблюдений; мы видим, что двигательная активность сытых ставрид по мере накормленности резко падает во все сезоны года.

Результаты опытов подтвердили выводы, полученные нами ранее при исследовании реакции на свет верховки (Зуссер, 1961; Зуссер и Эттинген, 1961). У верховки было проверено также значение света для пищевого рефлекса: при кормлении рыб исключительно в темноте последняя начинала приобретать сигнальное пищевое значение для голодных рыб.

Сходные результаты повышенной положительной реакции на свет голодных рыб были получены ранее в экспериментальных условиях у гольяна (Woodhead, 1956) и у молоди стерляди (Касимов, 1961). Кроме того, Касимовым (1963) были проведены следующие интересные опыты: личинки осетров он разделил на группы, выращиваемые с первого дня выклева при разных условиях освещения. Выяснилось, что до перехода к активному питанию рыбы всех групп отрицательно реагировали на свет. В период перехода к активному питанию реакция их на свет изменилась соответственно условиям освещения, при которых рыбы кормились. Так, у осетров, кормящихся в темноте, реакция на свет



оставалась отрицательной, а у групп осетров, кормящихся при свете, реакция на свет становилась положительной. Следовательно, с переходом личинок на активное питание свет приобрел пищевое сигнальное значение.

Опыты, проведенные нами и указанными авторами, свидетельствуют о наличии связи между степенью накормленности рыбы и условиями освещенности воды; они помогают уточнить некоторые детали реакции планктоноядных рыб на искусственный свет, а также суточных вертикальных миграций этих рыб. Рассмотрим полученные результаты опытов с теоретической и практической точки зрения.

В естественных условиях наиболее интенсивно пелагические планктоноядные рыбы питаются в поверхностных слоях воды в сумеречное время — утром и вечером.

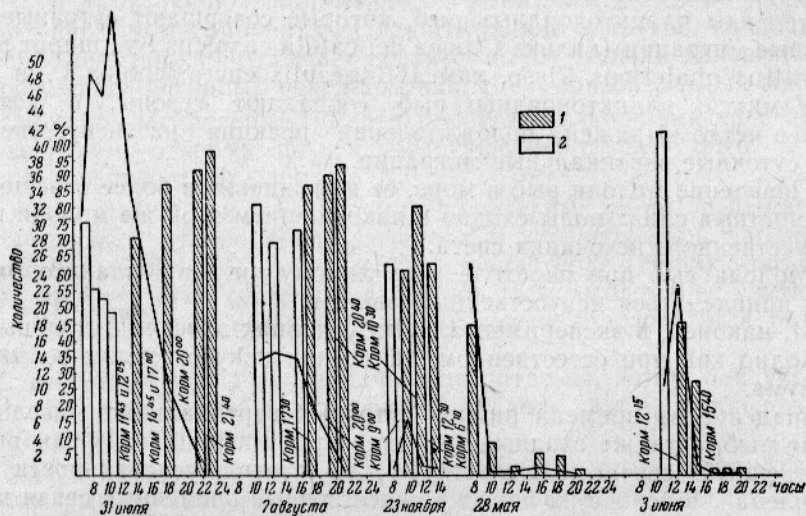


Рис. 7. Двигательная активность сытых рыб в разные сезоны года. Столбики — количество рыб (в %) в освещенной зоне. Кривая над столбиками — двигательная активность рыб. Заштрихованные столбики (1) — сытые рыбы; незаштрихованные (2) — голодные.

Положительная реакция ставриды на свет, усиливающаяся каждые последующие сутки по мере голодания рыб (см. рис. 3), свидетельствует о постепенном росте пищевого возбуждения. В связи с этим вполне вероятно предположить, что и в естественных условиях привлекаются искусственным светом или поднимаются вечером в верхние слои воды для питания ежесуточно не одни и те же особи, а лишь те группы рыб, у которых появляется потребность в питании. Это согласуется с исследованиями К. А. Корякова (1959) о том, что состав пищи рыб<sup>1</sup> указывает, что в верхние слои поднимается только часть стада, а хорошо накормленные особи остаются на глубинах и ночью. Пеко (Peко, 1953) сообщает, что накормленная сельдь не мигрирует вечером к поверхности.

