

22
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АКАДЕМИИ НАУК СССР

На правах рукописи

САФРОНОВ Сергей Никитич

УДК 597.562-15:574.34:639.223

601a
ЭКОЛОГИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ НАВАГИ
ELEGANUS GRACILIS TILESUS (GADIDAE)
ПЕЛЬЕА САХАЛИНА И ДЕННЫХ КУРИЛЬСКИХ
ОСТРОВОВ

03.00.10 - икhtiология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владивосток - 1983

Работа выполнена в Сахалинском филиале Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахТИРО)

Научный руководитель - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Н.С. ФАДЗЕВ

Официальные оппоненты - доктор биологических наук, профессор В.П. ШУНТОВ,
- кандидат биологических наук, доцент В.Н. ГВАНКОВ

Ведущая организация - Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

Защита состоится "10" декабря 1986 г. на заседании специализированного совета К 002.06.08 при Президиуме Дальневосточного научного центра АН СССР по адресу: 690022, Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 150, Института биологии моря ДВНЦ АН СССР.

С диссертацией можно ознакомиться в центральной библиотеке ДВНЦ АН СССР.

Автореферат разослан "29" октября 1986 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
к.б.н.

С.М. Гнездкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Дальневосточная навага широко распространена на шельфе северной части Тихого океана и служит одним из основных объектов зимнего прибрежного промысла. Общий улов её в пределах СССР достигает 47 тыс. т. (1979г.), более 50% которого приходится на долю шельфа Сахалина и Курильских островов.

Существенная роль наваги в прибрежных биоценозах и большое экономическое значение определяют интерес к этому виду специалистов практиков и рыбохозяйственной науки. Однако, недостаточная изученность особенностей распределения, внутривидовой дифференциации, возраста, роста, размножения и питания, особенно вопроса, касающегося динамики численности и величины возможного улова в значительной мере препятствует организации рационального использования её ресурсов в водах Сахалина и Курильских островов. В этой связи обобщение и систематизация многолетних исследований наваги указанного региона представляется полезной и своевременной.

Цель и задачи работы. Цель настоящей работы - изучить основные черты экологии дальневосточной наваги в прибрежных водах Сахалина и Курильских островов, разработать методику прогнозирования состояния запасов и предложить мероприятия оптимальной эксплуатации. В соответствии с целью автор ставил перед собой следующие задачи: выяснить условия обитания и закономерности сезонного распределения; внутривидовую дифференциацию; изучить размерно-возрастную структуру, рост, размножение и питание, определить динамику численности, коэффициента смертности, величину запаса и возможного изъятия промыслом.

Научная новизна. Обобщены результаты многолетних исследований экологии наваги. Изучено распределение этого вида в водах Сахалина и Курильских островов в течение всего жизненного цикла, показана связь распределения рыб с гидрологическим режимом водных масс и течениями. Установлено, что промысел базируется на шести названных административных районах.

ных запасов — популяциях. На основании сообщения полученных результатов сформулировано общее представление об особенностях экологии рыб отдельных популяций, выявлены критерии их дифференциации.

Вскрыт механизм формирования урожайности отдельных поколений, выявлены факторы, обуславливающие динамику численности популяций, рассчитан ряд прогностических зависимостей для оценки урожайности генераций и величины нерестового запаса наваги Татарского пролива и залива Терпения. Большинство вопросов, рассмотренных в диссертации на большом фактическом материале (закономерности распределения, внутривидовая дифференциация, размерно-возрастная структура, рост, плодовитость, коэффициенты естественной и промысловой смертности, состояние запасов и др.) для наваги данного региона приводятся впервые.

Практическое значение и внедрение. Результаты исследований уже в течение ряда лет используются при разработке перспективных, годовых и квартальных прогнозов и являются основой составления государственного плана вылова наваги. Они проходят ежегодную проверку, а с 1980 г. внедряются в промышленность. В последние годы биостатистические материалы, сведения о состоянии запасов тихоокеанской наваги используются советской стороной на переговорах со специалистами Японии с целью определения квот вылова японскими рыбаками.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на коллективных лабораториях морских промысловых рыб и океанографии СахТИНРО в 1975–1985 гг., на заседаниях секции ученого Совета СахТИНРО, в 1977, 1980–1985 гг., на промысловых советах Сахоблрыбколхозсоюза и ПО "Сахалинрыбпром" в 1981 и 1984 гг., на отчетных собраниях СахТИНРО в 1977–1979, 1981–1982 гг. и ТИНРО в 1978 г. на I и II научно-практических конференциях "Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов

Сахалина и Курильских островов" (Ижмо-Сахалинск, 1981, 1984) на II научно-практической конференции "Экономические и социальные проблемы дальнейшего развития производительных сил Сахалинской области" (Ижмо-Сахалинск, 1982), на III Всесоюзной конференции молодых ученых Министерств рыбного хозяйства СССР (Москва, 1980), на Всесоюзной конференции "Природная среда и проблемы изучения, освоения и охраны биологических ресурсов морей СССР и Мирового океана" (Ленинград, 1984) и на заседании Лососевых семинара Отдела биологии лососевых рыб Института биологии моря ДВНЦ АН СССР (Владивосток, 1985).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и приложений, содержит 39 рисунков и 54 таблицы. Ее общий объем составляет 224 стр., из них 140 стр. текста, список литературы включает 222 наименования, из которых 32 на иностранных языках.

ГЛАВА I. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА.

В основу работы положены материалы 12-летних (1974–1985 гг.) наблюдений автора, проводимых в рамках исследований тематического плана ТИНРО по изучению рыбных ресурсов дальневосточных морей.

