

На правах рукописи

ГОЛУБКОВА ТАТЬЯНА АЛЕКСЕЕВНА

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И  
ДИНАМИКА ЗАПАСА СУДАКА КУРШСКОГО ЗАЛИВА  
БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

Специальность 03.00.10 Ихтиология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук



Калининград - 2003

Работа выполнена в ФГУП Атлантическом научно-исследовательском институте  
рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО)

Научный руководитель - доктор биологических наук, доцент  
Шибяев Сергей Вадимович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор Кудерский Леонид Александрович,  
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Маклыгин Леонид Григорьевич

Ведущая организация - Калининградский государственный университет

Защита состоится 19 декабря 2003 г. в 16.00 часов на заседании  
диссертационного совета К 307. 007. 01 при Калининградском государственном  
техническом университете (КГТУ), по адресу: 236000 г. Калининград, Советский  
проспект, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Калининградского  
государственного технического университета

Автореферат разослан 17 ноября 2003 г

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор биологических наук



Серпудин Г.Г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В настоящее время более половины национального улова рыбы приходится на исключительную экономическую зону Российской Федерации и ее внутренние морские воды (Измайлов, 2000). В создавшихся условиях все большее внимание уделяется рациональному использованию рыбных запасов прибрежных морей и их заливов. В ряду таких стоит Куршский залив Балтийского моря. Современный вылов в заливе в среднем составляет 3-4 тыс. т в год, что имеет большое значение для экономики Калининградской области. Одним из ценных промысловых объектов Куршского залива является судак, он доминирует в комплексе хищных рыб водоема, поддерживая стабильную сбалансированную структуру экосистемы.

Анализ динамики популяции судака в связи с промысловым использованием и влиянием факторов окружающей среды необходим для разработки прогнозов общих допустимых уловов (ОДУ), которые являются составной частью осуществления регулируемого рыболовства в заливе. Актуальность подобных исследований возникла в связи с изменяющимися условиями пользования биоресурсами.

Цель и задачи работы. Целью работы является эколого-биологическая характеристика и установление закономерностей формирования численности популяции судака в экосистеме Куршского залива.

Решались следующие задачи:

- 1) Проанализировать изменения размерно-возрастной структуры и биологических параметров популяции судака Куршского залива в связи с влиянием промысла и факторов среды.
- 2) Оценить воздействие интенсивности промысла на структуру, биологические характеристики и величину уловов судака.
- 3) Изучить особенности питания судака и оценить промысловую доступность его запаса в связи с обеспеченностью пищей.
- 4) Проанализировать динамику промыслового запаса судака и составляющих его поколений.
- 5) Провести анализ и совершенствование методики прогнозирования пополнения судака.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые обобщен многолетний материал по размерно-возрастной, половой и репродуктивной структуре популяции, росту, плодовитости и питанию судака. Предложен метод оценки численности пополнения запаса судака по результатам траловых съемок. Установлено влияние численности жертв – снетка и ерша на пространственное распределение хищника – судака и как следствие, на его промысловую доступность.

Практическая значимость исследований. Результаты работы служат основой для оценки промыслового запаса и прогнозирования ОДУ, выполняемых в рамках тематического плана научно-исследовательских работ ФГУП АтлантНИРО. Полученные данные использованы в работе Смешанной

Сер. 2р.

российско-литовской комиссии, действующей в соответствии с Соглашением между правительством РФ и правительством Литовской Республики о сотрудничестве в области рыбного хозяйства от 29 июня 1999 г. Проведенные исследования показали необходимость учитывать состояние запаса снетка и ерша при прогнозировании вылова судака. Предложенная методика оценки пополнения позволяет повысить точность прогнозирования величины запаса и ОДУ.

#### Основные положения, выносимые на защиту.

- 1) Закономерности динамики популяции судака Куршского залива в связи с промысловым использованием и воздействием факторов среды.
- 2) Влияние интенсивности промысла на структуру, биологические характеристики и величину уловов судака.
- 3) Результаты оценки промысловой доступности судака в связи с обеспеченностью его пищей.
- 4) Результаты анализа динамики промыслового запаса судака. Закономерности формирования поколений и их взаимное влияние.
- 5) Методика оценки численности пополнения промыслового запаса судака и прогнозирования.

Апробация работы. Результаты научных исследований, положенных в основу диссертации, были представлены на семинарах отдела Балтийского моря и лиманов, на заседании биологической секции Ученого совета ФГУП АтлантНИРО (1998), на Рабочих группах по оценке состояния запасов промысловых видов рыб Куршского залива, созданных в соответствии с рекомендациями Смешанной российско-литовской комиссией по рыбному хозяйству (Клайпеда, 2002, Вильнюс, 2003), докладывались на Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию основания Калининградского государственного технического университета (Калининград, 2000), на Международном симпозиуме, посвященном 80-летию Морского института рыболовства (Гдыня, Польша, 2000), на VIII съезде Гидробиологического общества РАН (Калининград, 2001), на Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н.М. Книповича (ПИНРО, Мурманск, 2002).

Декларация личного участия автора. Автор лично участвовал в сборе и обработке материалов из промысловых и экспериментальных траловых уловов в 1995–2002 гг. Так же им были обобщены многолетние (с 1957 г.) фондовые материалы лаборатории лиманов ФГУП АтлантНИРО. Автором самостоятельно разработаны идеи, поставлены задачи исследований, сделаны выводы и даны рекомендации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 146 страниц текста состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы, содержащего 163 источника, в т.ч. 32 на иностранных языках, включает 21 таблицу, 86 рисунков, 10 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность исследуемой проблемы, сформулированы цель и задачи работы, изложены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

### ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Представляемая работа выполнена на многолетних материалах лаборатории лиманов АтлантНИРО, включающих в себя: биологический анализ и массовые промеры судака из промысловых и экспериментальных траловых уловов за период 1957-2002 гг.; материалы по питанию 1971-2002 гг., плодовитости судака за 1985, 1999, 2002 гг.; индексы численности и биомассы по траловым съемкам 1957-2002 гг. Объем собранного и обработанного материала представлен в табл.1. Используются данные статистики вылова ФГУ Запбалтрыбвода за 1927–2002 гг. и уловам на единицу промыслового усилия за 1985–2002 гг., а так же данные Гидрометеослужбы Калининградской области за 1957-2002 гг.

Сбор и обработку первичного материала проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Фортунатова, Попова, 1973; Кублицкас, 1974). Использована, традиционно применяемая в Куршском заливе, промысловая длина. Возраст определяли по чешуе.

Таблица 1

Объем собранного и обработанного материала

Биологический анализ	Более 30 тыс. экз.
Массовый промер	Более 80 тыс. экз.
Определение стадий зрелости гонад	3,70 тыс. экз.
Пробы плодовитости	0,29 тыс. экз.
Анализ содержимого желудков	3,10 тыс. экз.