В предыдущих работах (Зуссер, 1956, 1958, 1961) было высказано предположение, что наступление вечерних сумерек, т. е. постепенное уменьшение освещенности прежде всего в нижних слоях воды, имеет сигнальное значение для питания рыб, поскольку ежесуточно в вечерние сумерки они обнаруживают пищу в виде планктона, сконцентрированно-

<sup>1</sup> Большая, или байкальская, голомянка *Comephorus baicalensis* (Pallas).

го в узком верхнем слое воды. Рыбы поднимаются вместе с уходящим к поверхности воды светом. Сумеречный свет является не причиной подъема, а сигналом к подъему за кормом, т. е. сигналом пищевого рефлекса.

Искусственный свет среди темноты, по нашему предположению, также может служить сигналом пищевого рефлекса для голодных планктоноядных рыб, поскольку он ежедневно подкрепляется сочетанием уходящего дневного света и появлением пищи в поверхностных слоях воды.

В подтверждение сходства в характере суточных вертикальных миграций рыб с их реакцией на искусственный источник света можно привести следующие факты:

1. В большинстве случаев хорошо привлекаются к искусственному свету те виды планктоноядных рыб, которые совершают суточные вертикальные миграции (килька *Clupea delicatula caspica* Sv., шпрот *Sprattus sprattus phalericus* Risso, хамса *Engraulis encrasicolus* L. и др.).

2. У многих планктоноядных рыб совпадают сезоны, в которые наиболее четко выражена положительная реакция на искусственный свет и суточные вертикальные миграции.

3. Поведение молоди рыб в море, ее нахождение в более освещенных поверхностных слоях воды сходно с нахождением этой же молоди вблизи искусственного источника света.

4. Молодь рыб при переходе к активному питанию планктоном начинает привлекаться искусственным светом.

5. И, наконец, в экспериментальных условиях поведение подопытных рыб сходно как при естественном, так и при искусственном освещении аквариума.

Совпадение во времени ритмов суточных вертикальных миграций и питания рыб, а также сходный характер этих миграций и реакции на искусственный свет свидетельствуют о взаимообусловленности всех этих явлений; в основе их лежат тождественные временные связи пищевого рефлекса и интенсивности освещения (Зуссер, 1965).

Исходя из изложенного, можно предположить, что рыбы, совершающие суточные вертикальные миграции или живущие в условиях освещенного подповерхностного слоя, т. е. экологически связанные с изменениями освещенности в море, будут привлекаться искусственным светом (соответствующей силы и цвета) и могут быть обловлены кошельковым неводом, бортовой ловушкой, конусной сетью или рыбнасосом в сочетании с электроловом (например, хамса в Черном море).

И, наоборот, привлечение рыб к искусственному источнику света в известной мере может служить показателем наличия суточных вертикальных миграций рыб и возможности облова кошельковым неводом (с помощью гидроакустической разведки и искусственного света) вечерних и ночных скоплений рыб у поверхности воды (например, сайры *Cololabis saira* Vg.).

Наши наблюдения за поведением ставриды и верховки в темноте показали, что они держатся рассеянно и абсолютно неподвижно, даже не двигая плавниками (Зуссер, 1961).

Ночью в море пелагические планктоноядные рыбы также держатся рассеянно и неподвижно в поверхностных слоях воды, что подтверждается наблюдениями над поведением хамсы, кильки и других рыб, проведенными с помощью гидроакустических приборов, а также непосредственными наблюдениями с подводной лодки за поведением атлантической сельди *Clupea harengus harengus* L. (Радаков и Соловьев, 1959; Рыженко, 1962 и др.).

Многие авторы расценивают неподвижное поведение рыб в темноте как вынужденное, поскольку темнота приводит к нарушению ориентации на течение (Jones, 1963), потере зрительного контакта между особями (Крыжановский, Дисслер и Смирнова, 1953), невозможности обнаружить корм, а также в связи с наличием хищников (Мантейфель, 1961). Однако такая неподвижность в темное время суток дает рыбам возможность отдохнуть. И. И. Месяцев (1937) справедливо указывал, что рыба, как и всякий живой организм, нуждается в отдыхе. Возможно, что этот отдых является сном, о чем можно судить по неподвижному состоянию рыб ночью в аквариуме. М. Е. Лобашев и Б. В. Савватеев (1959) указывают, что предохранение головного мозга от истощения путем периодического сна — одна из основных причин суточного ритма.