Распределение наваги по районам, глубинам и сезонам года изучали с помощью траловых, гидроакустических и гидрологических съемок по стандартной схеме станций на основании материалов более 20 экспедиций СахТИНРО и ТИНРО в районы Татарского пролива, залива Анива, Терпения и Сахалинский, северо-восточного побережья Сахалина и Курильских островов. Исследованиями была охвачена акватория дельфы до глубины 400 м. За этот период выполнено около 4,0 тыс. получасовых тралений, по уловам которых определялось количественное распределение рыб. Параллельно с работами на научно-исследовательских судах

4

проводился сбор биологических и биостатистических материалов на береговых наблюдательных и рыбоприемных пунктах, в местах основного промысла.

Для выяснения вопроса о внутривидовой дифференциации наваги в водах Сахалина (1978 г.) и Курил (1978 г.) проводили морфометрический анализ (566 экз. рыб), при этом большее значение придавалось однородности сравниваемых выборок по возрасту, размерам и стадии зрелости. Проанализированные рыбы имели IV стадию зрелости гонад, длину тела (L) от 30 до 34 см и возраст 3-4 года у 90% особей. Все измерения и просчеты (44 пластических и 9 меристических признаков) выполнены автором на свежем материале без подразделения по полу, учитывая отсутствие у наваги полового диморфизма (Дубровская, 1954; Семененко, 1970).

Биологическое состояние наваги изучалось путем взятия проб на массовый промер (242,0 тыс. экз.) и биологический анализ (29,5 тыс. экз.) согласно методике описанной Правдиным (1906) и Тюриним (1963). При определении возраста (24,1 тыс. экз.) и темпа роста (6,3 тыс. экз.) рыб применяли исключительные отолиты с учетом соответствующих руководств (Чугунов, 1959; Брызгин, 1969). Возрастной состав рыб из промысловых уловов рассчитали с помощью метода Майоровой (1930) и Морозова (1934), позволяющего переводить размерные соотношения в возрастные. Для общей характеристики роста популяций в пределах ареала получены параметры уравнения роста Лорталанца методом Хендлорфа (Hendelorf, 1966). Определение индивидуальной абсолютной и относительной плодовитости (2,1 тыс. экз.) выполняли весовым методом (Моганзен, 1935; Анюшина, 1969; Слановская, Рихтер, 1970). Качественный и количественный состав потребляемых организмов (по 900 желудочно-кишечным трактам изучали по общепринятой методике (Методическое пособие....., 1974). Рапионы и кишечные потребности рыб рассчитывали по уравне-

5

ниям баланса энергии (Биноберг, 1956, 1933).

Естественную смертность получили методом Тюрпина (1972); Лукашова (1970); Рихтера, Ефанова (1977) и Альверсона, Карни, (Alverson, Carney, 1975). Коэффициенты промысловой смертности, численность и биомассу промыслового запаса - методом "виртуальных популяций", в модификации Лукашера (Shumacher, 1970). Возраст рыб оптимальной эксплуатации: находили по формуле Кэти и Кэскина (Ketty, Cassin, 1968), а также методами Тюрпина (1933) и Бердичевского (1964).

Оценку относительной численности поколений получали по соотношению возрастных групп наваги в промысловых уловах по методике Монастырского (1952) и Дементьевой (1976). Для выяснения современного состояния численности и определения возможного вылова применена математическая модель Бивертсона и Холта (1969). Анализ зависимости $\bar{W}/R$ от F проведен по методике Рихтера (1970).

Математическую обработку данных проводили методами статистического анализа (Бейли, 1962; Плехинский, 1970; Андреев, 1980) с помощью ЭВМ в АСББ ТИРО.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ И СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

2.1. Условия обитания. В многообразии внешних условий, воздействующих на рыб, обитающих у дна, ряд факторов оказывает решающее значение. Как известно, это, в первую очередь, рельеф дна, гидрологический режим вод, складывающийся из общей циркуляции и взаимодействия водных масс, их температурных и солевых характеристик, состав донных осадков и распределения на них различных группировок животных. В настоящее время в литературе по вышеперечисленным направлениям накопилось достаточно данных для составления общей картины условий обитания наваги в пределах исследуемой акватории (Скалкин, 1960; Савилов, 1961; Сизова, 1962; Морозкин, 1966; Нейман, 1969; Будрева, 1980; Кобликов, 1980; По-

кудов, Бласов, 1960; Афанасьев, 1981; Чернявский, 1961 и др.). На основании литературных данных шельф Сахалина и Курил разделен на шесть районов: Сахалинский залив - от м. Александр до м. Елизаветы; северо-восточное побережье Сахалина - от м. Елизаветы до м. Терпения; зал. Терпения и прилегающие воды у юго-восточного Сахалина, включая залив Корвинова; зал. Анива; северная часть Татарского пролива, от м. Доманов до м. Тык и Южные Курилы, включая острова Кунашир, Итуруп и Малой Курильской гряды. В основе принципа деления заложены особенности физико-географического режима участка шельфа. Каждому из выделенных районов присущ свой комплекс гидрологических характеристик, отличных от других.

2.2. Сезонное распределение. В настоящем разделе освещены аспекты распределения наваги по сезонам в зависимости от температуры, глубины и концентрации кормовых организмов.

В нагульный период (март-ноябрь) отделенная районами больших глубин или грядой островов и приуроченная к относительно небольшим участкам шельфа навага не имеет возможности совершать длительные сезонные миграции. Сезонные траловые съемки позволили выделить в пределах шельфа Сахалина и Курил районы скопления этого вида различной мощности. К районам высокой численности мы относим те, в которых получены уловы 1-3 и более т на часовое траление (зал. Терпения и Южные Курилы), средний - 0,5-1,0 т (Татарский пролив) и низкой - менее 0,5 т (заливы Анива, Сахалинский и северо-восточное побережье Сахалина) численности.