Для математического описания роста использовалось уравнение Л. Берталанфи (Bertalanffy, 1938; Рикер, 1979; Гасюков, 1980).

На основе данных по возрастной структуре промысловых уловов определена виртуальная численность промысловой части популяции судака за 1959-1991 гг. В 1992–2002 гг. численность промыслового запаса рассчитывали методом виртуально-популяционного анализа (ВПА) по разработанной в АтлантНИРО программе (Гасюков, 1980; Методические рекомендации..., 1990).

Статистическую обработку материала проводили с использованием персонального компьютера в соответствии с общепринятыми методиками (Плохинский, 1970).

### ГЛАВА 2. КУРШСКИЙ ЗАЛИВ КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ РЫБ

Куршский залив расположен на юго-восточном побережье Балтийского моря. По форме он напоминает прямоугольный треугольник, с более широкой южной частью, постепенно к северу он сужается и переходит в узкий пролив, соединяющий водоем с морем в районе порта Клайпеда. С запада залив отделен от моря Куршской косой – узкой песчаной насыпью шириной от 1 до 4 км. Длина береговой линии Куршского залива 611,8 км. Площадь зеркальной поверхности 1584 км<sup>2</sup>, примерно три четверти (центральная и южная части залива) является российской акваторией. Северная часть его является акваторией

Литвы. Объем воды в заливе  $6,2 \text{ км}^3$ , основная доля которой находится в южной части, где преобладают глубины от 4 до 6 м. Северная часть более мелководна, с глубинами до 2 м. Восточная окраина Куршского залива более мелководна по сравнению с его западной частью. Средняя глубина залива 3,7 м, максимальная достигает 7,4 м в Клайпедском проливе. В этом же районе ведется искусственное углубление дна, достигающее 18 м.

Куршский залив представляет собой промежуточный бассейн - отстойник между стоком рек (площадь водосбора составляет  $100458 \text{ км}^2$ ) и Балтийским морем. Поэтому уровень воды определяется взаимодействием двух основных факторов - колебаниями уровня воды Балтийского моря и годовым поступлением стока с суши. Причем пресные воды, стекающие в течение года с суши, в четыре раза превышают объем морских, поступающих в залив ( $23,1$  и  $5,1 \text{ км}^3$  соответственно).

Наступление гидрологической весны в заливе начинается с прогрева воды до температуры  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Началом лета и осени принято считать переход температур через отметку  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ , что обычно отмечается в мае и сентябре. В ноябре температура снижается до  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ , эту отметку принято считать началом зимы (Юревичус, 1959). В зависимости от температуры воды, величины континентального стока, волнений изменяется газовый режим водоема. Наименьшее насыщение воды растворенным кислородом (66 % от нормы) отмечается зимой, наибольшее - весной (126 %). Активная реакция (pH) воды - щелочная, наименьшая ее величина наблюдается зимой (7,2), наибольшая - летом (8,8) (Вайткявичене, Вайткявичус, 1978). В целом Куршский залив водоем пресноводный, при сильных нагонных ветрах наблюдается заток морских вод глубоко в залив и содержание хлоридов в южной части может повышаться до  $300\text{-}500 \text{ мкг/л}$  (Сенин, 1998).

Гидрологические и гидрохимические условия водоема определяют качественные и количественные показатели водных биоценозов, населяющих его. Современный список фитопланктона насчитывает 331 вид водорослей, относящихся к семи отделам: золотистые - 16 видов, пиррофитовые - 29, эвгленовые - 10, зеленые - 145, желтозеленые - 2, диатомовые - 74, синезеленые - 55 (Семенова, 1998). По величине первичной продукции Куршский залив может быть отнесен к эвтрофным водоемам. Зоопланктон представлен 136 видами и подвидами, относящимися к 60 родам, типично пресноводными за исключением района Клайпедского пролива, где встречаются морские виды. Основные таксономические группы представлены коловратками (Rotatoria), ветвистоусыми (Cladocera) и веслоногими (Copepoda) ракообразными (Науменко, 1994). В зообентосе водоема насчитывается 317 видов, его основу составляют моллюски, олигохеты и хирономиды (Рудинская, 1994).

Структура ихтиоценоза Куршского залива является типичной для водоемов лагунного типа, здесь обитают туводные, проходные и речные виды рыб. Современный список включает 38 видов, относящихся к 15 семействам (Хлопников и др., 1998). Основными промысловыми объектами являются лещ, плотва, судак, корюшка, снеток, ерш, окунь, в последние годы резко увеличилась численность чехони. Вылов этих видов составляет в среднем  $4148 \text{ т}$  в год или 91 % от общего вылова по водоему. Остальные 9 % приходятся на угря, щуку, налима, густеру, карася, рыба, трехиглую колюшку и прочие малочисленные виды.

### ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУДАКА КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Судак (*Stizostedion lucioperca* (L)) относится к роду *Stizostedion*, семейства Percidae (окуневые), подотряда Percoidi (окуневидные), отряда Perciformes (окунеобразные) (Никольский, 1971; Решетников, 2002). По ряду биологических характеристик - темпу роста, плодовитости и т.д. судак Куршского залива близок к жилой речной или озерной форме.

В Куршском заливе самцы массово созревают в 3-годовалом, самки в 4-годовалом возрасте. Особенностью судака исследуемого водоема является посленерестовая гибель самцов в 5-6-годовалом возрасте, что обуславливает более короткий их жизненный цикл, по сравнению с самками (Лавровский, 1963, 1964). Нерест проходит с конца апреля до начала июня при температуре воды от  $8$  до  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Массово судак нерестится при температуре  $15\text{-}18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Длительность нереста определяется главным образом температурными условиями и ветровым режимом. Благоприятное сочетание условий среды (многоводность, интенсивный и ранний прогрев воды, отсутствие резких суточных перепадов температур воды) способствует нормальному выживанию икры и появлению жизнеспособной молоди. В подобных гидрологических условиях обильно развивается зоопланктон, и обеспеченность пищей личинок в период перехода на активное питание повышается. Кроме того, при равномерном наступлении весны сроки нереста снетка (он нерестится раньше) и судака сближаются. Молодь судака растет быстрее, раньше переходит на хищное питание, потребляя мальков снетка, размеры которых являются доступными для сеголеток хищника. Темп роста и жизнеспособность такой молоди повышаются, по сравнению с особями, потребляющими зоопланктон. Немаловажным фактором для воспроизводства является уровень воды на нерестилищах. При высоком уровне воды площади и качество нерестилищ повышаются, обеспечивается беспрепятственный проход производителей к местам нереста, икра не обсыхает.

