

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ МОРЯ

На правах рукописи

Едовин Александр Николаевич

УДК 597.553.1(265.54)

БИОЛОГИЯ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЮЖНОГО
ОДНОПЕРОГО ТЕРПУТА В ВОДАХ ПРИМОРЬЯ

03.00.10 - ихтиология

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

Владивосток
1988

Работа выполнена в Тихоокеанском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии

Научный руководитель - доктор биологических наук
профессор В.П. Шунтов

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
доцент В.Н. Иванков
кандидат биологических наук
В.Е. Гомелях

Ведущее учреждение: НИРО

Защита состоится "20" мая 1988 г. на заседании
специализированного совета К 003.66.01 Института биологии моря
ДВО АН СССР по адресу: 690022, Владивосток 22, пр. 100-летия
Владивостока.

С диссертацией можно ознакомиться в центральной библиотеке
ДВО АН СССР

Авторе

Ученый
специализи

кова

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. В проблеме комплексного социально-экономического развития дальневосточного региона страны большое значение придается расширению масштабов прибрежного рыболовства. В связи с этим перед приморскими рыбаками стоит задача по увеличению добычи малоиспользуемых и недоиспользуемых в настоящее время рыб. Одним из таких массовых промысловых объектов в водах Приморья является южный одноперый терпуг *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz. К настоящему времени его биология в общих чертах изучена удовлетворительно. Однако сведения по оценке запасов и динамике численности терпуга появились только в самое последнее время. Для разработки рекомендаций по рациональному ведению промысла необходимы знания популяционного состава и структуры его популяций, а также специальный анализ влияния различных факторов среды и рыболовства на промысловое стадо терпуга. Исследования в этом направлении ранее по терпугу вод Приморья не проводились.

Методы долгосрочного прогнозирования состояния запасов требуют объективного определения возраста, а в практике краткосрочного прогнозирования промысловой обстановки все шире применяются данные о биологическом состоянии рыб. Имеющиеся в публикациях результаты определения возраста терпуга вызывают сомнения, а вопрос о динамике элементарных физиологических циклов в околородичном цикле биологического состояния этого вида ранее не был освещен вообще.

Цель работы. Разработка биологических основ рационального промысла терпуга на основании изучения его пространственной дифференциации, сезонной изменчивости распределения, динамики численности и структуры популяций, а также состояния, величины и динамики промыслового запаса.



Научная новизна. Впервые описаны особенности распределения терпуга на разных стадиях онтогенеза и в различные сезоны года. Разработаны методы определения возраста терпуга и расчета перспективных и ретроспективных оценок численности его промыслового запаса. Выведены прогностические уравнения оценки урожайности поколений, показано, что уровень оптимальной интенсивности лова не является фиксированной величиной, а должен меняться в зависимости от динамики запаса. В совокупности эти подходы позволили реализовать методику долгосрочного прогнозирования. Рассмотрена динамика элементарных физиологических циклов в окологодичном цикле биологического состояния терпуга. В целом настоящая работа является первой сводкой по биологии и состоянию запасов южного одноперого терпуга.

Практическая ценность работы. Разработаны биологические основы рационального промысла терпуга. Оценены величина и состояние запасов терпуга. Показано, что терпуг является перспективным видом прибрежного рыболовства, запасы которого не доиспользуются в настоящее время. Определена величина возможного вылова терпуга на 1989 г. Даны практические рекомендации по освоению его запасов.

Апробация работы. Материалы по диссертации обсуждены на II Всесоюзной конференции по биологии шельфа (1982), на пяти конференциях молодых ученых ТИНРО (1980-1987), на конференции молодых ученых ТОИ ДО АН СССР (1987), на лососевом семинаре отдела биологии лососевых рыб ИЕМ АН СССР (1988), на биологической секции ученого совета ТИНРО, а также на лабораторных коллоквиумах.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 4 работы, 4 находятся в печати.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 184 стр. машинописного текста, состоит из введения, главы "Материал и методика", 4 основных глав, выводов и приложения; содержит 40 ри-

сунков, 17 таблиц. Список используемой литературы включает 200 наименований, в том числе 24 иностранных.

Глава I. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Настоящая работа основана на многолетних материалах по биологии терпуга, собранных в экспедициях ТИНРО и ТУРНИЛ и на рыбокомбинатах Приморья за 1957-1986 гг. Были проанализированы данные 54 научно-исследовательских рейсов, в 4-х из которых автор принимал непосредственное участие. Кроме того, учитывались данные промышленной статистики, взятые из промысловых обзоров ТУРНИЛ и отчетов Приморьрыбвода за период с 1977 по 1986 гг.