Зимой (декабрь-февраль) в указанных районах наблюдается довольно четкая локализация рыб различных размерных групп и физиологического состояния. В конце декабря-начале января с интенсивным охлаждением поверхностных слоев воды ниже $-1,0^{\circ}$, половозрелые особи наваги начинают миграцию к прибрежным, песчанно-галечным отмелям с глубинами 2-15 м, где и происходит их нерест. Нерестовый

наваги в этих районах ограничены по площади и разделены друг от друга большими расстояниями. Молодь, к которой мы относим половозрелых рыб в возрасте 0^{+} - 1^{+} , в это время держится отдельно от половозрелых особей, образуя скопления в районах с температурой воды выше 0° на глубинах 100-200 м, а также в приустьевых участках рек и опресненных лагунах.

Количественное распределение рыб по сезонам свидетельствует, что основным типом сезонных перемещений являются горизонтальные. Однако, было бы не совсем верным полагать, что у наваги Сахалина и Курил имеется лишь указанный тип миграций. Она совершает и вертикальные миграции, поскольку для нее характерны перемещения в прибрежную полосу моря в осенне-зимнее время и уход на глубины в летний период. Уменьшение глубины обитания от осени к зиме и наоборот, их увеличение от зимы к осени, а также изменение плотности скоплений наваги по глубинам говорит о наличии вертикальных перемещений. Наибольшие уловы ее во всех районах наблюдаются только до глубины 200 м, глубже проникают лишь отдельные особи. Сезонные различия в распределении по глубинам носят следующий характер. Основная масса особей зимой держится в прибрежье на глубинах менее 40 м. Весной и летом навага Татарского пролива и Южных Курил количественно преобладает на больших глубинах (20 - 160 м). В зал. Анива и Терпения она занимает глубины от самого берега до 60-75 м. Осенью, с наступлением периода гололеда в шельфовой зоне, начинается осенне-зимнее перемещение к берегу и особых различий в количественном распределении рыб по глубинам в отдельных районах нет. Весенне-летний прогрев вод обуславливает начало летних перемещений наваги на глубины. При наличии отрицательной температуры в зал. Анива, Терпения и Сахалинский миграция на большие глубины задерживается. Начало осеннего перемещения рыб в прибрежье происходит при первых признаках охлаждения вод ниже 0° . Оптимальная температура

роды в период нагула имеет близкие значения от 0,5° до 8,0° (Сафронов, 1979, 1985).

Таким образом, навага исследуемого региона имеет проспированные друг от друга районы нереста и нагула, хотя в последний период границы ее распространения, вероятно, сближаются. Все это наводит на мысль о том, что абиотические и биотические условия этих районов (рельеф дна, течения, температура вод, обеспеченность пищей и др.) способствует формированию локальных группировок. Данное предположение было, прежде всего, проверено с помощью морфометрического анализа.

ГЛАВА III. ВНУТРИВИДОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

Данные о морфометрических признаках в выборках наваги из различных районов, свидетельствуют, что средние величины большинства из них существенно варьируют по районам. Лишь в одном случае при сравнении выборок из Сахалинского залива и вод северо-восточного Сахалина отсутствуют достоверные различия в морфометрических признаках ($P > 0,05$), а в остальных случаях число различающихся признаков достоверно для второго порога вероятности ($P < 0,01$) и колеблется от 33,3% у выборок из зал. Терпения и Южных Курил до 100,0% у выборок из вод северо-восточного Сахалина и северных Курил. В пластических признаках различия не так велики. Наибольшие различия ($P < 0,01$) имеет навага Сахалинского залива и Южных Курил (77,3%), Татарского пролива с рыбами из вод северо-восточного Сахалина и Южных Курил (68,2%). Наименьшее значение различий имеет навага Сахалинского залива, в сравнении с рыбами, обитающими в прибрежных водах северо-восточного Сахалина (47,7%). Размерный состав уловов наваги на основных нерестилищах в период нереста, по результатам массовых промеров за ряд лет, показывает существенные различия ($P < 0,001$). Отличия в размерах одновозрастных рыб также высокодостоверны за исключением на-

ваги залива Терпения и Татарского пролива.

Результаты исследований по сезонному распределению наваги, различия по большому числу морфометрических признаков, а также различия в размерном составе нерестовых скоплений и росте одно-возрастных особей подтверждает предположение о существовании в исследуемом районе локальных группировок этого вида. В целом, в границах шельфовых вод Сахалина и Курил, в соответствии с результатами исследований, можно выделить шесть географически обособленных популяций наваги, обитающих в Татарском проливе, заливах Терпения и Сахалинском, в водах северо-восточного Сахалина, Южных и Северных Курил. Экологические условия, необходимые для существования обособленных популяций определяются развитием шельфа, структурой течений, препятствующих выносу икры и личинок наваги от мест размножения.

ГЛАВА IV. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ

4.1. Длина и масса. Среди северо-тихоокеанских представителей семейства тресковых навага является видом с небольшими размерами тела. В различных частях ареала предельная длина рыб неодинакова. Средние размеры особей также изменяются по районам в зависимости от условий обитания, численности поколений и интенсивности промысла. В период наблюдений средние размеры наваги в промысловых уловах (нерестовая часть популяций) колебались от 24 до 33 см. Наиболее многочисленными были особи длиной 18-43 см. Рыбы более крупные, как и более мелкие, составили менее 4%. Так, если в водах северо-восточного Сахалина средняя длина рыб 24 см с интервалом от 14 до 54 см, то в районе Южных Курил - 33 см и 17-54 см. В первом районе преобладали (на 87,5%) особи длиной 16-30 см, в другом (на 89,1%) - 26-42 см. У наваги заливов Терпения и Сахалин-

один, а также Татарского пролива очень близкие средние размеры тела - 26,1-28,3 см, с колебаниями от 14 до 50 см. Основная часть (до 90%) представлена рыбами длиной 21-33 см. Кратковременные изменения в размерном составе уловов по годам в отдельных популяциях бывают обусловлены урожайностью поколений, вступающих в нерестовое стадо рыб. Вершины пелероновских кривых и кривых Сунда последовательно сдвигаются по оси абсцисс вправо с 3-4 летней циклическостью для Татарского пролива и 4-5 летней - для зал. Терпения.