Выявлены закономерности влияния некоторых абиотических факторов на формирование численности поколений. Наиболее существенная связь обнаружена между численностью поколений и количеством дней с увеличивающейся температурой во II и III декадах мая, что отражает интенсивность прогрева воды, коэффициент корреляции составил  $0,75$ . Значительное влияние на урожайность поколений оказывает уровень воды во II - III декадах апреля, коэффициент корреляции составил  $0,61$  (рис. 1, 2).

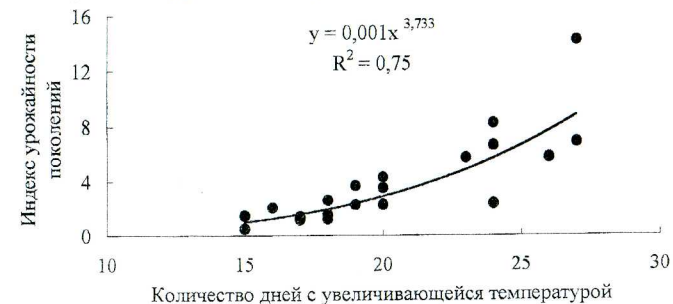


Рис. 1. Зависимость урожайности поколений судака от количества дней с увеличивающейся температурой воды в Куршском заливе

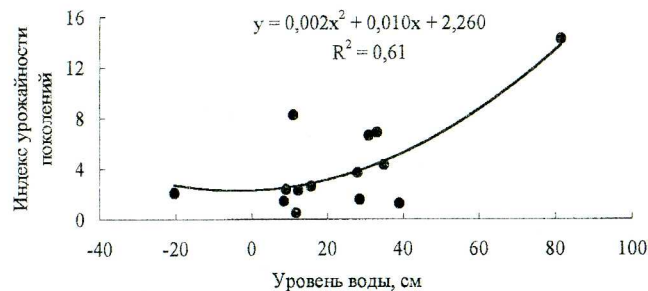
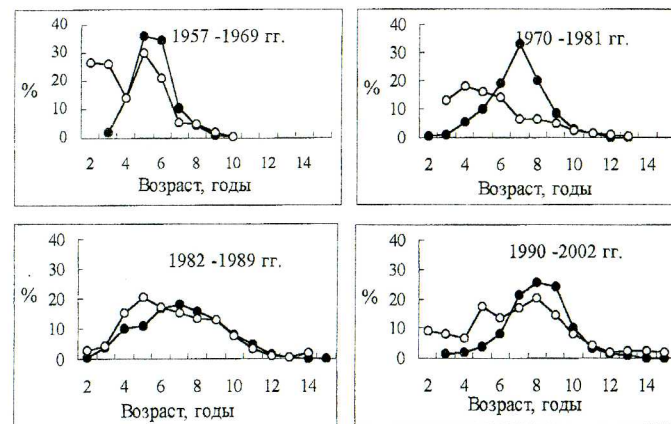


Рис. 2. Зависимость урожайности поколений судака от уровня воды в Куршском заливе

Популяция судака Куршского залива имеет многовозрастную структуру и представлена особями в возрасте от 0 до 17-годовика. По данным промысловых и экспериментальных траловых уловов описана размерно-возрастная структура популяции, которая в многолетнем аспекте существенно изменялась в связи с режимом рыболовства и естественной динамикой численности самого вида. В 50-60-х годах прошедшего столетия промысел в водоеме осуществлялся мелкочейными и тралящими орудиями лова, и в популяции преобладали младшевозрастные группы. В период 1959-1968 гг. более 60 % уловов приходилось на 5-6 годовалые особи, длиной 40-47 см. Особи в возрасте старше 7-годовика и длиной более 48 см отмечались единично, их доля не превышала 5 % (рис. 3). После введения в 1960 г. запрета на применение тралящих орудий лова, судак стал добываться главным образом крупночейными ставными сетями. Размерно-возрастная структура популяции вида при этом изменялась. В промысловых уловах стали преобладать 7-8-годовики, длиной 48-51 см. На долю этих размерно-возрастных групп приходилось до 70 % от общего числа охваченных промыслом особей. В экспериментальных траловых уловах по сравнению с периодом 60-х годов отмечается стабильное увеличение особей 7-10-годовалого возраста, длиной более 48 см.

Самый значительный сдвиг размерно-возрастной структуры популяции судака, вызванный естественными факторами, отмечен в связи появлением в 1978 г. аномальноурожайного поколения судака. Особи этой когорты в 1982-1986 гг. доминировали в промысловой части запаса и составляли до 60 % уловов. Жесткая внутривидовая пищевая конкуренция, явившаяся следствием чрезмерной численности генерации и плохой обеспеченности пищей (депрессивное состояние запасов основных пищевых объектов - снетка и ерша) привела к снижению темпа роста особей и соответственно средних значений длины и массы судака в промысловых и экспериментальных уловах. Период доминирования в запасе аномальноурожайного поколения судака сменился относительно стабильным периодом 90-х годов. Размерно-возрастная структура промысловых и экспериментальных уловов стала соответствовать периоду 1970-1981 гг. Промысел 1990 - 2002 гг. базировался на 7-9-годовиках, на долю которых приходилось до 80 % от вылова. В экспериментальных уловах стали преобладать младшие и постоянно присутствовали старшие возрастные группы, что характерно для стабильного состояния популяции.



- Промысловые уловы
- Экспериментальные траловые уловы

Рис. 3. Возрастная структура промысловых и экспериментальных траловых уловов судака

Исследования показали, что судак в Куршском заливе растет на протяжении всей жизни. Наиболее интенсивный линейный рост происходит до возраста массового полового созревания (4 года), и в среднем для 0-4-годовиков составляет 7,7 см в год. В более старшем возрасте (5-17-годовика) темп линейного роста снижается и в среднем составляет 3,5 см в год. Приросты массы, наоборот, с возрастом повышаются, причем наиболее интенсивно с десятой возрастной группы, что связано с особенностями половой структуры популяции судака. Начиная с этого возраста, преобладают самки, масса которых за счет гонад значительно выше, чем у самцов. Масса особей в возрасте от 0 до 10-годовика в среднем увеличивается на 304 г в год, у 1-17-годовиков на 916 г. С 6-годовалого возраста, средняя масса самок выше, чем у самцов за счет гонад, которые в нерестовый период составляют порядка 12 % от массы тела.

Между массой и длиной судака Куршского залива обнаружена положительная связь, описываемая уравнением:  $W = 0,023 L^{2,909}$ . Для самцов и самок эти зависимости соответственно имеют вид:  $W = 0,019 L^{2,926}$ ,  $W = 0,011 L^{3,097}$ , коэффициенты корреляции составили 0,98 - 0,99. Ошибка уравнений регрессии составляет не более 5 %, что позволяет определять массу по данным массового промера.

