

ОД

30.01.1997

На правах рукописи

МАТКОВСКИЙ Андрей Константинович

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ЗАПАСОВ ЩУКИ РЕКИ ОБИ И МЕТОДИКА
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕЕ УЛОВОВ**

Специальность 03.00.10 - ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ

*диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук*

Санкт-Петербург 1997

Работа выполнена в отделе эколого-сырьевых исследований Сибирского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института рыбного хозяйства (СибрыбНИИпроект)

Научный руководитель: доктор биологических наук
Федорова Г.В.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор **Криксунов Е.А.**,
кандидат биологических наук
Сазонова Е.А.

Ведущая организация: Тюменский государственный университет

Защита состоится 26 мая 1997 г. в 13 час. на заседании диссертационного совета К 117.03.01. Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства по адресу: 199053 г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства.

Автореферат разослан " ____ " _____ 1997 г.

*Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук*

М.А. Дементьева

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Основные сведения по биологии щуки Обь-Иртышского бассейна датируются более чем 30-летней давностью (Дрягин, 1948; Ефимова, 1949; Никонов, 1965) и не отвечают на многие вопросы ее экологии и формирования запасов. За прошедший период с начала развития Западно-Сибирского нефтегазового комплекса условия обитания рыб, особенно в водоемах Среднего Приобья, существенно ухудшились. Из-за загрязнения нефтью и сопутствующими ее добыче веществами многие водоемы утратили свое рыбохозяйственное значение. В результате наметилась устойчивая тенденция снижения вылова щуки. Все это, наряду со значительной флюктуацией ее уловов, отсутствием надежной методики, отразилось на качестве выполняемых прогнозов. Последние часто имели низкую оправдываемость.

Цель и задачи исследования. Цель данной работы - установление закономерностей формирования запасов щуки реки Оби, факторов, их определяющих, и разработка надежного метода прогнозирования ее уловов.

Поставленная цель предполагала решение ряда задач:

- изучить популяционную структуру щуки Обь-Иртышского бассейна;
- выяснить особенности воспроизводства, питания и роста щуки, связь данных показателей с условиями обитания рыб;
- оценить современное состояние запасов щуки, существующие тенденции и закономерности, а также выделить факторы, определяющие вылов щуки в различных районах Обь-Иртышского бассейна.

Научная новизна. Впервые на основе выделения информативно значимых морфометрических признаков изучены морфологические различия щуки из отдельных водоемов Обь-Иртышского бассейна, прослежена связь этих показателей с условиями ее обитания, поставлено под сомнение существование ранее выделенных подвидов щуки. В ходе изучения питания щуки предложены и апробированы ранее не использованные показатели, способствующие более глубокому анализу пищевых взаимоотношений видов. Впервые для р.Оби рассмотрены пищевые взаимоотношения пяти хищных видов рыб: щуки, налима, судака, окуня и нельмы. При использовании методов математической статистики установлены закономерные изменения в численности поколений щуки под влиянием многих факторов, в том числе и загрязнения

водоемов. Предложен новый подход в построении стохастической модели прогнозирования вылова рыбы, рассмотрены его преимущества и недостатки.

Практическое значение. Работа выполнялась в рамках научно-исследовательских тем СибрыбНИИпроекта. На основе разработанной модели с 1988 г. ежегодно выдавались прогнозы вылова щуки в водоемах Тюменской области. Все значения прогнозов, за исключением 1992 г., оправдались. Предложенный метод можно успешно применять и при прогнозировании уловов других видов рыб.

Апробация работы. Основные материалы диссертации были доложены на ряде региональных совещаний гидробиологов Урала и Западной Сибири, на III Симпозиуме "Трофические связи и продуктивность водных сообществ", на IV Всесоюзном совещании по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб, на IV и V Всесоюзных научно-практических конференциях по проблемам промыслового прогнозирования, а также на XVII школе-семинаре "Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования".

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 работ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 216 страницах, состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. Библиография - 316 наименований. В работе - 27 рисунков, 32 таблицы и 13 приложений.

Глава 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал диссертации собирался на протяжении 1984-1990 гг. в различных районах Обь-Иртышского бассейна. Сведения о количестве собранного материала приведены в таблице 1.

При изучении популяционной структуры щуки Обь-Иртышского бассейна из всей совокупности морфометрических признаков (Правдин, 1966) выбирались наиболее информативные (Матковский, 1986а, 1989а). При этом использовался метод максимального корреляционного пути (Шмидт, 1984) и корреляционных плеяд (Терентьев, 1959; 1960). Отбирались признаки, не только имеющие наиболее сильные внутривплеядные связи, но и те, которые в меньшей степени связаны с остальными. Выбранные признаки нормировались, и по ним проводился кластерный анализ (Дюран, Оделл, 1977).

Сбор и обработка материала по питанию щуки осуществлялись по общепринятым методам (Шорыгин, 1952; Фортунатова, Полова,

1973; Методическое пособие..., 1974). Размеры съеденных жертв восстанавливали, исходя из регрессионных зависимостей между размерами отдельных фрагментов и длиной тела рыб (Матковский, 1987, 1988а).

Таблица 1.

Объем собранного и проанализированного материала
по биологии щуки реки Оби

Характеристика	Число рыб, экз.
1. Массовые промеры	3724
2. Биологический анализ	1383
3. Морфометрия	146
4. Определение возраста	1899
5. Анализ содержимого желудков, в том числе у молоди	1121 216
6. Анализ питания других хищных рыб, в том числе:	315
а) нельмы	123
б) налима	68
в) судака	100
г) окуня	24
7. Измерения фрагментов жертв для установления зависимостей с длиной их тела	362
8. Обратные расчисления роста	1246

Расчет рациона молоди щуки осуществлялся экологическим методом. Скорость переваривания пищи у крупных экземпляров (25-100 г) определялась экспериментально, а для более мелких - по литературным данным (Иванова и др., 1982).

При изучении условий питания хищных рыб и их пищевых взаимоотношений были разработаны и применены ранее не используемые для этих целей индексы - индекс пищевого разнообразия (ПР) и индекс пищевого соответствия (ПС) (Матковский, 1989б).

Под пищевым разнообразием подразумевалась характеристика питания особей по обилию и пропорциональности соотношения составляющих их рацион компонентов.