Масса тела отдельных особей изменяется синхронно с изменением длины и достигает 1300 г. Основу уловов составляют особи массой 50-500 г., со средним значением по отдельным популяциям от 129 до 339 г. Соотношение массы (W) и длины (L) особей ряда популяций наваги близко к "кубическому", но лучше описывается уравнением вида $W = aL^b$. Константа " b " наваги исследуемых популяций изменяется в пределах 2,72-3,29. Различия между фактическими и теоретическими значениями при 20 степенях свободы равно 0,18-0,47 ($t_{0,05}(20) = 2,09$).

4.2. Возраст. Оценка правильности чтения возраста по отолитам и чешуе по предложенной методике (Мина, 1976) показала, что возраст особей, определенный шестью операторами по чешуе, совпадал в среднем в 40% случаев (25-61%) и лишь у младших и средних возрастных групп (1-5 лет). Степень совпадения возраста рыб, определенного по отолитам, оказалась значительно выше - в среднем 80% случаев (68-89%). Причем, совпадение оценок было высоким во всех возрастах (1-10 лет). С применением методики определения возраста наваги по отолитам (Сафронов, 1982) выявлен возрастной состав и рассчитан темп роста особей из шести популяций. Предельный возраст (до 8-12 лет), определенный по отолитам существенно отличается от возраста (5-8 лет), определенного исследованиями занимающихся изучением возраста наваги по чешуе (Власова, 1969; Худя, 1980).

Самые крупные особи обоего пола имели возраст 12 лет в зал. Терпения, 10 лет - в зал. Сахалинском, Татарском проливе и у северо-восточного Сахалина и 8 лет в водах Курильских островов. А.И.Семевенко (1970) указывает, что навага Немкайской лагуны живет до 15 лет, Хатирской лагуны - 13 лет. Предельный возраст наваги зал. Петра Великого, как и у наваги Курил - 8 лет (Дубровская, 1954; Колосова, 1976). Таким образом, в пределах ареала дальневосточной наваги зимне популяции (низких широт) имеют более короткий жизненный цикл, чем более северные (высоких широт).

Впервые в промысел наваги вступает в возрасте два года в водах Сахалина и одного года в водах Южных Курил, практически выходя из него на пятый-шестой году жизни. Доля особей старшего возраста в уловах не превышает в отдельных популяциях 0,4-1,5%. Пик пополнения она составляет в возрасте 2-3 года. Наиболее многочисленными, за годы наблюдений, были двух-пятигодовики, составившие в Татарском проливе 91,4%, в зал. Терпения - 87,9% и Сахалинском - 87,4%, в водах северо-восточного Сахалина - 98,1% и Южных Курил - 89,7%. Средний возраст рыб в популяциях изменялся от 2,8 до 3,9 года.

В зависимости от численности поколений изменяется соотношение пополнения и остатка. Межгодовые различия в возрастном составе наваги Сахалина и Курил сводятся к изменению процентного соотношения двух-пятигодовиков. Так, доля двухгодовиков изменялась от 0,5 до 59,5; трех - 4,6-66,0; четырех - 1,4-30,0 и пятигодовиков - 1,4-36,3%.

4.3. Рост. В первые годы жизни навага обладает высоким темпом линейного роста. Так, осколетки ее из зал. Терпения уже в июне имеют длину 56 мм, в августе достигают длины 73-85 мм. В возрасте одного года вырастают до 106-108 мм. Годовики наваги, выловленные в водах северо-восточного Сахалина, имеют длину 11,0-16,5 см, а у

Тело Кудина — 18,6–20,5 см. В малом возрасте рост и весовые параметры самца и самцов лоты довольно равномерны. К 3–4 лет жизни в среднем характеризируются следующими размерами: длина тела самца достигает длины 27–30 см и массы 137–150 г. В среднем возрасте темп линейного роста постепенно стабилизируется. Закрепление это происходит после первых двух-трех лет жизни, в период подготовки к первому нересту. Наряду со снижением темпов прироста длины, с увеличением возраста происходит увеличение массы. При этом снижение темпов роста наблюдается после второго-третьего года жизни. Максимальный весовой рост различных популяций отмечается до четвертого-пятого года жизни, после которого протекает по убывающей кривой.

Для выяснения особенностей роста различных по численности поколений использовали показатель абсолютного прироста рыб (Земская, 1964). Урожайные поколения наваги Татарского пролива, появившиеся в теплое 1973 и 1977 гг. росли хуже, оказывая влияние на рост смежных поколений, численность которых была низкой (1978 г.) или средней (1974 и 1976 гг.). В последующие годы эта разница в росте сокращается. Наоборот, в годы высокой численности наваги в зал. Терпения, неурожайные поколения (1976 и 1978 гг.) не всегда росли хорошо, несмотря на то, что поколение 1978 г. появилось в близкий к теплому по гидрологическому режиму год. Если они появлялись после урожайных или среднеурожайных поколений, то рост их также замедлялся и, наоборот, повышался (1976 г.), если они появились после неурожайного (1975 г.) поколения.

При определении точек теоретической кривой уравнивания роста Берталанди выяснилось, что теоретическая длина по возрастным группам хорошо соответствует многолетним подсчетам: средним значениям этих возрастных групп. Установлена прямая зависимость значений константы скорости роста K в формулах с большим количеством точек.

Повышение температуры определяет высокий обмен, следовательно, темп повышается темп роста, более раннее уравнивание скорости линейного и весового роста, раннее созревание, период активного роста сокращается. (Кимые Куркины). При понижении температуры рост идет медленнее, но период активного роста у этих рыб длится дольше и в результате конечные размеры оказываются большими (северо-восточный Сахалин, Татарская лагуна), чем у взрослых при высокой температуре.

