

Д.Г.Н. В.С. Седовлеву

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ ЭВОЛЮЦИОННОЙ МОРФОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

ЖИВОТНЫХ им. А.Н.СЕВЕРЦОВА

На правах рукописи

ДЕГТЕРЕВА НИНА ГЕОРГИЕВНА

ПОКАТНАЯ МИГРАЦИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ  
КАРПОВЫХ, ОКУНЕВЫХ И СЕЛЬДЕВЫХ РЫБ В РЕКЕ  
ВОЛГЕ НИЖЕ ПЛОТИНЫ ВОЛГОГРАДСКОГО ГИДРОУЗЛА

03.00.10 - ихтиология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Москва - 1991

Работа выполнена в Институте эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н.Северцова АН СССР (г.Москва) и в Каспийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства (г.Астрахань).

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент АН СССР Д.С.Павлов

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук М.И.Шатуновский,  
кандидат биологических наук А.М.Пахоруков

Ведущая организация:

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Защита состоится:

"14" мая 1991 г. в 10 часов на заседании специализированного Совета № 002.48.01. по Институту эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР (г.Москва).

С диссертацией можно ознакомиться в Институте эволюционной морфологии и экологии АН СССР.

Отзывы, заверенные печатью  
адресу: 117071, Москва, В-71,  
Специализированный Ученый Совет

Автореферат разослан "1"

Ученый секретарь  
Специализированного Совета  
кандидат биологических наук

## Введение

Постановка проблемы и ее актуальность. Единый миграционный цикл рыб связан с поиском ими оптимальных условий существования и обуславливает сохранение численности и комплексное использование видами ареала (Никольский, 1961; Павлов, 1979; Павлов и др., 1981). Покатные миграции молоди, как первое звено этого цикла, представляют собой сложное экологическое явление и во многом определяют масштаб и характер миграций в последующие периоды жизни рыб. В связи с этим исследования покатных миграций и распределения молоди актуальны для дальнейшего развития теории миграции рыб.

Знание закономерностей распределения мигрантов необходимо также для разработки экологических способов их защиты от гибели в водозаборных сооружениях, предполагающих изъятие воды из зон водотоков и водоемов с минимальной концентрацией молоди рыб и в тот период сезона и суток, когда ее попадание в водозаборы наименьшее (Павлов, Пахоруков, 1973; Павлов, 1979). Применение этих способов особенно необходимо в бассейне Нижней Волги, где интенсивное развитие орошаемого земледелия и другого водохозяйственного строительства вступает в противоречие с интересами рыбного хозяйства.

В бассейне р.Волги был выполнен большой объем исследований по изучению миграционного поведения молоди рыб. Однако они были привязаны преимущественно к верховьям и устью и, в основном, не затрагивали один из важнейших для воспроизводства рыб участков реки между плотиной Волгоградского гидроузла и ее дельтой.

Цель исследований: изучение покатных миграций и распределения молоди карловых (Cyprinidae), окуневых (Percidae) и сельдевых (Clupeidae) рыб в р.Волге ниже плотины Волгоградского гидроузла.

Задачи исследований: изучение видового и размерного состава молоди рыб, суточной ритмики их миграций в р.Волге ниже плотины Волгоградского гидроузла; сравнение пространственного распределения

№  
Библиотека

ния мигрантов на широких и узких прямоточных участках реки; изучение распределения мигрантов на излучине широкого русла; оценка ската молоди рыб из Волгоградского водохранилища и его влияния на распределение мигрантов ниже плотины гидроузла; сравнение размерного, видового состава и концентраций покатной и прибрежной молоди; разработка рекомендаций по защите молоди от попадания в водозаборные сооружения на Нижней Волге.

Научная новизна. Впервые на участке р.Волги между плотиной Волгоградского гидроузла и дельтой исследованы закономерности пространственно-временного распределения покатной молоди карповых, окуневых и сельдевых рыб, включая миграцию рыб из Волгоградского водохранилища и распределение молоди в прибрежье. Установлены отличительные особенности этого распределения от дельтовых участков по суточной неравномерности миграции, вертикальному распределению ранней молоди и горизонтальному распределению мигрантов. Выявлено распределение молоди рыб на излучине широкого участка реки и обнаружен ряд отличий от аналогичного распределения на повороте узких русел. С использованием нового метода мечения водных масс радиоактивными изотопами установлено, что механизм горизонтального распределения покатной молоди носит пассивный характер. На основе этого механизма впервые объяснено различие в горизонтальном распределении мигрантов на широких и узких участках русла.

Практическое значение. На основании результатов исследований, проводимых в рамках программы ГКНТ СМ СССР(0.85.01), разработаны "Рекомендации по защите молоди рыб от попадания в водозаборные сооружения на Нижней Волге", которые использованы в проектах Каспрыбпроекта, Астрахангипроводхоза, В.О. НИСа "Гидропроекта" им.С.Я. Жука и других организаций. Результаты работы положены в основу расчета потенциального ущерба рыбному хозяйству Волго-Каспийского

региона от эксплуатации проектируемого канала Волго-Чограй. Они явились частью биологического обоснования для первоначального переноса места расположения оголовка канала, а, в дальнейшем, для прекращения проектирования и строительства этого объекта.

Апробация. Результаты исследований докладывались на Всесоюзных координационных и научно-технических совещаниях по вопросам рыбозащиты (Астрахань, 1988-1990 гг.), на коллоквиумах лаборатории поведения низших позвоночных животных ИЭМЭЖ им. А.Н.Северцова АН СССР(1986-1991 гг.), на отчетных сессиях(1988-1989 гг.) и заседаниях Ученого Совета КаспНИРХ(1991 г.), на расширенных совещаниях лаборатории рыбозащитных исследований КаспНИРХ(1985-1990 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, получено одно авторское свидетельство на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов; изложена на 181 страницах машинописного текста; содержит 44 таблиц и 38 рисунков. Список литературы включает 241 наименование, в том числе 32 публикаций зарубежных авторов.