Одним из показателей разнообразия питания является индекс пищевой однородности (ПО), который представляет собой произведение доли спектра, приходящегося на одну условную жертву, на его гармоническую среднюю:

$$PO = \frac{S^2}{N \left(\sum_{i=1}^S \frac{1}{n_i} \right)}, \quad (1)$$

где n_i - количество съеденных жертв i -го вида; S - число видов жертв; N - общее количество съеденных жертв.

Значения индекса лежат в интервале $]0; 1]$.

Формула (1) чувствительна как к качественным, так и к количественным изменениям в пищевом спектре. Переход от однообразия к новому качеству - разнообразию осуществляется постепенно, при накоплении количественных изменений. Так, в случае расширения спектра за счет единичных случайных объектов, однообразие снижается незначительно, однородность по всем компонентам питания отсутствует. Дальнейшее увеличение роли второстепенных объектов ведет к возрастанию однородности, и однообразию сменяется разнообразием.

Для оценки разнообразия пищи в формулу (1) был введен спектральный коэффициент, учитывающий изменение спектра от максимального. Индекс пищевого разнообразия (ПР) рассчитывался как:

$$PR = \frac{100S^4}{N(2S_{\max}^2 - S^2) \sum_{i=1}^S \frac{1}{n_i}}. \quad (2)$$

Значения индекса лежат в интервале $]0; 100]$.

Для оценки напряженности пищевых взаимоотношений видов рыб в работе использовался индекс пищевого соответствия (ПС):

$$ПС = \frac{d_1 - d_2}{d_1 + d_2}, \quad (3)$$

где d_1 - степень пищевого сходства видов; d_2 - степень их различия:

$$d_2 = \sum_{i=1}^S (m_{\max} - m_{\min})_i, \quad (4)$$

где m_{\max} и m_{\min} - максимальное и минимальное значение процентов по массе i -вида жертвы в пищевом комке.

Степень пищевого различия можно выразить и через степень пищевого сходства как:

$$d_2 = 2(100 - d_1). \quad (5)$$

Значения индекса ПС находятся в пределах от -1 до +1 и свидетельствуют об отсутствии напряженности в питании при отрицательных значениях. При интервале ПС]0;0,36] пищевое соответствие одного вида другому слабое, при]0,36; 0,74] - среднее и при]0,74; 1] - сильное. Сильное пищевое соответствие свидетельствует об одинаковой доступности одних и тех же организмов разным видам рыб и при снижении кормовой обеспеченности может приводить к конкуренции на почве трофики.

При обратных расчислениях размеров рыб по передним радиусам чешуи применялась формула, выведенная через угловой коэффициент b уравнения регрессии:

$$l = 16,21 \left(\frac{L}{16,21} \right)^{\frac{r}{R}}, \quad (6)$$

где l - длина рыбы (см) при радиусе чешуи, равном r ; L и R - размеры рыбы и радиуса чешуи на момент взятия пробы.

Промысловый запас щуки определялся, исходя из величин улова и интенсивности вылова (Баранов, 1971), а интенсивность лова - из численности рыбаков и условий промысла (среднегодовых уровней воды).

Глава 2. УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЩУКИ В ОБЬ-ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ

Обь - крупнейшая река Западной Сибири. Уникальность ее бассейна прежде всего связана с огромными размерами поймы (ширина до 60 км) и продолжительным (свыше 100 сут.) половодьем.

В представленной главе рассматриваются общие сведения по гидрологии, гидрохимическому режиму реки Оби, видовому составу рыб и биомассам их кормовых организмов. Отмечается, что гидрологический режим реки Оби отличается значительным непостоянством, что отражается на условиях размножения, питания и роста рыб. Одной из особенностей, сказывающихся на распределении рыб, являются ежегодно повторяющиеся зимние заморные явления (Иванчинов, 1934), которые охватывают около 672 тыс.км² акватории (Мосевич, 1947).

В результате разработки нефтяных месторождений одним из отрицательных факторов, влияющих на численность популяций рыб, является загрязнение водоемов. Нефтяное загрязнение губительно

сказывается на икре и личинках рыб, многие участки водоемов становятся непригодными для нереста, нагула и зимовки рыб.

Щука в Обь-Иртышском бассейне распространена повсеместно и является одним из массовых видов рыб. Она отсутствует лишь в замкнутых заморных карасевых озерах (Судаков, 1977). Широкое распространение и высокая численность свидетельствуют об одном из самых благоприятных мест в ее ареале (Берг, 1948).

У щуки, как и у многих других видов рыб, сформировался определенный годовой ритм ее поведения. В течение года она вынуждена перемещаться из одних участков бассейна в другие, совершая зимовальные, нерестовые и нагульные миграции. Значительные миграции щуки являются отличительной особенностью ее биологии в Обь-Иртышском бассейне.

Глава 3. ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЩУКИ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАССЕЙНА И ЕЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

3.1. Выбор информативно значимых морфометрических признаков щуки и изучение ее популяционной структуры

В результате построения корреляционных плеяд морфометрических признаков щуки были выделены следующие признаки-индикаторы: длина головы, антеанальное расстояние, высота анального плавника, наименьшая высота тела, длина хвостового стебля, число ветвистых лучей в грудном плавнике, число всех лучей в анальном плавнике и ширина лба.

Кластерный анализ данных морфометрии не выявил четкого обособления щуки из различных водоемов Обь-Иртышского бассейна. Однако статистическая обработка его результатов свидетельствовала о наличии достоверных различий между щукой Средней Оби и отдельных водоемов Нижней Оби. Щука реки Конды по морфометрии была близка к рыбам из Средней Оби.

В целом установленные различия не позволяют выделить щуку северных районов Оби в самостоятельную популяцию, но возможно существование отдельных локальных, близких по морфометрии, группировок особей.

Данное утверждение согласуется с особенностями биологии вида и условиями его обитания в Обь-Иртышском бассейне. С одной стороны, щука, как хищник-засадчик, предпочитает оседлый образ жизни, с другой - она вынуждена совершать зимовальные миграции.

3.2. Морфометрическая пластичность щуки в зависимости от условий ее обитания

Для более глубокого понимания степени морфологической изменчивости щуки Обь-Иртышского бассейна проведен морфологический анализ щуки из изолированного водоема (оз.Янтык), а также выполнено сопоставление обской щуки с щукой из других водоемов страны.