Линейный и массовый рост описаны степенными уравнениями:

$$L = 16,520 t^{0,532} \quad (R^2 = 0,988)$$

$$W = 76,249 t^{1,598} \quad (R^2 = 0,987)$$

где L - длина рыбы, см, W - масса рыбы, г, t - возраст рыбы, годы

и уравнением Бергаланфи:

$$Lt = 98,469 [1 - e^{-0,085(t+0,912)}] \quad (R^2 = 0,996)$$

$$Wt = 27,987 [1 - e^{-0,065(t+1,449)}]^3 \quad (R^2 = 0,942)$$

Ошибки уравнений регрессии составили 2,34 и 0,65 % соответственно.

Темп роста, длина, масса, плодовитость судака Куршского залива в течение длительного периода могут изменяться незначительно. Это свидетельствует о высокой пластичности вида, которая позволяет при определенных колебаниях абиотических и биотических факторов в водоеме сохранять относительную стабильность темпа роста. Однако механизм поддержания стабильности популяции действует до определенных пределов. Как отмечалось выше, аномальное состояние запаса судака, вызванное поколением 1978 г. рождения, привело к уменьшению темпа роста, причем не только у этой, но и предыдущей и последующих генераций. Самые низкие за весь период наблюдений величины длины и массы отмечены для поколений 1977-1981 гг. рождения. Это определило снижение в 1983-1989 гг. средней длины особей в промысловых уловах на 10 %, средней массы на 43 %. В 1990-2002 гг. состояние запаса нормализовалось, показатели роста стали соответствовать среднемуголетнему уровню (рис. 4, 5).

Взаимное влияние смежных поколений на темп роста, прослеживалось многими авторами. Биологический смысл такого взаимодействия заключается в регулировании сроков достижения половой зрелости. Мощное поколение затормаживает рост и увеличивает возраст полового созревания, приводящее к снижению численности последующих поколений и соответственно напряженности пищевой конкуренции, что создает предпосылки для возвращения популяции в нормальное состояние.

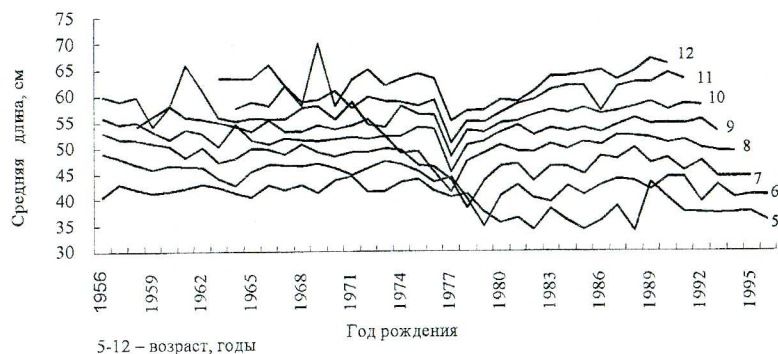


Рис. 4. Средняя длина судака по возрастам разных поколений

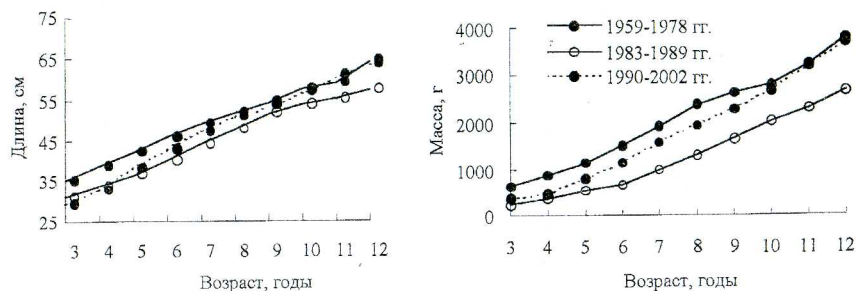


Рис. 5. Динамика средней длины и массы судака Куршского залива

Половая и репродуктивная структура популяции судака Куршского залива изучалась достаточно подробно (Багджюс, 1959; Лавровский 1963, 1964; Вирбитаскас, Гярулайтис, и др., 1974). Наши исследования продолжают этот многолетний ряд наблюдений. Но в отличие от предыдущих работ, основанных на материалах, собранных весной на нерестилищах, нами привлечены данные осенних учетных траловых съемок. Это позволяет существенно дополнить и более объективно описать половую и репродуктивную структуру популяции, так как нами учитывались также неполовозрелые особи, которые в нересте еще не участвуют. В возрасте 0-1 года все особи являются неполовозрелыми. В 2-годовалом возрасте порядка 22 % их созревают, причем большую часть (18,6 %) составляют самцы. В 3-5-годовалом возрасте процесс полового созревания идет более интенсивно, к 5 годам созревает более 90 % особей, при этом соотношение полов выравнивается. В возрасте 7-годовика все рыбы являются половозрелыми. Начиная с 6-годовалого возраста, отмечается некоторое преобладание самок над самцами - 60 и 40 % соответственно. В более старшем возрасте это соотношение еще больше смещается в сторону самок. Доля самок у 9-12-годовиков увеличивается до 70-75 %, в 13-годовалом возрасте и старше самки составляют практически 100 %.

Анализ материалов по индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) судака демонстрирует значительные колебания этих величин внутри популяции. Минимально зафиксированное значение ИАП составило 24,0 тыс. шт. (при длине 32,1 см, массе 420 г и возрасте 3 года), максимальное - 1384,7 тыс. шт. (при длине 69,7 см, массе 4970 г, в 12-годовалом возрасте).

Плодовитость судака тесно связана с размерно-возрастными показателями производителей. С увеличением длины, массы и возраста самок ИАП увеличивается. Наиболее точно зависимости ИАП от длины, массы и возраста описываются степенными функциями:

$$\begin{aligned} \text{ИАП} &= 76,999 L^{0,802} & (R^2 &= 0,987) \\ \text{ИАП} &= 94,889 W^{1,088} & (R^2 &= 0,973) \\ \text{ИАП} &= 94,884 t^{0,989} & (R^2 &= 0,989) \end{aligned}$$

Снижение темпа роста особей судака в аномальный период 1982-1989 гг., повлекло за собой снижение ИАП, величина которого составила 50 % (рис. 6).

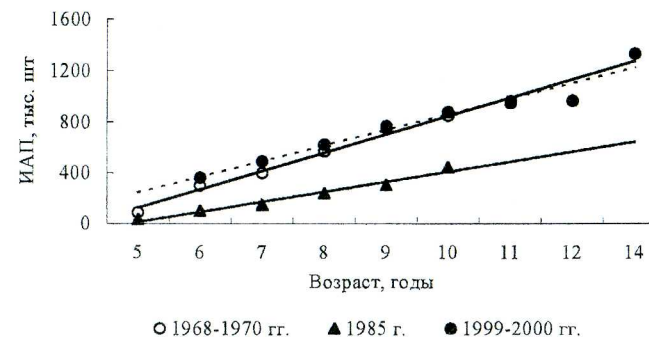


Рис. 6. Многолетняя динамика ИАП самок судака в зависимости от возраста

#### ГЛАВА 4. ПРОМЫСЛОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУДАКА КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Куршский залив – водоем с богатой историей промыслового использования. Рыболовство на нем велось со средних веков, и за столь длительный период претерпело значительные изменения.