При недостаточной накормленности рыба может днем плавать в поисках пищи и мигрировать из одного района в другой, но ночью она держится неподвижно, отдыхает независимо от степени накормленности и не совершает активных передвижений, т. е. горизонтальных миграций.

Возможно, наступление сумерек имеет сигнальное значение не только к вечернему откорму, но и к последующему отдыху рыб в ночное время в поверхностных слоях воды.

В связи с этим при выметывании дрифтерных сетей рыбакам следует учитывать, что во время вечерних и утренних зорь наблюдается наибольшая активность рыб и соответственно более сильное обьячеивание их дрифтерными сетями, а в ночные часы рыба менее активна и может быть успешно обловлена кошельковым неводом или разноглубинным тралом.

С рассветом рыбы снова начинают питаться, затем они уходят на глубины. Голодные рыбы продолжают плавать днем в поисках пищи, не опускаясь на глубину.

По мере накормленности меняется отношение рыб к раздражителям, у сытых рыб сильнее выражены оборонительные реакции. Основываясь на экспериментальных данных, мы высказали предположение (Зуссер, 1961), что сытая рыба предпочитает днем держаться в нижних слоях воды, так как эта зона является для нее защитной от врагов, ветровых волнений, яркого света, шума, вызываемого судовыми двигателями и орудиями лова, т. е. от всех раздражителей, к которым она, будучи голодной, относится индифферентно.

В полном соответствии с характером суточного ритма питания у рыб находится и суточный ритм их дыхания: утренние и вечерние часы являются периодами максимальной, а ночные часы минимальной интенсивности питания и дыхания (Олифан, 1957).

Ритм питания определяет и ритмы двигательной активности, обмена веществ, работы анализаторов и т. д., затрагивая все функции деятельности центральной нервной системы.

Таким образом, утренний уход рыб из поверхностных слоев воды носит сложный, но взаимообусловленный характер, зависящий от изменений рефлекторных (пищевых, оборонительных) и обменных реакций.

Интересно отметить, что сходное явление опускания в нижние слои воды организмов по мере накормленности отмечено и у планктона (Зуссер, 1961; Сушкина, 1962; Петипа, 1964).

Как показали наши опыты, привлечение к свету сытых и голодных ставрид по сезонам года зависит от степени развития половых желез и упитанности рыб. Это согласуется с наблюдениями в естественных условиях суточных вертикальных миграций и реакции на свет ставрид в отдельные сезоны года.



Зимой питание ставриды не интенсивно, она не совершает далеких горизонтальных передвижений, особенно в холодную зиму; для поддержания организма иногда питается утром и вечером в верхних слоях воды, в связи с чем положительная реакция на свет у нее не всегда бывает четко выраженной.

При откорме ставриды весной в связи с развитием половых продуктов и расходом жира вертикальные миграции и положительная реакция на свет голодных ставрид выражены четко.

В период нереста летом суточные вертикальные миграции ставриды отсутствуют и рыбы часто держатся днем в верхних слоях воды.

В наших опытах летом у сытых рыб положительная реакция на свет была более выражена, чем у голодных. Возможно, в период нереста сказывается потребность в дополнительном облучении гормонов светом, причем это более четко выражено у сытых рыб, поскольку у них пищевой рефлекс заторможен, но возбужден половой центр нервной системы.

Осенью суточные вертикальные миграции и положительная реакция на свет ставриды зависят от степени упитанности рыб и не всегда бывают четко выраженными.

Т. Е. Сафьянова (1958) приходит к выводу, что в теплые зимы ставрида заходит в освещенную зону. Ранней весной с усилением солнечной радиации и началом прогрева воды как хамса, так и ставрида реагируют на свет положительно. Летом хамса и ставрида относятся к свету положительно, причем характер накопления и поведения хамсы в зоне света часто зависит от стадии зрелости половых желез. Осенью отношение рыб к свету во многом зависит от упитанности и жирности. Изменение реакции на искусственный свет в зависимости от степени накормленности и развития половых желез отмечается также у других рыб (Грищенко, 1951; Шубников, 1959 и др.).