Щуку из оз.Янтык измеряли в период ее нереста, отбирая одноразмерных рыб с одного нерестового участка, что исключало возможность нахождения в выборке рыб, относящихся к разным популяциям. Несмотря на это, кластерный анализ выделил две достоверно отличающиеся группировки особей.

На основе анализа литературных данных (Воронин, 1973; Vollestad, Scurdal, Qvenild, 1986) был сделан вывод о существовании в озере двух экологических форм щуки: пелагической и прибрежной. Прибрежная - это зарослевая форма щуки, являющаяся типичным хищником-засадчиком. Первая, в отличие от второй, длинноголовая, широколобая, с удлинённой передней частью тела, укороченным и суженным хвостовым стеблем.

Поскольку используемые нами признаки отражали даже малые изменения в форме тела, то определенный интерес представлял анализ морфологического разнообразия щуки из различных водоемов страны. В частности, анализировалась щука из Днепра, Немана, Западной Двины, Лены, оз.Чагытай (бассейн Енисея), озер низовьев Амударьи, Ладожского озера, Байкала, Псковско-Чудского озера, р.Вилуй, системы Еравно-Харгинских озер (Забайкалье), оз.Сары-Су (Азербайджан) и Малого Кызылагачского залива Каспийского моря (Жуков, 1965; Соколов, 1971; Гундризер, 1971; Суюнова, 1977; Мохов, 1979; Сорокин, Сорокина, 1979; Сазонова, 1980; Кулиев, 1981; Суханова, 1981; Карасев и др., 1983; Груздева, 1986).

Результаты кластерного анализа свидетельствуют о том, что проекция на плоскость морфометрии щуки из европейских водоемов как бы отражает положение точек на географической карте с юга на север. Для щуки водоемов Азии принцип широтного распределения не срабатывает. Это подтверждает зависимость морфометрии от условий обитания вида. При сопоставлении данных кластерного анализа с продолжительностью безморозного периода (Физико-географический атлас мира, 1964) выясняется, что проекция точек снизу вверх совпадает с сокращением периода вегетации (Матковский 1989а).

От теплых водоемов к холодным происходят направленные изменения в морфометрии рыб. Так, у сибирской щуки постепенно возрастает количество лучей в грудном и анальном плавниках, уменьшаются размеры головы и увеличивается хвостовой стебель.

Таким образом, у щуки наблюдается значительная пластичность в морфометрии в зависимости от условий ее обитания, что ставит под сомнение правильность выделения М.И.Меньшиковым (1947) сибирского подвида щуки (*Esox lucius baicalensis* Dybowski), т.к. она незначительно отличается от рыб Европейского Севера (Ладжское оз.). Необосновано и выделение Ф.Н.Кирилловым (1962) щуки р.Виллой в локальную форму, т.к. она имеет существенное сходство с щукой из водоемов Сибири (Сорокин, Сорокина, 1979). Сомнительна правильность и выделения Ф.А.Турдаковым, К.В.Пискаревым (1954) щуки р.Чу в особую географическую расу *Esox lucius kirgisorum* ssp. - чуйская щука, и существование предложенного М.И.Меньшиковым (1947) ее аральского подвида. В морфометрии щук из рек Чу и Сырдарьи прослеживаются все те же закономерные изменения признаков от теплых водоемов к более холодным.

Глава 4. РАЗМНОЖЕНИЕ ЩУКИ

Щука - весенненерестующая рыба с единовременным типом икрометания (Дрягин, 1949), ранним наступлением половой зрелости.

Самцы щуки созревают раньше самок. Минимальные промысловые размеры половозрелых рыб в реке Оби, соответственно, составляли 28 и 32 см. Массовое созревание наступает в возрасте 1+ - 2+, и уже к четырем годам все рыбы являются половозрелыми. Соотношение полов в популяции обской щуки близко 1:1 или отмечается небольшое преобладание самок.

Из всех весенненерестующих видов рыб щука размножается первой, сразу после освобождения водоемов ото льда. Нестабильность гидрологических и метеоусловий в период ее нереста свидетельствует о высокой приспособляемости вида к воздействию абиотических факторов. Даже вмерзание икры в лед и резкий подъем уровня воды над ее кладкой не вызывают летального исхода (Захарова, 1955). Основной причиной гибели икры, по-видимому, служит обсыхание нерестилиц в результате колебаний уровня воды (Ефимова, 1949; Никонов, 1965).

Другим важным фактором, оказывающим влияние на формирование запасов щуки, является температура воды. Она определяет сроки, продолжительность нереста и развития икры, что ста-

новится особенно существенным с ухудшением экологической обстановки в бассейне.

Нерест щуки начинается с первым появлением закраин при температуре воды несколько выше 4°C. В период развития икры преобладающей является температура 8-12°C, эмбриогенез длится около двух недель. Общая продолжительность периода воспроизводства в среднем составляет один месяц.

Сроки нереста щуки часто совпадают с периодом максимального загрязнения, наблюдаемого в начале паводка, что в последующем сказывается на численности ее генераций и промысле. Так, соотнесенный вылов щуки в Средней Оби (Сургутский, Нижневартовский районы) к ее вылову в менее загрязненной Нижней Оби (Шурышкарский, Березовский, Октябрьский районы) закономерно снижается. Причем у других весенненерестующих видов эта тенденция не прослеживается. Установлено, что, чем раньше у щуки начинается нерест, тем менее урожайное поколение появляется на свет. В холодную и многоводную весну, наоборот, за счет растянутости периода воспроизводства часть выметанной икры развивается в лучших условиях. Выявлена достоверная обратная связь между температурой воды в период нереста щуки и последующим выловом появившегося поколения. Так, для Сургутского района коэффициент корреляции был равен -0,69, а для Нижневартовского - -0,64.

Корреляционный анализ данных по наиболее загрязненному Нижневартовскому району выявил высокую тесноту связи ($r=-0,67$) между концентрацией нефтепродуктов в воде и последующим выловом щуки. При этом временной сдвиг данных составил 2 года. Как известно, поколения 1+ - 2+ преобладают в уловах. Таким образом, около половины (45%) вариации вылова щуки зависит от изменения содержания в воде нефтепродуктов. Для Нижневартовского района зависимость вылова отдельных поколений щуки от загрязнения воды имела вид:

$$y = 0,1783 - 0,2945 \ln x, \quad (7)$$

где y - индекс вылова поколения щуки (отношение вылова поколения к его максимальному многолетнему значению);

x - среднегодовая концентрация нефтепродуктов в русле реки, мг/л.