#### Содержание работы

#### Глава I. Состояние изученности покатных миграций молоди рыб

В главе дан анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов, связанных с изучением покатных миграций молоди рыб, и приведены данные по пространственно-временному распределению мигрантов в бассейне Нижней Волги.

Особенности миграционного поведения молоди рыб показаны в работах ряда авторов (Чугунов, 1928; Танасийчук, 1950; Васнецов и др., 1957; Дислер, 1960; Марти, 1967; Harden Jones, 1967; McDonald, 1960; Raymond, 1968; Durkin, 1970 и другие), причем за рубежом покатная миграция изучается, главным образом, у молоди лососевых рыб.

Исследователями установлено, что покатная миграция молоди характерна не только для проходных и полупроходных, но и туводных

рыб и регулируется системой механизмов разных уровней (Павлов и др., 1973, 1981; Павлов, 1979).

Анализ публикаций показал различную степень изученности покатных миграций и распределения молоди рыб в бассейне р. Волги. Наиболее изучены верховья (Павлов и др., 1981, 1982; Попова и др., 1984 и другие) и дельта (Павлов, 1966, 1970, 1979; Павлов и др., 1977, 1981; Жидовинов, 1984, 1985 и другие). Участки рек Волги и Ахтубы, расположенные выше дельты, в отношении покатных миграций изучены слабо, за исключением ската молоди осетровых рыб (Лагунова, 1970, 1976; Ходоревская, 1977; Павлов и др., 1981).

Поэтому наши исследования, территориально привязанные к участку реки ниже плотины Волгоградского гидроузла, являются продолжением и развитием комплекса научных работ, связанных с миграционным поведением и распределением покатной молоди в бассейне Волги. В условиях зарегулированного стока этот район, при многообразии гидравлических режимов и морфологических особенностей русла, несет основную репродуктивную нагрузку в Волго-Каспийском регионе, отличается разнообразием видов и их высокой численностью.

## Глава 2. Методика проведения исследований

Исследования проводились на участке Нижней Волги общей протяженностью около 700 км от плотины Волгоградского гидроузла до низовий дельты и в среднем течении р. Ахтубы (рис. I). В зависимости от поставленных задач сбор материала осуществлялся в двух режимах: экспедиционном (12 створов наблюдений) и стационарном (2 створа).

Основной объем проб в ходе экспедиционных наблюдений собран в июне-июле 1985-1989 гг. и в октябре 1986-1987 гг. На стационарных участках работы проводили с июня по декабрь 1985-1986 гг.

Отбор проб осуществляли в суточном и сезонном режимах по глубине (вертикальное распределение), ширине (горизонтальное рас-

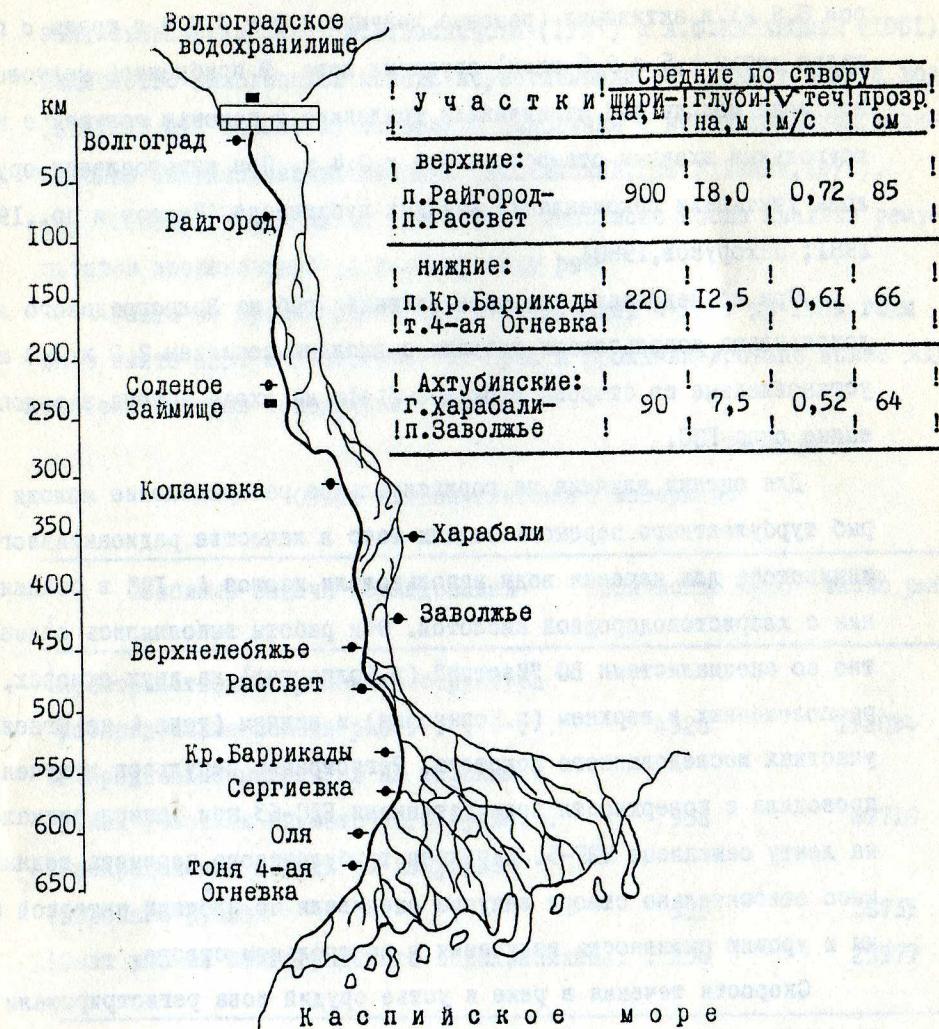


Рис. 1. Схема расположения участков исследований и их некоторые гидрологические параметры