Высокая интенсивность тралового лова, с применением мелкочейных тралящих орудий лова, в начале XX века (1927-1939 гг.) лимитировала численность судака за счет отлова его молоди. В 1940-1946 гг. рыболовство в заливе не осуществлялось, что привело к росту численности и биомассы вида. В первые послевоенные годы высокая численность запаса и применение мелкочейных тралящих орудий лова позволили добывать судака в среднем 400-500 т в год. Высокий уровень эксплуатации запаса к началу 60-х годов привел к снижению численности судака, его уловы значительно уменьшились. С целью предотвращения дальнейшего падения запасов ценных промысловых рыб с 1960 г. в заливе введены Правила рыболовства, жестко регламентирующие промысел. Был введен запрет на применение тралов, ограничена интенсивность лова путем введения запретных периодов, для ряда видов установлена минимальная промысловая длина рыб разрешенных к лову. Принятые меры привели к рациональному использованию сырьевой базы залива, что позволило на протяжении 20 последующих лет (1968-1986 гг.) стабильно добывать судака в объеме 300-350 т в год. В настоящее время уловы судака снизились в среднем до 225 т. Произошло это на фоне общего падения объемов добычи рыбы в заливе вследствие экономического кризиса рыбодобывающих организаций.

Таким образом, мы имеем возможность сравнить два режима рыболовства – высокоинтенсивный траловый лов и селективный сетной промысел (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика популяции при различных стратегиях промысла

Возраст, годы	Доля в улове, %	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Период тралового лова		
				Доля в улове, %	Средняя длина, см	Средняя масса, г
				Период сетного лова (ставные сети, ячея 70 мм)		
2	0,4	21,6	270	0,7	28,4	370
3	3,6	29,3	576,2	2,1	32,8	533
4	17,3	36,9	800,8	6,2	36,4	749
5	44,5	41,6	1106,7	10,1	39,9	954
6	30,1	47	1573,7	16,3	43,8	1298
7	6,3	51,9	2088,3	23,3	47,5	1652,5
8	1,4	57	3043,8	19,4	50,9	2007,9
9	0,4	57,7	2998,3	14,8	54	2384,5
10				7,0	56,6	2722,6
11				3,3	59,3	3132
12				1,3	62,3	3636,1
13				0,9	65,3	3734,5
14				0,2	65,5	4409,2
15				0,2	70	5373,3
Средняя величина		44,7	1562,8		49,0	2128,8
Средний вылов, т		357			283	

Применение мелкочейных тралящих орудий лова давало возможность вылавливать большой объем судака, в среднем 357 т, но в результате переэксплуатации запаса привело к быстрому снижению промыслового вылова.

При сетном промысле вылов судака уменьшился в среднем до 283 т в год, однако, в условиях регулируемого рыболовства такой способ добычи позволяет сохранить уловы судака относительно постоянными на протяжении долгих лет, так как основная масса промысловой нагрузки приходится на половозрелую часть популяции. При этом увеличился размерно-возрастной ряд, средняя длина и масса рыбы в уловах. В настоящее время в промысле участвуют особи 14 возрастных групп, причем уловы базируются на 3-4 поколениях, что позволяет избежать резких колебаний вылова, связанных с различной урожайностью отдельных генераций и сделать добычу судака более выгодной и стабильной, что соответствует концепции устойчивого рыболовства.

#### ГЛАВА 5. ВЗАИМОТНОШЕНИЯ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА» В ЭКОСИСТЕМЕ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

В Куршском заливе основными объектами питания судака являются снеток и корюшка в весенний период, летом и осенью основу рациона составляют снеток и ерш. Вынужденной пищей служат окунь, чехонь, плотва, густера. На первом году жизни характер питания судака неоднороден, молодь потребляет зоопланктон, мизид, рыбу. В июле 10 % особей переходят на хищный тип питания, в августе доля хищников возрастает до 53 %. Время перехода судака на питание рыбой зависит от его собственных размеров и от изменяющейся по годам доступности для него жертвы – снетка. По характеру питания и темпу роста сеголетки судака к осени дифференцируются на более крупных хищников средней длиной 11,8 см, массой 29,5 г и мелких планктофагов средней длиной 8,1 см, массой 5,6 г.

В составе пищи судака можно проследить сезонную, многолетнюю, пространственную динамику, а также изменения, связанные с возрастом и размером рыб. Так в сезонном аспекте выделяется небольшой по продолжительности период – конец марта – начало апреля, когда основной пищей судака является корюшка, совершающая нерестовые миграции из Балтийского моря в реки бассейна Куршского залива. В течение остального года состав его пищи относительно стабилен, основными кормовыми объектами являются снеток и ерш. В районе судака, нагуливающегося в северной части водоема, значительно выше доля окуня, плотвы и густеры. В южной части залива большую роль в питание играет чехонь. По составу пищи можно выделить непромысловую часть популяции судака, в возрасте от 0 до 5-годовалика, длиной менее 40 см, особи этой группы преимущественно питаются снетком, и промысловую, от 6-годовалого возраста, длиной более 40 см, потребляющие главным образом ерша.

В многолетнем аспекте соотношение снетка и ерша в рационе хищника во многом определяется их численностью в заливе, что позволяет проследить линейные зависимости между индексами численности ерша и снетка (по данным учетных траловых съемок) и их долей в составе пищи судака. На рис. 7, графически отображающем эти зависимости, выделяются две группы точек, соответствующие высокому и низкому диапазонам индексов численности жертв. Большая доля ерша в пище может быть как при высокой, так и при низкой

величине индекса его численности. Последнее наблюдается при пониженной численности снетка. Аналогично изменяется доля снетка в рационе судака. Зависимости нарушаются в случае аномальных индексов, как это отмечалось в 1979, 1980 гг.