Корреляционное отношение данной зависимости равно 0,94. Особенно существенно на воспроизводстве щуки сказывается концентрация нефтепродуктов, превышающая 0,4 мг/л.

Вылов щуки в загрязненных районах бассейна снижается независимо от существующей интенсивности промысла (Матковский, 1988б). Особенно нисходящий тренд стал проявляться с начала 70-х годов, спустя 10 лет после начала освоения нефтяных месторождений. До развития нефтегазового комплекса (1949-1960 гг.) среднегодовой вылов щуки на одного рыбака составлял 1723 ± 389 кг, а после его интенсивной эксплуатации (1978-1989 гг.) - 878 ± 67 кг ($t_{st}=2,14$).

Глава 5. ПИТАНИЕ ЩУКИ РЕКИ ОБИ

5.1. Возрастные и сезонные изменения в питании щуки

В питании молоди щуки длиной более 5 см отмечено 37 различных организмов. Изменение спектра питания во времени было связано с ростом молоди и другими причинами, обеспечивающими доступность жертв. С переходом на хищный образ жизни спектр питания сужался (Матковский, Шарапова, 1989).

Молодь щуки из зоопланктона избирала наиболее массовые формы ветвистоусых рачков, образующих плотные концентрации в период роения, а из зообентоса предпочитала крупных, хорошо передвигающихся в толще воды организмов.

С ростом щуки средние размеры ее жертв закономерно возрастают. Рацион, состоящий в основном из мелких карповых рыб, постепенно расширяется за счет более крупной молоди окуневых, налима и щуки, которые начинают избираться хищником при достижении длины 10 см и более.

Разноразмерный состав молоди щуки является основной причиной каннибализма, усиливающегося в летнее время с понижением уровня воды, когда молодь концентрируется в протоках и у выхода из соров. Обладая общими чертами поведения при различных размерах тела, крупные особи, как более сильные, потребляют мелких. Происходит своеобразный естественный отбор, направленный на выживание наиболее крупных экземпляров.

Исходя из суточных рационов отдельных особей, выявлена зависимость количества потребляемой пищи от массы тела молоди щуки:

$$C = (0,231 \pm 0,056)W^{(0,66 \pm 0,57)}, \quad (8)$$

где C - величина суточного рациона, г; W - масса тела рыбы, г.

Для молоди щуки характерна периодичность питания в течение суток. При этом средняя продолжительность переваривания пищи составляет 9 часов (Матковский, 1988в).

Питание щуки после первого лета жизни носит исключительно хищный характер. Наряду с молодью карповых и окуневых (3-6см) в ее желудках отмечаются относительно крупные (12-20 см) экземпляры щуки, ельца и язя.

В сезонном аспекте интенсивность питания щуки снижается от весны (после нереста) к осени. В период нереста щука не питается, но затем у нее наступает посленерестовый жор. В это время ей наиболее доступны нерестящиеся карповые виды рыб, предпочтительной пищей является елец. Летом для щуки в значительной степени присущ каннибализм.

С выходом щуки из пойменных водоемов в р.Обь спектр ее питания расширяется. При этом разнообразие рациона является не следствием плохой кормовой обеспеченности, а изменением биологического окружения хищника. Оно становится более разнообразным. Чаще других в желудках щуки по-прежнему обнаруживается собственная молодь и молодь карповых видов рыб.

Во многих водоемах осенью у щуки отмечается повышение пищевой активности (Фортунатова, Попова, 1973). Этот факт, как правило, связывают с периодом массовой миграции рыб-жертв и оптимальным для питания температурным режимом водоема. В Оби, несмотря на соблюдение всех этих условий, этого не происходит. Наоборот, интенсивность питания снижается. Доля пустых желудков в пробе велика и часто превышает 50%.

Осенний спад в питании щуки, по-видимому, связан с началом ее зимовальной миграции и с накоплением в организме необходимого количества энергетических веществ за летний период.

Зимнее питание щуки перед самым замором во многом схоже с тем, какое наблюдалось поздней осенью. Происходящие изменения в условиях ее обитания (а именно: воздействие кислородного дефицита) угнетают рыбу, и ее пищевая активность снижается.

Таким образом, у щуки с ростом особей и в сезонном аспекте происходят закономерные изменения в качественном и количественном составе потребляемой пищи. Качественная сторона в большей мере определяется биологическим окружением, а количественная - доступностью жертв и физиологическим состоянием хищника.

5.2. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб Средней Оби

В разделе подробно рассматривается осеннее питание нельмы, щуки, налима, судака и окуня. Данные виды относятся к различным фаунистическим комплексам (Никольский, 1947), и изучение их пищевых взаимоотношений представляет особый интерес. Отмечается избирательность в питании неполовозрелой нельмы молодью карповых, зависимость рационов всех видов хищных рыб от обеспеченности доступной пищей. В частности, низкие концентрации в водоеме молоди карповых приводят к расширению спектра и разнообразию рациона. Индекс ПР у разных видов хищных рыб в годы с высокой концентрацией молоди карповых изменялся в пределах от 0,6 до 5,7. При снижении концентрации молоди приблизительно в два раза индекс ПР возрастал и варьировал от 2,0 до 20,0. Полученные в целом низкие значения индекса ПР в разные годы свидетельствовали о благоприятной обеспеченности пищей для всех видов хищных рыб. ...

Наряду с косвенной оценкой условий питания видов индекс ПР в некоторой степени отражал способ охоты хищника и все другие причины, обуславливающие неодинаковую доступность видового состава жертв (Матковский, 1989б). Так у активных пелагических видов (нельма, судак), в отличие от хищников-засадчиков (окунь, щука, налим), разнообразие в питании выражено слабее. Средние значения индекса ПР, соответственно, составляли 2,95 (0,6-8,0) и 9,84 (2,5-20,0). Хищники-засадчики как представители рыб с относительно пассивным типом питания обладают меньшей пищевой избирательностью. Стратегия их охоты построена на захвате тех жертв, которые приближаются на досягаемое расстояние.

Полученные отрицательные значения индекса пищевого соответствия свидетельствовали о слабом перекрытии пищевых ниш у рассматриваемых видов и об отсутствии между ними каких-либо напряженных трофических связей. Наибольшая степень пищевого сходства между всеми хищниками наблюдалась по многочисленным в водоеме сеголеткам карповых и ерша. Однако по другим компонентам спектра их рацион существенно различался (Матковский, 1995).