При изучении пространственной дифференциации и состояния запасов терпуга использовались данные по мечению, которое проводилось в 1976 и 1983 гг. Всего было помечено 6170 экз. Возврат с 1976 по 1985 гг. составил 144 метки.

Всего за период исследований был выполнен биологический анализ у 7 тыс. экз. и промерено 52 тыс. экз. терпуга. У 6900 экз. рыб был определен возраст. Для оценки возраста использовались возрастные признаки чешуи и информация о длине и массе тела. При измерении возрастных признаков на чешуе использовали ее склеритогаммы, которые получали на двухлучевом регистрирующем микрофотометре ИФ0-451. Методика получения склеритогамм подробно описана в литературе (Поддубный и др., 1976; Терсков и др., 1976). Годовые зоны на чешуе выделяли визуально, а также при помощи склеритогамм: на лучших склеритогаммах хорошо выделялись группы склеритов по годам; годовые зоны просматривались на кумулятах и на кривых, построенных по методу сглаживания средней арифметической, отдельных признаков (Плохинский, 1970).

Возрастной состав уловов терпуга рассчитывался с помощью ме-

тода Кетчена (по Рикеру, 1979), позволяющего переводить размерные соотношения, получаемые на массовом материале уловов, в возрастные.

При построении кривых линейного роста массы использовались средневыборочные значения длины и массы тела. Объем изучаемой выборки составил 6128 экз., включая 227 личинок. Дискретный временной шаг между двумя точками составлял 1-2 месяца. Величины по массе тела использовались только с отфильтрованными значениями массы пищевого комка и половых продуктов, что позволило изучить соматический рост в чистом виде. Определение содержания жира и белка в мышцах проводилось в аппаратах Сокслета и Кьельдаля по стандартным методам (Филиппович и др., 1975).

При исследовании пространственной дифференциации терпуга, кроме информации по распределению и мечению использовались данные морфометрии личинок и половозрелых особей, которые были представлены тремя пробами по 50 штук.

Глава 2. АРЕАЛ И СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРПУГА

2.1. Краткий физико-географический очерк северо-западной части Японского моря

Приводится физико-географическая характеристика района исследований. Особое внимание уделяется сезонной изменчивости гидрологического режима и отдельным характеристикам среды, имеющим непосредственное отношение к экологии терпуга.

2.2. Ареал

В данном разделе сравнивается распределение терпуга с разработанной отечественными гидробиологами схемой биогеографического деления вод северного полушария (Кусакин, 1971; Морская биогеография, 1982). В соответствии с этой схемой терпуга можно отнести к

низкобореальным видам, проникающим в субтропическую зону.

2.3. Размножение

В водах Приморья нерест терпуга длится со второй половины августа до начала ноября. В первой волне нереста участвуют наиболее крупные особи длиной 35-51 см в возрасте 5+ - 7+, в последней - самые мелкие длиной 27-35 см в возрасте 2+ и частично 3+. Период активного полового созревания у терпуга начинается с мая в возрасте 2+. Генеративный рост отмечен практически у всех особей этого возраста, но в нересте принимает участие только их пятая часть. Интересно отметить, что наиболее ранние сроки полового созревания характерны для среднеразмерных особей, длина которых к первому нересту достигает 29-32 см. Различия в сроках нереста у разновозрастных рыб зависят от интенсивности жиронакопления. Увеличивающаяся с возрастом масса половых продуктов определяет и поступательное увеличение массы депозитного жира, максимум которого приходится на преднерестовый период. Сроки нереста по мере увеличения возраста становятся все более ранними.

2.4. Распределение личинок и молоди

По мере развития личинки терпуга частично выносятся течениями в открытое море, но основная масса их отмечается в прибрежных водах, в зонах постоянных круговых течений. Больше данных о распределении личинок в настоящее время накоплено по зал. Петра Великого, в котором вполне определенно выделяются пять районов скопления личинок с высокой численностью: два в западной части залива, один в восточной и два в центральной. Личинки обитают в верхних слоях воды; суточные вертикальные миграции у них отсутствуют.