- - створы экспедиционных наблюдений;
- - участки стационарных наблюдений

пределение) и длине (продольное распределение) водотока. Отлов молоди проводили пассивными (ихтиопланктонные конусные сети диаметром 0,8 м) и активными (рамовые ловушки 2,0 x 3,0 м и трахи с площадью устья 4,5 и 9,0 кв.м) орудиями лова. В прибрежной мелководной зоне молодь рыб отлавливали тралиением с помощью ловушек с прямоугольным входным отверстием 0,9 x 0,4 м. При изготовлении орудий лова учитывали рекомендации научных публикаций (Павлов и др., 1979, 1981; Пахоруков, 1980).

При исследовании покатной миграции рыб из Волгоградского водохранилища использовали ловушки с входным сечением 2,0 x 3,0 м, установленные со стороны верхнего бьефа на входе потока в водоприемные окна ГЭС.

Для оценки влияния на горизонтальное распределение молоди рыб турбулентного переноса водных масс в качестве радиоактивного индикатора для мечения воды использовали изотоп А<sub>u</sub>-198 в соединении с хлористоводородной кислотой. Эти работы выполнялись совместно со специалистами ВО "Изотоп" (г. Волгоград) на двух створах, расположенных в верхнем (п. Копановка) и нижнем (точка 4-ая Огневка) участках исследованного водотока. Регистрацию импульсов излучения проводили с поверхности воды датчиками БДС-63 при записи сигналов на ленту самописца МВР-5. Характер турбулентного переноса водных масс относительно створа запуска оценивали по площади активной зоны и уровню активности излучения в контрольном створе.

Скорости течения в реке и устье орудий лова регистрировали гидрометрическими вертушками ГР-21М, положение плавсредств относительно берегов - теодолитом ТЭ-27, а освещенность - люксметром Ю-16.

Камеральную обработку и биологический анализ материала проводили по общепринятым в ихтиологии методикам. При работе с молодью была принята следующая периодизация процесса онтогенеза: предли-

чинки, ранние личинки, поздние личинки и мальки (Расс, 1946, 1953; Крыжановский, 1953; Коблицкая, 1966). Обозначение этапов развития заимствовано из работ В.В. Васнецова (1957) и А.Ф. Коблицкой (1981). Количество выловленной молоди пересчитывали на единицу объема воды (экз/куб.м). Обработку материала выполняли с использованием вариационно-статистических методов (Плохинский, 1961; Лакин, 1973).

Обобщение данных по семействам выполнено после анализа результатов исследований по каждому виду рыб.

Всего за время проведения исследований с 1985 по 1989 годы было взято 6237 ихтиологических проб и проанализировано более 300 тыс. экземпляров молоди рыб (табл. I).

Таблица I

Объем ихтиологического материала

Основные задачи исследований	Количество проб	Число рыб
Пространственно-временная структура распределения молоди рыб . . . . .	4528	192094
Распределение мигрантов на широких и узких участках прямоточного русла. .	936	67716
Распределение молоди на излучине широкого русла	519	36735
Скат рыб из Волгоградского водохранилища. . 254		25977

x x x

В третьей и четвертой главах работы представлены результаты исследований, а их обсуждение приводится в пятой главе.

### Глава 3. Пространственно-временная структура распределения молоди рыб

Пространственно-временная структура распределения молоди рыб на исследованном участке анализировалась по видовому, размерному, возрастному составу, концентрациям мигрантов и суточной ритмике их ската, изменению количественных и качественных показателей распределения молоди в русле и прибрежье. Изложение материала в главе ведется последовательно по трем семействам рыб: карповые, окуневые и сельдевые, составляющим основу численности покатников.

В результате продольных съемок на участке наблюдений отловлена молодь 34 видов рыб из 11 семейств. Наиболее разнообразный видовой состав (32 вида из 9 семейств) отмечен в середине Волго-Ахтубинской поймы; наименее – под плотиной Волгоградского гидроузла (9 видов из 3 семейств). Несмотря на различия в составе ихтиофауны на исследованном участке в среднем основу уловов составляли представители трех семейств: карповые (31,4%), окуневые (26,3%) и сельдевые (38,8%). Численность семейства карповых формировалась, в основном, за счет воблы, плотвы, леща, густеры и менее встречаемых язя, чехони, сопы и уклей. Наибольшее количество рыб в семействе окуневых приходилось на судака и окуня, а у сельдевых – на кильку и сельдь (*Alosa kessleri kessleri Grimm*). В период июньских съемок наиболее массовыми среди покатников были карповые и окуневые. От июня к июлю в пробах возрастает доля сельдевых, а осенью, как правило, доминируют карповые и сельдевые.

При оценке динамики видового соотношения молоди по длине изучаемого водотока в июне отмечается тенденция увеличения доли семейства карповых от верхних участков (3,6%) к нижним (93,9%). У окуневых наблюдается обратная тенденция при увеличении их доли от нижних створов (3,1%) к верхним (89,8%). В июле при доминировании

сельдевых не обнаружено закономерностей в их продольном распределении. Осенью на фоне сокращения числа видов и общей численности покатников отмечается относительно равномерное их распределение по длине водотока.

В настоящей главе приведены материалы исследований по изменению относительного значения численности, концентрации и размерно-возрастного состава мигрантов по 12 изучаемым створам.