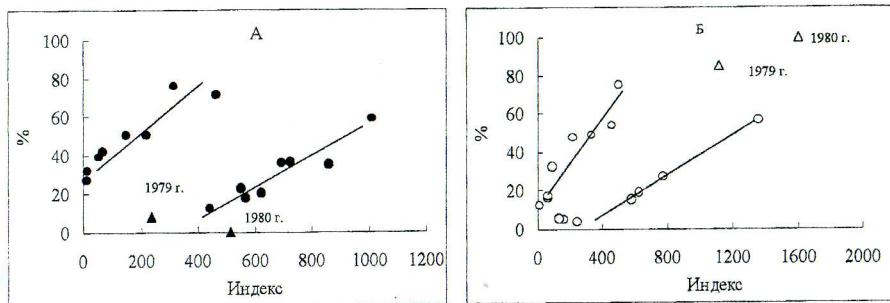


Рис. 7. Доля ерша (А) и снетка (Б) в рационе судака (% от массы пищи) в зависимости от индексов численности жертв (экз./трал)

По сравнению с 70-80-ми годами XX века в 1989-2002 гг. в питании хищника стал доминировать ерш, доля снетка снизилась в 3 и более раза, появилась, неотмечаемая ранее чехонь.

При относительно постоянной интенсивности промысла объем добычи судака не всегда соответствовал величине запаса. Одной из причин подобной ситуации может служить изменение пространственного распределения вида по акватории залива, происходящее при ухудшении обеспеченности пищей, а именно при снижении численности основных объектов питания – снетка и ерша. Обычно судак облавливался в осенний период ставными сетями в открытой части залива. Недостаточное количество снетка и ерша вынуждает хищника в поисках пищи уходить на мелководье залива, где обитает молодь карповых, а также – в прибрежную часть Балтийского моря, где формируются плотные скопления балтийской сельди и шпрота. Присутствие нагуливающейся молоди и взрослого судака в прибрежной части моря подтверждается результатами морских траловых съемок АтлантНИРО, а так же данными специалистов Института экологии АН Литвы и Клайпедской лаборатории рыбохозяйственных исследований. При описанном изменении пространственного распределения доступность запаса судака традиционному способу лова ухудшается, что влечет снижение величины промыслового вылова и уровня реализации ОДУ.

Именно такая ситуация возникла в период 1987-1989 гг. Многочисленное поколение хищника 1978 г. рождения, а также слабое пополнение запаса его основных жертв – снетка и ерша стали причиной ухудшения кормовой базы судака. Для откорма рыба стала уходить в море и прибрежные части залива, где рыбаки – любители на крючковую снасть вылавливали его больше, чем профессиональные рыбаки ставными орудиями лова (Самохвалова, Носкова, Янченко, 1987).

На фоне затянувшейся депрессии снетка и ерша аналогичная обстановка наблюдалась в 1993 – 1997 гг. (рис. 8).



Рис. 8. Динамика индексов биомассы снетка и ерша (кг/трал) и вылова судака (т)

В 1998-2001 гг. отмечен значительный рост численности и биомассы ерша, в результате чего условия нагула судака в заливе значительно улучшились, его численность в открытой части залива и соответственно промысловая доступность запаса возросли. Благоприятная промысловая обстановка позволила довести вылов судака в среднем до 218 т в год. Впервые за многолетний период уловы приблизились к среднемуголетнему значению, а уровень реализации ОДУ составил в среднем 85 %.

При низкой численности снетка, ерш в последние годы является основным компонентом питания судака, как равно и других хищников залива – окуня, налима, и составляет порядка 90 % рациона этих видов. Мощный трофический пресс вызвал резкое снижение численности и биомассы ерша в 2002 г. Этот факт отрицательно отразился на обеспеченности пищей судака. По сравнению с предыдущими годами снизился балл наполнения желудков, в составе пищи отмечены в большом количестве мизиды и молодь карповых, что является вынужденной пищей хищника. Учитывая многолетние тенденции, можно предположить, что если численность ерша или снетка в ближайшие годы не восстановится, то это приведет к уменьшению вылова судака, несмотря на хорошее состояние запаса и присутствие в промысле урожайных поколений.

В динамике запасов судака, чехони, ерша и снетка обнаружена сопряженность. В 90-х годах XX века в заливе увеличилась численность чехони. Столь значительный и продолжительный рост численности и биомассы вида был отмечен впервые за обозримую историю ихтиологических наблюдений на водоеме. Индексы численности и биомассы, по данным учетных съемок в 1996-2002 гг., в четыре и более раз превысили среднеголетние значения 1968-1995 гг.



На фоне высокой величины запаса чехони отмечена продолжительная депрессия снетка, появление ряда неурожайных поколений ерша и судака. Анализ питания чехони Куршского залива выявил, что крупная чехонь является факультативным хищником, потребляющая кроме беспозвоночных молодь снетка, ерша, судака (Белова, 2001). Это позволило предположить, что чехонь через механизм «хищник – жертва» влияет на величину запасов судака, снетка и ерша. Поколения судака, урожайность которых превышала средний уровень, формировались в годы, когда индексы биомассы чехони были минимальными. При средних и высоких значениях индексов биомассы чехони формировались средне- и низкоурожайные поколения судака (рис. 9).

Аналогично чехонь действует на запасы снетка и ерша.



Рис. 9. Динамика индексов биомассы чехони (кг/трал), пополнения судака (тыс. экз.) и индексов численности сеголеток судака (экз./трал)

#### ГЛАВА 6. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ СУДАКА КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Более чем 40-летний период наблюдений позволяет оценить численность виртуальной популяции судака и подойти к анализу динамики запаса и пополнения.

Промысловый запас судака в многолетнем аспекте изменяется в широких пределах в зависимости от численности формирующих его поколений (рис. 10, 11). Наименьшая численность отмечена в 1965-1966 гг. (460 тыс. экз.), когда произошел подрыв запаса вида, в результате переэксплуатации промыслом, наибольшая в 1980-1984 гг. (в среднем 1600 тыс. экз.), когда присутствовало аномальноурожайное поколение, которое оценивалась более 900 тыс. экз. В среднем численность запаса судака в условиях стабильного сетного промысла без учета аномальных периодов составляет 810 тыс. экз., средняя численность пополнения - 134,8 тыс. экз.



Рис. 10. Динамика промыслового запаса судака Куршского залива



Рис. 11. Динамика численности пополнения судака

Современная система регулирования рыболовства в Куршском заливе ставит задачи прогнозирования величин запаса и вылова промысловых видов рыб, в т. ч. и судака, с двухгодичной заблаговременностью. Одним из необходимых условий разработки таких прогнозов является определение численности поколений вида до их вступления в промысел. Проведенные нами исследования показали, что одним из возможных способов оценки мощности генераций судака может служить его учет по результатам экспериментальных мальковых и донных траловых съемок.

Установлено наличие прямых зависимостей между численностью поколений судака и индексами численности их младших возрастных групп по данным экспериментальных съемок (рис. 12). Получены уравнения регрессии для 1-5 возрастных групп. Коэффициент корреляции колебался от 0,47 до 0,84. Также нами были рассмотрены различные варианты суммирования индексов численности одного поколения в разных возрастах. Использование суммарного индекса позволяет избежать случайных ошибок и получить более точные уравнения линейной регрессии. Коэффициенты корреляции были достаточно высоки для всех зависимостей от 0,62 до 0,91 (рис. 13).