По степени сходства состава пищи всех хищных рыб можно условно разделить на две группы. Первую составляют нельма, судак и окунь, вторую - налим и щука. Пищевые взаимоотношения как между группами, так и внутри их, по указанным выше причи-

нам, не являются напряженными. При ухудшении обеспеченности пищей и при высокой концентрации мелких сородичей у всех хищников возрастает каннибализм, что способствует регуляции их численности и не нарушает сложившегося соотношения хищник-жертва.

Питание хищных рыб в основном связано с потреблением многочисленных малоценных видов рыб. Осетровые и сиговые в незначительной степени доступны лишь для крупных особей налима и щуки (Матковский, Убаськин, Кочетков, 1990).

Щука в Обь-Иртышском бассейне фактически не испытывает пищевой конкуренции со стороны других видов. Высокопродуктивные пойменные водоемы служат прекрасным местом для ее нагула, и пищевой фактор не является лимитирующим для численности ее популяции. В этом - одна из причин высокой численности щуки в Обь-Иртышском бассейне в сравнении с другими участками ареала.

Глава 6. РОСТ ЩУКИ РЕКИ ОБИ

Щука - одна из самых быстрорастущих рыб водоемов Западной Сибири.

Обратные расчисления размеров рыб по их чешуе не выявили достоверных различий ($P=0,95$) в линейном росте щуки из водоемов Нижней и Средней Оби. Отсутствовали различия и в линейном росте самцов и самок щуки.

Зависимость роста щуки от температуры и уровня воды была слабой, т.к. данные факторы нельзя рассматривать в отдельности. Низкий темп роста особей отмечался в холодный многоводный 1986 г. и жаркий маловодный 1989 г. Наиболее благоприятными для роста являлись теплые многоводные годы (1983-1985). В многоводные годы условия воспроизводства рыб-жертв являются наилучшими, и после летнего спада воды щука имеет обильную и доступную пищу.

Особенно интенсивно щука растет в первые 2-3 года жизни, что соответствует возрасту массового полового созревания рыб. В связи с этим скорость весового роста самцов в первые годы жизни несколько выше, чем у самок. Однако после 3 лет положение меняется на противоположное.

Установленные различия важны при построении уравнений роста. Параметры уравнения Берталанфи (Bertalanffy, 1957) определялись по способу, предложенному И.В.Князевым (1989):

рост описывается сигмоидальной зависимостью и исходя из показателей максимальной продуктивности вида. При этом использовалось уравнение Берталанфи, уточненное Г.Г. Винбергом (1984).

Точка перегиба определяет возраст максимальной продуктивности вида (t_m), который соответствует моменту времени, когда прирост максимален, при этом ускорение (вторая производная уравнения) равно нулю (Винберг, 1966; Hohendorf, 1966):

$$-W_1^{1-\frac{a}{b}} + \left(W_1^{1-\frac{a}{b}} - W_1^{1-\frac{a}{b}} \right) \frac{b}{b-a} e^{-\left(1-\frac{a}{b}\right)k(t_m-t_1)} = 0, \quad (9)$$

где W - предельная масса рыб;

W_1 - масса (g) в момент времени t_1 , начиная с которого рост описывается сигмоидальным уравнением;

a/b - показатель степени в уравнении зависимости трат на обмен от массы тела;

k - константа роста массы.

Поскольку t_1 , t_m , W_1 и W_m определяются по эмпирическим значениям, а коэффициент b рассчитывается методом наименьших квадратов, то неизвестной величиной для нахождения W и k остается только коэффициент a , который при условии $2/3 < a/b < 1$ подбирается итерационным способом.

У щуки удельная скорость роста массы начинает интенсивно снижаться после третьего года жизни. Именно с этого возраста ($t_1=3$) дальнейший ее рост наилучшим образом соответствует сигмоидальному характеру уравнения Берталанфи. В этом возрасте самки имели длину 43,4 см и массу 794,2 г, а самцы - 45,7 см и 937,1 г. Максимальные приросты массы тела у самок отмечались в возрасте 6,5 лет ($t_m=6,5$), а у самцов - в 4,5 года ($t_m=4,5$). Интересно отметить, что близкая по морфометрии (см. главу III) щука Ладожского озера имеет точку перегиба скорости роста по массе в схожих возрастах (Мохов, 1979).

Рост щуки до третьего года жизни не подчиняется сигмоидальному распределению Берталанфи и подтверждает заключение Г.Г. Винберга (1984) о том, что "во многих случаях уравнение Берталанфи пригодно только с некоторого времени t_0 и массы тела W_0 , когда происходит снижение эффективности роста" (с.4).

При применении модели Форда-Уолфорда точка перегиба не всегда совпадает с эмпирической, часто завышая возраст максимальной продуктивности вида. Так, для самок щуки в случае $t_1=1$

точка перегиба приходится на возраст 10-11 лет, а у самцов - на 5-6 лет; для случая $t_1=3$, соответственно, 7-8 лет и 4-5 лет.

Уравнения Бергаланфи для самок щуки реки Оби при $a/b=0,65$ имеют следующий вид:

$$W_t = \left(27,42 - 17,07e^{-0,16(t-3)} \right)^{2,86}, \quad (10)$$

$$L_t = \left(158,96 - 98,96e^{-0,16(t-3)} \right)^{0,92}, \quad (11)$$

для самцов:

$$W_t = \left(23,45 - 12,49e^{-0,28(t-3)} \right)^{2,86}, \quad (12)$$

$$L_t = \left(133,85 - 71,26e^{-0,28(t-3)} \right)^{0,92}. \quad (13)$$

Предельные размеры самок составляют 107 см и 12851 г, а самцов - 92 см и 8221 г. По-видимому, они близки к истинным. В обзоре А.И.Ефимовой (1949) приводятся максимальные размеры щуки 97 и 105 см.

Таким образом, рост щуки реки Оби определяется совокупностью многих факторов, обуславливающих различную степень пищевой активности и доступности жертв. Весовой рост щуки, в отличие от линейного, является более показательным при выяснении присущих виду закономерностей. Установленные по массе различия в росте самцов и самок отражают глубокий биологический смысл существования популяции. Прежде всего, они характеризуют физиологические особенности разнополых особей и направлены на увеличение размеров и продолжительности жизни самок.