Анализ размерно-возрастного состава показал, что, в среднем, основу численности карповых и окуневых в верхней зоне составляют ранние личинки ( $C_1 - D_1$ , длиной 6–12 мм). На нижних участках доминируют ранние и поздние личинки ( $C_1 - F$ , длиной 6–21 мм). У сельдевых на верхнем участке преобладали предличинки и ранние личинки ( $A - D_1$ , длиной 4–13 мм), а на дельтовых створах – ранние личинки длиной 7–13 мм. В реке Ахтубе возрастной состав молоди значительно отличался в сторону увеличения доли молоди старших возрастных групп.

Для суточной динамики личинок ( $B - D$ ) карповых, окуневых и сельдевых характерен практически равномерный круглосуточный скат, в процессе которого соотношение концентраций покатников в дневное и ночное время не меняется. У поздних личинок и, особенно, мальков наблюдается миграция преимущественно в темное время. При этом в дельте пик интенсивности ночного ската выражен более четко.

Исследованиями на Волгоградском гидроузле установлено наличие ската рыб из водохранилища через турбинные тракты ГЭС. Среди покатников отмечено 14 видов рыб из 5 семейств, при этом основу их численности составляли сельдевые (76,1–95,1%). Наиболее массовые среди мигрантов – пелагические виды: килька (76,0%), сельдь (26,5%) и чехонь (22,7%), мигрирующие, в основном, в возрасте мальков и годовиков. Интенсивный скат этих рыб отмечается в осенний период при средней концентрации покатников 0,32 экз./куб. м. В суточной динамике выноса из водохранилища пелагических рыб в боль-

шинстве случаев наблюдаются два подъема интенсивности миграции — в ночное время и утром.

В прибрежье изучаемых участков, с глубинами до 1 м, видовой состав молоди вдоль левого берега отличается от правого и по сравнению с ним более разнообразен. При этом выше дельты концентрации молоди вдоль левого берега устойчиво больше, чем у правого. По мере продвижения в глубину дельты концентрации молоди у обоих берегов выравниваются, причем их величины от верхних участков к нижним возрастают от 19,3 до 368,8 экз./куб.м.

В суточной ритмике распределения молоди в прибрежье прослеживается уменьшение концентрации рыб ночью, при круглосуточном преобладании их в этой зоне по сравнению с русловой частью реки. Установлено, что степень перемещения молоди из прибрежья в русло имеет видовые различия и варьирует у одного вида, отловленного на разных участках. Также на основании статистического анализа показаны различия в размерах прибрежной и мигрирующей молоди в зависимости от расположения участков исследований, периода миграции и времени суток. В июне ранние личинки в период массового ската в реке имеют большие размеры тела по сравнению с прибрежными. На более поздних этапах развития размеры покатной молоди в ночное время достоверно меньше прибрежной на всем протяжении реки.

#### Глава 4. Влияние некоторых морфологических особенностей русла на пространственное распределение молоди рыб

В настоящей главе приведены результаты исследований по горизонтальному и вертикальному распределению покатной молоди рыб на излучине широкого русла и прямоточных верхних и нижних участках реки с различной шириной.

На верхних прямоточных широких участках (700 — 1000 м) наибольшее количество рыб скатывается в ночное время вдоль берегов полосой шириной порядка 300 м, а днем отмечено перераспределение

молоди ближе к берегу. На узких участках русел (100 — 300 м) покатная молодь в ночное время мигрировала по стрежню, а днем, при снижении интенсивности ската, она рассредотачивалась по всей ширине реки. Наибольшая интенсивность ската по стрежню потока наблюдается у сельдевых. Так, в широком русле по стрежню реки в ночное время доля ранней молоди в среднем составляет: у карповых — 12%, окуневых — 22,3% и сельдевых — 29,2%. В узком русле этот показатель был следующим: у карповых — 64%, окуневых — 69,2% и сельдевых — 79,6%. В кратковременный сумеречный период, в утренние и вечерние часы при освещенности 0,01 — 10 лк, отмечается резкое повышение концентраций молоди в береговой зоне с глубинами от 1,5 до 2,5 м. В узких руслах это явление наиболее выражено и достоверно у молоди различных периодов онтогенеза, а в широких — только у поздних личинок и, особенно, мальков.

Вертикальное распределение молоди на исследованных участках водотока имело как сходные черты, так и различия. Общим является повышение концентраций поздних личинок и мальков в нижних слоях потока. Из всех рассмотренных массовых видов рыб сельдь и килька имели наименее выраженную тенденцию к придонному распределению. Различия в этом распределении отмечены у личинок на ранних этапах развития. На широких участках реки наблюдается заглубление большей части молоди в придонные горизонты по сравнению с узкими.

На излучине, шириной 750 м и радиусом кривизны 5000 м, в ночное время основные трассы ската ранней молоди окуневых и карповых рыб проходили вдоль вогнутого правого берега излучины. Днем при снижении интенсивности миграции наблюдалась тенденция смещения трасс ската к стрежню реки. По мере роста молоди отход ее от вогнутого берега более заметен (рис.2). Для сельдевых на всех периодах развития прослеживается преимущественный скат или по стрежню реки, или по всему сечению русла. Следует отметить, что в но-

чное время ранняя молодь массовых видов рыб скатывалась в толще и у поверхности воды, а в светлое время суток она мигрировала в толще и у дна.