4.4. Размножение. Нерест наваги повсеместно происходит в январе-феврале в прибрежной зоне заливов и бухт на участках с чистой песчано-галечным дном и сильным приливом-отливом, глубиной, на глубине 2–15 м. Значительное опреснение (ниже 25‰) и температура воды выше $-1,2^{\circ}\text{C}$ на нерестилищах неблагоприятны для хода нереста и развития икры (Козлов, 1959; Мухачева, 1967; Бугаевский, 1960; Сафронов, 1984). Судя по нашим наблюдениям в январе 1978 г. в зал. Терпения интенсивный нерест происходит при тех же температурных и солевых условиях воды, как и в других районах, но на глубине 25–32 м.

Для наваги Сахалина и Кимых Курки характерен второй тип соотношения полов (Замхаев, 1959), в которой самцы становятся половозрелыми раньше самок. Количество самок в двухлетнем возрасте достигает 52,7–67,8%. Затем оно постепенно уменьшается, составляя у 3–4 летних рыб — 34,3–56,3%, а у шестилетних рыб от 10,0 до 45,4%. В изменении плодовитости наваги отчасти те же закономерности, как и у других рыб (Лыжкова, 1969 и др.). Плодовитость индивидуальной плодовитости возрастает с увеличением длины, массы и возраста. Внутренней одной возрастной группы абсолютная плодовитость меняется в значительных пределах, закономерно возрастая с увеличением размера и массы. Тесная связь между плодовитостью самок и биологическими показателями свидетельствует о том, что различные показатели

уемой икры у наваги, как и у других рыб, регулируется посредством изменения этих основных показателей, которые являются отражением условий существования популяции (Никольский, 1974; Поляков, 1975).

В пределах ареала в нерестовой части популяции наваги самой младшей возрастной группой является двухгодовик, количество которых увеличивается с севера на юг и заметно значительное омоложение, т.е. происходит ускорение темпа годового созревания рыб. Изменение структуры популяции наваги обусловлено колебаниями ее воспроизводительной способности. В направлении с севера на юг показатель воспроизводительной способности популяций (в трактовке Г.А.Полякова, 1975) увеличился в 39 раз. Следовательно, неоднородность экологических форм проявляется не только в морфометрических различиях (Дубровская, 1954; Семененко, 1970; Сафронов, 1979), но и в ряде биологических особенностей, в том числе и плодовитости.

4.5. Питание. Молодь наваги размером до 10 см питается, главным образом, за счет калянид, гиперид и эвфаузиид, а также в меньшем количестве харпактиид, декапод и икры рыб. Интенсивность питания довольно высокая и достигает 225%/ооо. Основной пищей наваги в зимние месяцы являются декаподы, амфиподы, мизиды и икра собственного вида, весной и летом — эвфаузииды, декаподы, амфиподы, полихеты и рыбы (в основном песчанка и сельдь), причем соотношение главных компонентов даже в один сезон изменяется по районам. Потребление икры собственного вида достигает 37% от общего количества отмытой.

Используя показатели прироста массы и интенсивности обмена рассчитали среднегодовые рэнксы разных возрастных групп (0⁺—II⁺). Получив годовые рэнксы в данные по качественному и количествен-

ному составу потребленных рыбами организмов по сезонам на примере наваги зал. Терпения (1960 г.). определили величину годового потребления кормовых организмов. Половозрелая часть популяции этого вида общей численностью более 500 млн. особей (около 50 тыс. т) в среднем потребила 181,8 тыс. т кормовых организмов (Сафронов, 1985). Причем, основное количество энергии, которое расходуется на обменные процессы и рост рыб, поступает с пищей за счет декапод — 59,9 тыс.т; эвфаузиид — 43,6; рыбы — 39,4 и полихет — 20,0 тыс.т. Далее идут амфиподы — 6,9 и брахиоподные моллюски — 6,0 тыс.т. Эхиуриды, приаулиды, мизиды, изоподы, актинии и немуртинны в общей сложности составили 2,3 тыс.т.

ГЛАВА V. ПРОМЫСЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ

5.1. Промысел. Основными промышленными районами наваги в водах Сахалина являются Татарский пролив и зал. Терпения с юго-восточным побережьем Сахалина. В этих районах вылавливается наибольшее количество орудий лова и выплавляется до 93,6% всей наваги. В большинстве районов она добывается только зимой под льдом. Орудиями лова служат венгера, "способы" и закидные невода. С 1930 по 1984 гг. промысел этой рыбы претерпевал как подъемы, так и падения. До 1966 г. динамика общего вылова определялась выловом ее в Татарском проливе, который составил около 70%. После 1967г. до 85% улова дает популяция зал. Терпения. В Татарском проливе уловы наваги в 1948, 1956 и 1966 гг. были минимальными и составляли 0,53—0,62 тыс.т. В последующие годы уловы возрастали и в 1952, 1962 и 1971 гг. они увеличились в 4,5 раза. В зал. Терпения и у юго-восточного Сахалина с 1946 по 1965 гг. вылавливалось от 0,13 до 1,90, в среднем — 0,35 тыс.т рыбы. С нарастающим общим числом этой популяции и развитием активного зимнего судового промысла с помощью судов типа ЛРС вылов ее возрос до 13,2 (1981г.)

тыс.т. В водах зал. Сахалинский до 1937 г. и у северо-восточного Сахалина вплоть до 1984 г. вылов наваги не претерпевал больших изменений и оставался в первом районе от 0,11 до 1,01 в среднем - 0,44 тыс.т. и во втором - от 0,05 до 0,86 в среднем - 0,35 тыс.т.