Наиболее тесная положительная связь установлена между численностью пополнения и его индексом численности в 4 – годовалом возрасте (коэффициент корреляции 0,79). Высокие коэффициенты корреляции ( $R^2 = 0,84$  и  $0,90$ ) получены относительно суммарного индекса численности 3-4 и 3-5 – годовиков одного поколения. Для двух последних зависимостей процентные ошибки уравнений составили наименьшие значения – 33,3 и 30,3 % соответственно.

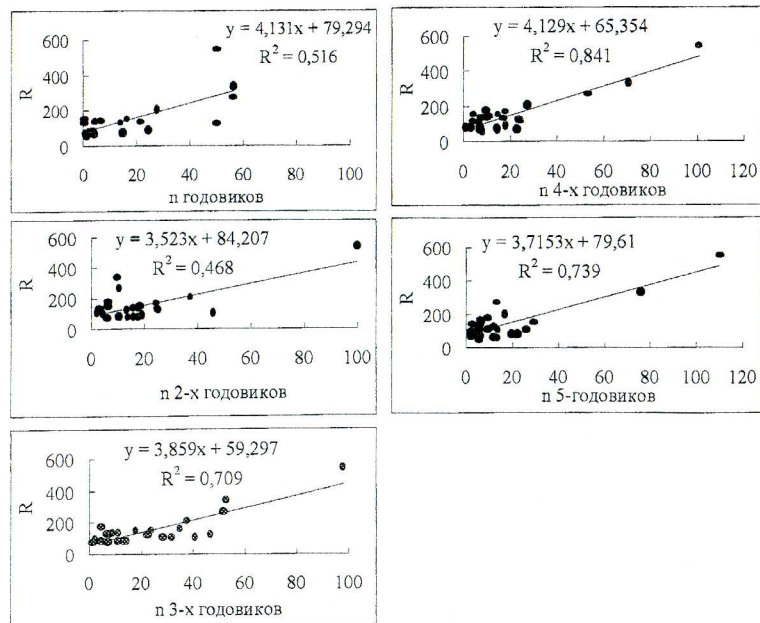


Рис. 12. Зависимости численности пополнения (R, тыс. экз.) и индексов численности (n) судака младших возрастных групп

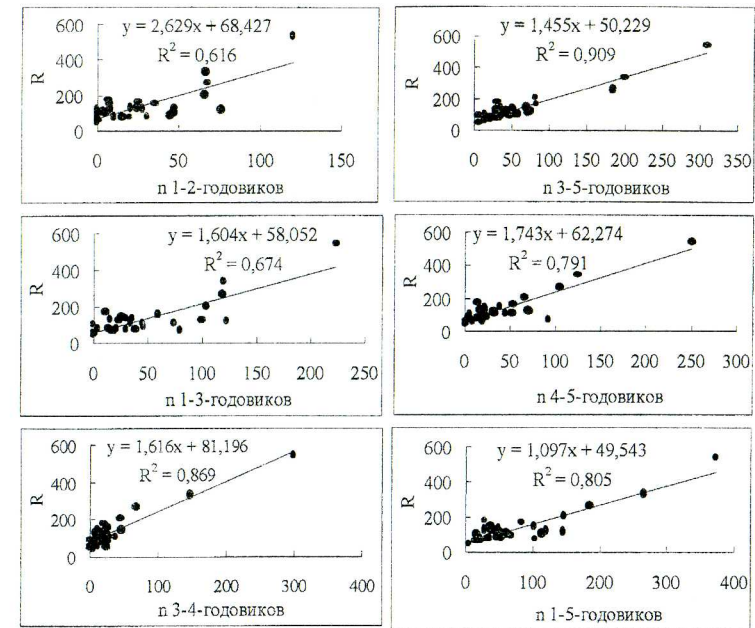


Рис. 13. Зависимости численности пополнения (R, тыс. экз.) и индексов численности (n) судака младших возрастных групп

Выявлена определенная связь между численностью поколений, в т. ч. и расчетной, и индексами численности их сеголеток по данным летних мальковых съемок (рис. 14). Замеченные нами закономерности подтверждают и результаты аналогичных исследований, в частности проводимых в водоемах бассейна Балтийского моря (Lappalainen J., Erm V.; Lehtonen H., 1995; Lehtonen H., Hansson S., Winkler H., 1996).



Рис. 14. Динамика численности поколений судака и индексов численности сеголеток

Применение уравнений регрессии дает возможность с определенной степенью достоверности прогнозировать величину пополнения промыслового запаса судака, а именно 6-годовиков. Использование индексов численности 3-5-годовиков, по данным траловых съемок, позволяет определить численность пополнения с двухгодичной заблаговременностью.

Современные оценки численности и биомассы промыслового запаса и разработка прогнозов ОДУ проводятся методом виртуально-популяционного анализа с различными вариантами настроек. Одним из главных условий успешности этих расчетов является определение численности пополнения промыслового запаса на терминальный год и год прогноза. С помощью предложенного метода были определены величины пополнения и при прочих заданных параметрах рассчитан промысловый запас судака на 1997-2002 гг. Спрогнозированные на основе этих оценок величины ОДУ на 1999-2002 гг. были реализованы на 75 - 96 % (табл. 3). На 2003-2004 гг. численность пополнения судака прогнозируется порядка 132 и 100 тыс. экз. соответственно и будет учтена при разработке общих допустимых уловов на последующие годы.

Таблица 3

Величины пополнения, промыслового запаса и ОДУ судака в 1997-2002 гг.

Показатели	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Пополнение, тыс. экз.	92	97	83	77	186	105
Промысловый запас, тыс. экз.	547	612	660	835	694	808
ОДУ, т	450	450	350	350	350	350
Квота России, т	300	300	260	260	260	260
Реализация ОДУ, %	45,2	34,6	75,9	76,2	87,6	96,3
Реализация квоты России, %	44,3	30,9	82,1	85,6	87,5	88,4

### Выводы

1. Куршский залив является высокопродуктивным водоемом, в котором сложились благоприятные условия обитания для ценных промысловых рыб. Судак играет важную роль в ихтиофауне водоема, и в отдельные годы его уловы достигали 800 т при продуктивности 3,0 кг/га.
2. На протяжении последних 100 лет рыбохозяйственного использования Куршского залива выделяются два характерных периода: высокоинтенсивного практически нерегулируемого тралового и регулируемого селективного сетного промысла. Применение мелкочейных тралящих орудий лова давало возможность в 1947 – 1959 гг. вылавливать большой объем судака, в среднем 357 т в год. Такой режим рыболовства привел к переэксплуатации запаса и резкому падению вылова. Регулируемый сетной промысел, введенный в 1960 г. способствовал восстановлению запаса вида и в настоящее время позволяет сохранять его на относительно стабильном уровне, обеспечивающем средний вылов 283 т в год.
3. Динамика запаса судака и его биологических параметров во многом определяется характером промысла. В период мелкочейного тралового лова, подрывавшего запас, в уловах преимущественно преобладали неполовозрелые особи младшевозрастных групп (1-6-годовки). При

селективном сетном промысле возрастной ряд судака увеличился, в промысле стали участвовать особи более 13 возрастных групп, причем уловы базируются на 3-4 поколениях, что позволяет избежать резких колебаний вылова, связанных с различной урожайностью отдельных генераций и сделать добычу судака более устойчивой. В условиях регулируемого рыболовства основная промысловая нагрузка приходится на половозрелых рыб, в результате средние возраст, длина и масса вылавливаемых особей значительно повысились.