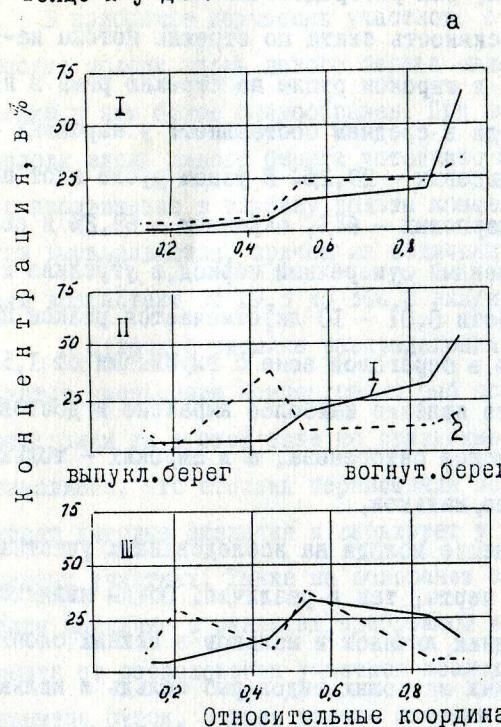


Рис. 2 Горизонтальное распределение молоди окуневых рыб на излучине широкого русла

I - предличинки; а - распределение рыб по ширине русла;  
 II - ранние личинки; б - соотношение концентраций рыб;  
 III - поздние личинки; 1 - ночь; 2 - день

## Глава 5. Сравнительный экологический анализ распределения молоди рыб

В главе изложен анализ результатов исследований по пространственно-временной структуре распределения молоди рыб на Нижней Волге. Волгоградский гидроузел, в основном, формирует гидрологический режим изучаемого района, который оказывает прямое воздействие на воспроизводство рыбных запасов Волго-Каспийского бассейна, поэтому изложение материала начато с анализа миграции рыб из

водохранилища.

Скат рыб из водохранилища и оценка его влияния на характер миграций молоди на нижерасположенном участке реки. Плотина Волгоградского гидроузла нарушила единство миграционного цикла рыб (Павлов, 1986). Расположение нерестилищ, гидрологический режим водохранилища и конструкция его водосбросных сооружений обуславливают преимущественно осенне-зимний скат подростшей молоди пелагических рыб в сроки, не совпадающие с периодом покатной миграции молоди в реке ниже плотины. В осенний период, при наибольшей интенсивности ската рыб из водохранилища (0.3 экз/куб.м), наблюдается некоторое увеличение концентраций рыб до 0,05 экз/куб.м на нижерасположенном участке реки, распространяющееся вниз по течению не более чем на 80 км. Суточная ритмика миграции молоди из водохранилища сохраняется только на приплотинном участке нижнего бьефа, при увеличении концентраций мигрантов в ночные и утренние часы. Наличие ночного пика ската обусловлено потерей зрительной ориентации рыб, а повышение концентрации мигрантов в утренние часы, по нашему мнению, связано с ростом скоростей течения в верхнем бьефе при увеличении объема сбросного потока через турбинные тракты ГЭС.

Изменение видового состава. Из анализа научных публикаций по составу ихтиофауны (Кузнецова, 1954; Гольдентрахт, 1966; Делишин, 1976; Коблицкая 1971, 1975, 1981; Казанчеев, 1981) можно сделать вывод, что в исследуемом районе достаточно распространенными являются около 40 видов рыб (без учета видового различия бычковых). Нами среди мигрантов обнаружены 34 вида. Таким образом, покатная миграция характерна для большинства рыб, обитающих на изучаемом участке р. Волги.

Наиболее богатый видовой состав в средней зоне Волго-Ахтубин-

ской поймы обусловлен благоприятным сочетанием русловых и пойменных характеристик. Наименьшее видовое разнообразие отмечено под плотиной ГЭС и связано с отсутствием нерестилищ фитофильных рыб, низкой температурой сбросной воды гидроузла (Сиденко, 1976) и её гиперсатурацией (Пучков, 1954; Barthelemy, 1971; Smith, 1974; Павлов и др., 1981 и другие). Принадлежность районов исследований к единой водной системе обуславливает сходство ихтиофауны, поэтому различие проявляется, главным образом, в соотношении отдельных представителей семейств и объясняется гидрологоморфологическими особенностями изучаемых участков и их неодинаковой значимостью для воспроизводства разных видов рыб.

Распределение концентраций молоди по длине исследованного участка реки с их ростом от верховий к низовью обусловлено расположением нерестилищ, границами миграций и принадлежностью рыб к разным биологическим (экологическим) группам. В реке Ахтубе, пойма которой богата мелководными, хорошо прогреваемыми участками, при относительно небольших скоростях течения в русле и наличии достаточного количества кормовых организмов, отмечено повышение концентраций молоди по сравнению с Волгой, что указывает на более благоприятные здесь условия воспроизводства рыб и нагула молоди, с чем и связана задержка её покатной миграции в реке.

Вместе с тем, впервые обнаружено различие в концентрациях молоди не только в продольном направлении, но и по берегам русла. Выше дельты наблюдается повышение концентраций молоди карповых и окуневых рыб у левого берега. Это можно объяснить наличием в левобережье более пологих береговых склонов, благоприятных для нереста производителей и нагула молоди, и его связью с Ахтубинской поймой через сеть многочисленных проток.

Суточная ритмика покатной миграции молоди рыб. Полученные

результаты подтверждают установленные ранее закономерности суточной ритмики ската: для ранней молоди — круглосуточно из-за её низких плавательной способности и физической возможности сопротивляться течению потока, а для поздних личинок и мальков — с максимумом в сумеречно-ночное время, в связи с отсутствием условий для зрительной ориентации (Павлов и др., 1981; Жидовинов, 1985). Исследованиями также выявлено отличие в соотношении концентраций молоди в ночное и дневное время (коэффициент суточной неравномерности покатной миграции) на различных участках реки. Так, в верхней зоне величина этого коэффициента для мальков достоверно меньше чем у одновозрастной молоди рыб из дельты. Например, для леща его значение увеличилось в среднем с 2.6 до 15.8, для судака — практически в 7 раз, а для воблы — более чем в 5 раз. Вместе с тем, для некоторых видов рыб (язь и густера) изменения этого коэффициента по длине водотока мало заметны. Кроме того, для полупроходных и туводных рыб отмечены различные значения коэффициентов суточной неравномерности в дельтовой зоне. Например, у воблы и леща он, в среднем, составляет 14.3, а у язя и густеры не превышает 7.6. Таким образом, для полупроходных видов характерен более выраженный ночной скат по сравнению с туводными.