Наблюдаемые нами изменения реакции ставриды на свет по сезонам года возможно смогут явиться основанием для прогнозирования характера и сроков этой реакции на предстоящий сезон.

До сих пор существовало мнение, что реакция ставриды на свет начинается только при понижении температуры воды в море до 7—9° С. В действительности реакция ставриды на свет зависит не столько от непосредственного воздействия температуры воды, сколько от физиологического состояния рыбы, т. е. степени упитанности, жирности, развития половых желез, а также от условий зимовки. В качестве примера можно привести 1961 г. Осенью этого года ставрида хорошо привлекалась светом, хотя температура воды в море была 12° С. Ставрида была слабо упитана, о чем можно было судить по ее жирности. В 1961 г. жирность мелкой ставриды была наименьшей из трех лет исследований (1959—1961) (Шульман, 1963). Следовательно, исключительно большое привлечение ставриды светом осенью 1961 г. можно объяснить слабой упитанностью и пищевым рефлексом этих рыб.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях опыта реакция ставриды на свет зависит от степени ее накормленности. При голодании ставрид эта реакция усиливается и достигает максимума на 5—6-й день, когда все особи держатся на свету. У сытых рыб положительная реакция на свет снижается по мере накормленности и резко понижается двигательная активность.

В темное время суток ставриды держатся в аквариуме распыленно и абсолютно неподвижно.

Реакция ставриды на свет в течение года меняется в зависимости от степени упитанности рыб и развития половых желез. Наиболее выражена положительная реакция рыб на свет весной, в период откорма. Летом, в период нереста, у сытых ставрид положительная реакция на свет сильнее выражена, чем у голодных. Осенью и зимой, когда рыбы упитаны, различие в реакции на свет сытых и голодных рыб выражено нечетко.

Проведенные опыты, так же как и наблюдения в естественных условиях, дают основания сделать следующие выводы:

1. Большинство планктоноядных рыб, совершающих суточные вертикальные миграции, хорошо привлекаются искусственным светом. Это дает возможность расширить методы лова за счет концентрации с помощью света рыб, находящихся вечером и ночью в поверхностных слоях воды.

2. При прогнозировании характера и времени наступления активной реакции на искусственный свет следует принимать во внимание степень упитанности и жирности рыб, степень развития половых желез, а также прогноз гидрологических условий в море.

3. В темное время суток планктоноядные рыбы держатся неподвижно в поверхностных слоях воды, не совершают активных передвижений и поэтому плохо попадают в дрейферные сети, но могут быть успешно обловлены кошельковым неводом или разноглубинным тралом. Во время вечерних и утренних зорь наблюдается наибольшая активность рыб и соответственно обьячеивание их дрейферными сетями.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алеев Ю. Г. Ставрида Черного моря. Крымиздат, 1952.
- Амброз А. П. Распределение и промысел черноморской ставриды. Труды ВНИРО. Т. 28 Пищепромиздат, 1954.
- Грищенко Г. И. Опыт лова сельди на электрический свет. Известия ТИНРО. Т. 34. Владивосток. Промиздат, 1951.
- Зуссер С. Г. Критика применения теории тропизмов к изучению поведения рыб. «Журнал общей биологии». Т. XIV. Вып. 2, 1953.
- Зуссер С. Г. Суточные вертикальные миграции пелагических рыб. «Рыбное хозяйство», 1956, № 5.
- Зуссер С. Г. Суточные вертикальные миграции пелагических рыб. Труды ВНИРО. Т. XXXVI. Пищепромиздат, 1958.
- Зуссер С. Г. Суточные вертикальные миграции планктоноядных рыб. Труды ВНИРО. Т. 44. Пищепромиздат, 1961.
- Зуссер С. Г. Характер и причины суточных вертикальных миграций планктофагов. «Вопросы гидробиологии». Изд-во «Наука», 1965.
- Зуссер С. Г. и Этинген Р. М. Влияние физиологического состояния рыб на их реакцию на свет. «Рыбное хозяйство», 1961, № 11.
- Карзинкин Г. С. К нормативам кормления молоди осетровых, белорыбцы. Труды ВНИРО. Т. XIX. Пищепромиздат, 1951.
- Касимов Р. Ю. Суточный ритм двигательной активности видов осетровых рыб и их гибридов. «Зоологический журнал». Т. II. Вып. 1, 1961.
- Касимов Р. Ю. Изменение отношения к свету и температуре у некоторых видов курильских осетровых в раннем онтогенезе. Сб. «Осетровое хозяйство в водоемах СССР». Изд-во АН СССР, 1963.
- Крыжановский С. Г., Дисслер Н. Н., Смирнова Г. Н. Эколого-морфологические закономерности развития окуневидных рыб (Percoidea). Труды института морфологии животных. Вып. 10. Изд-во АН СССР, 1953.
- Коряков Е. А. Бычкообразные рыбы Байкала, в кн. «Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз. Байкал». Иркутское областное изд-во, 1959.
- Лобашев М. Е. и Савватеев В. В. Физиология суточного ритма животных. Изд-во АН СССР, 1959.
- Мантейфель Б. П. Вертикальные миграции морских организмов. Ч. II. Труды института морфологии животных им. А. Н. Северцева. Вып. 39. Изд-во АН СССР, 1961.
- Месяцев И. И. Стресс косяков стадных рыб. Известия АН СССР, № 4, 1937.
- Михеев В. Кормление рыбы с помощью света. «Рыбоводство и рыболовство», 1960, № 3.