У молоди терпуга, которая обитает преимущественно в слое

0-40 м, вертикальные миграции имеют место, но вне четкой зависимости от времени суток. Молодь терпуга встречается как в непосредственной близости от берега, так и на удалении от него до 100 миль и более, но на большом расстоянии от побережий плотные концентрации ее не отмечались.

2.5. Распределение взрослых особей терпуга

Распределение взрослых особей терпуга, составляющих основу его промыслового запаса, во многом связано с динамикой водных масс. Зимой терпуг как бы оттесняется распространяющимися по шельфу с декабря по март холодными придонными шельфовыми водами. В марте его скопления встречаются преимущественно у нижней границы шельфа и отчасти над материковым склоном. На шельфе косяки терпуга обычны в это время в районах залива более теплых глубинных япономорских вод - южнее мыса Гамова, в районе между островами Аскольд и мысом Поворотный, у мыса Низменный, в районах заливов Владимир и Рында и в районе севернее мыса Белкина.

В апреле-мае терпуг встречается от побережья и до глубин около 200 м, преимущественно в придонных слоях воды. Вертикальные миграции в толщу воды в это время не выражены, поскольку придонные слои отделены от поверхностных вод очень устойчивым сезонным термо-гало-пикноклином.

Летом формируется нестратифицированная вертикальная структура вод и терпуг в это время встречается на любых горизонтах в шельфовых водах и в пелагиали на удалении от берега до 120 миль. Промысловые скопления терпуга в этот период регулярно отмечаются только в двух районах - на глубинах 40-80 м восточнее островов Аскольд и Путятин и между бухтой Валентин и заливом Владимир. Вероятнее всего наличие в этих местах скоплений можно связать с образованием здесь локальных апвеллингов.

В пренерестовый и нерестовый периоды (вторая половина августа

та - начало ноября) распределение терпуга связано прежде всего с его тяготением к нерестилищам (наиболее значительные из которых находятся в районах мыса Гамова и архипелага Римского-Корсакова, в Уссурийском заливе, у островов Аскольд и Путятин, в бухте Козьмино, в районе бухты Валентин, у мысов Красная и Черная скалы, а также Дальний и Низменный и в районе зал. Рында) и отчасти к мелководью с целью питания молодь различных видов рыб.

После нереста, т.е. в октябре-ноябре, посленерестовые скопления терпуга находятся за пределами нестратифицированных вод (площадь которых к этому времени на шельфе начинает сокращаться) на глубинах 40-100 м. Следовательно, благоприятные условия для вертикальных миграций терпуга в это время отсутствуют, в связи с чем его скопления вновь отмечаются в основном в придонных слоях.

Глава 3. ВНУТРИВИДОВЫЕ ГРУППИРОВКИ ТЕРПУГА

3.1. Морфометрия личинок

Результаты морфометрического анализа позволяют достаточно уверенно отнести личинок из западной и восточной частей зал. Петра Великого к разным группировкам. Личинки из центральных районов залива могут относиться к любой из этих группировок, но могут быть смешанными либо самостоятельными группировками.

3.2. Пространственная дифференциация взрослого терпуга

Для анализа пространственной дифференциации взрослого терпуга использовались данные по его распределению, мечению и морфометрии (гл. I). Анализировались также результаты мечения терпуга в бухте Козьмино в 1947 г. (Кагановский, 1949) и в зал. Петра Великого в 1970-1973 гг. (Детковская, неопубл. данные).

На основании информации по количественному распределению и мечению терпуга в водах Приморья выделены четыре пространствен-

ные группировки южного одноперого терпуга с разной степенью изоляции, приуроченных к следующим районам: западная часть зал. Петра Великого; центральная и восточная части зал. Петра Великого; район от мыса Сосунова до зал. Владимир; а также район между мысами Белкина и Сосунова. Предполагается, что степень панмиксии внутри этих пространственных группировок заметно выше, чем между ними. Данные мечения показывают практически полную изоляцию половозрелых особей группировки западной части зал. Петра Великого от других группировок. Это позволяет с большой долей уверенности отнести указанную группировку к самостоятельной популяции, не связанной с тремя другими группировками терпуга, которые можно отнести к другой, собственно приморской популяции. Некоторый обмен между популяциями возможен в личиночный период за счет разноса их течением. Между остальными тремя группировками существует обмен взрослыми особями, но по всей видимости, большая часть рыб все же не покидает определенные районы.