У сельди и кильки на нижнем и верхнем участках отмечается наиболее низкое значение этого коэффициента (менее 4) из всех проанализированных видов рыб, что, по-видимому, обусловлено их педагическим образом жизни. С этим связан более равномерный скат сельдевых в течение суток даже на мальковом периоде развития.

Необходимо отметить, что одной из причин различий в относительной интенсивности дневного и ночного ската молоди на верх-

них и нижних участках может быть разница в условиях зрительной ориентации. Она связана с наличием в дельте большого количества зрительных ориентиров (водная растительность, мелководья), которые при незначительной ширине реки (Павлов и др., 1981; Жидовинов, 1985) и интенсивном турбулентном водообмене обеспечивают постоянный контакт молоди с ориентирами.

Вертикальное распределение молоди. При анализе результатов впервые обнаружена разница в вертикальном распределении ранних личинок на верхнем и нижнем участках исследованного водотока. Эти особенности проявлялись в наличии их более высоких концентраций в нижних горизонтах потока на верхних створах наблюдений по сравнению с дельтой. Сравнение покатников по фотопрекции, весу, длине, коэффициенту упитанности и гидравлической крупности ("скорость оседания в воде"), показало, что отношение к свету у исследованных рыб было одинаково и в наших условиях не являлось фактором, определяющим различие в их вертикальном распределении. По другим показателям достоверно определены следующие отличия. Вес, длина и коэффициент упитанности мигрантов на этапах С<sub>1</sub>-Д<sub>1</sub> в верхней зоне меньше аналогичных показателей у молоди низовий, что позволяет сделать предположение о пониженных физических возможностях молоди с верхних участков. Кроме того, установлено, что при отрицательной плавучести гидравлическая крупность у одновозрастной молоди анализируемых видов на верхних участках, в среднем, в 1,3 раза выше дельтовой, поэтому для удержания своего горизонта ската в поверхностных слоях потока ей необходимы большие затраты энергии. Однако в силу своей ослабленности она не способна удержать благоприятный для её существования горизонт и поэтому, очевидно, мигрирует в заглубленных слоях потока.

Таким образом, различия в вертикальном распределении ранней

молоди по длине изучаемого участка, возможно, связаны с её "гидравлической крупностью", что требует проведения специальных исследований в этом направлении.

Вертикальное распределение поздних личинок и мальков анализируемых видов рыб не отличается от известного (Павлов и др., 1981, 1982), что связано с их отношением к освещенности и характерно для рек с прозрачной водой и нормальными условиями дыхания.

Распределение молоди на излучине. Исследования по распределению молоди рыб на повороте широкого русла, в целом, подтвердили результаты других исследователей на узких водотоках шириной до 60 м (Павлов и др., 1976, 1981; Пахоруков, 1982) о преимущественном скате в ночное время ранней молоди у вогнутого берега излучины. Дополнительно установлено, что днем, при общем ослаблении интенсивности миграции, наблюдается перераспределение этой молоди от вогнутого берега к стрежню. Не исключая активного перемещения рыб в дневное время в связи с восстановлением зрительной ориентации в потоке, следует отметить, что по сравнению с ночью молодь мигрирует в более низких горизонтах. Это приводит к уменьшению воздействия на молодь поперечной составляющей скорости течения, которая в поверхностных слоях направлена к вогнутому берегу, а у дна — к выпуклому.

С ростом рыб, по мере их заглубления в нижние горизонты потока, воздействие поперечных скоростей также снижается, что ослабляет эффект принудительного перемещения под действием потока к вогнутому берегу излучины. В дневное время эта молодь рыб, активно сопротивляясь течению, мигрирует в зоне меньших скоростей у выпуклого берега (см.рис.2).

Горизонтальное распределение молоди, как было показано выше, изменяется в зависимости от ширины русла водотока, что впервые было отмечено В.И.Жидовиновым (1985). Для выявления механиз-

мов, обуславливающих эти различия, был выполнен комплекс специальных исследований по проверке гипотезы о влиянии на поперечные перемещения молоди турбулентного переноса водных масс потока. Исследования проводились на широком (900 м) и узком (240 м) участках реки методом мечения водных масс радиоактивными изотопами. Экспериментами было установлено, что для широкого русла зона рассеивания изотопов на участке протяженностью 1.5-2 км составляла (за время проведения опыта не менее 1.5 часов) всего 14 м или 1,5 % ширины русла. Для узкого русла за это же время она составила, в среднем, 110 м, или 46 % ширины реки. В целом эпюры распределения концентраций молоди в створе и суммарной активности индикатора имеют одинаковый характер (рис.3), что, в основном, подтверждает пассивный механизм переноса молоди в ночное время турбулентными поперечными составляющими течения. В дневное время распределение молоди по створу изменяется за счет активного поведения при наличии зрительной ориентации.

Выявленные закономерности суточной динамики распределения молоди показывают, что в кратковременные сумеречные периоды суток наблюдается повышение её концентраций в береговой зоне русла. Это дает основание говорить о важности естественной освещенности, как одного из сигнальных факторов, определяющих миграционное состояние молоди рыб. С наступлением сумерек молодь рыб перемещается из прибрежья в русло и разносится течением по акватории водотока. В утренние часы наблюдается обратный процесс перераспределения рыб в береговую зону и прибрежье.