Олифан В. И. О суточных ритмах питания мальков байкальского хариуса и о суточных ритмах у молоди вообще. ДАН СССР, Вып. 3, № 114, 1957.

Петипа Т. С. Суточный ритм расхода и накопления жира у *Calanus helgolandicus* (Claus) в Черном море. ДАН СССР, Т. 156, № 6, 1964.

Радаков Д. В. и Соловьев Б. С. Новый опыт применения подводной лодки для наблюдения за поведением сельди, «Рыбное хозяйство», 1959, № 2.

Ракитский П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов. Минск, Изд-во Белгосуниверситета, 1961.

Рыженко М. И. Биологические исследования, проведенные на подводной лодке «Северянка». Труды Океанографической комиссии. Т. XIV. Изд-во АН СССР, 1962.

Сафьянова Т. Е. Результаты изучения реакции черноморских рыб на электрический свет. Труды ВНИРО. Т. 28. Пищепромиздат, 1954.

Сафьянова Т. Е. О некоторых закономерностях изменения реакции на свет хамсы и ставриды на протяжении года. Труды совещания по физиологии рыб АН СССР, 1958.

Сафьянова Т. Е. и Демидов В. Ф. Отношение черноморской хамсы к искусственному свету в период размножения и нагула. Труды АзчерНИРО. Вып. 16, Крымиздат, 1955.

Сушкина А. П. Питание личинок проходных сельдей в р. Волге. Труды ВНИРО. Т. 14, 1940.

Сушкина А. П. Вертикальные миграции и суточный ритм питания *Calanus finmarchicus* (Grimé) в связи с его возрастом и жирностью. Труды ВНИРО. Т. 46. Пищепромиздат, 1962.

Фортулатова К. Р. Очерки биологии питания *Trachurus trachurus*. Труды Севастопольской биологической станции. Т. VI, 1948.

Чугунова Н. И. Труды совещания по вопросам поведения и разведки рыб (презения по докладам). Изд-во АН СССР, 1955.

Шарапов Е. Г. Опытный бессетевой лов черноморского анчоуса. «Рыбное хозяйство», 1964, № 6.

Шубников Д. А. О различной реакции самцов и самок анчоусовидной кильки на электрический свет. «Зоологический журнал». Т. 38. Вып. 5, 1959.

Шульман Г. Е. Определение обеспеченности рыб кормом по интенсивности жиронакопления и уровню жировых запасов в их теле. «Зоологический журнал». Т. 42. Вып. 4, 1963.

Sharman C. Y., Sharman D. P. and Pristley. Further uses of electronicaly scanned sonar in the investigation of behavior of fish. Nature 49—45, 588—589, 1964.

Jones F. K. Fish and water currents II. World Fish, 12, 8, 1963.  
Peko. Herring behaviour How depth limits change the schooling pattern. World Fishing. v. 5, 7, 1953.

Woodhead P. M. The behaviour of minnows (*Phoxinus phoxinus* L.) in a light gradient, J. Exp. Biol. v. 33, 2, 1956.