Данные морфометрического анализа говорят в пользу пространственной дифференциации этих группировок, которая, однако, превышает временную только в 1,5 раза. Так, выборки, взятые из района острова Аскольд в мае 1979 и 1980 гг., достоверно отличаются по 10 признакам из 22 исследуемых, а выборки, взятые в мае и июне 1980 г. в районе острова Аскольд и зал. Рында — по пятнадцати. Динамика фенотипической изменчивости позволяет предложить неустойчивость генотипа данных группировок во времени и смену его в течение ряда поколений.

Глава 4. ВОЗРАСТ И РОСТ ТЕРПУГА

При изучении возраста морских промысловых рыб часто возникают трудности с идентификацией на чешуе и определением временных масштабов роста; нередко это обусловлено невозможностью прямых

измерений темпа роста рыб, как в экспериментальных, так и естественных условиях. В связи с этим были предприняты специальные исследования закономерностей линейно-массового роста, темпа роста образования склеритов и колец на чешуе, возрастной изменчивости наиболее характерных признаков и взаимосвязи указанных процессов у терпуга.

4.1. Возрастная морфологическая изменчивость и закладка регистрирующих структур

Рассматривается возрастная изменчивость линейного роста, метрических признаков и окраски в течение онтогенеза терпуга, исключая ювенальный период. Показано, что наиболее интенсивный темп роста и изменение морфологических характеристик происходит на первом году жизни. По мере роста мальков количество лучей в спинном, анальном и грудных плавниках увеличивается, а при достижении длины 95–122 мм уже не отличается от взрослых особей.

Количество склеритов на всех чешуйках у отдельной особи (в любом возрасте) одинаково. Однако размеры чешуек, расстояние между склеритами и между годовыми кольцами (даже относительные) сильно варьируют, в связи с чем при расчете темпа роста необходимо использовать не обратные расчисления, а только наблюдаемые данные.

С возрастом сроки закладки годовых колец поступательно сдвигаются с июля–сентября у 1–2-летних на октябрь–декабрь у 4–7-летних. Время формирования годовой зоны, таким образом, увеличивается с 4–7 до 13 месяцев. Хотя в водах Приморья встречаются особи терпуга, возраст которых равен восьми годам, полного образования восьмого годового кольца у них не происходит. Основное время при росте чешуи уходит на рост межсклеритного пространства. Закладка самого склерита в любом возрасте очень кратковременна и составляет 1–2 дня.

4.2. Определение возраста алгоритмическими методами распознавания образов

Данные по росту и закладке регистрирующих структур послужили первоначальным критерием для интерпретации результатов машинной классификации и при составлении эталонных группировок. Основными признаками все же служили измерения структурных образований чешуи и сопряженных с ними биометрических характеристик (см. гл. I).

По алгоритмам потенциальных функций определяли возрастную принадлежность контрольных экземпляров с измеренными значениями признаков в двух вариантах: 1) по числу годовых зон на чешуе у каждой особи, где эталонными и контрольными объектами были склериты; 2) по совокупности биометрических признаков - длины АС в см (L), массы тела в г (W) и признаков чешуи - радиуса чешуи в условных единицах (R), числа склеритов ($N_{ск.}$), числа годовых зон (T), где объектами были сами особи. Число годовых зон оценивали чисто визуально, а также по результатам машинной классификации склеритов, полученным при апробации первого варианта.

Алгоритмы потенциальных функций реализованы на языке FORTRAN-IV. В ходе исследований оценивали различающую способность различных вариантов представления признаков и их совокупностей. Для этого сравнивали результаты классификации по отдельным признакам с результатами более достоверной классификации по всей их совокупности для рыб, возраст которых в последующем был определен более точно. При классификации рыб на возрастные группы по склеритам чешуи минимальная ошибка составила 13,6 %, а по совокупности биометрических признаков и признакам чешуи достигнута минимальная ошибка 6,8 %.

По разработанным алгоритмам, при достаточном техническом обеспечении возможно и массовое определение возраста терпуга, что необходимо для рыбохозяйственных исследований. Объективность по-

лученных результатов при массовом определении возраста подтверждалась анализом вариационных кривых по длине и массе терпуга и данными мечения.

4.3. Физиологические аспекты роста терпуга

В данном разделе при употреблении термина "масса тела" имеются в виду ее соматические значения, т.е. без массы пищевого комка и половых продуктов. Вычитая из массы тела эмпирически установленные значения массы депозитного жира, мы получили данные по росту теоретически "обезжиренных" особей, который практически можно принять как структурный рост.