Показано, что в водах Сахалинского залива, начиная с 1974 г. результате увеличения интенсивности промысла в 4 раза и возрастанием улова до 2,7 (1978 г.) тыс.т произошло резкое снижение вылова до 0,3 (1982 г.) тыс.т. Следствием произошедшего перелова явилось снижение численности, омоложение возрастной структуры популяции и снижение ее воспроизводительной способности.

В силу специфики промысловой обстановки традиционный способ лова наваги вентерями в водах Южных Курил развит слабо (0,02-0,78 тыс.т). Начиная с 1978 г. с введением 200-мильной экономической зоны вылов наваги в этом районе японскими рыбаками, по квоте выделяемой японской стороне, составляет от 7,1 до 12,2, в среднем 9,9 тыс. т в год.

5.2. Численность поколений. Относительная численность поколений наваги сформировавшихся в Татарском проливе в 1942-1980 гг. изменялась от 5,4 до 16,8 млн.шт., средняя величина поколения составила 10,2 млн.шт. В зал. Терпения численность поколений 1971-1980 гг. рождения была значительно выше, составляя 22,4 - 180,9 млн.шт. Численность урожайных поколений превышает по числу особей - уловах поколения минимальной численности в 3,2 раза в первом районе и в 8,1 раза во втором. Как малочисленные, так и многочисленные поколения появлялись независимо от уровня численности поколений родителей. Таким образом, навага указанных районов характеризуется незначительными колебаниями численности поколений. Величина флуктуаций по Г.В.Никольскому (1958; 1974), специ-

фична для вида и является его свойством. Рыб, у которых не обнаруживаются значительных колебаний урожайности, характеризуются более стабильными условиями нагула и более постоянной величиной кормового ареала. Незначительные колебания численности поколений отмечены и у наваги, обитающей в других районах ареала (Семенов-ко, 1970; Толстяк, 1983).

Наблюдаемые колебания запаса обусловлены низкой урожайностью поколений вступающих в промысел. Урожайность поколений наваги Татарского пролива и зал. Терпения зависит, в первую очередь, от условий воспроизводства и зимовки сеголетков (температура, зоопланктон), которые формируются под влиянием вод Цусимского течения и его ветви - течения Соя (Шелегова, 1958; Будаева, 1980). Сопоставление урожайности поколений с аномалиями температуры воды в районах воспроизводства свидетельствуют, что в теплые лето и последующую зиму, появлялись, как правило, урожайные, а в холодные - неурожайные поколения. В этом случае получена довольно высокая положительная связь ($r = 0,76 \pm 0,07$). Уравнение регрессии, обеспеченность которого даже при жестких условиях заданной ошибки (менее 20% для долгосрочных прогнозов) превышает 70%, имеет вид: $N_1 = 8,89t^0 - 33,8$. Связь между численностью поколений и биомассой планктона весной прямая ($r = 0,87 \pm 0,06$), а уравнение регрессии: $N_2 = 7,489 + 0,023B$, где B - биомасса планктона. Результаты учетных браковых съемок 1974-1984 гг. показали, что поколения наваги теплых лет 1974, 1977 и 1983 гг. имели высокую численность.

В изменении численности и улова наваги Татарского пролива выявлена 9-12 летняя периодичность, совпадающая с колебаниями активности Солнца. Подобная закономерность в динамике численности или промысла известна у многих тресковых (Ижевский, 1961; Сокина, 1967; Никольский, 1974), тихоокеанских лососей и сельди (Свето-

Коведов, 1952; Бишман, 1973; Гаврилов, Посадова, 1983; Иванков, 1984). Связь между значениями чисел Больфа (ϕ) и запаса (N_3) наваги Татарского пролива сдвинутого на три года влево прямая ($\phi = 0,72 \pm 0,08$), а уравнение регрессии: $N_3 = 22,4 \pm 0,174\phi$. Солнечно-обусловленные колебания численности с периодом примерно 9-10 лет наблюдаются у наваги добываемой в водах западной Камчатки (Бирман, 1973) и зал. Петра Великого (Васильков и др., 1980). Рассуждения, что приведенные зависимости требуют дальнейшего уточнения, однако, уже в настоящее время вполне пригодны для долгосрочного прогнозирования состояния запасов.

5.3. Естественная и промысловая смертность. Значения коэффициента естественной смертности (M), определенные четырьмя методами для наваги, обитающей в водах Сахалина, укладываются в диапазон значений 0,42-0,54 и для наваги Курильских Курил - 0,72-0,86; причем большинство из них укладываются примерно в середину этого интервала. Таким образом, исходными данными при расчете коэффициентов промысловой смертности и запаса были приняты для наваги, обитающей в водах Сахалина $M = 0,5$ и Курильских Курил $M = 0,77$.

Расчет промысловой смертности и запаса наваги Татарского пролива и зал. Терпения был выполнен с помощью метода "виртуальной популяции" в модификации Шумахера (Shumacher, 1970). Значения коэффициентов промысловой смертности (F) в среднем возрасте 3 года и старше, взвешенные по численности участвующих в промысле поколений изменялись по годам в популяции наваги Татарского пролива от 0,24 (1979 г.) до 0,77 (1974 г.), составляя в среднем за 1973-1983 гг. - 0,45. В зал. Терпения коэффициент промысловой смертности постепенно увеличивался от 0,17 (1974 г.) до 0,60 (1982 г.) и в среднем оказался равным 0,33. Общая смертность промысловых частей популяций составила: в водах Сахалинского залива - 1,90; у северо-восточного Сахалина - 0,99 и Курильских Курил - 1,27. Средний

мгновенный коэффициент промысловой смертности соответственно - 1,40; 0,44 и 0,50. Полученные путем вычислений коэффициенты промысловой смертности за указанный период соответствуют убыли от промысла в районе Татарского пролива - 36,2; зал. Терпения - 28,1; северо-восточного Сахалина - 35,6; Сахалинского залива - 75,3 и Курильских Курил - 39,3%.