Несмотря на возрастающее загрязнение бассейна, удельная скорость роста щуки, средние размеры и возраст наступления максимальных приростов в многолетнем аспекте фактически не изменились. Это свидетельствует о том, что щука еще может находить водоемы, благоприятные для своего обитания. В целом, темп роста щуки в Обь-Иртышском бассейне остается одним из самых высоких в ее ареале.

Глава 7. ПРОМЫСЕЛ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЛОВОВ ЩУКИ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Щука является важным объектом промысла. Средний многолетний ее вылов в Тюменской области составляет 4,3 тыс. т, или

16% от всей добываемой рыбы. До 75% от ее общего улова приходится на водоемы Ханты-Мансийского автономного округа. Лов щуки в Обь-Иртышском бассейне ведется с достаточно высокой интенсивностью, поскольку на нее отсутствует промысловая мера (Петкевич, 1962). Фактически к шести годам поколение полностью исчезает из уловов.

Основу вылова составляют 1+ - 2+ особи щуки, имеющие средние размеры 28-45 см и массу 258-948 г. Своеобразная "короткоцикловость", с одной стороны, позволяет в более доступной форме проследить неравнозначность воздействия факторов среды на численность поколений щуки, с другой - затрудняет применение для прогнозирования ее вылова методов, основанных на анализе мощности отдельных поколений рыб. В последнем отдельные исследователи (Трифорова, 1984) видят основную причину низкой оправдываемости прогнозов уловов щуки. Отсутствие информации о целых двух поколениях при общем возрастном ряде в 4-6 лет является весьма существенным (Дементьева, Земская, 1985).

Вылов рыбы, как правило, определяется не одним, а несколькими факторами, в связи с чем при прогнозировании часто используются уравнения множественной регрессии. Однако установлено, что с увеличением числа факторных признаков показатель эффективности (r^2) возрастает, а точность прогноза снижается. Все это наводит на мысль о необходимости синтеза преимуществ обоих видов регрессий. Перспективным в этом отношении может стать векторный подход в построении стохастических моделей, учитывающий влияние каждого фактора на результативный признак (Матковский, 1988г, 1989в, г, 1990).

Численность поколений щуки в Обь-Иртышском бассейне в значительной степени зависит от условий ее воспроизводства, а вылов - от величины промыслового запаса и интенсивности его использования. В результате корреляционного анализа установлен ряд факторов, определяющих уловы щуки в различных рыбо-промысловых районах бассейна: температура и уровень воды в период нереста щуки (май, июнь), среднегодовой уровень воды, средний вылов щуки за два или три предшествующих года, t ; годовой улов мелкой щуки на одного рыбака, кг. При этом преобладающий временной сдвиг составлял 1-2 года.

Поскольку влияние различных факторов на вылов неравнозначно, своеобразным критерием их ранжирования могут служить коэффициенты их корреляций.

Сумма скалярных произведений нормированных значений факторов k на коэффициенты их корреляции (r_k) дает результирующий вектор-столбец (B) отдельных разнонаправленных векторов (A_k):

$$B = \sum_{k=1}^n A_k r_k = \sum_{k=1}^n a_{ik} r_k, \quad (14)$$

$$a_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\delta}, \quad (15)$$

где x_i - значение фактора в год i ; \bar{x} - среднее его значение; δ - стандартное отклонение.

После данных преобразований методом наименьших квадратов, рассчитывались уравнения аппроксимации вылова рыбы:

$$y = f(B). \quad (16)$$

Значение вылова рассчитывалось на единицу промыслового усилия, которое было пропорционально численности рыбаков.

Представленный метод "результатирующего вектора" позволяет сделать графический анализ результатов поведения объекта прогнозирования под воздействием многих факторов, что облегчает выявление отдельных артефактов в исходной информации. Устранение последних является важным элементом построения и настройки модели.

В ходе апробации модели была отмечена цикличность ошибки метода прогнозирования, после учета которой она снизилась с 16 до 9%.

Результаты расчетов по стохастической модели, проведенные даже без учета поправочных коэффициентов на цикличность ошибки, имели меньшее отклонение от фактических значений, чем аналогичные, полученные по уравнениям множественной регрессии.

Выполненные прогнозы уловов щуки для периода 1988-1991 гг. оправдались и имели ошибки, соответственно, -16,6; 19,7; -18,5; 0,6%. Одной из основных причин ошибок являлась не всегда точная информация по вводимым гидрометеоданным (Матковский, 1992), а в последние годы - по статистике вылова.

Положительные результаты прогнозирования были получены даже при вариантах, не "проигранных" в процессе построения мо-

дели. Например, в 1989 г. произошел резкий спад в уловах щуки, аналогов которому не было на протяжении двадцати лет. Несмотря на высокую ошибку (19,7%), модель отразила начало падения уловов и значительную часть снижения вылова (1557 т).

Таким образом, стохастическая модель, полученная на основе корреляционного ранжирования определяющих вылов факторов, как их результирующий вектор, является достаточно надежным методом в прогнозировании уловов рыбы при соблюдении следующих трех основных условий:

- модель построена на наиболее значимых факторах;
- закономерные погрешности метода учтены;
- входная информация достоверна.

С начала 90-х годов интенсивность промысла щуки сократилась более чем в два раза, в результате - ее промысловый запас увеличился с 2353 т в 1989 г. до 4622 т в 1993 г. Тем не менее, последний не смог достигнуть уровня начала 70-х годов (5877-7216 т), т. к. на численность ее популяции воздействует фактор загрязнения водоемов (см. главу IV). Причем данное негативное воздействие прослеживается только в Ханты-Мансийском автономном округе. В водоемах Ямало-Ненецкого округа промысловый запас щуки в многолетнем аспекте остается относительно стабильным ($829,6 \pm 59,80$ т). В современных условиях в водоемах Тюменской области промысловый запас щуки даже в благоприятные для воспроизводства годы не может превысить 5 тыс. тонн и ее оптимально допустимый вылов составляет 2,0-2,5 тыс. тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований различных аспектов биологии щуки свидетельствуют о тесной их связи с условиями обитания данного вида. В Обь-Иртышском бассейне эта связь прослеживается очень контрастно. С одной стороны, обширная и продуктивная пойма, благоприятные условия для нереста, нагула и роста рыб, с другой стороны, зимние заморные явления, значительные колебания уровня воды, загрязнение водоемов и, как следствие, потеря нерестилищ, традиционных мест зимовки рыб и т.п.