Исследования охватывали весь период онтогенеза, исключая эмбриональное развитие. Ювальный период жизни терпуга характеризуется стремительным темпом линейного роста, четко отражающим сезонность этого процесса. С возрастом, по мере уменьшения годовых приростов, сезонная изменчивость линейного роста уменьшается. Рост массы тела, как и линейный, обнаруживает сезонные колебания, но гармонического характера, с отрицательными приростами массы тела. Структурный рост, напротив, имеет только поступательный характер, изменения которого происходят синхронно с сезонными колебаниями линейного роста. Таким образом, изменения линейных размеров и структурной массы терпуга обусловлены единым процессом, главным образом, синтезом белка, поскольку динамика абсолютного содержания белка в мышцах наиболее точно повторяет сезонные и возрастные особенности структурного роста.

Депонирование жира слабо выражено в ювальный период, а на третьем году жизни, в конце которого отмечается первый нерест, темпы жиронакопления усиливаются. Последнее связано с необходимостью мощного энергетического обеспечения процессов генеративного роста, осуществляющегося за счет депозитного жира.

Вариабельностью линейного роста особей одного возраста, обусловленной индивидуальной изменчивостью белкового обмена, определяется время достижения половой зрелости и продолжительность жизни терпуга. Наиболее ранние сроки полового созревания (2+) характерны для среднеразмерных особей (см. раздел 2.3), а наибольшая продолжительность жизни (7+) для крупных ("быстрорастущих") рыб. Так, к концу восьмого года жизни длина особей терпуга достигает 44-52 см, а доля рыб с размерами более 48 см в этой возрастной группе составляет около 80 %.

Известно, что совокупность годовых фаз элементарных физиологических циклов обуславливается окологодичной цикличностью, продолжительность которой незначительно меняется с возрастом (Тыщенко и др., 1980). Эта закономерность характерна и для терпуга. В окологодичном цикле его биологического состояния можно условно выделить состояние относительного зимнего покоя (конец ноября - начало апреля) и активной жизнедеятельности, которая в ювенальном периоде характеризуется активным структурным ростом, а в половозрелом - также активным жирионакоплением и развитием половых продуктов, причем максимальная интенсивность перечисленных процессов отмечается в указанной последовательности.

Глава 5. СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ТЕРПУГА

5.1. Методы оценки численности

Величина промыслового запаса южного одноперого терпуга в водах Приморья была определена по данным мечения, проведенного 29.09-26.10.1976 г., как для терпуга всего исследуемого района, так и для приморской популяции. Были использованы методы Петерсена, Шнейбла и Паркера (по Рикеру, 1979). Расчет численности по двум первым методам производился по скорректированному числу об-

щего количества меченых рыб (так называемые "эффективно" помеченные особи). Метод Паркера позволяет не учитывать селективную смертность особей и влияние пополнения. Метод Петерсена не является точным, но он позволяет выявлять тенденции, искажающие достоверность оценок численности. Метод Шнейбла в интерпретации Чепмена является наиболее сложным, так как при его использовании необходима тщательная коррекция данных, но в то же время это и самый операциональный метод, включающий в себя несколько способов расчета. Оценки величины промыслового запаса в водах Приморья, полученные по методам Шнейбла и Паркера изменялись от 160 до 169 млн экз. или от 68 до 72 тыс. т.

Основной массив данных накоплен по приморской популяции, на которой практически базируется современный промысел. Запас ее по методу Шнейбла на конец 1976 г., который принят за начальную точку отсчета, составил 148,4 млн экз., а биомасса - около 59 тыс. т.

Для расчета численности промыслового запаса приморской популяции за ряд лет был разработан метод, формализованный на основе подходов, предложенных Прип и Ванкевичем (1981) и Рикером (1979):

$$N_t = N_0(\gamma e^{-Zt} + \beta t) \quad (1)$$

где N_t - численность промыслового запаса терпуга в следующем сезоне; N_0 - численность промыслового запаса в текущем сезоне; γ и β - доли возрастных групп, полностью и неполностью вступивших в промысел соответственно; t - временной интервал; Z - мгновенный коэффициент общей смертности; β - мгновенный коэффициент пополнения;

$$Z = \ln \left(\frac{x+1}{x} \right) \quad (2)$$

$$b = \ln \left(\frac{x''+1}{x'} \right) \quad (3)$$

где X' - средний условный возраст, рассчитываемый по правой части кривой возрастного состава (Рикер, 1979); X'' - рассчитывается аналогично X' , но по левой части кривой возрастного состава.