5.4. Состояние запасов и мероприятия по рациональному ведению промысла. Популяции наваги Сахалина интенсивно осваиваются промыслом в течение длительного периода времени. В районе Курильских Курил, в последние годы, осуществляется промысловый лов этой рыбы японскими рыбаками. Для поддержания улова наваги в этих районах на высоком уровне необходимо контролировать уровень рыболовства с состоянием объекта промысла.

Величина запаса, вычисленная по методу "виртуальных популяций" промысловых стад наваги в 1973-1983 гг. изменялась: в Татарском проливе от 17,9 до 44,6 в среднем 34,0 млн.шт., биомасса от 3 до 8 в среднем - 6,6 тыс.т; в зал. Терпения - 178,3 - 505,2 - в среднем - 328,3 млн.шт., биомасса - 25-59 и 41,4 тыс.т. Средняя биомасса промыслового стада наваги Курильских Курил в 1978-1983гг. составила 24,4; в водах северо-восточного Сахалина - 0,98 и в Сахалинском заливе - 2,73 тыс.т. Довольно близкие величины запаса в трех первых районах полученные методом прямого учета, позволяют считать приведенные данные надежными.

Возраст оптимальной эксплуатации наваги можно оценить по уравнению Катт и Касли (1968), который для популяции Татарского пролива равен 2,3; зал. Терпения - 2,6; северо-восточного Сахалина - 2,1; Сахалинского залива - 2,6 и Курильских Курил - 2,0. Полученная величина согласуется с биологией наваги и нарастанием ее биомассы. К этому возрасту она достигает половой зрелости и успевает принять участие, минимум, в одном нересте. Оценка возраста оптимальной эксп-

пути позволяет определить длину тела и массу оптимальной эксплуатации, применяя уравнение Бергала. Эта величина имеет неодинаковые значения и колеблется от 20,5 см и 55 г для рыб из Татарского пролива, до 27 см и 157 г для рыб Курильских Курил. Оценку оптимального годового улова от каждой популяции провели с помощью модели Бивертон и Холта (1957). Для этого необходимо определить оптимальную интенсивность промысла, проследив за изменениями реликвии улова, который можно получить от одного поколения в течение всей его жизни ($\bar{W}/R$) при разных задаваемых значениях F . Анализ этой кривой проведенный по методу Бивертон и Холта (1966) и Рихтера (1970) позволил установить, что оптимальная интенсивность промысла для популяций наваги Сахалина достигается при $M = 0,5$ и Курильских Курил $M = 0,8$. Подставив в модель Бивертон, Холта все оцененные параметры ($L_{\infty}, W_{\infty}, M, K, t_0, t_{\infty}, t_p, \lambda, \delta, \alpha$) для каждой популяции получили, что оптимальная величина улова для периода исследований от популяций наваги Татарского пролива - 1,8; зал. Терпения - 10,9; северо-восточного Сахалина - 0,39; Сахалинского залива - 1,70 и Курильских Курил - 11,2 тыс. т. В конце этой главы дается практические рекомендации по промыслу наваги Сахалина и Курильских Курил.

ВЫВОДЫ

1. В исследуемом районе батиметрический диапазон обитания наваги в нагульный период охватывает глубины от поверхности до 350 м; диапазон температур достигает 20°C (от минус 1,9 до 18,0°C). Глубина обитания ни в одном случае не выступает в качестве самостоятельного фактора обуславливающего распределение рыб. В то время как температура воды играет существенную роль в распределении особей, которая и определяется изотермой минус 1,5-1,9°C в нерестовый и 0,5-9,0°C в нагульный периоды.

2. В юго-западной части ареала дальневосточной наваги до морфометрическим признакам, особенностям распределения, срокам и местам нереста, размерно-возрастному составу, линейному и весовому росту и плодовитости следует выделить шесть обособленных популяций, обитавших в водах Татарского пролива, заливах Терпения и Сахалинский, у северо-восточного побережья Сахалина, Курильских и Северных Курил.

3. Максимальный наблюдаемый размер рыб в зависимости от популяционной принадлежности изменяется от 42 до 55 см, масса тела - от 600 до 1300 г. Промысловая часть популяций формируется (на 80-87%) из рыб длиной тела 20-34 см в водах Сахалина и (на 89%) 27-42 см в водах Курильских островов. Возрастной состав наваги в популяциях включает 8-12 поколений, среди которых в водах Сахалина преобладают (на 95-98%) 2-5 и 6-годовики и у Курильских Курил - рыбы возраста 1-4 года. Средний возраст рыб в популяциях изменяется от 2,8 до 3,9 года.

4. Параметр скорости роста K в отдельных популяциях изменяется от 0,103 до 0,335. Между значениями L_{∞} и K существует обратная зависимость. Максимальный привес достигается у рыб в возрасте 2-4 года и составляет 10,1-17,5% суммарованного годового прироста массы. В районах с большим количеством тепла за вегетационный период наблюдается увеличение скорости линейного и весового роста наваги, ускорение полового созревания, кулиминация привеса наступает раньше. Темп линейного роста отдельных поколений наваги определяется изменением термического режима, численности смежных поколений и кормовой базы.

5. Скорость первичного полового созревания наваги определяется соотношением скоростей линейного и весового роста. В водах Сахалина первые зрелые особи появляются в возрасте 2 года при длине 17-19 см. Массовое созревание наступает в 3 года при длине тела

21-25 см. Все особи наваги Ежных Курил созревают в 2 года при длине более 26 см. В нерестовой части популяций среди мелких рыб преобладают самцы, в среднем возрасте соотношение полов близко 1:1, особи крупнее 35-40 см почти все являются самками.