Сравнение количественных и качественных показателей молоди в прибрежье и русле реки. Видовой состав молоди рыб, отловленных в прибрежных участках, был беднее (15 видов) по сравнению с руслом реки, что, возможно, связано не только с отсутствием здесь

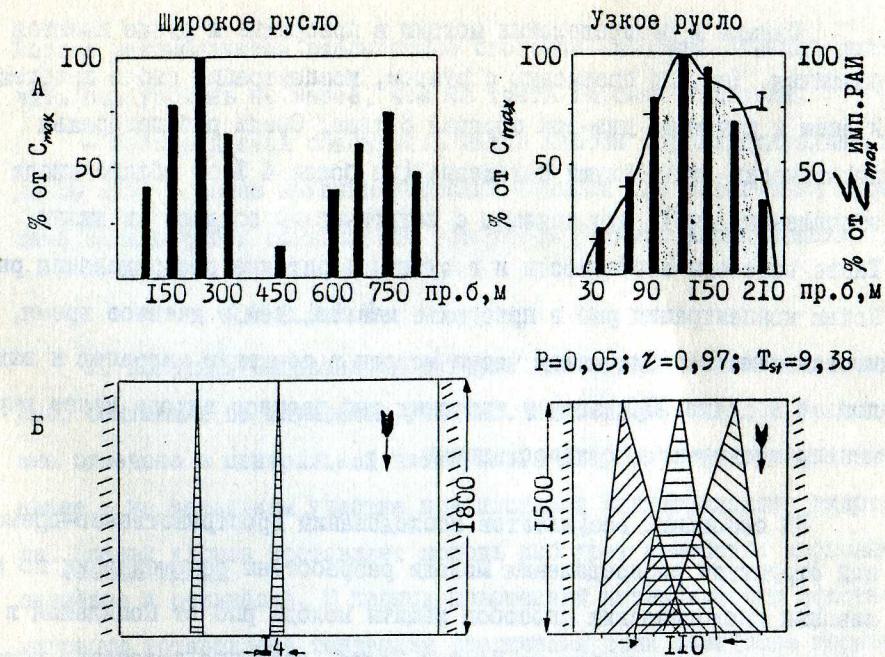


Рис. 3 Влияние на горизонтальное распределение ранней молоди карповых рыб турбулентного перемещения водных масс (с применением РАИ)

А - изменение концентраций молоди по ширине реки  
Б - изменение суммы импульсов РАИ  
Б - трассы рассеивания радиоактивных изотопов (РАИ)

некоторых видов рыб, но и с тем, что нами облавливались не все биотопы прибрежья. В продольном распределении прибрежной молоди прослеживаются закономерности, отмеченные для русской части водотока. Так, различие ихтиофауны здесь проявляются также, в основном, в процентном соотношении семейств и видов, а продольное распределение концентраций характеризуется их ростом от верховий к низовьям при повышенных концентрациях в левобережье. По мере продвижения вглубь дельты с усилением турбулентного перемешивания происходит выравнивание количественных показателей распределения рыб в прибрежье вдоль обоих берегов.

Однако в распределении молоди в прибрежье и русле имеются различия. Так, по сравнению с руслом, концентрация рыб в прибрежье и днем и ночью на два-три порядка больше. Среди рыб прибрежья практически отсутствуют сельдевые (не более 4 % от общего числа отловленных рыб), что связано с пелагическим образом их жизни. Также отмечены особенности и в суточной ритмике распределения рыб. Ночью концентрация рыб в прибрежье меньше, чем в дневное время, что связано с вовлечением части молоди в покатную миграцию и выходом её в русло. При этом у туводных рыб процесс выхода менее выражен по сравнению с полупроходными.

На основании результатов исследований пространственно-временной структуры распределения молоди разработаны рекомендации по реализации экологических способов защиты молоди рыб от попадания в водозаборные сооружения на Нижней Волге, основные положения которых заключаются в следующем:

- Рекомендуется для рассматриваемого региона внести корректировки в СНиП 2.06.07-87 "Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения", предусматривающий защиту только молоди рыб длиной более 12 мм. Необходимо защищать молодь длиной менее 12 мм, так как она составляет более 70 % от численности покатников в реке.

- В связи с круглосуточным скатом и повышенными концентрациями ранней молоди в реке с 20 мая по 20 июня (по данным наблюдений 1985-1990 гг.) рекомендуется ограничить изъятие стока из бассейна Нижней Волги в этот период.

- Для защиты молоди старших возрастных групп, особенно в дельтовой зоне, где наблюдается выраженный ночной пик ската, рекомендуется ограничить водоизъятие из бассейна Нижней Волги в ночное время с 23 часов до 4 часов с 21 июня по 30 июля.

- При миграции ранней молоди в дельте в верхних горизонтах

потока рекомендуется всасывающие оголовки насосных станций заглублять под уровень не менее, чем на треть глубины водотока.

- Рекомендуется объединять малые насосы (производительностью до 30 л/с) в более крупные насосные станции для облегчения проблемы защиты рыб и организации требуемых режимов эксплуатации.

### Выводы

I. Покатная миграция характерна для молоди большинства видов рыб, обитающих на изучаемом участке. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в центральной части Волго-Ахтубинской поймы, а наименьшее - на начальном участке под плотиной Волгоградского гидроузла. Основу уловов составляет молодь рыб трех семейств: карповые, окунёвые и сельдёвые. В период повышенной интенсивности покатной миграции установлена тенденция увеличения доли семейства карповых от верхних участков к нижним, а окунёвых - от нижних к верхним. Продольное распределение сельдёвых характеризовалось отсутствием стабильных закономерностей, что связано с экологией их размножения и образом жизни.

2. На основании коэффициента суточной неравномерности покатной миграции установлено, что скат молоди на верхнем участке более равномерен в течении суток. В дельте у молоди полупроходных видов отмечен более выраженный ночной скат по сравнению с туводными.