Результаты расчетов показывают, что величина промыслового запаса приморской популяции за период с 1958 по 1986 гг. изменялась в пределах 100-240 млн экз. (42-92 тыс.т), составляя в среднем 153 млн экз. (62 тыс.т).

При расчетах методом площадей использовались материалы мартовских съемок с 1967 по 1980 гг. В марте скопления терпуга бывают наиболее стабильными, при этом рыба почти постоянно обитает в придонном слое воды. Среднемноголетняя величина запаса приморской популяции в этот период при коэффициенте уловистости трала 0,25; 0,3; 0,35 составила 81, 67 и 58 тыс.т. Оценки биомассы, полученные за этот период при помощи формулы (1), изменялись в пределах 42-71, в среднем 56 тыс.т.

Сравнение оценок промыслового запаса терпуга, полученных по разным методам, показывает, что они вполне сопоставимы.

5.2. Динамика численности терпуга

За численность поколений при определении тенденций в их динамике можно принять сумму вкладов годового класса в промысловый запас на протяжении жизни, начиная с возраста 2+, так как присутствие более младших возрастных групп в уловах непостоянно.

Полученные данные как будто говорят о цикличности урожайности поколений, близкой к 20-летней. В рассматриваемом цикле можно выделить два полупериода - понижения (1957-1967 гг.) и повышения (1968-1977 гг.) численности поколений. В пользу цикличности говорит и новое снижение урожайности с 1978 г.

Была проанализирована зависимость численности поколений терпуга в совокупности абиотических факторов, включающей 41 при-

знак. Уравнения по конкретным факторам, сопоставленные за весь исследуемый период, оказались недостоверными. Анализ фрагментов всего периода оказался более результативным.

В результате исследований было найдено два уравнения для периодов повышения и понижения численности поколений:

$$N_t = 1415.9 + 1.98 \frac{10}{18T^{\circ}} - 24.5 S_9 - 20.9 S_n - 0.19 \frac{1}{\delta S}, R = 0.77, \\ F = \underline{\underline{16.4}} \quad (4)$$

$$N_t = 631.3 - 1.68 T^{\circ} - 3.9 (w)_{10} - 2.4 (w)_n - 2164.3 \theta, R = 0.68, \\ F = \underline{\underline{6}} \quad (5)$$

где N_t - численность поколений: 4 - 1957-1967, 1978, 1979 гг. (годы понижения численности поколений), 5 - 1968-1977 гг. (годы повышения численности поколений); S_9 , S_n и δS - соленость воды в сентябре (пик нереста терпуга), в ноябре (выклев и развитие личинок) и градиент повышения солености (сентябрь-январь) на ГМС Владивосток; T°_{11} и δT° - температура воды в октябре (пик выклева личинок) и градиент понижения температуры (август-январь) на ГМС Золотой; $(w)_{10}$ и $(w)_n$ - числа Вольфа в октябре и ноябре; θ - организация системы типов атмосферной циркуляции по Гирсу за год.

Как видно из уравнений (4) и (5), при формировании урожайности поколений на фоне спада их численности существенную роль играют одни факторы, на фоне подъема - другие.

По-видимому динамику численности терпуга определяет не только прямое воздействие среды, но также внутривидовые и внутривидовые авторегуляционные механизмы, которые в какой-то степени регламентируют подъемы и спады численности. Существующие же, даже в смежные годы, флуктуации урожайности поколений вероятно являются следствием изменчивости факторов среды. При этом "норма реакции" терпуга на различные факторы может меняться в разные по-

душки урожайности в связи с генетическими различиями поколений на подъеме и спаде "волн жизни" (Тимофеев-Ресовский и др., 1977; Коновалов, 1980, 1987; Яблоков, 1980, 1987 и др.).

Кроме того, как показывают отдельные исследования, тип связи численности рыб с отдельными характеристиками среды непостоянен из-за нестационарности основных океанологических, атмосферных и космофизических процессов (Бирман, 1985; Елизаров, 1985 и др.).

Уравнение (4) более достоверно по сравнению с уравнением (5), о чем свидетельствуют величины R и F . При ожидающихся темпах снижения урожайности поколений их численность в возрасте промысловой эксплуатации (в основном 3+ - 6+) достигнет своего минимума в 1990-1994 г. Следовательно для прогноза, по крайней мере до 1990 г., наиболее правильно использовать уравнение (4).