4. Формирование численности поколений судака в значительной мере определяется гидрологическими условиями в период нереста и раннего онтогенеза - интенсивностью прогрева и уровнем воды. Появление при благоприятных условиях воспроизводства аномальных по урожайности поколений, например, 1978 г. рождения, вызывает изменение размерно-возрастной структуры популяции, повышает напряженность пищевой конкуренции, следствием которой является снижение темпа роста и индивидуальной абсолютной плодовитости особей смежных генераций.
5. Объемы вылова судака определяются не только величиной запаса и интенсивностью лова, но и промысловой доступностью вида. Последняя может быть связана с пищевым фактором. Высокая численность основных видов-жертв, снетка и ерша, обеспечивает благоприятные условия для нагула и формирования высоких концентраций хищника в центральной части залива, где он успешно облавливаются ставными сетями. Недостаток пищи вынуждает судака уходить в прибрежную часть залива, где обитает молодь карповых, и в Балтийское море, где образуются плотные скопления балтийской сельди и шпрота, в результате доступность запаса традиционному способу лова в заливе снижается.
6. В динамике запасов судака, чехони, ерша и снетка прослеживается определенная сопряженность. В годы с высокой численностью и биомассой чехони отмечены снижение численности снетка и появление ряда неурожайных поколений судака и ерша. Чехонь, являясь факультативным хищником, подавляет формирование пополнений этих видов.
7. Промысловый запас судака изменяется в широких пределах, в зависимости от численности составляющих его поколений. Наименьшая численность отмечена в 1965-1966 гг. (около 460 тыс. экз.), когда произошел подрыв запаса вида, наибольшая в 1980-1984 гг. (около 1600 тыс. экз.), когда присутствовало аномальноурожайное поколение 1978 г. рождения.
8. Установлена прямая зависимость между численностью поколений судака и индексами численности младших возрастных групп по данным учетных траловых съемок. Наиболее значимая положительная связь отмечена между численностью поколений и индексами численности 3 - 5 - годовиков. Полученные регрессивные зависимости обеспечивают повышение точности оценок пополнения и промыслового запаса при прогнозировании общего допустимого улова судака. Величины ОДУ на 1997 – 2002 гг., рассчитанные с учетом данного методического подхода, были реализованы на 75 – 96 %, что подтвердило правильность этих оценок.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ РАБОТ

1. Голубкова Т. А. Оценка численности популяции судака в Курском заливе Балтийского моря по его численности на разных стадиях онтогенеза //Биомониторинг и рациональное использование гидробионтов: Тез. докл. конф. молодых ученых, Владивосток, ТИПРО-ЦЕНТР, 27-29 мая 1997 г.- Владивосток, 1997.- С.100-102.
2. Голубкова Т.А. Многолетняя динамика запаса и промыслового вылова судака (*Stizostedion lucioperca* (L.) в Куршском заливе Балтийского моря //Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в Балтийском море в 1996-1997 годах: Сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1998. - С. 91-96.
3. Голубкова Т. А. Динамика запаса чехони в Куршском заливе Балтийского моря //Международная научно-техническая конференция, посвященная 70-летию основания Калининградского государственного технического университета: Тез. докл. конф., Калининград, КГТУ, 17-18 октября 2000 г.- Калининград, 2000.- С. 14-15.
4. Голубкова Т. А., Хлопников М.М. Питание судака Куршского залива в современных экологических условиях водоема //Международная научно-техническая конференция, посвященная 70-летию основания Калининградского государственного технического университета: Тез. докл. конф., Калининград, КГТУ, 17-18 октября 2000 г.- Калининград, 2000.- С.10-12.
5. Голубкова Т.А. Динамика запаса ерша (*Gymnocephalus cernuus* (L.)) как объекта питания судака (*Stizostedion lucioperca* (L.)) Куршского залива Балтийского моря //Гидробиологические исследования в бассейне Атлантического океана. Пресноводная гидробиология: Сб. науч. тр./ Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 2000. – Т1- 87 С.
6. Голубкова Т.А. Динамика состава пищи судака в связи с изменениями его кормовой базы в Куршском заливе Балтийского моря //Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 1998-1999 годах: Сб. науч. тр./ Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 2000. –С. 174-179.
7. Keida M.E., Golubkova T.A. Anomaly of stock dynamic of sichel (*Pelecus cultratus* L.) in the Vistula and Kuronian Lagoons of the Baltic Sea: response to modern ecological conditions. //Abstracts of the Symposium on the Occasion of the 80<sup>th</sup> Anniversary of the Sea Fisheries institute "Variability of the Baltic Sea environment and living resources: Responses to climate change and anthropogenic pressure". Gdynia (Poland), 22-23 June, 2001, - Gdynia, 2001. - pp.10-11.
8. Голубкова Т.А., Ложис Л. Питание судака в южной и северной частях Куршского залива в современных условиях водоема //8 Съезд гидробиологического общества РАН: Тез. докл., Калининград, 16-23 сентября 2001 г. – Калининград: АтлантНИРО, 2001. – Т.3. –С.31- 32.
9. Голубкова Т.А. Промысловая доступность судака (*Stizostedion lucioperca* (L.)) Куршского залива Балтийского моря в связи с обеспеченностью пищей //Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 140-летию со дня рождения Н.М. Книповича: Тез. докл., Мурманск, ПИПРО, 23-25 апреля 2002 г. – Мурманск, 2002. – С.49-50.
10. Голубкова Т.А. Влияние факторов среды на формирование поколений судака в Куршском заливе Балтийского моря //Материалы Международной научной

конференции «Инновации в науке и образовании – 2003», посвященной 90-летию высшего рыбохозяйственного образования в России. Калининград, КГТУ, 13-15 октября 2003 г.- Калининград, 2003.- С.29-30.



Заказ 765	Подписано в печать 3.11.2003	Формат 60x84 1/16
Объем 1 п. л.	Тираж 80 экз.	Бесплатно
	ОНТИ	АтлантНИРО