6. Максимальная абсолютная плодовитость 680 тыс. икринок, отмеченная у самки длиной 47 см и массой 1050 г. в возрасте 9 лет, в 139 раз превышает минимальную - 4,9 тыс. икринок, отмеченную у самки длиной 17 см и массой 31 г в возрасте 2 года. Внутри одной возрастной группы плодовитость меняется в значительных пределах, возрастая с увеличением размера и массы. Величина индивидуальной плодовитости возрастает с увеличением длины, массы и возраста.

7. Молодь наваги размером до 10 см питается, главным образом, за счет каланид, гиперид и эвфеузиид. В период нагула самая высокая интенсивность питания рыб отмечена в весенне-летний и осенний периоды в утренние и вечерние часы. Основной ее пищей в это время являются декаподы, эвфеузииды, рыба, полихеты и актиподы. Обладая высокой пищевой пластичностью, навага потребляет организмы с высокой энергоемкостью, богато представленные в бентосе, некто-бентосе и планктоне. Абсолютная величина среднегодовых рационов увеличивается по популяциям, а его относительные значения уменьшаются с 2,9-4,6 у сегадеток до 2,1-3,0 у 8-12-летних особей. С возрастом траты энергии на жизненные функции увеличиваются. Кормовой коэффициент у сегадеток составляет 3,8-5,8 и достигает 25,2-44,9 у 10-12-летних особей.

8. В соответствии с полученными закономерностями появление урожайных поколений следует ожидать на восходящей ветви солнечной активности в 22-ом цикле, а увеличение запаса может произойти в 1987-1990 гг. Уловы наваги в годы низкой и высокой численности могут составить соответственно в Татарском проливе 0,9-2,6; зал. Терпения 5,4-16,3; в водах северо-восточного Сахалина 0,20-0,58;

в Сахалинском заливе - 0,86-1,34 и Ежных Курил - 7,5-14,9 тыс. т. в год.

9. Наибольший возможный улов может быть получен при уловах, если промысловая смертность составит не более 0,5 для популяций Сахалина и 0,8 - Ежных Курил, что соответствует средней естественной убыли промысловой части популяции 39% для первого и 54% для второго районов. За период исследований годовая убыль наваги от промысла в водах Татарского пролива и северо-восточного Сахалина была близкой к оптимальной (36,2 и 35,6%), в то же время в Сахалинском заливе интенсивность промысла (75,3%) значительно превысила допустимые нормы изъятия. Запас наваги зал. Терпения и Ежных Курил позволяет увеличить вылов (на 10-20% от существующего) этой ценной в пищевом отношении рыбы.

РАБОТЫ, ОБУВШЕЕСЯ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ:

1. Некоторые особенности сезонного распределения тихоокеанской наваги Сахалино-Курильского бассейна. - В кн.: Вопросы промысловой океанологии Мирового океана. Калининград: Атлант-НПО, 1979, с. 101-103.

2. Внутривидовая дифференциация тихоокеанской наваги Сахалино-Курильского бассейна. - В кн.: Состояние запасов и динамика численности пелагических рыб Мирового океана. Калининград: Атлант-НПО, 1979, с. 86-88.

3. Близнецовый лов тихоокеанской наваги и размер ячеи в кутах тралов. - Рыбное хозяйство, 1979, № 1, с. 48-51 (в соавторстве с Ю.Г. Кампуря).

4. Рыбохозяйственное использование шельфа Ежных Курильских островов. - В кн.: Распределение и рациональное использование водных ресурсов Сахалина и Курильских островов. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1980, с. 32-37 (в соавторстве с С.Л. Тихомировым).

5. К вопросу о регулировании промысла тихоокеанской наваги на шельфе Сахалина и Курильских островов. - В кн.: Итоги исследования по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов. Ежес. Сахалинск, СахИИ, 1981, с. 42-44.

6. Структура и численность популяций тихоокеанской наваги в

азиатских водоемах Сахалина и Курильских островов. - Рыбное хозяйство. 1961, № 6, с. 32-35.

7. Современное состояние и перспективы использования промысловых рыб на шельфе Сахалина и Курильских островов. - В кн.: Экологические и социальные проблемы дальнейшего развития производительных сил Сахалинской области. Южно-Сахалинск: СахНИИ, 1982, с. 168-172 (в соавторстве с Л.М.Зверьковой, А.Я.Великановым, Ю.А. Колесником и С.Н.Тарасюком).

8. Методики определения возраста и рост тихоокеанской наваги в западной части ареала. - В кн.: Всесоюзная конф. по теории формирования и рационального использования промыслов. Тез. докл. М.: ВНИРО, 1982, с. 277-279.

9. Оценка воспроизводительной способности тихоокеанской наваги. - В кн.: Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов. Тезисы II-й науч.-практ. конф., Южно-Сахалинск: СахНИИ, 1984, с. 96-98.

10. Энергетический баланс и рационы тихоокеанской наваги шельфа Сахалина и Южных Курил. Там же, с. 98-100.

11. Условия формирования численности поколений тихоокеанской наваги. - В кн.: Природная среда и биологические ресурсы морей и океанов. Тез. докл. Всес. конф. Л.: ЮН АН СССР, 1984, с. 156-159.

12. Энергетический баланс и рационы тихоокеанской наваги (*Eleginus gracilis*) на шельфе юго-восточного Сахалина. Биологический моря, 1985, № 2, с. 35-31.

13. Особенности распределения и численность курило-хокадской наваги. Известия ТИРО, 1985, т. 110, с. 64-69.

14. Особенности размножения и закономерности изменения плодотворности дальневосточной наваги *Eleginus gracilis filicesius*. Вопросы ихтиологии, 1986, том, 26, вып. 4, с. 630-633.

С.Ф.Ильин

Заказ 919. Тираж 120. Объем 1 ул.-изд. л.
ВД № 02504. Подписано к печати 24.10.1986 г.

Роталпринт ТИРО

Владивосток, Западная, 10