При прогнозе численности промыслового запаса на 1989 г. учитывалась вариабельность вклада поколений в промысловый запас в разных возрастных группах. Численность поколений и промыслового запаса оценивалась в форме доверительных границ, при уровне значимости $P=0,05$. Границы численности промыслового запаса на 1989 г. составят 134,5-164,32 млн экз., а средняя оценка - 149,41 млн экз.

5.3. Многофакторный анализ смертности и прогноз вылова

Оценка возможного или общего допустимого улова является конечной целью работ, связанных с долгосрочным прогнозированием сырьевой базы рыболовства. В настоящее время в теории промышленного рыболовства оценка ОДУ производится на заранее определенной постоянной интенсивности промысла вне зависимости от состояния промыслового запаса. Между тем, в работах некоторых ученых, с разной степенью обоснованности, давно высказывалось предположение о существовании связи между численностью промыслового запаса и уровнем интенсив-

ности лова (Бойко, 1962; Качина, Прохоров, 1967; Пономаренко, 1969; Турин, 1962, 1972; Рихтер, 1970, 1981).

Определение величины оптимального вылова терпуга приморской популяции было проведено на основе анализа взаимосвязи естественной смертности с промысловой, с пополнением и с численностью промыслового запаса. Многофакторные связи естественной смертности терпуга исследовались при помощи уравнений множественной регрессии, в которых мгновенный коэффициент естественной смертности был зависимой переменной. Было замечено, что естественная смертность увеличивается при повышении численности, мощности пополнения, уменьшении интенсивности промысла и по мере старения рыб.

Уравнения составлялись на основе непрерывных рядов данных динамики численности и их фрагментов, которые в целом соответствовали этапам повышения и понижения численности. Подобная процедура уже описывалась в разделе 5.2. В результате для разных уровней промыслового запаса на фоне подъема и спада его численности получены определенные оценки оптимальной интенсивности промысла (табл. I).

Показано, что недолов при промысле терпуга в 1959-1985 гг. составлял от 4,5 до 27,8 тыс. т, в среднем 13,5 тыс. т.

При численности промыслового запаса в 1989 г. в 134,5-164,32 млн экз. с учетом того, что формироваться она будет на фоне ее долговременного понижения (см. раздел 5.2), прогнозируемые значения F на 1989 г. будут находиться в первой вертикальной половине табл. I, во второй сверху строке. Минимальное из этих значений составляет 0,37, и следовательно, годовая убыль u будет равна 0,31, так как $u = 1 - e^{-F}$ (Рикер, 1979). Возможный вылов на 1989 г. следовательно может составить 41,7-50,9 млн экз. или в весовом выражении 15,8-19,3 тыс. т. В дальнейшем при

уточнении возрастного состава возможно будет скорректировать величину вылова, но судя по всему, она не должна быть меньше 15 тыс. т.

Таблица I

Оптимальные значения мгновенного коэффициента промысловой смертности φ в полупериоды понижения (I) и повышения (2) численности промыслового запаса терпуга для: I - высокой (171,1-239,5 млн экз.), 2 - средней (131,8-171 млн экз.) и низкой численности (100,2-131,7 млн экз.)

Градации численности		Полупериоды численности		Итого
		I	II	
1:	$\frac{lim}{\varphi}$	0,42-0,51	0,45-0,53	0,42-0,53
		0,45	0,49	0,47
2:	$\frac{lim}{\varphi}$	0,37-0,48	0,43-0,50	0,37-0,50
		0,43	0,47	0,45
3:	$\frac{lim}{\varphi}$	0,35-0,48	0,37-0,49	0,35-0,49
		0,41	0,43	0,42
Итого:	$\frac{lim}{\varphi}$	0,35-0,51	0,37-0,53	0,35-0,53
		0,43	0,46	0,44

5.4. Дополнительные практические рекомендации

В разделе даны практические рекомендации по освоению ресурсов терпуга. Приводятся данные по японскому промыслу терпуга, вылов которого в водах Хоккайдо в отдельные годы достигает более 200 тыс. т. На примере зарубежного и отечественного опыта показаны перспективы использования различных орудий лова на промысле терпуга, при этом обращается внимание на необходимость изменений в стратегии и тактике прибрежного рыболовства в целом.