3. На всём изучаемом участке основное количество поздних личинок и мальков карповых, окунёвых и сельдёвых рыб мигрирует в нижних горизонтах воды, а ранняя молодь этих семейств скатывается, в основном, у поверхности и в толще потока. Однако на верхних участках отмечена тенденция повышения относительного количества ранних личинок у дна, что, возможно, связано с их большей гидравлической крупностью.

4. Для излучины широкого русла подтверждено известное ранее

для узких водотоков перераспределение покатной молоди карповых и окуневых рыб в ночное время к вогнутому берегу. В дневные времена, при общем снижении интенсивности миграции, а также с ростом молоди наблюдается тенденция заглубления и перемещения рыб от вогнутого берега к стрежню и даже к выпуклому берегу.

5. На основании исследований с применением радиоактивных изотопов показано, что при покатных миграциях в ночное время распределение молоди соответствует пассивному механизму её переноса под действием турбулентного поперечного перемещения водных масс. Поэтому на широких участках реки, где турбулентный перенос незначителен, основной скат ранней молоди рыб проходит относительно узкой полосой вдоль берегов, а на узких участках реки, при развитой турбулентности, наибольшее число рыб скатывается по стрежневой части потока.

6. При сравнении покатной и прибрежной молоди установлено сходство в тенденции изменения величин концентраций по длине водотока. По сравнению с руслом концентрации рыб в прибрежье днем и ночью на два – три порядка больше. При этом концентрация рыб ночью в прибрежной зоне, в отличие от русской, всегда несколько меньше, чем днем, что связано с вовлечением части молоди в покатную миграцию.

7. На основании выполненных исследований разработаны рекомендации по реализации экологических способов защиты молоди от попадания в водозаборные сооружения на Нижней Волге, которые использованы при проектировании водозаборов и других гидротехнических сооружений.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Жидовинов В.И., Орлова Э.Л., Дегтярева Н.Г. Некоторые особенности распределения покатной молоди рыб в дельте р.Волги // Сб.науч.трудов Гидропроекта им.С.Я.Жука, вып.99, 1984.-С.57-69.

2. Жидовинов В.И., Дегтярева Н.Г., Чиженкова Е.К. О влиянии водозабора на распределение молоди в реке // Сб.научн.трудов Гидропроекта им.С.Я.Жука, вып.99, 1984.- С.63-75.
3. Жидовинов В.И., Дегтярева Н.Г. и др.Экологические особенности распределения молоди рыб в прибрежье // Охрана и воспроизводство рыбных запасов бассейна Каспийского моря. М.,1986. -С.90-96.
4. Жидовинов В.И., Дегтярева Н.Г. и др. Временные требования по размещению и эксплуатации водозаборных сооружений в дельте и нижнем течении реки Волги // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов. Астрахань,1986.- С.87-89.
5. Дегтярева Н.Г., Жидовинов В.И. и др. Распределение молоди рыб в р.Волге и ущерб рыбному хозяйству от попадания её в канал Волга-Чограй // Сооружения рыбопропускных и рыбозащитных комплексов. Новочеркасск: НИМИ, 1987.-С.201-212.
6. Прокопов Н.А., Дегтярева Н.Г. и др. Рыбозащитный оголовок. Авт.свид.СССР I5600724, от 24.08.87.
7. Дегтярева Н.Г., Пряхина А.Ю., Жидовинов В.И. О распределении молоди рыб на участке Волги ниже плотины Волжской ГЭС // Рыбозащитные сооружения и устройства. Новочеркасск: НИМИ, 1989. -С.63-83.
8. Дегтярева Н.Г., Жидовинов В.И. О пространственно-временном распределении молоди рыб в Волго-Ахтубинской пойме // Перспективы естественного и искусственного воспроизводства и сохранения рыбных запасов Волго-Каспия, Астрахань,1989. - С.15-18.
9. Дегтярева Н.Г., Жидовинов В.И., Васильева А.Ю. О разработке требований рыбного хозяйства к размещению водозаборного сооружения на Нижней Волге // Экологические проблемы реки Урал и пути

их решения. Гурьев, 1989.-С.32-33.

10. Дегтярёва Н.Г., Жидовинов В.И., Тарадина Д.Г. О снижении ущерба рыбному хозяйству при проведении дноуглубительных работ на участке Волго-Каспийского канала // Экологические проблемы реки Урал и пути их решения. Гурьев, 1989. - С.34-36.

11. Дегтярёва Н.Г., Жидовинов В.И. и др. Особенности пространственно-временной структуры распределения молоди рыб в р.Волге в зоне строительства канала Волга-Чограй // Комплексные рыбохозяйственные исследования на Каспии.-М.:ВНИРО, 1989. - С.180-189.

12. Севастьянов Ю.И., Савастьянова Л.А., Дегтярёва Н.Г. Об ущербе рыбному хозяйству от эксплуатации канала Волга-Чограй //Проблемы изучения, охраны и рационального использования природных ресурсов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Астрахань, 1989. -С.92-93.

13. Тарадина Д.Г., Дегтярёва Н.Г., Асаев А.А. Оценка количественного состава молоди рыб для обоснования и защиты от попадания в водозаборы // Проблемы изучения, охраны и рационального использования природных ресурсов Волго-Ахтубинской поймы и дельты р.Волги. Астрахань, 1989. - С.99-100.

14. Дегтярёва Н.Г., Пряхина А.Ю., Жидовинов В.И. О распределении молоди рыб на участке Нижней Волги от плотины Волгоградской ГЭС до тони 4-я Огневка // Тезисы Всесоюзного совещания по защите рыб. Астрахань, 1990. - С.51-53.

15. Дегтярёва Н.Г., Жидовинов В.И., Лупандин А.И. Попадание молоди рыб в водоприемные окна Волжской ГЭС // Тезисы Всесоюзного совещания по защите рыб. Астрахань, 1990. - С.62-64.