В Обь-Иртышском бассейне имеются значительные потенциальные возможности для обитания многочисленной популяции щуки. Однако темп воспроизводства вида сдерживается возрастающим с каждым годом антропогенным воздействием на водо-

емы. Особенно это прослеживается в Среднем Приобье - в районах интенсивной нефтедобычи.

Из-за ранних сроков нереста щука, в отличие от других весенненерестующих видов рыб, испытывает наибольшее воздействие фактора загрязнения. Выявленные негативные тенденции требуют принятия природоохранных мер.

В сложившихся условиях сохранение щуки как объекта промысла обеспечивается в основном четырьмя обстоятельствами. Во-первых, относительной локальностью загрязнения. Во-вторых, широким распространением вида, его способностью совершать значительные по протяженности миграции. В-третьих, в настоящее время промысел на многих водоемах в силу экономических причин не является интенсивным. В-четвертых, выживание вида в значительной мере обусловлено его высокой приспособляемостью к изменению условий его обитания. Кроме того, щука обладает достаточно высокой пищевой пластичностью и не вступает в напряженные пищевые взаимоотношения с другими видами. В пойменной системе Оби и Иртыша она фактически не имеет конкурентов в питании. Высокий темп роста ее особей свидетельствует, что Обь-Иртышский бассейн является одним из самых благоприятных мест для обитания щуки.

Выявленные закономерные изменения в состоянии запасов щуки легли в основу метода прогнозирования ее уловов. Примененный подход может быть использован и для других видов рыб, а также для решения различных промысловых и экологических вопросов.

В современных условиях существует реальная возможность дальнейшего развития предлагаемого метода прогнозирования уловов. Прежде всего, это создание открытых автоматизированных баз данных. Однако существуют и определенные сложности, связанные со сбором статистической информации об уловах и интенсивности промысла. Вся информация с промышленных предприятий должна обязательно поступать в исследовательские организации.

ВЫВОДЫ

1. В речной системе Обь-Иртышского бассейна обитает единая популяция щуки, способная в отдельных притоках Оби образовывать локальные группировки особей, незначительно различающихся

ся по морфометрии. В озерах Тюменской области могут встречаться экологические формы щуки, приуроченные к разным биотопам.

2. Для изучения внутривидовых различий щуки хорошие результаты дает кластерный анализ по совокупности следующих признаков: число ветвистых лучей в грудном плавнике, число всех лучей в анальном плавнике, ширина лба, длина головы, наименьшая высота тела, длина хвостового стебля, антеанальное расстояние и наибольшая высота анального плавника.

3. Соотношение полов в популяции щуки близко 1:1 с незначительным преобладанием самок, что связано с более высокой естественной смертностью самцов начиная с трех годовалого возраста. Самцы созревают раньше самок, при промысловой длине 28 см, а самки - при 32 см. Массовое наступление половой зрелости отмечается в возрасте 1+ - 2+ лет.

4. Численность поколений щуки в значительной мере зависит от гидрометеороусловий весны. Температурный фактор определяет начало и продолжительность нереста, и, в конечном итоге, от него зависит, в каких условиях будет происходить развитие икры и выклев личинок. При этом отрицательными факторами являются колебания уровня воды и содержание в ней загрязняющих веществ.

5. Молодь щуки длиной 5 см и более, находящаяся на десятом этапе развития, имеет широкий (37 компонентов) спектр питания. Состав пищи в большей мере зависит не от возраста, а от размеров молоди. Беспозвоночные как объекты питания имеют важное значение лишь на ранних этапах развития. С ростом особей интенсивность их питания (в относительных единицах к массе хищника) снижается, а абсолютные размеры жертв возрастают.

6. Размерная неоднородность молоди щуки и увеличение ее концентрации в период падения уровня воды приводят к усилению каннибализма. Отстающие в росте особи выедаются, а крупные обретают лучшие условия для своего существования.

7. У молоди щуки в пойменно-соровой системе Средней Оби существует периодичность в питании в течение суток. В среднем продолжительность переваривания пищи у рыб размером 10-24 см при температуре воды 19-23°C составляет 9 часов. Пики в питании приходятся на утренние (4-10) и вечерние (17-23) часы. Между величиной суточного рациона и массой молоди существует зависимость вида: $C=(0,231 \pm 0,056) W^{(0,66 \pm 0,057)}$.

8. Для щуки реки Оби характерны сезонные изменения в интенсивности потребления пищи. Наиболее активна щука весной

во время нереста карповых видов рыб и в конце лета при низком уровне воды. Периоды повышенной интенсивности питания по времени совпадают со значительной концентрацией жертв и имеют важное значение для восстановления энергетических резервов организма после зимовки и нереста, а также для предстоящей зимовальной миграции. В зимний период интенсивность питания щуки снижена.

9. В водоемах Средней Оби щука не вступает в напряженные пищевые взаимоотношения с другими хищными видами рыб, что обусловлено расхождением их экологических ниш и проявляется в различии рационов. Сходство в питании отмечается лишь по многочисленным в водоемах видам рыб-жертв.

10. Темп роста щуки реки Оби определяется совокупностью воздействия абиотических и биотических факторов. Наиболее благоприятными для роста являются теплые многоводные годы, когда оптимальный температурный режим сочетается с обилием в период падения уровня воды легко доступной пищи. В маловодные годы продолжительность нагула и роста щуки существенно сокращена. Наибольшая удельная скорость весового роста щуки совпадает с возрастом массового полового созревания и приходится на первые 2-3 года жизни. Самцы опережают в росте самок до трехлетнего возраста.

11. Возраст, с которого рост щуки реки Оби наилучшим образом соответствует сигмоидальному уравнению Берталанфи, равен 3. Максимальные приросты у самок отмечаются в 6,5, а у самцов - в 4,5 года. В возрасте максимальной продуктивности средняя масса самок составляет 3753 г при длине 71,5 см, а у самцов - 2401 г и 61,4 см. Самки могут достигать размеров 107 см и веса 13 кг, а самцы - 92 см и более 8 кг.