ВЫВОДЫ

1. В водах Приморья обитают представители двух популяций южного одноперого терпуга. Распространение одной из них приурочено к западной части зал. Петра Великого, а область обитания второй - собственно приморской популяции - простирается от центральной части зал. Петра Великого до района мыса Сосунова. Приморская популяция подразделяется на три внутривидовые группировки, большая часть особей которых постоянно обитает в относительно обособленных районах.

2. Особенности сезонного распределения взрослого терпуга во многом связаны с динамикой водных масс. В течение зимовки (конец ноября - начало апреля) он избегает холодных придонных шельфовых вод. Летом терпуг имеет наиболее широкое распространение и может встречаться в любом горизонте шельфовых вод. В апреле-мае и в октябре-ноябре его вертикальные миграции ограничены сезонным пикноклином.

3. Нерест в конце августа-сентябре начинают старшие возрастные группы (5+ - 7+), заканчивают в октябре - начале ноября особи в возрасте 2+ и частично 3+. Различия в сроках нереста у разновозрастных рыб зависят от интенсивности жиронакопления.

4. С возрастом сроки годовых колец на чешуе терпуга постепенно сдвигаются с июля-сентября у 1-2-леток на октябрь-декабрь у 6-7-леток. Время формирования годовой зоны, таким образом, увеличивается с 4-7 до 13 месяцев. Максимальная продолжительность жизни самцов составляет 7 лет, самок - 8.

5. В окологодичном цикле биологического состояния терпуга выделяются периоды относительного зимнего покоя (конец ноября - начало апреля) и активной жизнедеятельности (апрель-ноябрь). В активный период для молоди характерен высокий темп структурного роста, а для половозрелых рыб - кроме того, интенсивное жирона-

копление и развитие половых продуктов.

6. Индивидуальные особенности белкового обмена, предопределяя неадекватность линейного роста одной генерации, сказываются на таких важных популяционных показателях как жизнестойкость и продолжительность жизни, которые у отстающих в росте особей меньше, чем у быстрорастущих.

7. В урожайности поколений терпуга, по-видимому, наблюдается цикличность, близкая к 20-летней. Высокоурожайные поколения превосходят по численности малоурожайные в 2,9 раза. В рассматриваемом цикле можно выделить два полупериода - понижения (1957-1967 г.) и повышения (1968-1977 г.) численности поколений. С 1978 г. начался очередной полуцикл снижения урожайности поколений. Промысловый запас терпуга с 1958 по 1986 г. изменялся в пределах 100-240 млн экз. (42-92 тыс. т), составляя в среднем 153 млн экз. (62 тыс. т).

8. На этапе понижения численности промыслового запаса мгновенный коэффициент промысловой смертности должен составлять не менее 0,35 при низкой численности и 0,42 - при высокой; а при повышении численности - соответственно 0,37 и 0,45. При ожидаемой в 1989 г. величине промыслового запаса приморской популяции в пределах 134,5-164,3 млн экз. и соответствующей такому уровню численности мгновенному коэффициенту промысловой смертности (0,37), вылов терпуга может составить 41,7-50,9 млн экз., или в весовом выражении - 15,8-19,3 тыс.т.

9. Терпуг является традиционным, но недоиспользуемым промыслом объектом прибрежного рыболовства в водах Приморья. Более масштабная, но на рациональной основе эксплуатация этого вида возможна только при развитии прибрежного рыболовства с использованием мелкотоннажного флота и различных орудий лова.

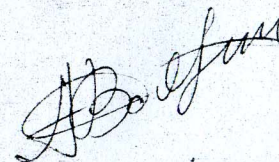
По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Влияние абиотических факторов на динамику численности южного одноперого терпуга в прибрежных водах Приморья // Биология шельфовых зон Мирового океана: Тез. докл. Второй всесоюз. конф. по морской биологии. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. - Ч. 3. - С. 10-11.

2. Определение возраста южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz алгоритмическими методами распознавания образов с обучением // Вопр. ихтиологии. - 1982. - Т.22, вып. 6. - С.1006-1014 (в соавт. с В.П. Васильковым).

3. Численность южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* в водах Приморья // Изв. ТИНРО. - 1985. - Т.110. - С. 77-85.

4. Динамика численности южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* в водах Приморья // Динамика численности промысловых животных дальневосточных морей. - Владивосток: ТИНРО, 1986. - С. 133-139.



ВД № 02041

Подписано к печати 5 апреля 1988 г.

Заказ № 93

Тираж 100 экз. Объем 1 уч.-изд.л. Ротапринт. ТИНРО

Владивосток, ул. Западная, 10