12. Промысловый запас щуки, куда входят все ее возрастные группы, в Ханты-Мансийском автономном округе значительно варьирует по годам (632-9878 т) и в среднем за период 1960-1995 гг. составляет 3940 тонн. Основная его часть (38-70%) приходится на рыб 1+ - 2+ возраста. В современных условиях в водоемах Тюменской области промысловый запас щуки даже в благоприятные для воспроизводства годы не может превысить 5 тыс. тонн и ее оптимально допустимый вылов составляет 2,0-2,5 тыс. тонн.

13. Высокую оправдываемость прогнозов уловов щуки в Тюменской области обеспечивает применение стохастических моделей вылова, построенных на основе корреляционного ранжирова-

ния определяющих вылов факторов. Средняя многолетняя ошибка метода составляет 9% (при четырехлетней апробации- 13,9%). Метод позволяет учесть отдельные артефакты и многообразие условий, сказывающихся на качестве прогноза, а также корректировать получаемые результаты.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Наметившаяся тенденция в сокращении запасов щуки в водоемах Ханты-Мансийского автономного округа требует проведения ряда природоохранных и регулирующих промысел мероприятий:

1. Необходимо силами нефтедобывающих и других, загрязняющих и наносящих ущерб природе предприятий осуществить работы по рекультивации водосборных площадей водоемов от загрязнения. Первостепенное значение это имеет для малых рек, притоков Оби первого и второго порядка, которые в районах Среднего Приобья загрязнены в наибольшей степени.

2. Провести расчистку живунов, традиционных мест зимовки рыбы, а также путей миграций рыб.

3. Необходимо ввести ограничения на продолжительность сорового промысла рыбы. Лов следует прекращать в случае присутствия в уловах более 50% в штучном исчислении молоди язя и щуки размером до 24 см.

4. В маловодные годы необходимо снижение интенсивности лова в зимнее время. Промысел следует ограничивать в местах, где щука и другие виды рыб могут успешно перезимовать.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Матковский А.К. Выбор основных морфометрических признаков для изучения внутривидовой структуры щуки Обь-Иртышского бассейна // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири: Тез. докл. областной конференции молодых ученых по проблемам рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири, Тюмень, 24-25 янв. 1986 г. Тюмень, 1986а. С. 54-56.

2. Матковский А.К. Опыт определения численности рыб в одном из соров Средней Оби // Водные экосистемы Урала, их охрана и рациональное использование (информационные материалы). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С.92-93.

3. Матковский А.К. К методике обработки данных по питанию хищных рыб: регрессионные зависимости между фрагментами жертв и длиной их тела (для рыб Средней Оби) // Вопр. ихтиологии. 1987. Т.27. Вып.4. С.598-602.

4. Матковский А.К. Использование регрессионных зависимостей при изучении питания хищных рыб // Интенсификация рыбного хозяйства внутренних водоемов: Сб. науч. тр. Гос. н. -и. ин-та оз. и реч. рыб. х-ва. Л., 1988а. Вып. 288. С. 134-135.

5. Матковский А.К. Значение антропогенного фактора в снижении уловов весеннерестующих видов рыб Средней Оби // Рационализация хозяйственного использования биологических ресурсов Западной Сибири: Тез. докл. обл. науч. -

практ. конф. "Экология позвоночных животных, пути их охраны, воспроизводства и рациональной эксплуатации в процессе интенсификации хозяйственного освоения Западной Сибири", Тюмень, 10-11 марта 1988 г. Тюмень, 1988б. С.110-112

6. Матковский А.К. Один из способов изучения суточного ритма пищевого поведения и возможность применения ставных сетей для сбора материала по питанию хищных рыб // Пути повышения продуктивности и рационального использования рыбных ресурсов внутренних водоемов: Тез. докл. обл. конф., Тюмень, 19-20 дек. 1988 г. Тюмень, 1988в. С. 32-33.

7. Матковский А.К. Закономерности изменения вылова щуки и прогнозирования ее уловов в Тюменской области// Сб. науч. тр. Гос. н.-и. ин-та оз. и реч. рыб. х-ва. 1988. Вып.284. С.17-25.

8. Матковский А.К. Морфологическая изменчивость щуки водоемов СССР // Водные экосистемы Урала, их охрана и рациональное использование: Тез. докл. IV регионального совещ. гидробиологов и ихтиологов Урала, Оренбург, 1989 г. Свердловск, 1989а. С. 86.

9. Матковский А.К. Применение отдельных трофических индексов в изучении питания и пищевых взаимоотношений рыб реки Оби// Трофические связи и продуктивность водных сообществ: Тез. докл. III симпозиума, Чита, 25-28 сен., 1989 г. Чита, 1989б. С. 84-85.

10. Матковский А.К. Применение гидрометеорологических данных в прогнозировании уловов щуки р. Обь // Проблемы гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства Сибири: Тез. докл. Всесоюзного совещ., Красноярск, 6-10 авг. 1989 г. Красноярск, 1989в. Ч. 3. С. 93.

11. Матковский А.К. Построение прогностической модели улова исходя из корреляционного ранжирования определяющих вылов факторов// IV Всесоюзная науч. конф. по проблемам промыслового прогнозирования (долгосрочные аспекты): Тез. докл., Мурманск, 24-26 окт. 1989 г. Мурманск, 1989. С. 125-127.

12. Матковский А.К., Шарапова Т.А. Питание молоди щуки в пойменных водоемах Средней Оби// Экологическая обусловленность фенотипа рыб и структура их популяций: Сб. тр. УрО АН СССР. Свердловск, 1989. С. 75-88.

13. Матковский А.К. К построению стохастических моделей в экологических исследованиях// Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования: Тез. докл. XVII школы-семинара. Ростов-на-Дону; Новороссийск, 1990, С. 82-83.

14. Матковский А.К., Убаськин А.В., Кочетков П.А. Влияние хищных рыб реки Оби на численность нерестовых стад сиговых рыб// Четвертое Всесоюзное совещание по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб: Тез. докл., Вологда, ноябрь 1990 г. Л., 1990. С. 53-54.

15. Матковский А.К. Результаты апробации стохастической модели вылова рыбы на примере щуки Обь-Иртышского бассейна// V научн. конф. по проблемам промыслового прогнозирования (долгосрочные аспекты): Тез. докл., Мурманск, 13-15 окт. 1992 г. Мурманск, 1992. С. 73-74.

16. Матковский А.К. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб Средней Оби в осенний период// Сб. науч. тр. Гос. н.-и. ин-та оз. и реч. рыб. х-ва. Санкт-Петербург, 1995. Вып.327. С.92-99.

